DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE PARA LA DELIMITACIÓN Y DECLARATORIA DE LA ZONA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL BIOMA AMAZÓNICO DE CARÁCTER DEFINITIVO

Ambiente

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12

2. CONTEXTO NORMATIVO DE LAS RESERVAS DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES 13

3. CONTEXTO REGIONAL DEL BIOMA AMAZÓNICO 26

3.1. Delimitación del Bioma Amazónico en Colombia 30

4. ÁREAS PROTEGIDAS 33

5. INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y TERRITORIAL 40

6. CARACTERIZACIÓN BIOMA AMAZÓNICO 43

6.1. MEDIO ABIÓTICO 43

6.1.1. Clima 43

6.1.2. Atmosfera 49

6.1.3. Hidrología y calidad del agua 64

6.1.4. Caracterización Geológica 74

6.1.5. Caracterización hidrogeológica 75

6.2. FENÓMENO METEOROLÓGICO “RÍOS VOLADORES” 89

6.3. MEDIO BIÓTICO 106

6.3.1. Características biogeográficas 106

6.3.2. Dinámica de transformación de Coberturas de la Tierra 109

6.3.3. Flora 114

6.3.4. Fauna 121

6.3.4.1. Artropofauna 122

6.3.4.2. Ictiofauna 125

6.3.4.3. Herpetofauna 128

6.3.4.4. Aves 129

6.3.4.5. Mastofauna 130

6.3.5. Consolidado de riqueza y amenaza de Flora y fauna en la Amazonía colombiana 138

6.3.6. Conectividad Ecológica 141

6.4. MEDIO SOCIECONÓMICO 150

6.4.1. Población y dinámica de poblamiento 152
6.4.2. Organización social y territorial 154
6.4.3. Condiciones de vida y acceso a derechos 155
6.4.4. Economías y medios de vida 157
6.4.5. Usos y prácticas tradicionales del territorio 160
6.4.6. Análisis Económico 163
6.4.7. Vulnerabilidades sociales 176
7. PRESIONES Y AMENAZAS 177
7.1. Conflictos Socioecológicos 177
7.1.1. Agroindustria (Monocultivos de palma de aceite) 177
7.1.2. Ganadería Extensiva 179
7.1.3. Paisaje Agropecuario y Praderización 181
7.1.4. Vías 182
7.1.5. Minería 187
7.1.6. Hidrocarburos 190
7.1.7. Extracción ilegal de madera 203
7.1.8. Incendios y Quemas 203
7.1.9. Cultivos de uso ilícito 209
7.1.10. Conflicto armado, grupos al margen de la ley y actividades ilícitas 210
7.2. Escenarios de Cambio Climático 212
7.2.1. Proyecciones climáticas (SSP) de temperatura y precipitación para el bioma amazónico al 2100 212
7.2.2. Amenazas por cambio climático 215
7.2.3. Vulnerabilidades por cambio climático (recurso hídrico ecosistemas, socioeconómicas) 216
7.3. Análisis espacial de las presiones y Amenazas identificadas 219
8. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A MINERÍA E HIDROCARBUROS 225
8.1. Minería 225
8.2. Hidrocarburos 228

9. IMPACTOS ACUMULATIVOS ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES EXTRACTIVAS 259
10. RIESGOS 266
10.1. Disminución en la oferta hídrica y cambio en la hidro-climatológica continental (Debilitación de fenómeno "ríos voladores") 266
10.1.1. Disminución de aportes hidrológicos para la generación de energía hidráulica y la confiabilidad del Sistema Interconectado Nacional 270
10.2. Incremento en la Pérdida de biodiversidad y conectividad del paisaje 276
10.3. Cambio de sumidero a fuente de carbono 281
10.4. Riesgo Asociado Al Cambio Climático 284
10.4.1. índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico 284
10.4.2. índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos 285
10.5. Llegada al punto de no retorno "tipping point" 294
11. ACCIONES EXISTENTES Y ENFOQUES PARA EL MANEJO DEL RIESGO EN EL BIOMA AMAZONICO 296
11.1. Contexto 296
11.2 Plan Integral de Contención a la Deforestación 299
11.2.1 Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad en la Amazonia 301
11.2.2. Núcleos de Desarrollo Forestal de la Amazonía 303
11.3. Estrategia Nacional de Restauración 303
11.4. Proyectos de cooperación de la Amazonia: 307
12. CONCLUSIONES 310
12.1. En el marco del Principio de Prevención 310
12.2. En el marco del Principio de Precaución 313
13. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DE PROPUESTA DE ZONA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES DE CARÁCTER DEFINITIVO 315
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 317
15. ANEXOS 334

Ambiente

Listado de Tablas

Tabla 1. Áreas nacionales de la cuenca Amazónica según criterios hidrológicos, ecológicos y político - administrativos 28
Tabla 2 Relación de Áreas protegidas del SINAP 33
Tabla 3 Relación de los POMCAS y su estado de formulación 41
Tabla 4. Índices hidrológicos del Bioma Amazónico a nivel nacional 68
Tabla.5 Inventario de puntos de agua. 83
Tabla **6**. Comparación de las Coberturas de la tierra 2022 (IDEAM, 2025); 2024 (SINCHI, 2024) en el bioma amazónico. 109
Tabla 7. Riqueza por departamento del Bioma Amazónico 115
Tabla 8. Número de especies por departamento.....116
Tabla 9. Número de especies registradas en categoría de amenaza flora 117
Tabla 10. Especies de flora en categoría de amenaza en bioma amazónico. 117
Tabla 11. Características de amenaza de especies En Peligro Critico bioma amazónico. 119
Tabla 12 Especies de fauna terrestre registradas como endémicas para Colombia 132
Tabla 13. Especies de fauna registradas en la Amazonía colombiana y categoría de amenaza global y nacional 134
Tabla 14. Estudios revisados de conectividad ecológica en la Amazonía colombiana 142
Tabla 15. Población, densidad y estructura demográfica en departamentos del Bioma Amazónico Colombiano..... 152
Tabla 16. Población étnica por departamento en el Bioma Amazónico Colombiano 153
Tabla 17. Cobertura de servicios públicos básicos en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano frente al promedio nacional 156
Tabla 18. Porcentaje de PIB por actividades económicas en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano frente al PBI nacional..... 158
Tabla 19. Relación expedientes de sustracción de reserva forestal en la reserva de la Amazonía..... 190
Tabla 20. Listado de proyectos licenciados del sector de hidrocarburos por ANLA 191
Tabla 21. Cruce de consejos comunitarios con proyectos licenciados de hidrocarburos activos 192
Tabla 22. Cruce de resguardo indígenas con proyectos licenciados de hidrocarburos activos 193

Tabla 23. Listado de Sancionatorios activos de proyectos licenciados por la ANLA 201
Tabla **24**. Actividades ilícitas y presencia de actores armados ilegales en los PNN 211
Tabla 25. Principales actividades del sector de hidrocarburos 228
Tabla 26. Número de contingencias departamento de Putumayo 257
Tabla 27. Listado de proyectos aprobados por el Fondo para la Vida y la Biodiversidad en la Amazonía y que se encuentran en fase de ejecución. 297
Tabla 28. Reporte de la superficie deforestada en los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad para el periodo 2016 - 2023. 302
Tabla 29. Resultados priorización Modelo Ecológico por prioridad 306

Listados de Figuras

Figura 1. Principales Biomas de Suramérica..... 26
Figura 2. Propuesta de división del bioma amazónico (A, B) y reservas de minerales (C) 28
Figura 3. Red hídrica principal de la Región Amazónica 30
Figura 4. Límite de la Amazonia colombiana..... 32
Figura 5 Relación de Áreas protegidas del SINAP y y Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de la Resolución 924 de 2025..... 33
Figura 6. Zonificación de Reserva Forestal de Ley Segunda de 1959 36
Figura 7 Estado de figuras de Restricción Legal 37
Figura 8. Áreas complementarias de Conservación..... 39
Figura 9 Estado de figuras de Restricción Legal 41
Figura 10 Clasificación Climática de Caldas - Lang 43
Figura 11 Registros de temperatura media multianual del bioma amazónico 44
Figura 12 Registros de precipitación media multianual del bioma amazónico 45
Figura 13 Registros de vientos medios multianual del bioma amazónico 46
Figura 14 Registros de porcentaje de humedad promedio multianual del bioma amazónico..... 48
Figura 15 Registros de radiación solar promedio multianual del bioma amazónico. 49
Figura 16. correlación entre la temperatura y el Dióxido de Carbono. 50
Figura 17. comportamiento histórico del CO2 en miles de años y el comportamiento de este en el ciclo anual. 51

Figura 18. Niveles totales de carbono sobre el suelo en cada área protegida y territorio indígena 53
Figura 19. Emisión anual de BVOC..... 55
Figura 20. Promedio anual de precipitación (P) y evaporación (E) sobre las áreas continentales (1999–2008). 57
Figura 21. Las células de Hadley, las células de Ferrel (latitud media) y las células polares caracterizan la dinámica atmosférica actual. 58
Figura 22. Comportamiento estacional de la humedad atmosférica regional. 60
Figura 23. Mapas de la concentración de PM2.5, PM10, O3, NO2, NO y SO2 (datos recuperados de CAMS). El color corresponde al promedio anual de su concentración del año 2021 61
Figura 24. Proyectos, Obras y Actividades (POA) de la ANLA en el bioma amazónico 62
Figura 25. Condición regional atmosférica de PM2.5 y NO2, para el Putumayo... 63
Figura 26. Zonificación hidrográfica de la Amazonia. 66
Figura 27. Red de estaciones IDEAM 67
Figura 28. Representatividad de los índices hidrológicos del Bioma Amazónico a nivel nacional..... 68
Figura 29. Índices hidrológicos de Colombia..... 69
Figura.30 Unidades Cronoestratigráficas 74
Figura.31 Unidades Litoestratigráficas con permeabilidades 76
Figura.32 Caudal concesionado..... 84
Figura.33 Distribución de información existente de puntos hidrogeológicos 85
Figura.34 Delimitación del Sistema Acuífero Amazónico 89
Figura.35 Trayectorias de los ríos aéreos en América del Sur al este de los Andes a lo largo del ciclo estacional de precipitaciones (mm mes-21) de noviembre a marzo, abril a junio, julio a agosto y septiembre a octubre, promediadas entre 1979 y 2012. 91
Figura.36 Izquierda: Trayectorias de los ríos atmosféricos de septiembre a octubre a lo largo de mapa de cobertura terrestre de Sudamérica de Eva et al. [2004]. Derecha: Distribución espacial de la precipitación media de septiembre a octubre y la energía potencial convectiva disponible (CAPE) a lo largo de las trayectorias SO2 y SO3. Los dos gráficos debajo de las figuras principales muestran secciones transversales de la cobertura terrestre y la topografía a lo largo de cada trayectoria. 93
Figura. Variabilidad37 neta porcentual, sobre la contribución del Orinoco, Amazonia y Pacifico-Andina sobre el Páramo de Chingaza, Valores promedios multianuales del 1980-2022. 95
Figura.38 Aportes de flujos de humedad año 2024 98

Figura.39 Aportes de flujos de humedad al páramo de Chingaza mediante modelos de flujos 99
Figura 40. Variación Temporal de $\delta^{18}O$ y aporte de precipitación fuente 100
Figura.41 Manantiales superficiales temporadas húmeda y seca 101
Figura.42 Comportamiento isotópico del agua lluvia en función de su asenso ... 102
Figura. Análisis43 periodo junio – agosto ríos voladores páramo Chingaza. 103
Figura 6044. 45Puntos modelación Bioma Amazónico HYSPLIT 104
Figura 46. Resultados modelación baja y alta precipitación HYSPLT. 105
Figura 47.Áreas de endemismo para la Amazonía colombiana 108
Figura 48. Coberturas de la tierra 2022 (IDEAM, 2025); 2024 (SINCHI, 2024) en el bioma amazónico. 109
Figura 49. Perdida de Cobertura Arborea en la Amazonía colombiana.....112
Figura 50. Perdida de Bosque 2022-2024. Escala 1:100.000 113
Figura 51. Deforestación (Histórico de deforestación IDEAM) 114
Figura 52 Patrón espacial de riqueza de artrópodos en el bioma amazónico 123
Figura 53 Riqueza y número de especies endémicas de peces en el bioma amazónico por subzona hidrográfica..... 126
Figura 54 . Patrón espacial de riqueza de anfibios (izquierda) y reptiles (derecha) en el bioma amazónico. 129
Figura 55 Patrón espacial de riqueza de aves en el bioma amazónico..... 130
Figura 56 . Patrón espacial de riqueza de mamíferos en el bioma amazónico ... 131
Figura 57. Riqueza de especies de primates en la Amazonía colombiana 132
Figura 58. Ocurrencia de algunas especies registradas como endémicas para Colombia y con distribución amazónica 133
Figura 59. Distribución potencial de aves presentes en la Amazonía colombiana en categoría de amenaza con biomodelos del Instituto Alexander von Humboldt ... 136
Figura 60. Distribución potencial de especies de fauna amenazada que coexiste en la Amazonía colombiana 137
Figura 61. Modelo de distribución de especies de fauna y flora terrestres en Colombia consolidado de los bio-modelos del Instituto Alexander von Humboldt138
Figura 62. Especies de fauna y flora endémicas, exóticas, amenazadas y en CITES por departamento de la Amazonía colombiana 140
Figura 63 Corredores de conectividad priorizados para mantener la conexión Andes-Amazonia-Orinoquia..... 144
Figura 64 Corredores de conectividad priorizados para el jaguar (Panthera onca) 145
Figura 65 Red de corredores potenciales identificados para conectar áreas protegidas en Colombia 146

Figura 66 Corredores de conectividad priorizados entre áreas protegidas en Colombia mediante un enfoque funcional para las aves 148
Figura 67. Mapa de integridad del paisaje 150
Figura 68. Comunidades Étnicas y Zonas de Reserva Campesina en el Bioma Amazónico Colombiano 155
Figura 69. Áreas dedicadas a la exploración y producción hidrocarburífera en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano 157
Figura 70. Áreas de minería adjudicadas en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano 158
Figura 71. Agroindustria en el Bioma Amazónico Colombiano 179
Figura 72. Ganadería de carne bovina en el Bioma Amazónico Colombiano 181
Figura 73. Ganadería de leche bovina en el Bioma Amazónico Colombiano 181
Figura 74. Praderización en el Bioma Amazónico Colombiano 182
Figura 75. Vías nacionales en el bioma amazónico RAISG (2023); IGAC, 2017 183
Figura 76. Comparación vías (2018-2024), minería ilegal y cultivos de uso ilícito 184
Figura 77. Estratos de intervención en el bioma amazónico (2024) 185
Figura 78. Focos de deforestación en vía autorizada a un proyecto de hidrocarburos 186
Figura 79. Títulos y Solicitudes mineras vigentes 188
Figura 80. Títulos Mineros- ANM y Áreas focales de minería ilegal en el Bioma Amazónico Colombiano 190
Figura 81. Distribución porcentual de las contingencias presentadas en el Bioma Amazónico para el periodo 2016 - 2025 198
Figura 82. Distribución reporte de contingencias por origen 199
Figura 83. Distribución espacial de reporte de contingencias ANLA 2016-2025 . 199
Figura 84. Distribución reporte de contingencias por expedientes de la ANLA entre 2016-2025. 200
Figura 85. Cicatrices de quemas según el origen entre los años 2017 y 2025. .. 204
Figura 86. Densidad de puntos de calor y cicatrices de quemas por incendios entre el 2020 y 2025. 206
Figura 87. Cultivos de uso ilícito, puntos de rutas fluviales de economías ilícitas y puntos de tráfico de drogas por municipios que integran el Bioma Amazónico Colombiano. 210
Figura 88 Proyecciones al 2100 del escenario SSP5-8.5: cambio porcentual de la precipitación y variaciones en la temperatura máxima, media y mínima 213
Figura 89 Índice de Amenaza por Cambio Climático. Escenario SSP5-5.8 215
Figura 90 índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico. 216

Figura 91 índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos 218
Figura 92. Superposición de Amenazas identificadas 220
Figura 93. Causas directas, subyacentes y agentes de deforestación en la Amazonía Colombiana 221
Figura 94. Cambios de la cobertura de la tierra en un escenario extractivista 222
Figura 95. Área de influencia por vías 223
Figura 96. Enfoque en zonas críticas de concentración de presiones en Putumayo y Caquetá 224
Figura 97. Tasas de corte de producción de fluidos, sector hidrocarburos (país) 237
Figura 98. Destino aguas de producción. 238
Figura 99. Distribución de proyectos licenciados de ANLA y Prospectivas Sectoriales 260
Figura 100. Diagrama de relaciones de causalidad – Modelación de Sistemas Complejos 261
Figura 101. Diagrama de relaciones de causalidad por atributos ambientales y sectores económicos 264
Figura 102. Diagrama de relaciones de causalidad para cambio climático 265
Figura 103. Regiones hidrológicas del SIN 271
Figura 104. Embalses e hidroeléctricas zona oriente SIN 272
Figura 105. Retro trayectorias masas de Aire – Cadena Hidroelectrica I Rio Bogota – Paraiso 273
Figura 106. Retro trayectorias masas de Aire – El Guavio y Chivor 274
Figura 107. Retro trayectorias masas de Aire – Embalse Tomine 274
Figura 108 índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico SP5 .. 285
Figura 109 índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos 287
Figura 110 Mapa de la concentración de aves vulnerables y alta vulnerabilidad al cambio climático. Los valores más altos de especies se presentan las zonas de azul (152-168 especies), mientras que los más bajos en amarillo. 292
Figura 111 Proyección de la velocidad del cambio climático para el año 2030 bajo los escenarios de concentración representativos RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (derecha). 293
Figura 112 . Hoja de ruta del Plan Integral de Contención de Deforestación. 301
Figura 113. Núcleos de desarrollo forestal sostenible en el bioma amazónico colombiano. 303
Figura 114. Principios que integran la ENR 2023 – 2026- Fuente: Minambiente 2023 304

Figura 115. Línea base de integridad ecológica en Colombia y en la ecorregión de la Amazonia. 305
Figura 116. Resultados, proceso técnico para la definición de áreas prioritarias de restauración para la Amazonia Colombiana, Componente Ecológico. 306
Figura 117. Delimitación de propuesta de Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables del Bioma Amazónico 316

1. INTRODUCCIÓN

El Bioma Amazónico constituye uno de los ecosistemas más importantes a nivel nacional y global, al albergar una de las mayores reservas de biodiversidad del planeta, actuar como regulador climático y desempeñar un papel estratégico en los ciclos hidrológicos y de captura de carbono (Malhi et al., 2008; Nobre et al., 2016; Balslev et al., 2021). Diversos estudios científicos han señalado que su conservación resulta esencial para la estabilidad ambiental y climática de la región, así como para garantizar los derechos de las presentes y futuras generaciones. No obstante, las actividades extractivas, la expansión de la frontera agropecuaria y otros procesos antrópicos han venido transformando de manera acelerada el Bioma Amazónico, generando presiones sobre sus ecosistemas y afectando su capacidad de resiliencia frente al cambio climático. En ese sentido, su conservación se configura como una condición indispensable para la estabilidad ambiental y climática regional y global, así como para la garantía de los derechos fundamentales de las presentes y futuras generaciones, en el marco de los principios precaución y prevención.

No obstante, el Bioma Amazónico enfrenta crecientes presiones derivadas de actividades extractivas, la expansión de la frontera agropecuaria, la apertura de vías de acceso, la deforestación y otros procesos antrópicos que erosionan su capacidad de resiliencia frente al cambio climático y comprometen la permanencia de sus funciones ecológicas. Entre estas presiones, las actividades de hidrocarburos y de minería se han identificado como motores significativos de pérdida de cobertura y deforestación, no solo por los impactos directos de las operaciones autorizadas, sino también porque la infraestructura y accesibilidad que generan facilitan la entrada de otros actores y propician procesos de colonización, extracción ilegal de madera y expansión de la frontera agropecuaria.

Estas dinámicas, al configurar impactos acumulativos y de difícil reversibilidad, demandan respuestas integrales y urgentes desde la política pública y el ordenamiento jurídico. En este contexto, el presente Documento Técnico de Soporte –DTS– fundamenta la propuesta de delimitación y declaratoria de una Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo en el Bioma Amazónico, en aplicación de lo dispuesto en el Decreto-Ley 2811 de 1974 y en armonía con los mandatos constitucionales y jurisprudenciales que conforman la denominada “Constitución Ecológica”. El DTS se estructura en

torno a la identificación de vulnerabilidades, amenazas y riesgos, abordados desde las dimensiones técnicas, ambientales, sociales, jurídicas y territoriales, con el propósito de consolidar la base científica y normativa que justifique la adopción de esta figura de protección.

2. CONTEXTO NORMATIVO DE LAS RESERVAS DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Las Reservas de Recursos Naturales Renovables hacen parte de las "Normas Comunes", referidas a la "Propiedad, Uso e Influencia Ambiental de los Recursos Naturales Renovables" a que hace referencia el Libro Segundo del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente – CNRNR-, Decreto Ley 2811 de 1974, y facultadas en su Artículo 47, que dispone: "*(...) Sin perjuicio de derechos legítimamente adquiridos por terceros o de las normas especiales de este Código, podrá declararse reservada una porción determinada o la totalidad de recursos naturales renovables de una región o zona cuando sea necesario para organizar o facilitar la prestación de un servicio público*[1]*, adelantar programas de restauración, conservación o preservación de esos recursos y del ambiente, o cuando el Estado resuelva explotarlos. Mientras la reserva esté vigente, los bienes afectados quedarán excluidos de concesión o autorización de uso a particulares. (...)*".

Esta disposición, se enmarca en las reglas para el desarrollo de la actividad administrativa en relación con el manejo de los recursos naturales renovables señaladas en el Artículo 45 del mismo Código, dentro de las cuales se resaltan las siguientes: *"(…) b.- Se mantendrá una reserva de recursos acorde con las necesidades del país. Para cumplir esta finalidad,* ***se podrá hacer reserva de la explotación de los recursos de propiedad Nacional, o en los de propiedad privada****, racionarse o prohibirse temporalmente el consumo interno o la salida del país; c.- Cuando se trate de utilizar uno o más recursos naturales renovables* ***o de realizar actividades que puedan ocasionar el deterioro de otros recursos o la alteración de un ecosistema****, para su aplicación prevalente de acuerdo con las prioridades señaladas en este Código o en los planes de desarrollo, deberán justipreciarse las diversas formas de uso o de medios para alcanzar este último, que produzcan el mayor beneficio en comparación con el daño que puedan causar en lo ecológico, económico y social. (…)*". (Negrita y subrayado por fuera del texto original)

Refiriéndonos a la aplicabilidad de los dispuesto en el Artículo 47 del CNRNR para la protección de ecosistemas, es importante indicar algunos apartes del concepto emitido por la Sala de Consulta y Servicio Civil, expediente No. 642 del 28 de octubre de 1994, donde se determina que para velar por el cumplimiento oportuno y eficaz de los fines naturales que corresponden a los humedales, es viable utilizar como instrumento jurídico la declaratoria de reserva ecológica o ambiental, con fundamento en disposiciones tales como las contenidas en el Artículo 47 del Decreto-Ley 2811 de 1974, entre otras normas allí señaladas.

Igualmente, en el marco de un análisis de constitucionalidad al referido artículo 47, en Sentencia C - 126 de 1998 la Corte Constitucional precisó que "*(…) esta Corporación ha señalado, en anteriores decisiones, que la protección del medio ambiente ocupa un lugar tan trascendental en el ordenamiento jurídico que la Carta contiene una verdadera "constitución ecológica" (...)*", conformada por todas aquellas disposiciones que regulan la relación de la sociedad con la naturaleza y que buscan proteger el medio ambiente. En el mismo sentido, la Corte ha precisado que esta Constitución ecológica tiene dentro del ordenamiento colombiano una triple dimensión: de un lado, la protección al medio ambiente es un principio que irradia todo el orden jurídico puesto que es obligación del Estado proteger las riquezas naturales de la Nación (C.P. art. 8).

De otro lado, aparece como el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, derecho constitucional que es exigible por diversas vías judiciales (C.P. art. 79). Y, finalmente, de la constitución ecológica derivan un conjunto de obligaciones impuestas a las autoridades y a los particulares. Es más, en varias oportunidades, la Corte ha insistido en que la importancia del medio ambiente en la Constitución es tal que implica para el Estado, en materia ecológica, "*unos deberes calificados de protección*". Igualmente, y conforme a lo señalado por los actores, la Corte también ha precisado que la Carta constitucionaliza uno de los conceptos más importantes del pensamiento ecológico moderno, a saber, la idea según la cual el desarrollo debe ser sostenible. "*(...)19- La dimensión ecológica de la Carta y la constitucionalización del concepto de desarrollo sostenible no son una muletilla retórica ya que tienen consecuencias jurídicas de talla, pues implican que ciertos conceptos jurídicos y procesos sociales, que anteriormente se consideraban aceptables, pierden su legitimidad al desconocer los mandatos ecológicos superiores. (…)*". En este

marco de análisis, la Corte concluye que los principios que orientan el Decreto–Ley 2811 de 1974 son perfectamente compatibles con los mandatos ecológicos contenidos en la Constitución Política de Colombia.

Ahora bien, adicional a lo anteriormente mencionado, las altas cortes del país se han pronunciado a través de distintas providencias judiciales sobre la importancia ambiental del bioma Amazónico y en ellas han emitido diversas órdenes para su protección, de las cuales destacan:

I. Sentencia de Tutela proferida por la Sala de Casación Civil de la Corte Suprema de Justicia – STC 4360 de 2018 "Amazonía sujeto de derechos":

La mencionada Sala de Casación conoció de una Acción de Tutela presentada por un grupo de 25 niños y jóvenes, entre 7 y 25 años de edad, habitantes de ciudades catalogadas como áreas de alto riesgo por cambio climático, de lo cual, derivaron la vulneración de sus derechos fundamentales a la vida, a la salud y a gozar de un medio ambiente sano por la falta de implementación de medidas adecuadas para abordar la significativa deforestación de la Amazonía, señalando como causas principales de dicho fenómeno, el «"(...) acaparamiento de tierras (60-65%), los cultivos de uso ilícito (20-22%), la extracción ilícita de yacimientos minerales (7-8%), la infraestructura, los cultivos agroindustriales y la extracción ilegal de madera (...)"». Como consecuencia, indicaron que el daño a la Amazonía ha ido en aumento, lo que ha afectado sus lugares de residencia, sus condiciones de vida, y a su vez, advirtieron, sobre los graves efectos del cambio climático que podrían enfrentar las generaciones futuras en los períodos comprendidos entre 2041-2070 y 2071-2100[1].

En atención a lo anterior, la Sala de Casación Civil planteó varios problemas jurídicos:

- Debía determinarse si existe un nexo causal entre el cambio climático generado por la deforestación progresiva, causada por la expansión de la frontera agrícola, los narcocultivos, la minería y la tala ilícitas, con los supuestos efectos negativos en la salud de las personas residentes en el territorio colombiano;
- Resultaba necesario establecer si la degradación incontrolada de los bosques selváticos menoscaba directamente los derechos a la vida digna, al agua y a la alimentación de los accionantes;

[1] Defensoría del Pueblo y Corte Suprema de Justicia (2023). "Un medio ambiente sano como derecho humano en Colombia. Cartilla ambiental 2023". Pp 26 – 32. Bogotá.

- Identificar si la deforestación el territorio amazónico colombiano, comprendido, específicamente, en los municipios de San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá, San José del Guaviare, Calamar, La Macarena, Puerto Leguízamo, Solano, Uribe, El Retorno, Puerto Guzmán, Puerto Rico, Miraflores, Florencia y Vistahermosa, en efecto vulnera las prerrogativas a la vida, a la salud y al medio ambiente sano de los accionantes.

Determinando que, factores como el acaparamiento de tierras, cultivos de uso ilícito, obras de infraestructura, cultivos agroindustriales, extracción ilegal de madera y, por supuesto, la extracción ilegal de minerales han desencadenado la deforestación de la selva Amazónica*, "generando un perjuicio inminente y grave a corto, mediano y largo plazo para los niños, adolescentes, adultos y todos los habitantes del país, así como para las generaciones presentes y futuras, como quiera que ésta, genera la emisión de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera, lo que provoca el efecto invernadero (GEI), altera los ecosistemas, afecta el suministro de agua en las áreas pobladas, degrada el suelo y amenaza la flora y fauna nativas de la Amazonía.[2]"*

Luego, al haber constatado la afectación de los principios jurídicos ambientales de precaución, equidad intergeneracional y solidaridad, señaló *"el deterioro flagrante de las garantías fundamentales como el acceso al agua, la calidad del aire, una vida digna y la salud, entre otras, en conexidad con el entorno ambiental de los tutelantes y las futuras generaciones, incluyendo los niños que interponen el resguardo, ya que serán directamente afectados por el incremento de la temperatura pronosticado para los años 2041 y 2071, producto de la progresiva reducción desmedida de la cobertura boscosa en la Amazonía."*

En ese contexto, en aras de proteger ese ecosistema vital para el devenir global, tal como la Corte Constitucional declaró al río Atrato, la Corte Suprema de Justicia reconoció a la Amazonía Colombiana como entidad, «"sujeto de derechos"», titular de protección, conservación, mantenimiento y restauración a cargo del Estado y las entidades territoriales que la integran" y ordenó:

1. Formular Plan de Acción a corto, mediano y largo plazo que contrarreste la tasa de deforestación en la Amazonía y se haga frente a los efectos del cambio climático;

[2] Defensoría del Pueblo y Corte Suprema de Justicia (2023). "Un medio ambiente sano como derecho humano en Colombia. Cartilla ambiental 2023". Pp 26 – 32. Bogotá.

2. Construcción de un Pacto intergeneracional por la Vida del Amazonas Colombiano – PIVAC, como un planteamiento de estrategias de ejecución de carácter preventivo, obligatorio, correctivo y pedagógico para reducir a cero la deforestación y las emisiones de gases efecto invernadero;
3. Actualizar e implementar en los Planes de Ordenamiento Territorial un plan de acción de reducción a cero de la deforestación en su territorio, el cual abarcará estrategias medibles de tipo preventivo, obligatorio, correctivo, pedagógico, dirigidas a la adaptación del cambio climático;
4. Realizar un plan de acción que contrarreste la deforestación mediante medidas polivicas, judiciales o administrativas;
5. Incrementar las acciones tendientes a mitigar la deforestación mientras se llevan a cabo las modificaciones contenidas en el mantado antelado.

Lo anterior, tomando en consideración que, "*La conservación de la Amazonía es una obligación nacional y global, se trata del principal eje ambiental existente en el planeta, por tal motivo se le ha catalogado como el "pulmón del mundo*", justificando la anterior aseveración en que esta contiene una alta biodiversidad, representada en 30 mil especies de plantas vasculares, que incluyen entre 5 mil u 10 mil especies de árboles, de los cuales 2 mil han sido clasificadas por su utilidad. Así mismo, en que cubre el 6% del planeta y el 40% de América Latina y el Caribe, con 38,7 millones de habitantes, y sus ríos aportan aproximadamente 20% del agua dulce del mundo[3].

En atención a lo anterior y a fin de darle cumplimiento al mandato de la Magistratura, las entidades accionadas procedieron con la construcción de un Plan de Acción, que permitiese dar cumplimiento a lo ordenado en el corto, mediano y largo plazo, el cual contaba con las siguientes fases como hoja de ruta y metodología para el cumplimiento de la Sentencia:

[3] RAMÍREZ, Socorro (Ed.), "La Cooperación Amazónica. Desafíos y Oportunidades de la Cooperación Amazónica a través de la OTCA", Bogotá, 2012. pp. 45 y 46. Documento consultado el 9 de marzo de 2018, disponible en: https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/otca-libro-socorro-ramirez.pdf., citado en la sentencia 4360 de 2018.

Ilustración 1. Hoja de Ruta y estrategia de participación para formulación e implementación del Plan de Acción y PIVAC (2018).

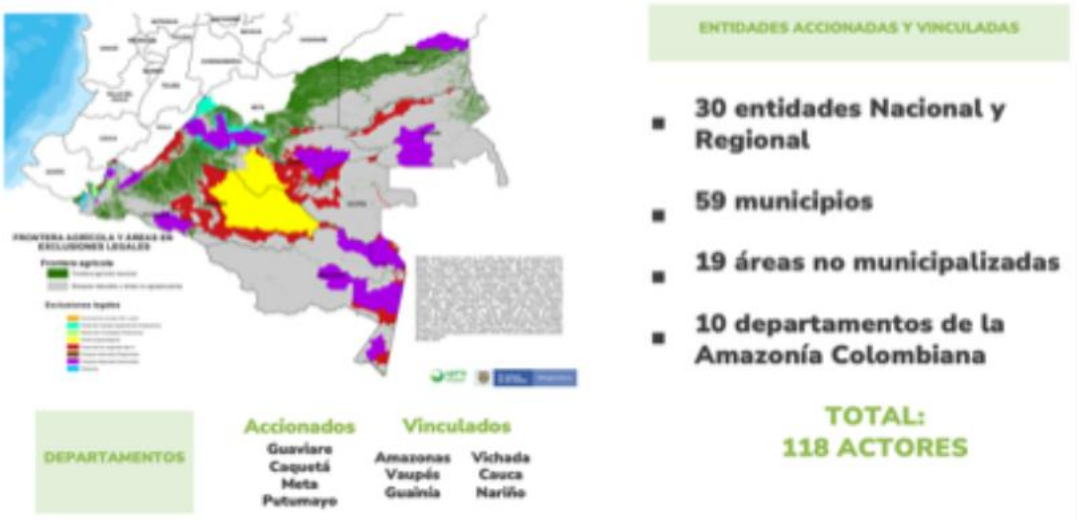


Así pues, dicho Plan que estaba enmarcado en el Proceso de Preparación para Reducir las Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) y que obedecía directamente a las decisiones de la Convención Marco para las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, contenía las siguientes líneas de acción:



No obstante a lo anterior, dicho proceso judicial contó con una serie de Autos de Seguimiento, dentro de los cuales se encuentra el Auto del 19 de agosto de 2019,

dictado por el Tribunal Superior de Bogotá, a través del cual **más entidades fueron vinculadas al proceso, dejando un total de ciento dieciocho (118) actores relacionados al cumplimiento del presente judicial**, tal y como se muestra:



Luego, en atención a las instrucciones de vinculación de nuevos actores por parte de la rama judicial, en el año **2020** se iniciaron nuevas mesas de articulación entre Presidencia de la República, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como mesas sectoriales con las entidades de orden nacional para **concertar un nuevo documento marco estructural asociado al Plan de Acción de la orden 1 que tuviese en consideración los lineamientos y objetivos plasmados en el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 *"Pacto por Colombia, pacto por la equidad"*.**

Adicionalmente y habiendo identificado los retos asociados a la articulación institucional de las ciento dieciocho (118) entidades accionadas y vinculadas**, el Tribunal Superior de Bogotá, mediante Auto del 18 de diciembre del 2020 resolvió**:

La creación de tres (3) instancias:

(i) Un Panel de Expertos:



FUNCIÓN:

✓ **Acompañar y asesorar el proceso de seguimiento a la ejecución y cumplimiento de la sentencia en cabeza de la MTS, proponiendo metodologías de trabajo, construyendo insumos técnicos requeridos y apoyo en la construcción de indicadores específicos y generales para monitorear la efectiva implementación de las órdenes judiciales.**

(ii) La Mesa Técnica de Ejecución:



FUNCIONES

Acciones encaminadas a coordinar, orientar y apoyar a los entes nacionales, regionales y locales, para superar las barreras asociadas a la reducción a cero de la deforestación en la Amazonía, al igual que la cifra de emisión de GEI.

✓ **Autonomía en su actuar**

✓ **Puede organizarse a sí misma, subdividirse y articularse con actores territoriales para el cumplimiento de las órdenes judiciales**

Siendo la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos la encargada hasta la fecha de liderar la representación técnica de la cartera ministerial en los espacios convocados por el DAPRE para el cumplimiento de las funciones previamente detalladas.

(iii) La Mesa Técnica de Seguimiento:



FUNCIONES

- ✓ **Brindar elementos de análisis y juicio al TSB en la verificación del cumplimiento y estado de avance general de las órdenes de la sentencia, previo análisis del informe presentado por la MTE**
- ✓ **Coordinar e impulsar relaciones permanentes con la MTE que fortalezcan la gestión interinstitucional para el cumplimiento de la Sentencia**
- ✓ **Proponer la implementación de los indicadores para monitorear y evaluar el cumplimiento de las órdenes judiciales por parte de las entidades**

Como instancias encargadas de para velar por el seguimiento efectivo al cumplimiento de la Sentencia.

Un ajuste adicional sobre dicho Plan de Acción, basado en la necesidad de garantizar que las voces de las diversas comunidades presentes en el bioma amazónico fueran escuchadas; motivo por el cual **entre los años 2021 y 2022 se dio paso a la definición e inicio de seis (6) rutas de participación con diversos grupos de valor, cuyo estado del arte será detallado en la respuesta a las preguntas relacionadas al PIVAC.**

Con esto en el radar, en este mismo periodo de tiempo (años 2021 – 2022), el Panel de Expertos, conformado por el Instituto Sinchi, el IDEAM y las fundaciones Gaia Amazonas y la FCDS, bajo la labor de asesoramiento a la Mesa Técnica de Seguimiento mencionada anteriormente, avanzó con el **montaje y construcción de una matriz de cincuenta (50) indicadores generales y específicos y sus respectivas hojas de vida, para monitorear la efectiva implementación de las órdenes judiciales de la sentencia, de los cuales 24 se enfocaron en la Orden 1 (Plan de acción de corto, mediano y largo plazo, que contrarreste la tasa de deforestación en la Amazonía), 4 en la Orden 2 ("Pacto Intergeneracional por la vida del Amazonas colombiano - PIVAC") y 2 en la Orden 5 (Incrementar las acciones tendientes a mitigar la deforestación, mientras se llevan a cabo las modificaciones).** Los cuales, posterior a un proceso de revisión, retroalimentación y filtro fueron aprobados por el Tribunal Superior de Bogotá en el mes de diciembre 2022. Así las cosas, es deber de esta cartera ministerial reportar, entre otras:

Adecuaciones institucionales estratégicas para la implementación de la Sentencia. Ello, teniendo en cuenta las debilidades que se identificaron en las instituciones a nivel técnico, presupuestal y de presencia institucional; se hace necesario realizar adecuaciones institucionales para garantizar los derechos salvaguardados por la sentencia.

Proyectos, programas, acciones o iniciativas en ejecución, financiados por proyectos de inversión de entidades públicas y/o cooperación internacional, desarrollados en la zona de jurisdicción de la Sentencia u orientados a impactar dicha zona, con criterios que contribuyan al cumplimiento de la Sentencia y que consideren una o varias de las siguientes temáticas:

- Protección de la biodiversidad
- Fortalecimiento de capacidades comunitarias frente a la deforestación
- Socialización
- Fortalecimiento a las entidades territoriales
- Agroforestería
- Energías renovables
- Ecoturismo
- Cultura, educación y TICs

Proyectos de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas degradadas, conservación y sistemas productivos sostenibles para la conservación en las áreas de bosque transformadas en otro tipo de coberturas.

Superficie de bosques en la zona activa de deforestación, gestionados bajo procesos socioculturales participativos o con proyectos de manejo sostenible de los bosques.

Planes de vida, de etnodesarrollo e instrumentos de planeación comunitaria con acciones para la prevención de la deforestación, la gestión sociocultural o el manejo sostenible de los bosques apoyados por las instituciones del Estado competentes en sus fases de formulación, implementación y/o seguimiento.

Instrumentos comunitarios asociados a la protección de los territorios y bosques que cuentan con mecanismos de monitoreo comunitario participativo.

Estrategias de manejo forestal que aportan a la conservación de los bosques a nivel regional.

II. Sentencia T-106 de 2025 “Minería de oro y uso de mercurio en el macroterritorio de los Jaguares del Yuruparí”

La Sala Tercera de Revisión de la Corte Constitucional, integrada por la magistrada Diana Fajardo Rivera, quien la presidió, y los magistrados Vladimir Fernández Andrade y Jorge Enrique Ibáñez Najar, quiénes en ejercicio de sus competencias constitucionales y legales, profirieron la sentencia T-106 de 2025, dentro del proceso de revisión del fallo dictado por la Sala Penal del Tribunal Superior de Bogotá el 11 de enero de 2020.

En el citado Fallo Tutelar se emitieron decisiones judiciales en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la mayoría de ellas incluidas dentro del libro de órdenes verdes, y en la sección de disposiciones complementarias y de mecanismos de seguimiento, entre las cuales se encuentra:

- Coordinar la creación de una instancia de diálogo en materia de ambiente y minería.
- Realizar un estudio de línea base sobre el nivel de contaminación de las aguas del macroterritorio de los Jaguares del Yuruparí.
- Realizar un estudio interdisciplinar (con autoridades científicas) e intercultural (con los pueblos accionantes) sobre los medios para la descontaminación o remediación de las fuentes de agua del macroterritorio de la Gente de Afinidad del Yuruparí.
- Dar inicio a un proceso de evaluación sobre los impactos ambientales y, en la medida de lo posible, aquellos relacionados con el cambio climático de las actividades de exploración y explotación minera derivados de concesiones vigentes dentro del macroterritorio y, de ser el caso, adopte los ajustes o suspensiones necesarias para remediar los ríos y asegurar la vida de los pueblos representados por los consejos o autoridades indígenas accionantes.
- Convocar un proceso de diálogo para la región de la Amazonía destinado al diseño e implementación de políticas públicas que tomen como punto de partida la vocación ambiental de los territorios de la Amazonía, y, en particular, la protección de las fuentes de agua.
- Establecer mecanismos permanentes de articulación con las instancias creadas mediante la Sentencia STC-4360 de 2018 de la Corte Suprema de Justicia, en particular con el Pacto Intergeneracional por la Vida del Amazonas Colombiano (PIVAC) y los Planes de Acción de Reducción de la Deforestación.

III. **Medida Cautelar del Juzgado Civil Del Circuito Especializado En Restitución De Tierras Del Distrito Judicial De Cundinamarca Auto Interlocutorio No. 214 Radicado No. 2023-00063 "Río Puré"**

Para este caso, EL Juzgado Civil del Circuito Especializado en restitución de tierras del Distrito Judicial de Cundinamarca, admitió la solicitud de medida cautelar elevada por la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas - Dirección de Tierras Bogotá, a favor de los pueblos indígenas Yuri y Passé en aislamiento voluntario asentados en las áreas no municipalizadas de Puerto Arica, Tarapacá y La Pedrera en el departamento de Amazonas, habiendo reconocido la presencia de balsas y maquinaria relacionada con minería ilegal en la zona catalogada como "intangible" al interior del Parque Nacional Natural Río Puré. Un territorio en el que se ha registrado la minería ilegal de oro mediante el sistema de aluvión desde el año 2003, con incremento para el año 2020 y esto, constituye una afectación directa para los Pueblos Indígenas en Aislamiento – PIA, quiénes se encuentran sujetos a:

Un avance significativo de la explotación de la denominada minería ilegal en el río Puré y en las tierras intangibles del Parque Nacional Natural Río Puré, realizados por terceros no autorizados para ingresar a su territorio, lo cual estaría ocasionando:

1.1. La contaminación del río Puré que sirve de subsistencia de los pueblos indígenas, reportando el afluente altas concentraciones del mineral que impacta gravemente la salud y la seguridad alimentaria de los pueblos.

1.2. Riesgo de contacto inminente con las personas que realizan las actividades de minería, teniendo en cuenta que la infraestructura para realizar la actividad se ubica en zona próxima a los lugares donde se han avistado los asentamientos de los PIA.

2. Riesgo de contacto inminente, asimilación forzada y riesgo epidemiológico ante el asentamiento de comunidad evangelizadora en la Unidad de Ordenación Forestal de Tarapacá-Arica ubicada en colindancia al PNN Río Puré.

3. Aprovechamiento forestal ilegal en la zona del río Pupuña y transformación del paisaje en zona colindante al PPN Río Puré con el asentamiento de enclaves agropecuarios.

Presiones que, pese a las operaciones militares realizadas, no han podido ser enfrentadas y donde, la minería ilegal y la deforestación en la zona son

continuamente latentes, pues en los sobrevuelos e imágenes satelitales se observan dragas, botes de madera, chalupas de aluminio, remolcadores, embarcaciones de recreo en el PNN Río Puré en el sector de Colombia y en territorio brasilero; una situación que impone la coordinación entre los distintos gobiernos de la región amazónica para contrarrestar ese flagelo.

Lo que da cuenta de la importancia de proteger este bioma de las distintas presiones antrópicas que podrían alterar sus dinámicas naturales, ciclos y los servicios ecosistémicos que provee.

3. CONTEXTO REGIONAL DEL BIOMA AMAZÓNICO

La región Neotropical es la más rica en especies del planeta. En esta región, a su vez la biodiversidad se concentra en dos patrones ecosistémicos principales, el de Los Andes y el de La Amazonía. Este último ecosistema amazónico, comprendiendo el 33% de las especies de plantas neotropicales (Gentry 1982). La Amazonía transfronteriza, también denominada el bioma del bosque húmedo tropical del Amazonas “Amazon rainforest”, o como provincia Amazónica en diferentes estudios biogeográficos (Fittkau 1969, Cabrera y Willink 1973, Ringuelet 1975) que aunque pueden varían en sus límites dependiendo del método y especies tratadas, se aproximan a la siguiente propuesta.

Figura 1. Principales Biomas de Suramérica



Fuente: Nobre *et al.* 2021. Amazon Assessment Report 2021.

La Amazonía es el mayor bosque tropical del mundo, compartido por ocho países sudamericanos: Brasil, Bolivia, Ecuador, Colombia, Guyana, Perú, Surinam y

Venezuela. Con una superficie que ronda los 7,5 millones de km², Colombia alberga aproximadamente el 7 % de esta vasta región, lo que la convierte en un área clave tanto para la biodiversidad como para la conectividad ecológica (Killeen, 2007). Aproximadamente el 10% de las especies de plantas y especies descritas globalmente se encuentran en el bioma de la Amazonía, aunque probablemente estas cifras son subestimadas de acuerdo con la gran extensión del bioma y la alta probabilidad de encontrar nuevas especies y registros al aumentar las investigaciones, especialmente en grupos como artrópodos.

Ejemplo de lo anterior, es que la Amazonía en su totalidad alberga más de 2.700 especies descritas de peces de agua dulce, lo que corresponde a cerca del 15 % de todas las especies de agua dulce conocidas (Dagosta & de Pinna, 2019; Jézéquel et al., 2020). Esta extraordinaria abundancia, sumada a la gran cantidad de organismos aún no descritos, subraya la importancia global de la región como reservorio de biodiversidad (Val & Almeida-Val, 1995).

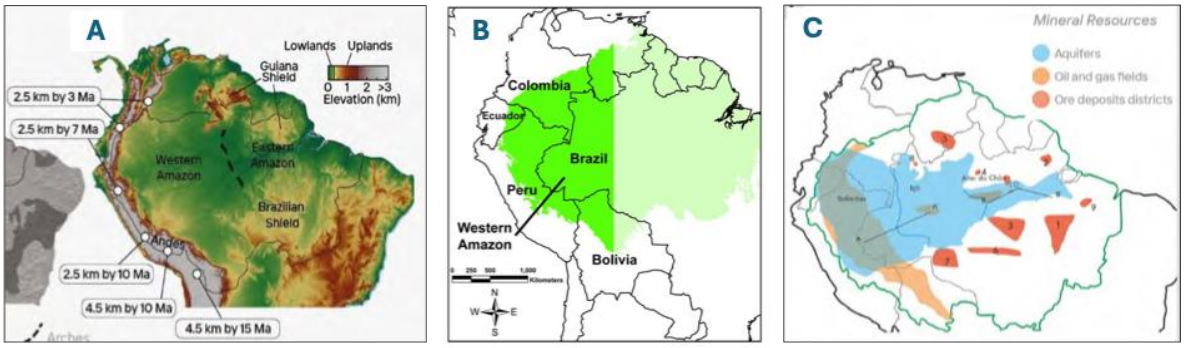
Esta extraordinaria riqueza de especies es resultado de millones de años de evolución, desde el periodo cretácico hasta el presente, en donde diferentes factores geológicos y climáticos a distintas escalas, contribuyeron a la generación de variedad de paisajes y redes hídricas, con heterogeneidad de suelos y microambientes que van desde los tepuyes del norte hasta las selvas tropicales de tierras bajas y las estribaciones andinas en el occidente (Hoorn & Wesselingh, 2010). Esta diversificación, no solo fue producto de abundantes procesos de especiación, sino también de extinciones, lo cual produjo un ecosistema único evolutivamente.

Si bien no se tiene una división geográfica consensuada del bioma Amazónico, algunos autores han propuesto su división entre Amazonas oriental y Amazonas occidental, basados a su vez en las características de su superficie. El Amazonas occidental -del cual hace parte Colombia-, está dominada por cuencas sedimentarias cenozoicas (p. ej. topografía plana y tierras bajas) con escudos precámbricos reducidos a sus márgenes (p. ej. cordillera de Los Andes), mientras que la Amazonía oriental está dominada por escudos precámbricos con cuencas sedimentarias paleozoicas, es decir mayor presencia de relieve disectado y tierras altas (Val et al. 2021).

La Amazonía occidental está dominada de forma particular por una configuración acuática con millones de años de evolución. Es muy posible que esta relación hidrológica con la vegetación haya contribuido a que la “Amazonía occidental” sea la región con la diversidad alpha de especies más alta de todos los bosques tropicales del mundo. A su vez, la Amazonía occidental es aquella que resguarda

las principales reservas de gas y petróleo (Finer *et al.* 2018) como se observa en la sección *C* de la siguiente figura.

Figura 2. Propuesta de división del bioma amazónico (A, B) y reservas de minerales (C)



Fuente: Finer et al. 2018 y Val et al. 2021.

Asimismo, la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA, 2021)[4] señala que la delimitación de la Región Amazónica no obedece únicamente al límite biogeográfico que representa el Bioma Amazónico, que funciona como un complejo ecosistémico con características similares en clima, vegetación, fauna y suelos y flujos de energía entre sí, sino que también involucra la cuenca hidrográfica del río Amazonas y las divisiones político administrativas de los territorios amazónicos de Colombia, Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela.

El *Análisis Diagnóstico Transfronterizo Regional de la cuenca Amazónica – ADT* (OTCA, 2018), presenta las siguientes cifras que pueden dar una idea de la distribución transnacional de la Región Amazónica:

Tabla 1. Áreas nacionales de la cuenca Amazónica según criterios hidrológicos, ecológicos y político - administrativos

País	Área de la cuenca Amazónica (km²)				Importancia nacional de la cuenca hidrológica Amazónica (%)	Importancia regional de la cuenca hidrológica Amazónica (%)
	Superficie del país (km²)	Hidrológica	Ecológica	Político - administrativa		
Colombia	1098581	724000	567303	724000	11.83	65.9
Bolivia	8514876	3869953	4196943	5034740	63.25	45.45
Brasil	1141748	345293	452572	477274	5.64	30.24
Ecuador	283561	146688	76761	115613	2.4	51.73
Guyana	214960	12224	214960	214960	0.2	5.69

[4] La **Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA)** es una organización intergubernamental, constituida por los ocho países amazónicos: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela, que suscribieron el Tratado de Cooperación Amazónica (TCA), constituyéndose en el único bloque socioambiental de América Latina. La OTCA, con una amplia visión del proceso de Cooperación Sur-Sur trabaja en diferentes dimensiones: político-diplomática, estratégica y técnica, construyendo sinergias entre gobiernos, organismos multilaterales, agencias de cooperación, sociedad civil organizada, movimientos sociales, comunidad científica, sectores productivos y la sociedad en su conjunto, en el marco de la implementación del TCA. Consultado en https://otca.org/quienes-somos/

País	Área de la cuenca Amazónica (km²)				Importancia nacional de la cuenca hidrológica Amazónica (%)	Importancia regional de la cuenca hidrológica Amazónica (%)
	Superficie del país (km²)	Hidrológica	Ecológica	Político - administrativa		
Perú	1285216	967176	782786	651440	15.81	75.25
Suriname	163800		163800	163800	0	0
Venezuela	916445	53000	391296	53000	0.87	5.78
Total		6118334	6846421	7434827	100	44.99

Fuente: OTCA, 2021.

[1] **criterio Hidrográfico:** Considera la extensión total de la cuenca Amazónica.
[2] **criterio Ecológico o biogeográfico:** Utiliza como indicador la extensión correspondiente al bioma bosque húmedo tropical y subtropical sudamericano, localizado al este de la cordillera de Los Andes.
[3] **criterio Político – Administrativo:** Referido al área comprendida por los límites político – administrativos de distinta jerarquía establecidos por cada país y definidos como parte de su región Amazónica.

El río Amazonas nace a 5597 m.s.n.m. en Arequipa, Perú en la quebrada Apacheta, en cercanías del volcán Quehuisha. En su tránsito por Perú, la quebrada Apacheta confluye con las aguas de los ríos Apurímac, Ucayali, Marañon y Napo para formar las corrientes hídricas de la cuenca alta del río Amazonas. De acuerdo con la (OTCA, 2021), del margen izquierdo de la cuenca se destacan como flujos hídricos más importantes tributarios al río Amazonas, el río Putumayo (que nace en Pasto – Colombia), el río Japurá (que nace en Colombia a partir del río Caquetá en la cordillera central de Los Andes) y el río Negro (denominado río Guainía desde su origen en la frontera de Colombia y Venezuela. Por el margen derecho del río Amazonas confluyen los ríos Jurúa, Purús (corrientes hídricas que nacen en Perú) y los ríos Madeira, Tapajós y Xingú (importantes afluentes que se originan en Brasil). Estas fuentes hídricas que dan origen al río Amazonas discurren por la cordillera de Los Andes, el escudo Guayanés y el escudo Brasileño.

La desembocadura del río Amazonas ocurre en el Océano Atlántico con caudales que oscilan entre 220.000 m^3/s hasta 300.000 m^3/s (OTCA, 2021)

Como se observa, el río Amazonas constituye el cauce más largo y uno de los más caudalosos del mundo. La extensión de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, sus grandes tributarios y las aguas que fluyen, sin lugar a duda, representan una parte esencial del ciclo hidrológico de la región y del mundo; así mismo, constituyen el recurso fundamental para los ecosistemas y la biodiversidad, y las poblaciones ribereñas.

Hidrológicamente, la región amazónica presenta un comportamiento de extremos climáticos. Según la (OTCA, 2021), tanto inundaciones como sequías son

frecuentes en la cuenca Amazónica. Las inundaciones suceden principalmente en las zonas de planicie, y se intensifican en frecuencia e intensidad a causa de la erosión de los suelos y los fenómenos de variabilidad climática. Con respecto a las sequías, la (OTCA, 2021) reporta que también son recurrentes; los eventos más intensos fueron registrados entre 1925 – 1926 y 2010. Ambos eventos han generado pérdidas económicas para las comunidades.

Figura 3. Red hídrica principal de la Región Amazónica



Fuente: OTCA, 2021.

3.1. Delimitación del Bioma Amazónico en Colombia

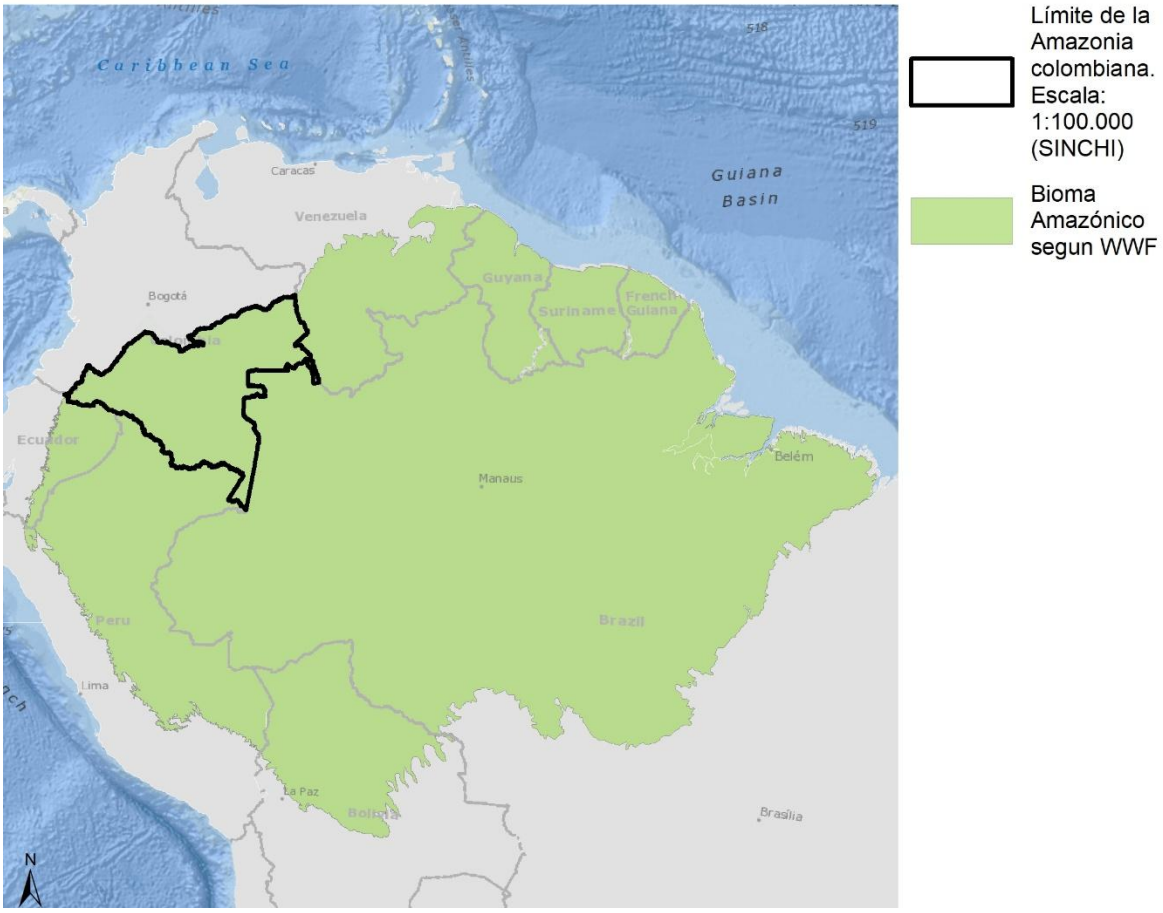
La Región Amazónica colombiana, definida por el Instituto SICHI (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas), es una ecorregión de especial importancia nacional, no solo por su extensión a nivel nacional (unos 483.163 km2, lo que equivale a cerca de la mitad del territorio continental colombiano), sino también por su riqueza en términos de biodiversidad, procesos ecológicos, culturales, históricos, económicos y políticos que tienen lugar allí (DNP, 2023).

De acuerdo con Guio y Rojas (2019) la Región Amazónica colombiana debe su importancia hidrográfica a su posición en el sector noroccidental de la gran cuenca, donde nacen importantes afluentes de los Ríos Amazonas y Orinoco, así como las

cabeceras occidentales del río Negro. Así pues, desde el punto de vista hidrográfico, la región está conformada por dos grandes cuencas: primeramente la del río Amazonas, desde la divisoria de aguas en la cordillera Oriental, que incluye ecosistemas de bosques de niebla, altoandinos y de páramos, y abarca los ríos Putumayo, Caquetá, Apaporis, Vaupés y Guainía; y al Norte comprende parcialmente la cuenca del río Orinoco, la cual contribuye con el potencial hídrico de los ríos Inírida, Guaviare, Vichada y una zona del propio río Orinoco. Según Muñoz (2016) citando a Ortiz (2015), conformado por aproximadamente 1100 ríos, la cuenca del río Amazonas contiene la región hidrográfica más extensa del planeta.

El Instituto SINCHI ha definido los límites de la Región Amazónica colombiana a partir de límites hidrográficos, biogeográficos y político-administrativos, tal que se delimita "*partiendo de la desembocadura del río Vichada en el Orinoco, se sigue su vega por la orilla sur. Luego con rumbo suroeste, pasa por los nacimientos de los ríos Uvá, Iteviare y Siare, hasta llegar a la boca del caño Jabón en el río Guaviare. Por el río Guaviare arriba se continúa hasta encontrar el río Ariari. Por este se sigue aguas arriba hasta la boca del río Güejar y se continúa aguas arriba hasta el nacimiento del río Sanza que se deriva de la quebrada Barrialosa y el río Peñas. Desde este punto, en línea recta con dirección occidente, hasta encontrar el río Guayabero, el cual se sigue hasta su nacimiento en el Cerro Triunfo. A partir de ahí se sigue en dirección sur, la divisoria de los ríos amazónicos hasta la frontera con Ecuador. El polígono se completa siguiendo los límites internacionales amazónicos con Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela, hasta su cierre en la desembocadura del río Vichada sobre el Orinoco*".

Figura 4. Límite de la Amazonia colombiana



Fuente: Elaboración propia a partir de SINCHI, 2014 y WWF, 2007

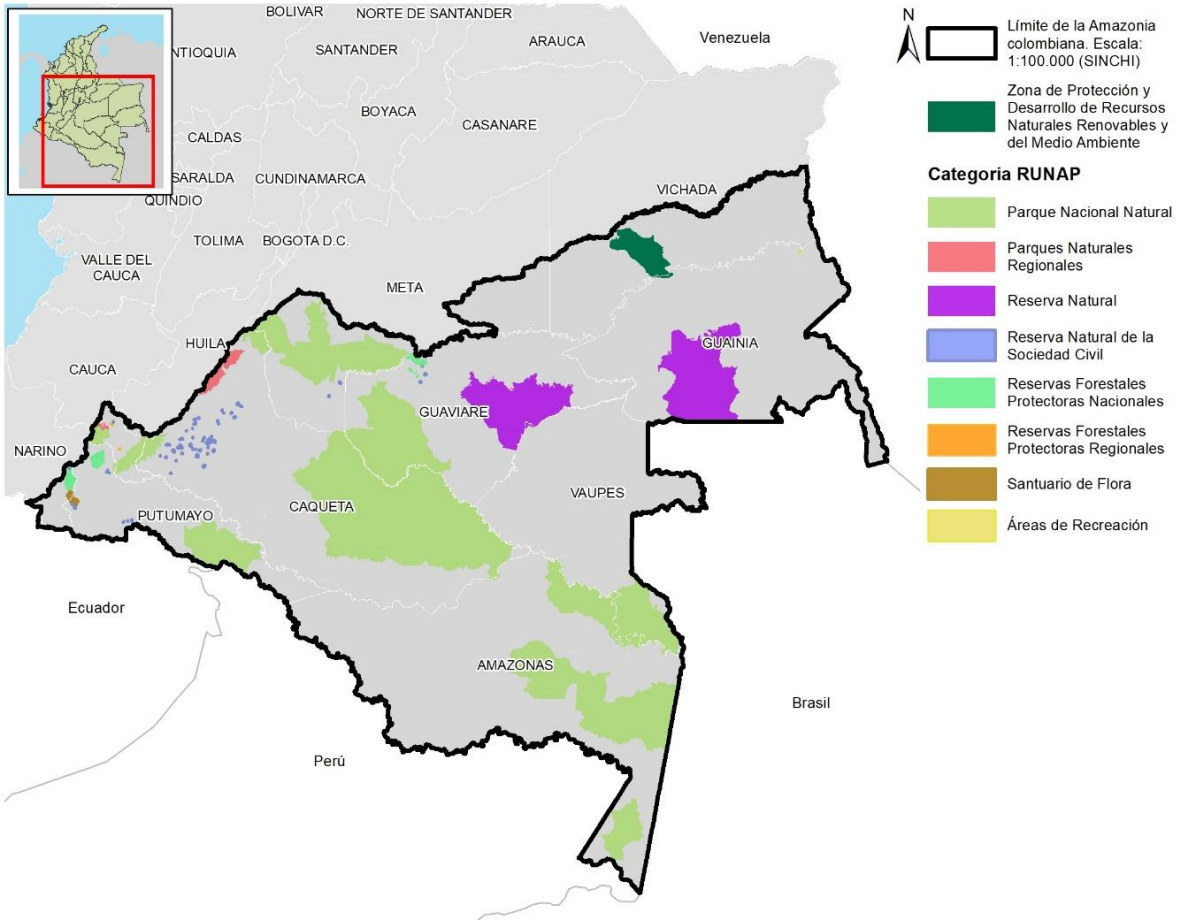
Desde la división político-administrativa la región amazónica está constituida por diez departamentos, de los cuales Caquetá, Putumayo, Amazonas, Guainía, Guaviare y Vaupés forman parte en su totalidad, y parcialmente los departamentos de Meta, Vichada Cauca y Nariño. En total son 61 municipios (43 completos y 18 parciales) y 18 áreas no municipalizadas.

La Amazonía colombiana abarca 483.164 km², lo que representa el 42,3 % del territorio continental nacional y el 7 % de la superficie total de la gran Amazonía. De esta extensión, el 22,9 % corresponde al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, dentro del cual un 6,7 % se superpone con resguardos indígenas. Estos últimos comprenden 26.799.342 hectáreas, equivalentes al 55 % de la región amazónica (Murcia et al., 2017).

4. ÁREAS PROTEGIDAS

Dentro del Bioma Amazónico se destacan las zonas que integran el **Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP–**, con base en la información reportada en el **Registro Único Nacional de Áreas Protegidas –RUNAP–**. A septiembre de 2025, se encuentran declaradas **145 áreas protegidas de carácter regional y nacional**, orientadas principalmente a la conservación de la biodiversidad y del recurso hídrico.

Figura 5 Relación de Áreas protegidas del SINAP y y Zonas de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de la Resolución 924 de 2025



Fuente: MinAmbiente.2025

Tabla 2 Relación de Áreas protegidas del SINAP

Categoría	Denominación	Área (Ha)	Autoridad Ambiental
Parque Nacional Natural	Alto Fragua - Indi Wasi	76.080,04	Parques Nacionales Naturales
	Amacayacu	268.509,05	Parques Nacionales Naturales
	Cahuinarí	560.284,36	Parques Nacionales Naturales
	Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel	58.605,52	Parques Nacionales Naturales
	Cordillera de los Picachos	269.320,29	Parques Nacionales Naturales

Categoría	Denominación	Área (Ha)	Autoridad Ambiental
	Cueva de los Guácharos	2.274,51	Parques Nacionales Naturales
	La Paya	440.312,99	Parques Nacionales Naturales
	La Serranía de Chiribiquete	4.268.095,79	Parques Nacionales Naturales
	Puracé	2.988,22	Parques Nacionales Naturales
	Río Puré	974.453,52	Parques Nacionales Naturales
	Serranía de los Churumbelos - Auka Wasi	93.851,90	Parques Nacionales Naturales
	Sierra de la Macarena	620.502,83	Parques Nacionales Naturales
	Tinigua	208.043,33	Parques Nacionales Naturales
	Yaigojé Apaporis	1.057.295,38	Parques Nacionales Naturales
Subtotal		**8.900.617,72**	
Reserva Natural	Nukak	877.469,43	Parques Nacionales Naturales
	Puinawai	1.103.240,45	Parques Nacionales Naturales
Subtotal		**1.980.709,88**	
Santuario de Flora	Isla de la Corota	16,25	Parques Nacionales Naturales
	Plantas Medicinales Orito - Ingi Ande	10.416,86	Parques Nacionales Naturales
Subtotal		**10.433,11**	
Parques Naturales Regionales	Corredor Biológico Guácharos Puracé	102,90	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
	El Aleton	10.729,95	Corporación Autónoma Regional del Cauca
	Miraflores Picachos	106.554,43	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia
	Páramo de las Ovejas-Tauso	2.537,52	Corporación Autónoma Regional de Nariño
	Siberia Ceibas	36,67	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
Subtotal		**119.961,47**	
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	Cuenca Alta del Río Mocoa	37.561,74	MinAmbiente
	Laguna La Cocha Cerro Patascoy	49.944	MinAmbiente
	Río Bobo y Buesaquillo	21,78	MinAmbiente
	Serranía El Capricho. Mirolindo y Cerritos	6.916,06	MinAmbiente
	Serranía La Lindosa - Angosturas II	28.224,06	MinAmbiente
Subtotal		**122.667,64**	
Reservas Forestales Protectoras Regionales	Serranía la Vieja	558,80	Corporación Autónoma Regional del Cauca
	Verdeyaco el Oxigeno	293,73	Corporación Autónoma Regional del Cauca
Subtotal		**852,52**	
Reservas Naturales de la Sociedad Civil	Dentro del límite del Bioma Amazónica. se cruza con 114 Reservas Naturales de la Sociedad Civil	8.519,31	Parques Nacionales Naturales
Subtotal		**8.519.31**	

Categoría	Denominación	Área (Ha)	Autoridad Ambiental
Total		**11.143.838,8**	

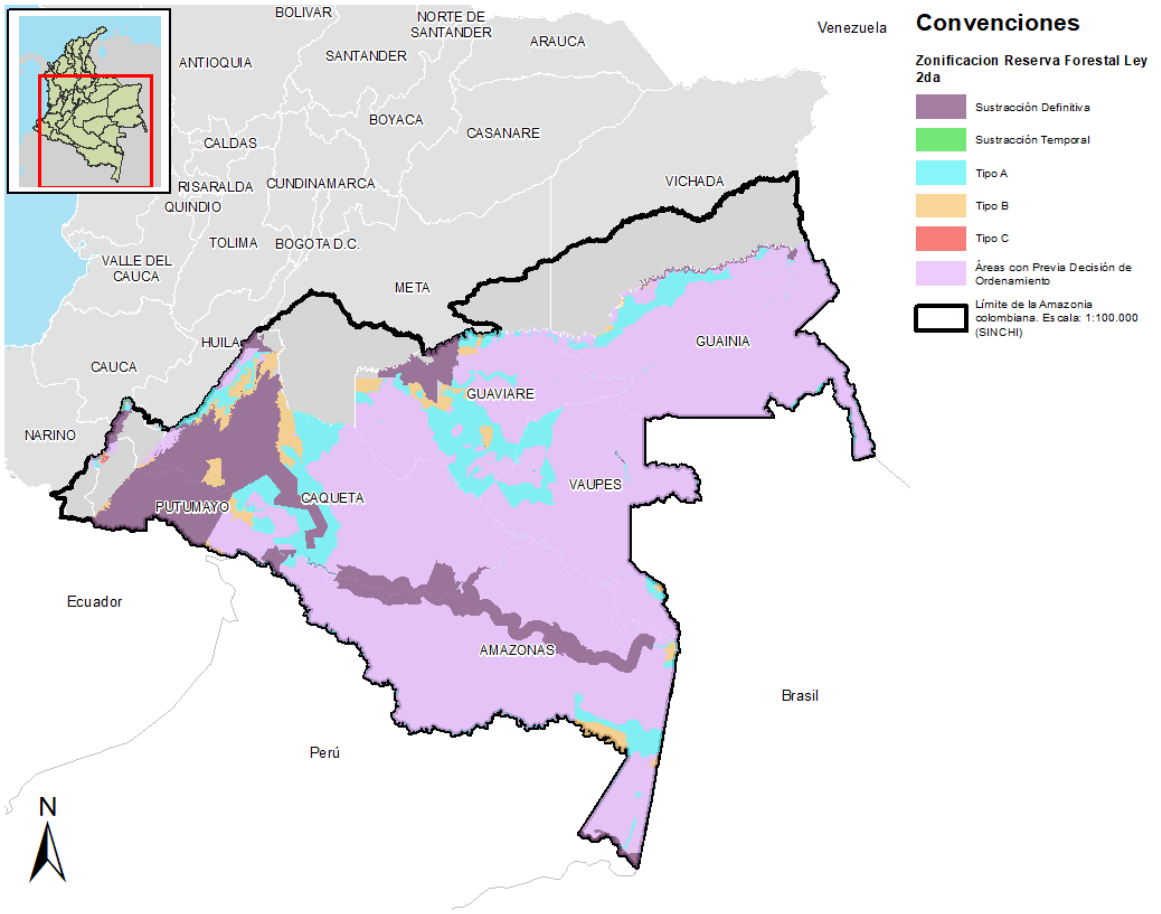
Fuente: Elaboración propia a partir de información del RUNAP y MinAmbiente, 2025.

Las principales áreas protegidas de la Amazonía colombiana incluyen el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, el Parque Nacional Natural Yaigojé Apaporis, el Parque Nacional Natural Amacayacu, y el Parque Nacional Natural Río Puré, entre otros Parques Nacionales Naturales (PNN) y Reservas Nacionales Naturales (RNN) como la Reserva Nacional Natural Puinawai. Siendo el parque nacional natural Chiribiquete la mayor área protegida terrestre de Colombia y Patrimonio de la Humanidad, ubicada en los departamentos de Guaviare y Caquetá, alcanzando hoy una extensión de **4’268.095 hectáreas** según resolución 1256 de 10 julio de 2018.

Adicionalmente, se encuentra la Zona de Protección y Desarrollo de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente de carácter temporal, **Polígono 1 de las Selvas Transicionales de Cumaribo**, la cual forma parte de las reservas declaradas mediante la **Resolución No. 1628 de 2015**, cuya vigencia fue recientemente prorrogada por **dos años** mediante la **Resolución No. 0924 del 4 de julio de 2025**. Esta área constituye una zona de transición entre la selva húmeda tropical y los llanos orientales, caracterizada por la presencia de bosques y sabanas con baja intervención antrópica.

En el caso de las **Reservas Forestales de Ley 2ª de 1959** en la Amazonia, la zonificación evidencia distintos niveles de restricción y uso. En primer lugar, se encuentran las **áreas con previa decisión de ordenamiento c**on una representación del **72%**, que permanecen sujetas a procesos de evaluación y concertación interinstitucional para definir su destinación futura; seguida por las **áreas tipo A (10,5%), B (3,1%) y C (0.02%)**, que corresponden a zonas con diferentes grados de restricción para actividades productivas y que priorizan la conservación y el manejo sostenible del bosque. De otro lado se destaca que el territorio amazónico también registra **sustracciones definitivas (14,4%)**, que habilitan de forma permanente la destinación del suelo a usos agropecuarios, urbanos o de infraestructura de proyectos, y **sustracciones temporales** (0,007%), que se autorizan de manera condicionada mientras se consolidan planes de ordenamiento territorial o proyectos específicos.

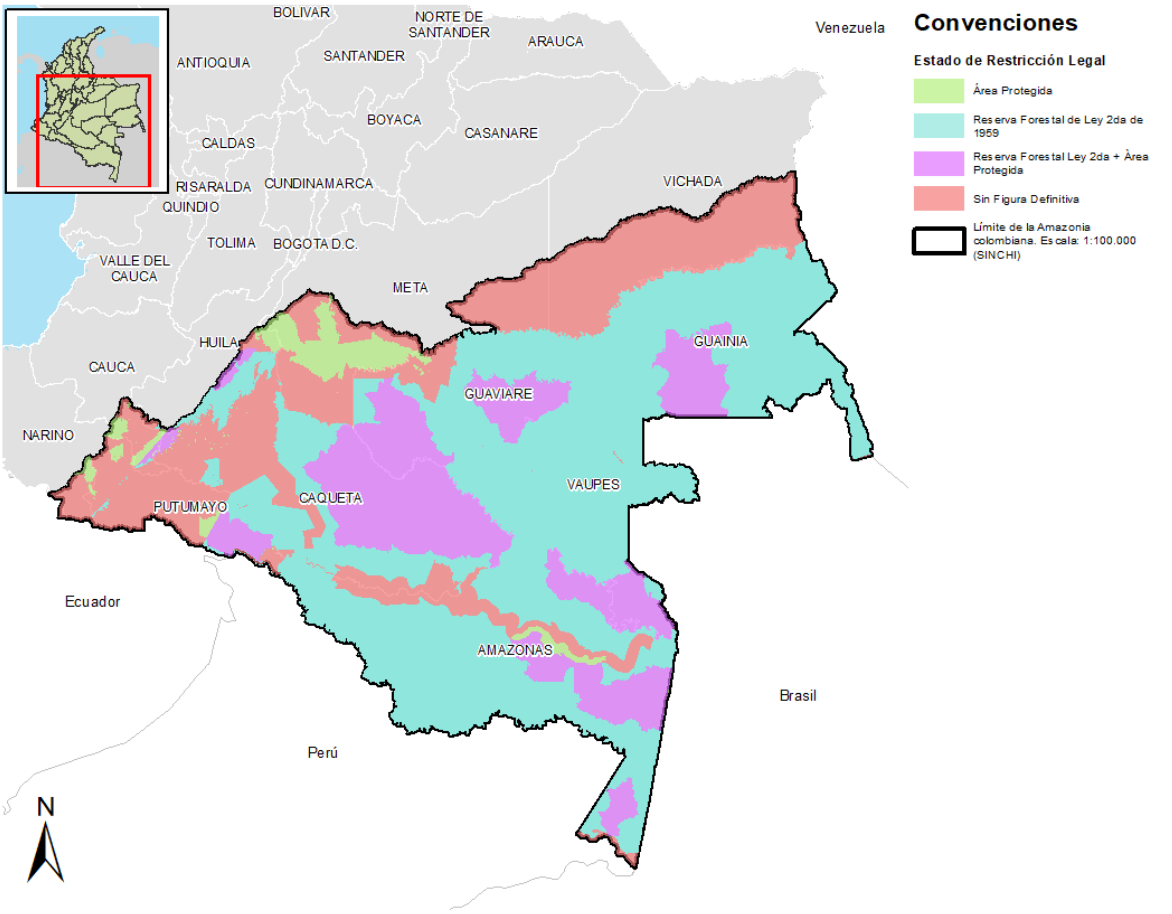
Figura 6. Zonificación de Reserva Forestal de Ley Segunda de 1959



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Finalmente, en la siguiente figura se presenta un balance de las áreas de ordenamiento y conservación territorial en el bioma amazónico. El análisis muestra que el 51 % del área (24,7 millones de hectáreas) corresponde a Zonas de Reserva Forestal de la Ley 2ª de 1959; un 20 % (9,5 millones de hectáreas) combina esta categoría con otras Áreas Protegidas, mientras que un 3% (1,6 millones de hectáreas) está bajo figuras exclusivas de áreas protegidas. Sin embargo, el 26 % del bioma (12,5 millones de hectáreas) carece de cualquier figura de manejo definitiva, lo que evidencia la existencia de un amplio territorio sin algún tipo de protección.

Figura 7 Estado de figuras de Restricción Legal



Fuente: Elaboración propia a partir de información del RUNAP y MinAmbiente, 2025.

Igualmente se destaca que en el marco de la Orden 3, de la Sentencia de Ventanilla Minera se tiene la cartografía asociada al cumplimiento de los numerales 1.1.1 y 1.1.2, la cual identifica lo siguiente:

- En cuanto a las áreas del numeral 1.1.1 correspondientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) se tienen:
    - 11.099.469 hectáreas que tienen dentro de la normatividad **prohibida** la actividad minera.
    - 7.864 hectáreas que no cuentan con un instrumento que exprese claramente si está prohibida o no la actividad minera, por tanto, se catalogan como áreas "***por definir***" esta cuestión.

- En relación con las áreas del numeral 1.1.2. correspondientes a las áreas de conservación in situ diferentes de SINAP, se tienen:
    - 692.313 hectáreas que tienen dentro de la normatividad **prohibida** la actividad minera.
    - 20.750.141 hectáreas presentan **restricción** para el desarrollo de la actividad minera, las cuales corresponden en su totalidad a las áreas de Reserva Forestal establecidas por la Ley 2da de 1959. Es importante tener en cuenta que, según la normatividad, estas son áreas prohibidas para la minería, donde no se podrán ejecutar trabajos ni obras de exploración y explotación minera. Sin embargo, existe la figura de sustracción y, por tanto, hasta que esta no sea viabilizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cumpliendo con los requisitos y procedimientos determinados en la norma para dicho fin, y en consecuencia se levante la figura legal, no se podrá adelantar la actividad minera sin restricción.
    - 7.156.216 hectáreas que no cuentan con un instrumento que exprese claramente si está prohibida o no la actividad minera, por tanto, se catalogan como áreas "***por definir***". Estas corresponden a cuencas hidrográficas, humedales no Ramsar y zonas de recarga de acuíferos, lo que puede orientar la zona de protección con base en los recursos hídricos y el ordenamiento alrededor del agua.

Por otro lado, como parte de las estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad —aunque no forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas— existen diversas figuras que contribuyen al cumplimiento de los objetivos específicos de conservación y manejo de los recursos naturales renovables en la cuenca. Estas figuras están definidas por mecanismos de reconocimiento nacional y/o internacional:

> **Áreas Claves para la Biodiversidad** (*Key Biodiversity Áreas – KBA*), consideradas de importancia mundial para la conservación de especies de flora y fauna con alta probabilidad de extinción a corto o mediano plazo. Esta categoría es reconocida internacionalmente por la UICN y BirdLife International.
> **Otras Medidas de Conservación Efectivas basadas en Áreas** (*OMEC*, por su sigla en inglés), que representan esfuerzos de conservación que, sin ser áreas protegidas oficiales, cumplen funciones similares.

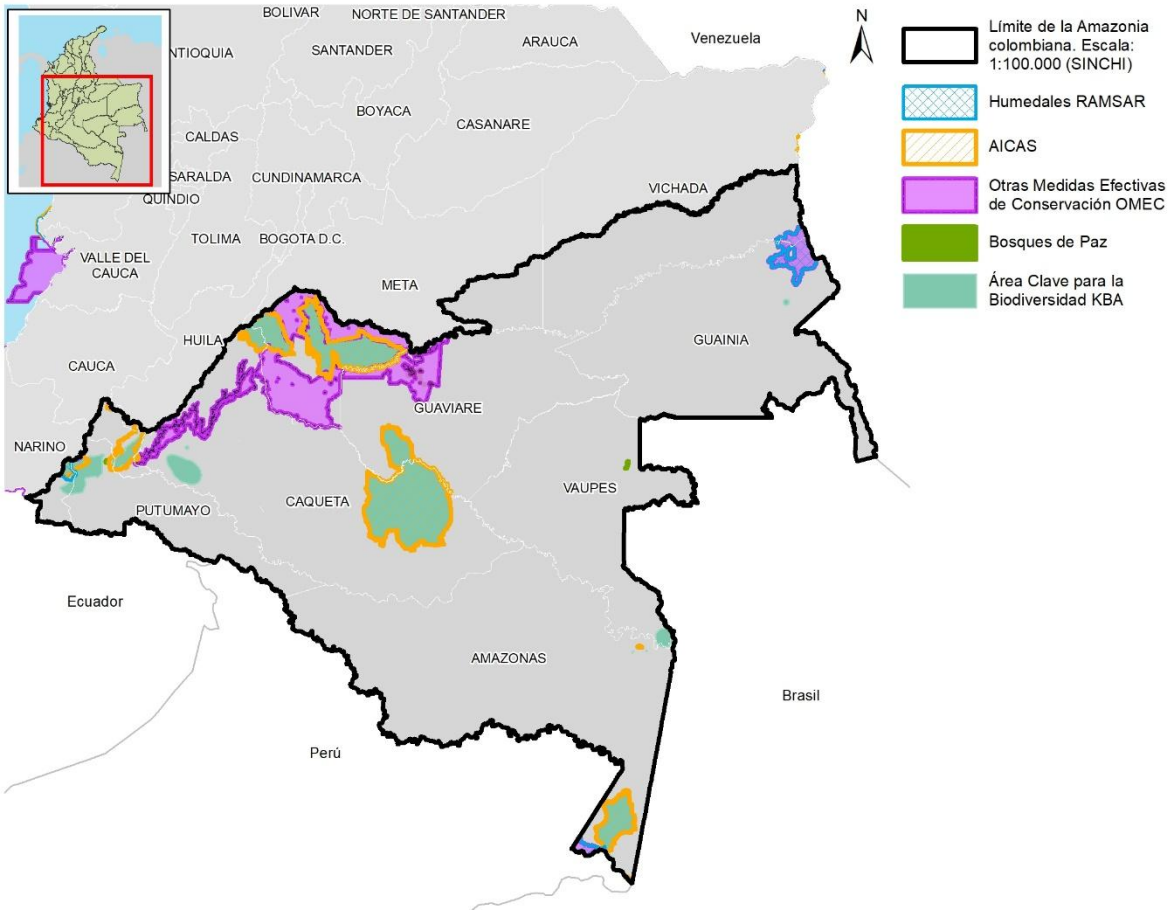
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (*AICA*), sitios fundamentales para la supervivencia de aves y la biodiversidad en general, identificados mediante criterios científicos estandarizados y reconocidos a nivel internacional.

Humedal designado como sitio Ramsar, el humedal Estrella Fluvial del Inirida, categorizado mediante el Decreto 1275 del 8 de julio de 2014, por su relevancia ecológica a nivel global.

Áreas de Bosque de Paz, registradas conforme a lo estipulado en la Resolución MinAmbiente N.° 470 de 2017, que integran la conservación ambiental con procesos de paz y desarrollo sostenible.

La figura a continuación muestra la ubicación de estas áreas correspondientes a las estrategias complementarias mencionadas.

Figura 8. Áreas complementarias de Conservación



Fuente: Elaboración propia a partir de información de MinAmbiente, 2025; KBA, 2025.

5. INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y TERRITORIAL

Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) constituyen un instrumento fundamental de planificación ambiental y territorial en Colombia, dado que integran la gestión sostenible del agua, el suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Su carácter vinculante permite orientar las decisiones de uso, ocupación y manejo del territorio, articulando las políticas ambientales con el desarrollo socioeconómico local y regional.

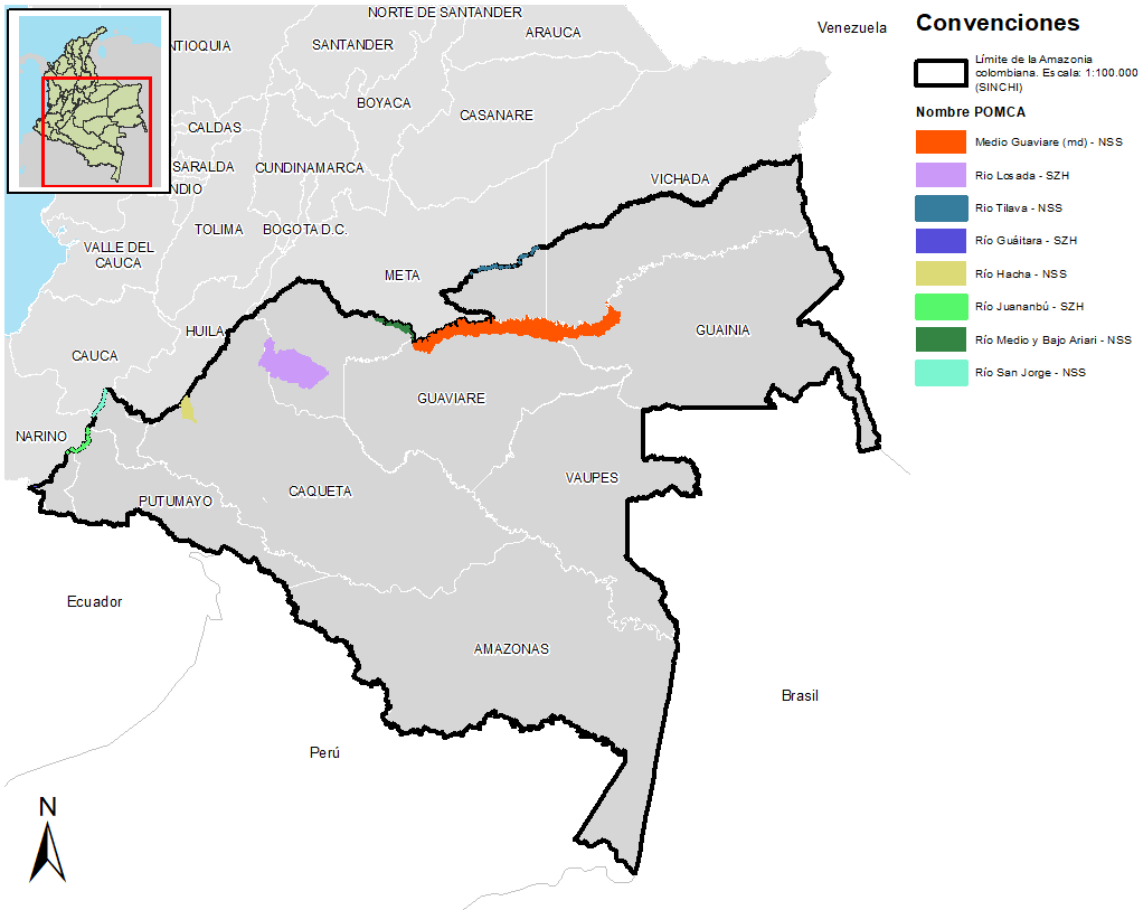
En la Amazonía, los POMCA cobran especial relevancia por la función estratégica que cumplen sus cuencas en la regulación climática, el abastecimiento hídrico y la conservación de ecosistemas únicos de importancia mundial. La aplicación de este instrumento permite identificar áreas prioritarias para la conservación, reducir los conflictos de uso del suelo y definir medidas de manejo que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales.

Normativamente, el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.3.1.5.1, establece que los POMCA son el instrumento mediante el cual la autoridad ambiental competente orienta el manejo de las cuencas hidrográficas y asegura la coordinación interinstitucional para su gestión. De igual manera, el artículo 2.2.3.1.5.6 del mismo decreto dispone que los POMCA son *"norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997".*

En este sentido, los POMCA no solo son herramientas de planificación ambiental, sino también instrumentos jurídicamente vinculantes que garantizan la integración del ordenamiento ambiental con el ordenamiento territorial. Para la Amazonía, su implementación es esencial, pues orienta procesos como la delimitación y declaratoria de Zonas de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo, asegurando que estas decisiones se fundamenten en criterios técnicos, normativos y de sostenibilidad ecológica.

En la Amazonía colombiana se cuenta con un conjunto de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA que han sido debidamente aprobados por las autoridades ambientales competentes, en cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015. Estos planes corresponden a los ríos Suaza, Medio y Bajo Ariari, San Jorge, Juananbú, Losada, Guatiara, Medio Guaviare, Tilava y Hacha, los cuales han sido adoptados entre los años 2016 y 2019 mediante actos administrativos de carácter vinculante expedidos por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, Cormacarena, Corpoamazonia y Corponariño.

Figura 9 Estado de figuras de Restricción Legal



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tabla 3 Relación de los POMCAS y su estado de formulación

Nombre POMCA	Estado	Resolución	Área (Ha)	%
Río Suaza - SZH	Aprobado	CAM: 4074 de 2016	189,16995	0,00039036
Río Medio y Bajo Ariari - NSS	Aprobado	Cormacarena: PS-GJ.1.2.6.18-2900	38298,9126	0,07903041
Río San Jorge - NSS	Aprobado	Acuerdo 0013 de 2019	250,856203	0,00051765
Río Juananbú - SZH	Aprobado	Corponariño: Resolución 223 de 2019	318,886665	0,00065803
Rio Losada - SZH	Aprobado	Cormacarena: RES No. PS-GJ.1.2.6.19 - 3282 de 2019	365802,61	0,75483948
Río Guáitara - SZH	Aprobado	Corponariño: Resolución 224 de 2019	461,16021	0,00095161
Medio Guaviare (md) - NSS	Aprobado	Resolución 295 de 2018	602699,966	1,24368093
Rio Tilava - NSS	Aprobado	Resolución PS-GJ 1.2.6.19 - 0141 de 2019 (Cormacarena)	395,960306	0,00081707

Nombre POMCA	Estado	Resolución	Área (Ha)	%
Río Hacha - NSS	Aprobado	Corpoamazonia: Resolución 1662 de 2018	51054,1437	0,10535103
Cuenca Alta del Río Putumayo	Aprobado	Resolución 0234 del 11 de febrero de 2010	11952000	24,6631414
La Hormiga	Aprobado	Resolución 1241 del 30 de diciembre de 2005	140000	0,28889222
Pepino	Aprobado	Resolución 0306 del 13 de abril de 2005	619	0,00127732
San Pedro	Aprobado	Resolución 1243 del 30 de diciembre de 2005	11640,8	0,02402098
Yarumo	Aprobado	Resolución 1242 del 30 de diciembre de 2005	256,32	0,00052892
La Borugo	Aprobado	Resolución 0440 del 30 de abril de 2010	2239	0,00462021
Las Margaritas	Aprobado	Resolución 0441 del 30 de abril de 2010	889	0,00183447
La Resaca	Aprobado	Resolución 0443 del 30 de abril de 2010	112280,27	0,23169212
Las Damas	Aprobado	Resolución 0444 del 30 de abril de 2010	3453	0,00712532
Cuenca del río Doncello	Aprobado	Resolución 0445 del 30 de abril de 2010	7108	0,01466747
Cuenca del río Solita	Aprobado	Resolución 0446 del 30 de abril de 2010	38831,5	0,08012942
Yahuarcaca	Aprobado	Resolución 0648 del 24 de septiembre de 2003	4400	0,00907947
Río Orito	En ordenación	Resolución 0518 del 30 de abril de 2018	5599,64	0,01155495

Fuente: Elaboración propia a partir de SIRH, 2025

En la Amazonía colombiana, el estado de cubrimiento de los POMCAS es aún limitado. Aunque se han priorizado cuencas estratégicas bajo la jurisdicción de las autoridades ambientales regionales, la mayoría permanece en etapas de formulación o actualización —como ocurre con el POMCA del río Mocoa—, lo que se traduce en una cobertura parcial frente a la magnitud del bioma y evidencia un bajo nivel de implementación.

La ausencia de instrumentos plenamente formulados y ejecutados impide establecer con certeza los usos permitidos y restringidos en las cuencas hidrográficas, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a prácticas insostenibles y compromete la sostenibilidad del bioma.

6. CARACTERIZACIÓN BIOMA AMAZÓNICO

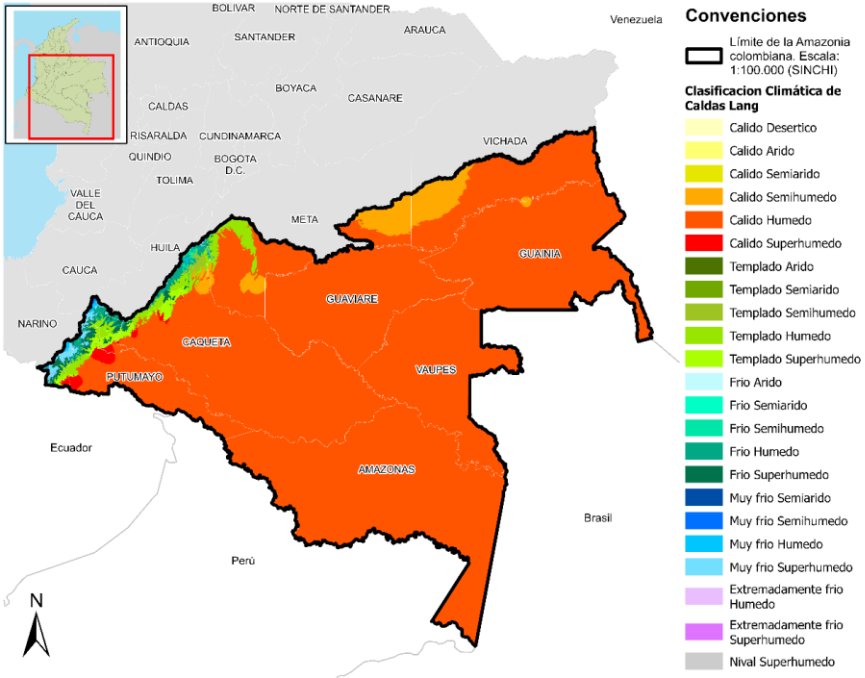
6.1. MEDIO ABIÓTICO

6.1.1. Clima

La Amazonía colombiana presenta una amplia diversidad climática, resultado tanto de su localización en tierras bajas intertropicales como de los gradientes altitudinales que se desarrollan hacia la cordillera de los Andes. Según la zonificación de Caldas-Lang, sistematizada *por (IDEAM, 2015) a partir de la metodología de Aldaz-Kahn, en el bioma se identifican al menos trece clases climáticas. El cálido húmedo domina gran parte de la llanura amazónica, con una extensión aproximada de 439.822 km², aunque también coexisten áreas de cálido semihúmedo y cálido superhúmedo, que reflejan variaciones en la acumulación de lluvias. Hacia el piedemonte andino emergen climas templados húmedos y superhúmedos, mientras que en altitudes mayores aparecen zonas con climas fríos y muy fríos húmedos, semihúmedos y superhúmedos, además de pequeñas áreas catalogadas como extremadamente frías.*

Este mosaico climático es producto de la interacción entre la topografía, la altitud y la circulación atmosférica regional, y constituye la base de la heterogeneidad ecológica que caracteriza al bioma amazónico (IDEAM & SINCHI, 2006; IDEAM, 2015; MapBiomas Amazonía, 2024).

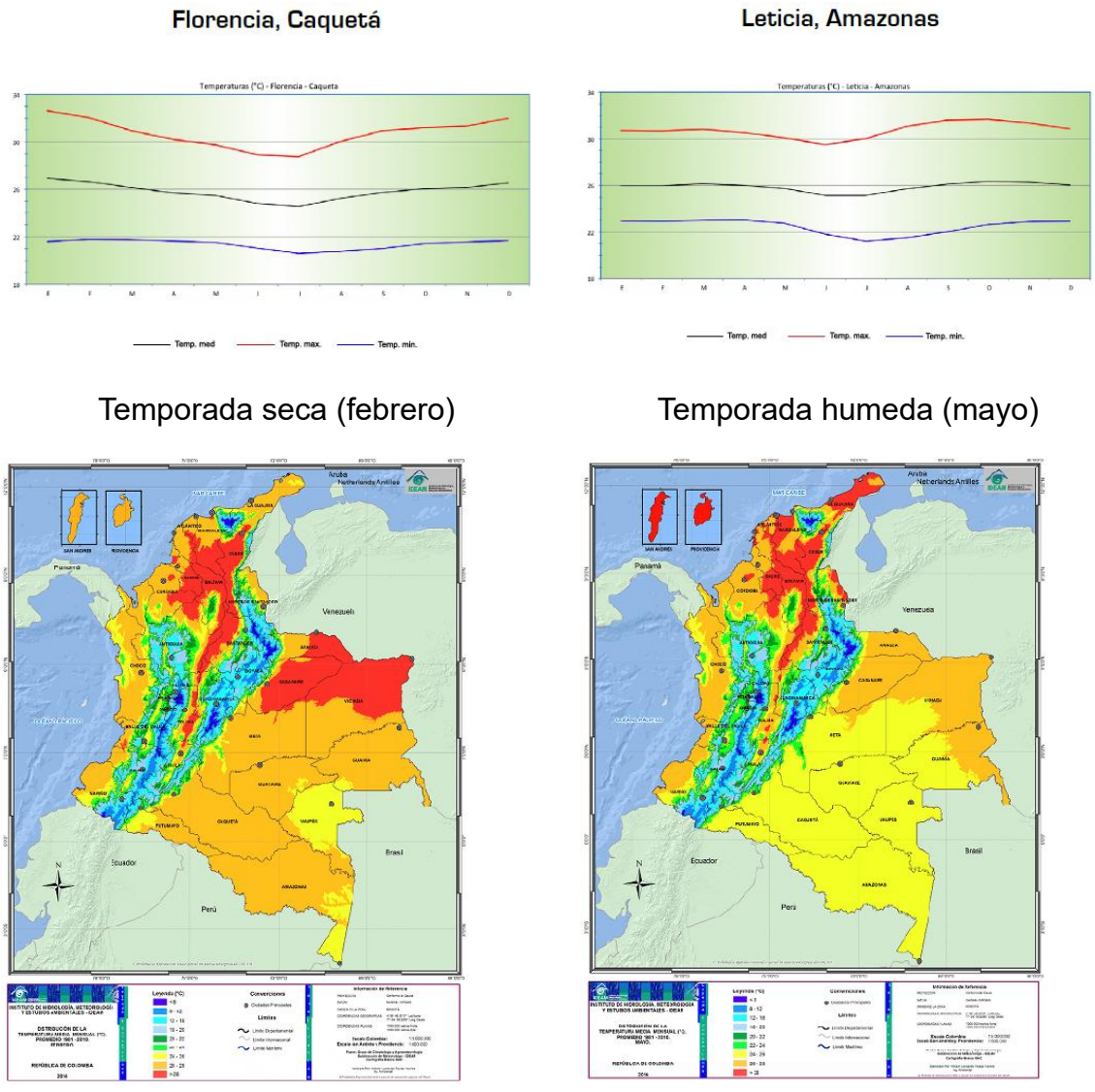
Figura 10 Clasificación Climática de Caldas - Lang



Fuente: IDEAM,2015.

Según (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017) determina que en términos generales el clima amazónico se caracteriza por su poca variabilidad térmica en el dato promedio multianual que oscilan entre 24 y 27 °C, como se observa en los mapas de la siguiente figura. Sin embargo, se presentan registro: máximo de 34 °C y mínimo de 21 °C que muestra que la zona puede variar en temperatura ciertos periodos del año.

Figura 11 Registros de temperatura media multianual del bioma amazónico



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.

Conforme a los registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM, la Amazonia colombiana tiene un régimen de lluvias esencialmente unimodal, no obstante, este

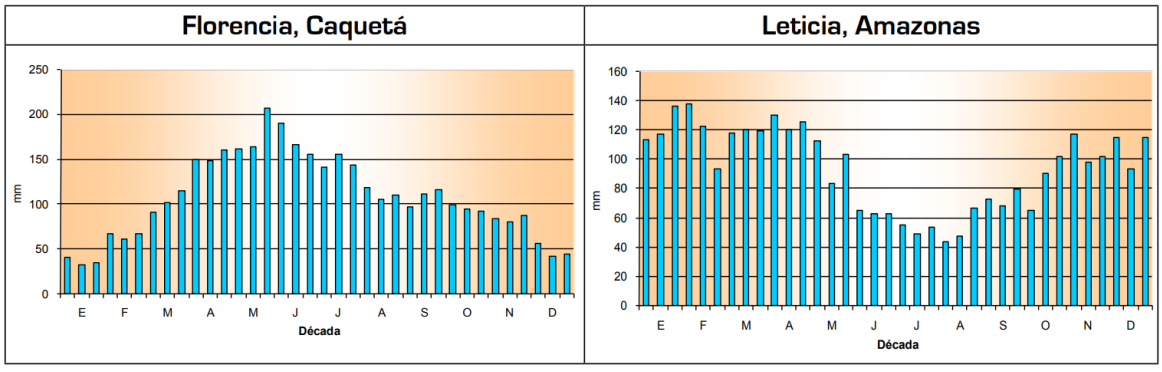
régimen no solo se clasifica de acuerdo con lo relacionado con las cantidades de lluvia observadas, sino en el tiempo de ocurrencia de las mismas, el cual está influenciado por la variabilidad propia de la precipitación y por la acción de factores climáticos como la latitud, la distancia al mar, la orografía, entre otros, lo que da lugar a la aparición de diferentes subtipos (IDEAM, 2014) dentro de cada régimen que para en este área en particular se está subdividido en dos tipos:

Monomodal 5 (Mm5). Característico de la transición hacia el hemisferio sur del Continente, en Leticia, con lluvias a lo largo del año, interrumpidas por una breve temporada seca entre junio y agosto (Leticia).

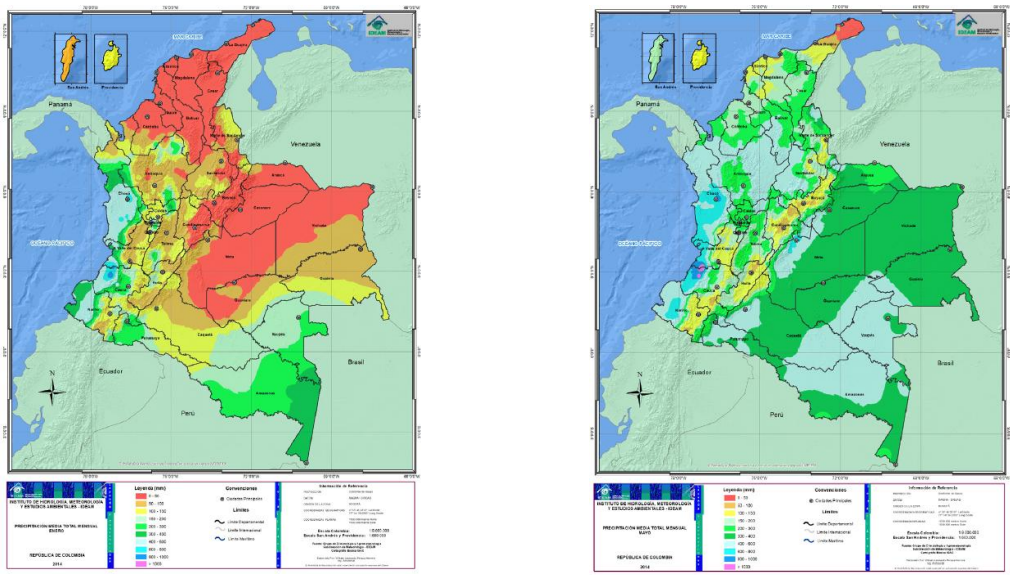
Monomodal 3 (Mm3). Este régimen se observa sobre las cuencas de los Ríos del Piedemonte Amazónico, a lo largo de la franja norte de la Amazonia y en el nacimiento de los Ríos Magdalena y Caquetá. Tiene una temporada lluviosa hacia mitad de año, picos de precipitación entre abril y junio y un leve incremento de lluvias en octubre. Presenta una sola época seca de menores lluvias entre diciembre y febrero y se diferencia del anterior, porque ésta última no es tan marcada (Florencia)

Conforme a los registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM, la Amazonía colombiana presenta un régimen de lluvias esencialmente monomodal. Si bien se observan diferencias entre el hemisferio norte y sur del bioma en cuanto a la distribución estacional de las precipitaciones, en conjunto se confirma el carácter húmedo a superhúmedo de la región. La precipitación media multianual de todo el bioma se estima en alrededor de 3.200 mm/año, lo que refleja su extraordinaria disponibilidad hídrica y la importancia de este territorio como regulador climático regional y continental.

Figura 12 Registros de precipitación media multianual del bioma amazónico



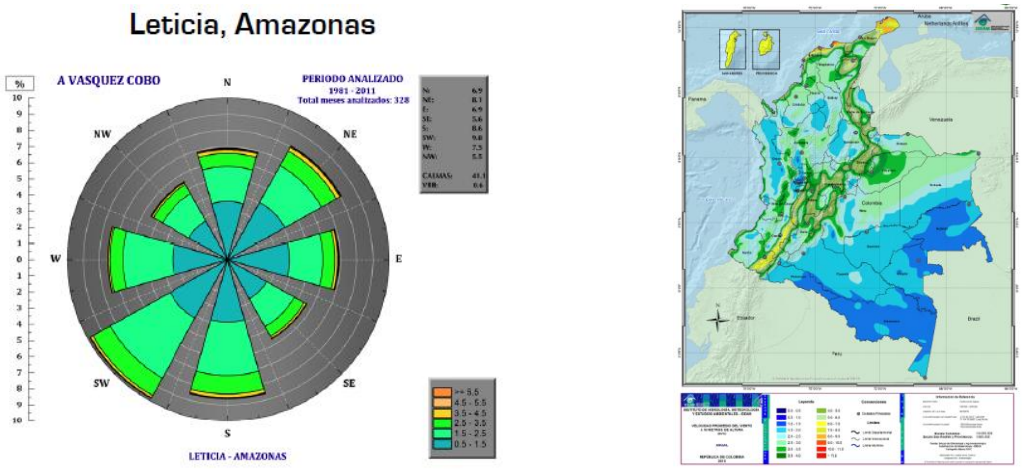
Temporada seca (enero) Temporada humeda (mayo)



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.

En la Amazonia, las velocidades medias del viento son considerablemente menores a las registradas en el resto del país; en algunas zonas del bioma amazónico no superan 1 m/s, como se observa en la siguiente figura.

Figura 13 Registros de vientos medios multianual del bioma amazónico



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.

Asimismo, el patrón de dirección del viento en la región presenta múltiples direcciones predominantes, con una ligera tendencia hacia el Sur y Suroeste. Estos resultados de dirección y velocidad corresponden a mediciones realizadas a bajas alturas (entre 2 y 10 metros). Por ello, se espera que el comportamiento difiera a

mayores alturas, donde se manifiesta con mayor claridad la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que refuerza los procesos de convección y la formación de nubosidad (Nobre, 2014).

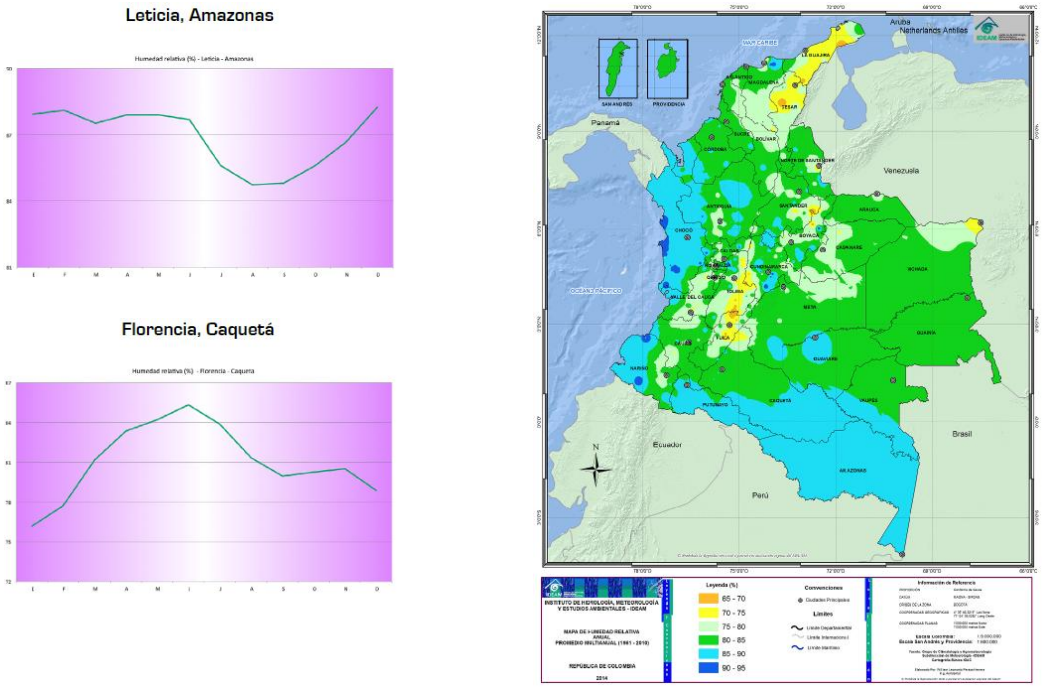
Finalmente, este comportamiento refleja la influencia de los vientos alisios del noreste y sureste, responsables del transporte de grandes volúmenes de humedad desde el Atlántico tropical hacia el interior del continente. La baja velocidad y la multiplicidad de direcciones observadas en la zona podrían estar asociadas precisamente al alto contenido de humedad en la atmósfera. Cabe aclarar que estos procesos se evidencian con mayor intensidad en alturas superiores a las de las estaciones de monitoreo del IDEAM.

En cuanto a la humedad relativa, en gran parte de la región amazónica los valores se mantienen cercanos a la saturación (>85%) durante la mayor parte del año. La amplitud intermensual es menor en comparación con otras regiones del país, como la Andina y la Caribe, especialmente en el sector central de la Amazonia.

En el Trapecio Amazónico se registra un descenso en la humedad promedio hacia mitad de año, asociado a la disminución de lluvias característica de esta temporada. En contraste, hacia el piedemonte amazónico, la humedad muestra una mayor variabilidad, oscilando a lo largo del año entre el 75 % y el 85 %.

Este comportamiento valida que la región presenta una alta disponibilidad de humedad atmosférica, la cual tiende a disminuir en áreas con menor cobertura boscosa, evidenciando la estrecha relación entre la estructura del paisaje y la dinámica climática local.

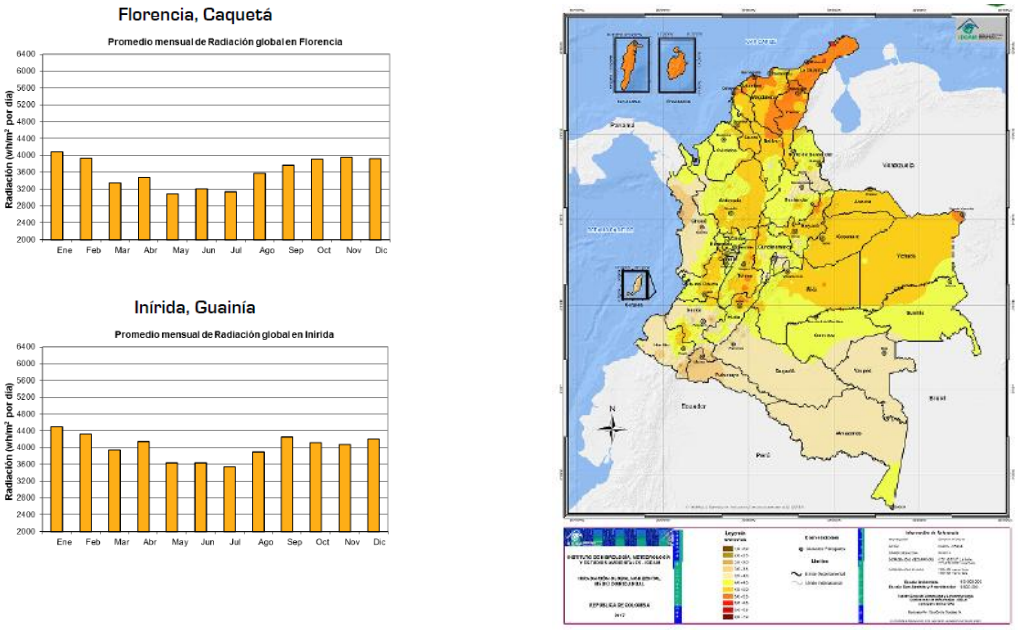
Figura 14 Registros de porcentaje de humedad promedio multianual del bioma amazónico



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.

En la región amazónica, la radiación solar presenta un comportamiento monomodal, con valores más bajos hacia mediados de año y más altos al inicio y final de este. En contraste, en el resto de la región se observa un patrón opuesto. Este comportamiento evidencia cómo el bioma amazónico contribuye a reducir significativamente los niveles de radiación solar en una de las zonas de mayor influencia de este fenómeno a nivel global, reafirmando la importancia del equilibrio climático que ofrece la cobertura vegetal de una selva conservada.

Figura 15 Registros de radiación solar promedio multianual del bioma amazónico.



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.

A partir del análisis anterior se valida que el clima amazónico se caracteriza por un régimen térmico estable en las zonas menos intervenidas, así como por una alta y constante y ambiental.

6.1.2. Atmosfera

Características de la atmosfera y la relevancia del CO2 en el clima.

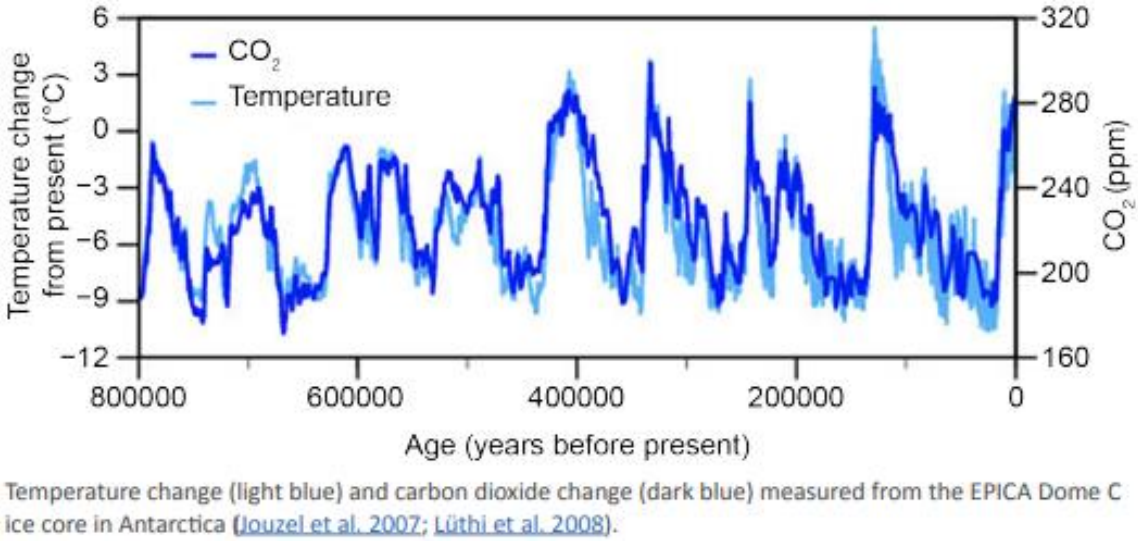
La atmósfera es la capa de gases que rodea la Tierra y se mantiene unida por efecto de la gravedad. Esta envoltura gaseosa es esencial para la vida, ya que regula la temperatura del planeta, filtra la radiación solar nociva y permite el desarrollo de los procesos biogeoquímicos. Su composición es principalmente Nitrógeno (N2) con un 78 %, Oxígeno (O2) con un 21 %, y un 1 % restante conformado por otros gases y vapor de agua. Entre ellos, el Dióxido de Carbono (CO2), aunque presente en una proporción aproximada del 0,04 %, juega un papel determinante en la regulación de la temperatura global debido a su capacidad de generar efecto invernadero, reteniendo parte del calor que ingresa al planeta.

La atmósfera se divide en capas según su temperatura y composición química. La Exosfera, ubicada entre 600 y 10.000 km de altura, es la capa más externa, mientras que la Troposfera o Biosfera, que se extiende desde la superficie hasta aproximadamente 12 km, concentra la vida, el clima y la mayor parte de las actividades humanas. Adicionalmente, la atmósfera es dinámica y está en constante

movimiento debido a la influencia de la radiación solar, los patrones de viento, la rotación terrestre y la interacción con los océanos, factores que determinan el comportamiento climático y la distribución de los gases que la componen.

En relación con lo anterior, La (NASA, 2025) ha documentado cómo el aumento de CO2 coincide con un incremento sostenido en la temperatura media global. Estos datos provienen de mediciones directas de núcleos de hielo que permiten reconstruir la historia climática de la Tierra, la siguiente figura muestra un gráfico con dicha correlación.

Figura 16. correlación entre la temperatura y el Dióxido de Carbono.



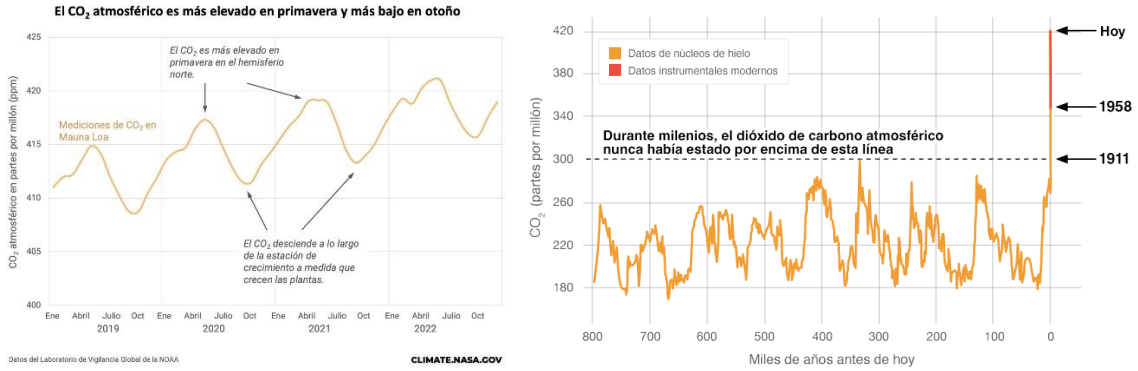
Temperature change (light blue) and carbon dioxide change (dark blue) measured from the EPICA Dome C ice core in Antarctica (Jouzel et al. 2007; Lüthi et al. 2008).

Fuente: NASA, 2025.

En consecuencia, se considera que el dióxido de carbono (CO2) es un gas relevante en la dinámica atmosférica e influye en el clima, este gas proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles, incendios forestales y procesos naturales como erupciones volcánicas. Según (NASA, 2025), muestra evidencia que, desde el inicio de la era industrial en el siglo XVIII, las actividades humanas han incrementado su concentración en la atmósfera en un 50 %, alcanzando niveles un 150 % superiores a los registrados en 1750, superando incluso las variaciones naturales ocurridas al final de la última glaciación hace 20.000 años. Igualmente, se reporta que los niveles de CO2 presentan fluctuaciones estacionales debido a los ciclos de fotosíntesis. En el hemisferio norte, durante la primavera, las plantas absorben CO2 para su crecimiento, reduciendo su concentración en la atmósfera, mientras que en otoño e invierno este vuelve a aumentar por la descomposición de la materia vegetal. Un patrón similar, aunque menos intenso, ocurre en el hemisferio sur, debido que tienen menor cantidad de tierra y vegetación que en el norte. A

continuación, se muestran las figuras con el comportamiento histórico del CO2 en miles de años y el comportamiento de este en el ciclo anual.

Figura 17. comportamiento histórico del CO2 en miles de años y el comportamiento de este en el ciclo anual.



Fuente: NASA, 2025.

- *Sumideros de carbono*

Dentro del sector LULUCF se evidencia que la tendencia de absorciones desde el 1990 a 2021 la participación del 30,93% de tierras forestales que permanecen como tierras forestales dadas por consumo de leña, degradación, conversión de bosque natural a tierras forestales (IDEAM, Minambiente, DNP, Cancilleria, PNUD, Fundación natura, 2024). Así mismo IDEAM (2023), ha venido reportando para el bioma Amazónico en los diferentes sumideros de carbono donde la biomasa total (biomasa aérea y subterránea) reporta 297,53 tC/ha y el Carbono Orgánico del Suelo (COS) registra 21.53 tC/ha.

Según, el Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina (MAAP) (Finer M, 2025) que estimó el Carbono en la Amazonía y las dinámicas de las Áreas protegidas y territorios Indígenas entre los años 2013 al 2022, donde se identifica que la Amazonía contiene alrededor de 56.800 millones de toneladas métricas de carbono sobre el suelo (ton C). De ese total, Colombia representa cerca del 7 %, es decir, unos 4.000 millones de toneladas métricas de carbono sobre el suelo.

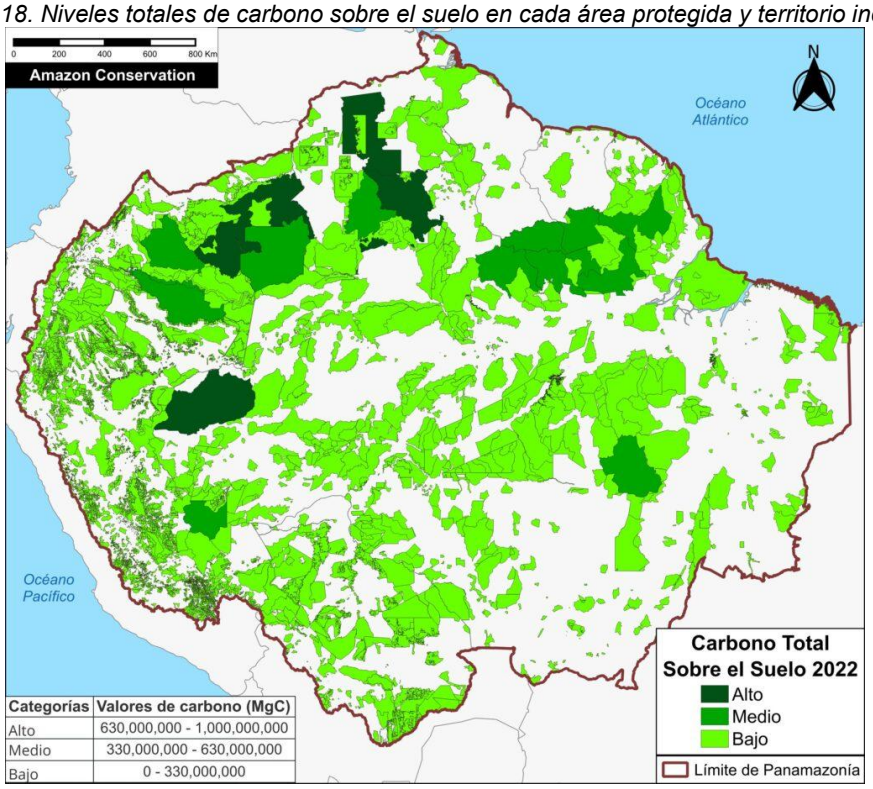
Según, el Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina (MAAP) (Finer M, 2025) que estimó el Carbono en la Amazonía y las dinámicas de las Áreas protegidas y territorios Indígenas entre los años 2013 al 2022, donde se identifica que la Amazonía contiene alrededor de 56.800 millones de toneladas métricas de carbono sobre el suelo (ton C). De ese total, Colombia representa cerca del 7 %, es decir, unos 4.000 millones de toneladas métricas de carbono sobre el suelo.

En cuanto a la dinámica de captura de carbono, los datos reportados por (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025)

confirman que la selva amazónica colombiana sigue funcionando como sumidero neto, pero con señales de debilitamiento. Entre 2000 y 2023, la densidad de carbono en los bosques de tierra firme se mantuvo relativamente estable, con descensos mínimos de 17,6 a 17,5 KtC/km² en áreas como Mirití Paraná, que es uno de los núcleos más estables de la región. En cuanto a la dinámica de captura de carbono, los datos reportados por (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025) confirman que la selva amazónica colombiana sigue funcionando como sumidero neto, pero con señales de debilitamiento. Entre 2000 y 2023, la densidad de carbono en los bosques de tierra firme se mantuvo relativamente estable, con descensos mínimos de 17,6 a 17,5 KtC/km² en áreas como Mirití Paraná, que es uno de los núcleos más estables de la región.

Adicionalmente, según lo indicado por (Zhaobin Mu, 2022)que evaluó la emisión de estos compuestos por magnitudes y ecosistemas según las compilaciones por especie y estudios de hoja, confirmando que una gran fracción de árboles amazónicos emiten isopreno, aproximadamente 62 o 76% de especies dominantes evaluadas, con variación por rasgos funcionales (estrategias carbono-rápido vs carbono-lento). Lo anterior, explica los gradientes espaciales de emisiones y dispersión de estos compuestos desde el suroriente colombiano hacia el centro de la cuenca. Estos rasgos, junto con la hidrología (bosques inundables) y el estrés térmico, modulan la mezcla de los BVOC y la relación con el crecimiento de aerosoles orgánicos secundarios que luego actúan como núcleos de condensación de nubes, influyendo en precipitación regional, un mecanismo clave para la estabilidad climática del Arco Amazónico que incluye Colombia.

Figura 18. Niveles totales de carbono sobre el suelo en cada área protegida y territorio indígena



Fuente: Finer M., 2025.

Por otra parte, una investigación de (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025) muestra que la Amazonía colombiana es uno de los ecosistemas relevantes del planeta para la captura y almacenamiento de carbono, ya que almacenan aproximadamente 3,43 gigatoneladas de carbono (GtC) en biomasa aérea, lo que equivale al 61,8 % del carbono total presente en la región amazónica nacional. La capacidad de absorber y contener carbono demuestra que la Amazonía no solo es una reserva de biodiversidad, sino también un regulador climático natural que presenta alcances globales, pues ayuda a reducir y contener la concentración de CO2 en la atmósfera. Por tanto, al conocer la relevancia de este gas en las dinámicas de calentamiento global y la capacidad de esta zona de retenerlo, es relevante que esta selva se proteja y conserve en sus condiciones naturales.

En cuanto a la dinámica de captura de carbono, los datos reportados por (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025) confirman que la selva amazónica colombiana sigue funcionando como sumidero neto, pero con señales de debilitamiento. Entre 2000 y 2023, la densidad de carbono en los bosques de tierra firme se mantuvo relativamente estable, con descensos

mínimos de 17,6 a 17,5 KtC/km² en áreas como Mirití Paraná, que es uno de los núcleos más estables de la región.

- *Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) y aerosoles biológicos.*

Los Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) y los aerosoles biológicos no deben considerarse contaminantes, ya que forman parte de los procesos naturales de los ecosistemas. Estos compuestos y aerosoles son emitidos principalmente por la vegetación, cumplen funciones clave como:

- ✓ Los (BVOC) actúan como mecanismos de defensa y comunicación entre plantas e insectos, ayudan a las especies a adaptarse a condiciones de estrés, y favorecen la formación de aerosoles.

- ✓ Los aerosoles biológicos ayudan la formación de nubes y la generación de núcleos de condensación que favorecen la precipitación. Por tanto, contribuyen a la regulación térmica de la atmósfera, amortiguando el calentamiento superficial y facilitando la estabilidad climática.

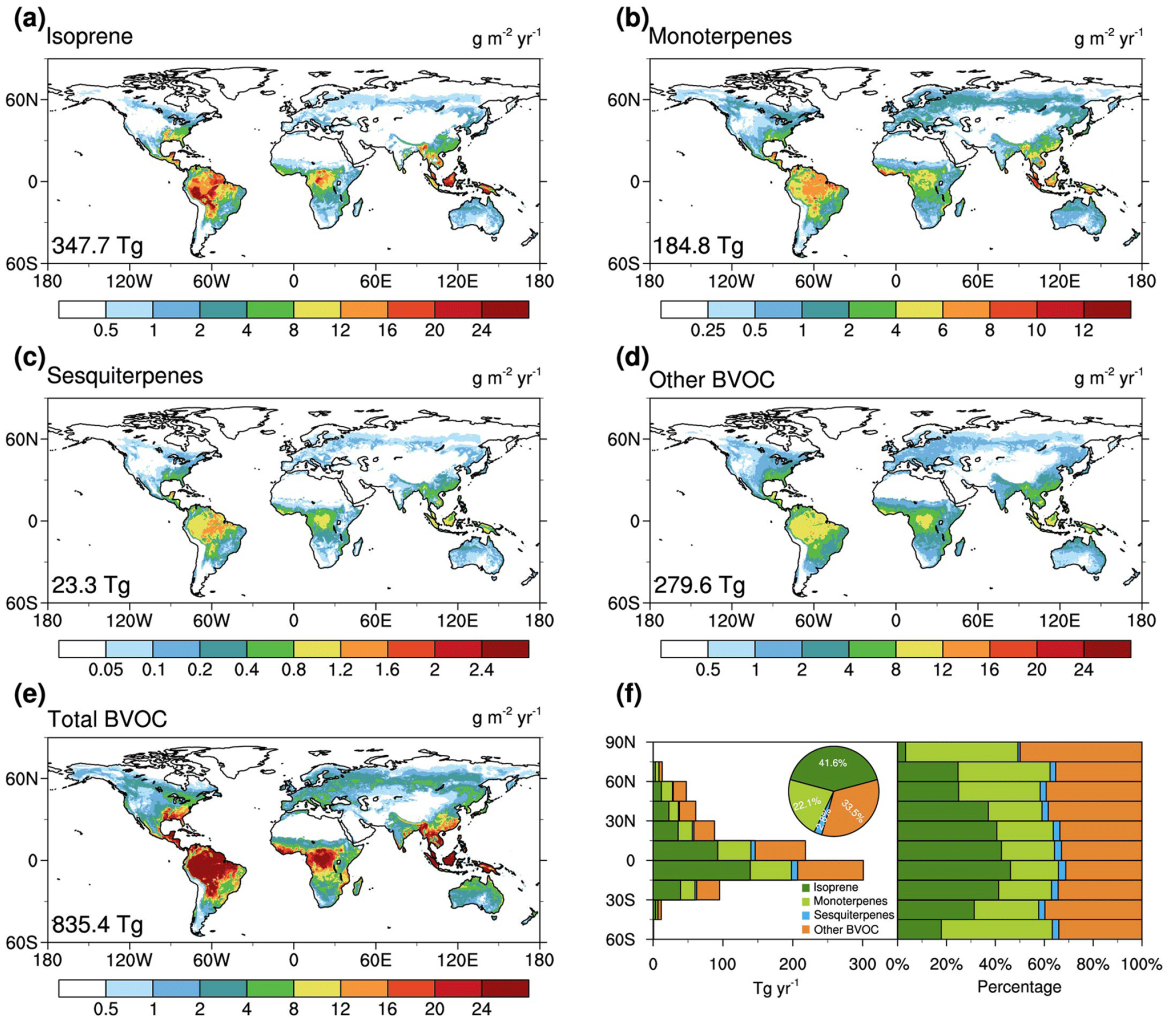
Los (BVOC por su sigla en inglés) son compuestos orgánicos derivados de las plantas, clasificados dentro de los terpenos, se forman por la unión de dos unidades de isopreno, lo que les da una fórmula molecular de ($C_{10}H_{16}$), generalmente volátiles y reportados como isopreno, terpenos, monoterpenos y sesquiterpenos, son de bajo peso molecular y son emitidos por las plantas. Por otra parte, según (Li, 2019) *"los aerosoles biológicos se definen como partículas de origen microbiano, vegetal o animal, a menudo denominadas "polvo orgánico", que pueden contener bacterias, hongos, virus, alérgenos y diversas toxinas*", estos aerosoles pueden ser de origen primario como polen, esporas y bacterias y secundario que se forman a partir de reacciones químicas o físicas de los aerosoles primarios con componente o contaminantes presentes en la atmosfera.

Según estudios realizados por (Amazon Tall Tower Observatory (ATTO), s.f.) en la Amazonía central, la cual tiene una similitud con la región amazónica colombiana, reportaron que la emisión de isopreno y terpenos aumenta con temperatura, radiación y estrés hídrico; durante episodios de calor en temporadas secas, los árboles incrementan monoterpenos y sesquiterpenos, alterando la química oxidativa y la formación de partículas finas que influyen en nubes y lluvia.

La Amazonía es el mayor emisor natural de BVOC del planeta, a partir de lo indicado por (Wang, 2024) que determinaron los flujos de isopreno, seguido por monoterpenos y sesquiterpenos. Esta evaluación global estimó la producción de estos compuestos en 835 Teragramos por año (Tg/año) de BVOC, 347,7 (Tg/año)

de isopreno, 208,1 (Tg/año) de monoterpenos y 278,6 (Tg/año) de sesquiterpenos, con valores máximos reportados sobre la cuenca amazónica; los patrones espaciales de isopreno modelados concuerdan con observaciones satelitales, reforzando la indicación que la ubicación del punto de mayor emisión de estos compuestos corresponde a la selva amazónica. Es de considerar que la Amazonía colombiana participa en este aporte por las emisiones que realizar la zona noroccidental de la selva.

Figura 19. Emisión anual de BVOC



Fuente: Wang, 2024.

Adicionalmente, según lo indicado por (Zhaobin Mu, 2022) que evaluó la emisión de estos compuestos por magnitudes y ecosistemas según las compilaciones por especie y estudios de hoja, confirmando que una gran fracción de árboles amazónicos emiten isopreno, aproximadamente 62 o 76% de especies dominantes

evaluadas, con variación por rasgos funcionales (estrategias carbono-rápido vs carbono-lento). Lo anterior, explica los gradientes espaciales de emisiones y dispersión de estos compuestos desde el suroriente colombiano hacia el centro de la cuenca. Estos rasgos, junto con la hidrología (bosques inundables) y el estrés térmico, modulan la mezcla de los BVOC y la relación con el crecimiento de aerosoles orgánicos secundarios que luego actúan como núcleos de condensación de nubes, influyendo en precipitación regional, un mecanismo clave para la estabilidad climática del Arco Amazónico que incluye Colombia.

- *Comportamiento de la humedad, evaporación y vientos en atmosfera y su efecto en el clima.*

Es importante considerar que las dinámicas climáticas globales están influenciadas por procesos como las precipitaciones líquidas y sólidas (lluvia y nieve), la evaporación y evapotranspiración (cuando se incorpora la transpiración de las plantas), así como por el movimiento de masas de aire (vientos). El comportamiento de estos parámetros es esencial para el ciclo hidrológico y la regulación térmica del planeta. Lo anterior, se soporta por lo indicado por (Van der Ent, 2010) y (NOAA Ocean Exploration, s.f.) que permite resaltar los siguiente:

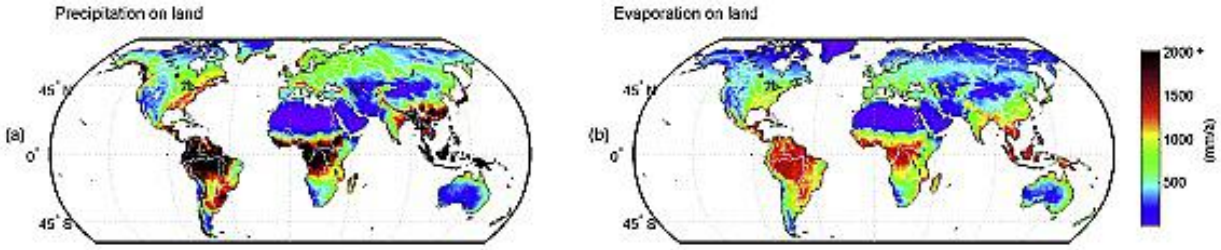
- ✓ La precipitación ocurre cuando el aire cargado de humedad asciende, se enfría y se condensa. Este proceso libera calor latente, lo que impulsa movimientos verticales y horizontales del aire, alimentando los sistemas atmosféricos y la generación de vientos.

- ✓ Por su parte, la evaporación y la evapotranspiración transfieren vapor de agua y energía (calor latente) desde zonas litorales y océanos hacia la atmósfera, favoreciendo la formación de nubes y precipitación cuando el vapor se condensa. Este intercambio permite mantener un balance entre evaporación y precipitación, determinando si una región gana o pierde agua. Además, el vapor de agua no solo se genera de forma local, sino que puede ser transportado por los vientos alisios y otros sistemas de circulación atmosférica, conectando dinámicamente diferentes regiones del planeta.

Por otra parte, la atmósfera y los océanos mantienen una interacción constante, intercambiando energía, humedad y movimiento, dinámicas que configuran el clima global. A continuación, se muestra las dinámicas globales de los procesos evaporación y precipitación, las cuales en un contexto regional permiten identificar que Colombia es una de las zonas con mayor precipitación en el planeta; igualmente, se evidencia como la evaporación se extiende desde la zona amazónica

hasta áreas más al sur llegando a la Argentina, Paraguay y la zona más meridional de Brasil.

Figura 20. Promedio anual de precipitación (P) y evaporación (E) sobre las áreas continentales (1999–2008).



Fuente: Van der Ent, 2010.

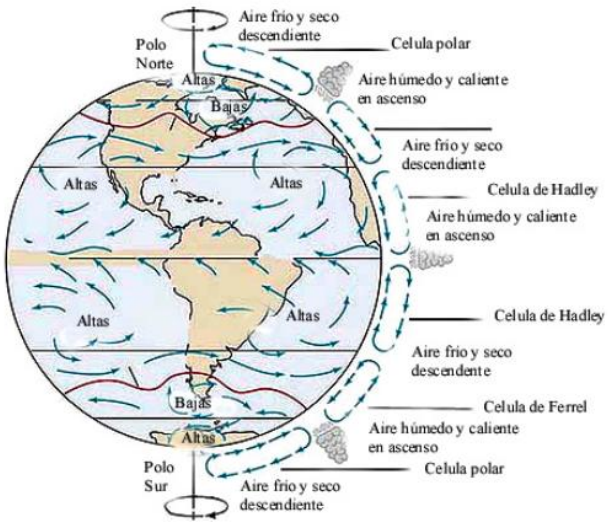
- *Influencia de la Amazonia en la Regulación Climática*

Basados en las investigaciones realizadas por (Poveda Jaramillo, 2011) se identifica que la cuenca Amazónica es la mayor del planeta con aproximadamente 6,5 millones de km² en esta área drenada al río con el mayor caudal del mundo. Esta selva es un gran regulador del clima regional y planetario, debido a su dinámica de agua, evaporación y transmisión de energía con el océano Atlántico, actividades que repercuten más allá de la región amazónica. Su localización ecuatorial situada bajo la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la franja de mayor evaporación del planeta; donde la condensación del vapor libera calor latente que alimenta la circulación y ondas planetarias (que es la forma general de circulación atmosférica identificada por el científico Hadley usando modelos unicelulares de convección térmica, y complementado por Rossby quien ajusto el modelo al dividir las celdas inicialmente propuestas); sin embargo, hay secciones del planeta donde esta simulación presenta ciertas anomalías, como en la zona sur americana del área de Uruguay, Brasil y Argentina donde el modelo estimaría un desierto, aun así, se ubica una de las reservas hídricas más grandes del planeta, esta situación se ha soportado por la operación de los ríos voladores, que se discutirá más adelante. A continuación, se muestra en la imagen con la representación de las ondas planetarias.

Basados en las investigaciones realizadas por (Poveda Jaramillo, 2011) se identifica que la cuenca Amazónica es la mayor del planeta con aproximadamente 6,5 millones de km² en esta área drenada al río con el mayor caudal del mundo. Esta selva es un gran regulador del clima regional y planetario, debido a su dinámica de agua, evaporación y transmisión de energía con el océano Atlántico, actividades que repercuten más allá de la región amazónica. Su localización ecuatorial situada bajo la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la franja de mayor evaporación

del planeta; donde la condensación del vapor libera calor latente que alimenta la circulación y ondas planetarias (que es la forma general de circulación atmosférica identificada por el científico Hadley usando modelos unicelulares de convección térmica, y complementado por Rossby quien ajusto el modelo al dividir las celdas inicialmente propuestas); sin embargo, hay secciones del planeta donde esta simulación presenta ciertas anomalías, como en la zona sur americana del área de Uruguay, Brasil y Argentina donde el modelo estimaría un desierto, aun así, se ubica una de las reservas hídricas más grandes del planeta, esta situación se ha soportado por la operación de los ríos voladores, que se discutirá más adelante. A continuación, se muestra en la imagen con la representación de las ondas planetarias.

Figura 21. Las células de Hadley, las células de Ferrel (latitud media) y las células polares caracterizan la dinámica atmosférica actual.



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.

Igualmente, (Poveda Jaramillo, 2011) resalta que la selva amazónica recicla eficientemente la precipitación: los intercambios entre precipitación y evapotranspiración son del orden del 50 %, de modo que aproximadamente la mitad de la lluvia que cae en la cuenca proviene del propio bosque. Este importante proceso hace de la selva un regulador climático: al transpirar agua, enfría la superficie, humedece la atmósfera y promueve nuevas lluvias; al condensar, calienta la atmósfera media y fortalece la circulación. La Amazonia, por tanto, estabiliza el clima regional y contribuye al equilibrio climático global mediante estos flujos acoplados de agua-energía.

- *Relación de la amazonia y la zona andina.*

En cuanto a la dinámica de captura de carbono, los datos reportados por (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025) confirman que la selva amazónica colombiana sigue funcionando como sumidero neto, pero con señales de debilitamiento. Entre 2000 y 2023, la densidad de carbono en los bosques de tierra firme se mantuvo relativamente estable, con descensos mínimos de 17,6 a 17,5 KtC/km² en áreas como Miritíi Paraná, que es uno de los núcleos más estables de la región.

Adicionalmente, según lo indicado por (Zhaobin Mu, 2022)que evaluó la emisión de estos compuestos por magnitudes y ecosistemas según las compilaciones por especie y estudios de hoja, confirmando que una gran fracción de árboles amazónicos emiten isopreno, aproximadamente 62 o 76% de especies dominantes evaluadas, con variación por rasgos funcionales (estrategias carbono-rápido vs carbono-lento). Lo anterior, explica los gradientes espaciales de emisiones y dispersión de estos compuestos desde el suroriente colombiano hacia el centro de la cuenca. Estos rasgos, junto con la hidrología (bosques inundables) y el estrés térmico, modulan la mezcla de los BVOC y la relación con el crecimiento de aerosoles orgánicos secundarios que luego actúan como núcleos de condensación de nubes, influyendo en precipitación regional, un mecanismo clave para la estabilidad climática del Arco Amazónico que incluye Colombia.

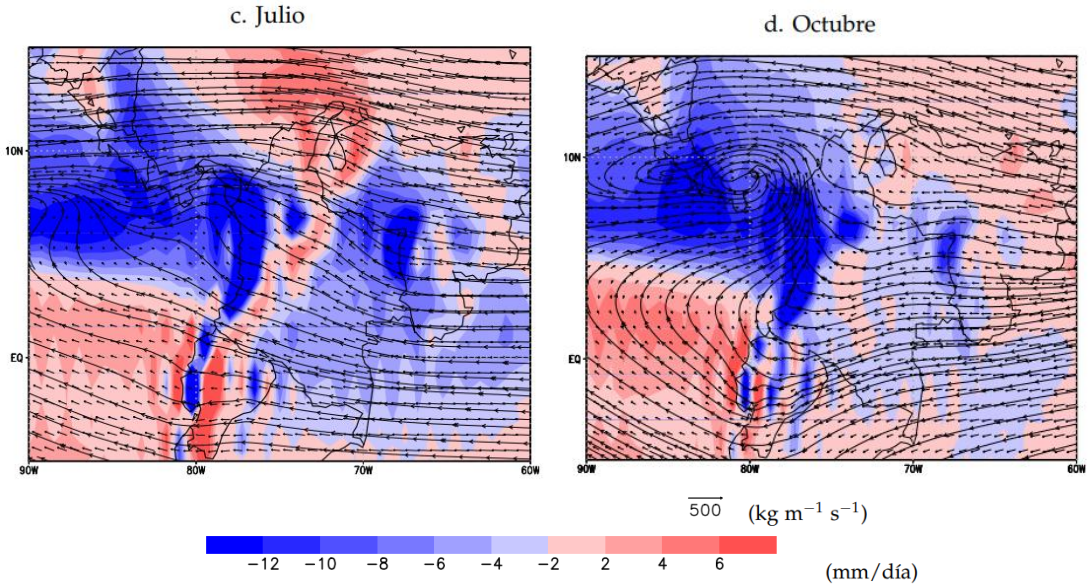
El Bioma Amazónico mantiene una estrecha interconexión climática con los Andes colombianos y con otras zonas ubicadas en latitudes más australes del continente. Esta relación se manifiesta principalmente en el transporte de humedad atmosférica, producto de los procesos de evaporación y evapotranspiración de la selva amazónica, que generan vapor de agua enriquecido con Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) y aerosoles orgánicos. Estos elementos no solo favorecen la formación de lluvias, sino que también contribuyen al crecimiento y adaptación de la vegetación. El vapor de agua amazónico, impulsado por los vientos alisios, es transportado hacia las montañas andinas, donde, al ascender por la orografía, se enfría y condensa, generando precipitaciones que alimentan importantes cuencas hidrográficas y sostienen los ecosistemas de alta montaña.

Asimismo, el piedemonte amazónico y el bosque andino de montaña interactúan de manera directa en los departamentos de Caquetá y Putumayo, constituyendo una zona de transición clave para la conectividad genética, ecológica y climática. Este corredor biogeográfico permite la articulación entre biomas de distinta altitud y

condiciones climáticas, reforzando su papel estratégico en la conservación y regulación ambiental a escala regional.

Lo anterior es confirmado por (Hoyos, 2017) quien indica que: *"A medida que la ZCIT avanza hacia el norte, la interacción de los Vientos del Este con los Andes tropicales se debilita, produciendo un aumento en la convergencia del flujo de humedad y un fortalecimiento de los procesos convectivos, alcanzando su máximo durante la temporada de junio, julio y agosto, cuando la ZCIT está en su punto más septentrional"*. Esto soporta la interconexión de estas zonas, la cual puede transportar vapor de agua proveniente del bioma superhúmedo amazónico; sin embargo, estas corrientes de aire también movilizan contaminantes generados por los continuos incendios forestales de la región. Este efecto se puede verificar en las siguientes figuras.

Figura 22. Comportamiento estacional de la humedad atmosférica regional.



Fuente: Hoyos, 2017.

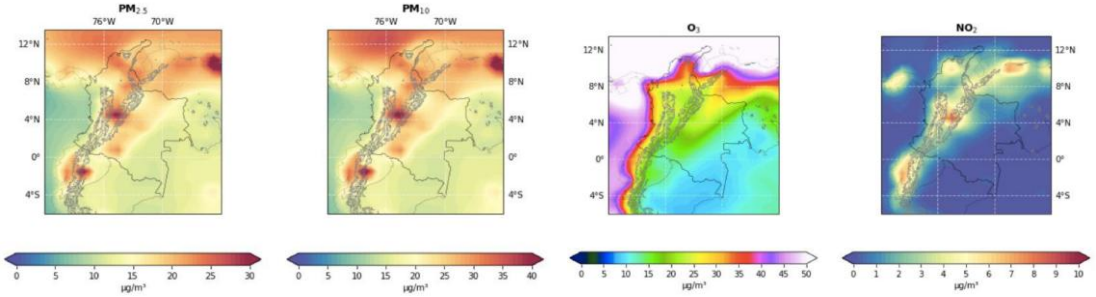
Finalmente, la zona Andina actúa también como moduladora del clima amazónico. Su relieve obliga al aire húmedo a ascender, lo que promueve la condensación, libera calor latente y refuerza los mecanismos convectivos. Este proceso contribuye a estabilizar patrones de precipitación tanto en la Amazonia como en las montañas, generando microclimas montañosos, fuertes lluvias orográficas, y estaciones secas más marcadas en altitudes superiores.

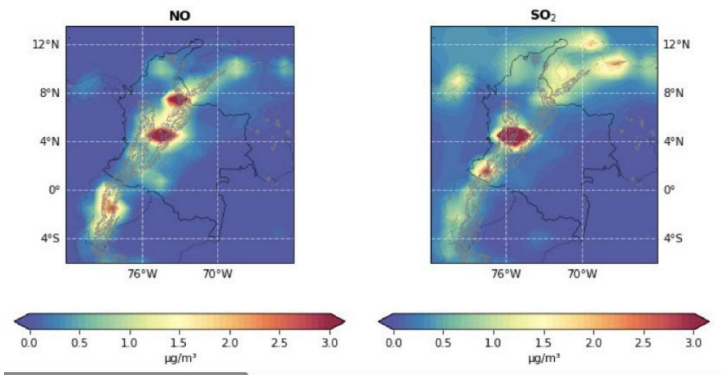
- *Calidad del aire en el Bioma Amazónico.*

En relación con la calidad del aire en el bioma amazónico, se evidencia que en esta región no existen estaciones de monitoreo que evalúen de forma regular este componente. No obstante, el IDEAM publica los informes anuales del estado de la calidad del aire en Colombia, con base en la información de los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) administrados por las corporaciones autónomas regionales que cuentan con ellos. Sin embargo, se confirma que las corporaciones ambientales con jurisdicción en la Amazonia Colombiana: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonia), Corporación para el Manejo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena (Cormacarena) y la Corporación para el Manejo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), no disponen de estos sistemas de monitoreo.

Adicionalmente, en el informe del estado de la calidad del aire de 2021 (IDEAM, (2022)) se incorporó un análisis satelital a partir de los datos del Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus (CAMS) y de los puntos calientes detectados por MODIS (FIRMS), contrastados con la información proveniente de los SVCA del país. Los resultados mostraron que, para 2021, la zona amazónica registró bajas concentraciones de los contaminantes evaluados: material particulado (PM10 y PM2.5) y los gases CO, NO2 y SO2. Esto se explica porque la región carece de grandes corredores de transporte, centros urbanos de alta densidad o un sector industrial desarrollado. Los resultados de este análisis se presentan en las siguientes figuras.

Figura 23. Mapas de la concentración de PM2.5, PM10, O3, NO2, NO y SO2 (datos recuperados de CAMS). El color corresponde al promedio anual de su concentración del año 2021



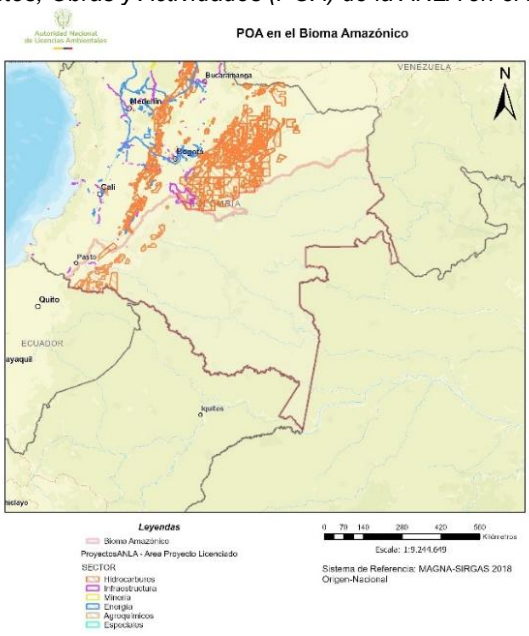


Fuente: IDEAM, 2022.

Por otra parte, la ANLA a través del Grupo de Regionalización y del Centro de Monitoreo de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales (SIPTA), desarrolla análisis regionales en las zonas donde realiza seguimiento a Proyectos, Obras y Actividades (POA).

A partir de esta información se identificaron dos Reportes de Análisis Regional: uno correspondiente al Putumayo, actualizado en 2023, y otro del Caquetá, emitido en 2017. La revisión de estos documentos, junto con los POA en seguimiento por la ANLA, evidencia que en el bioma amazónico los reportes están asociados únicamente a proyectos del sector de hidrocarburos, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 24. Proyectos, Obras y Actividades (POA) de la ANLA en el bioma amazónico



Fuente: Geo-procesador de la ANLA, septiembre de 2025.

En relación con el Reporte de Análisis Regional del Caquetá de la (ANLA, 2017), los estudios de calidad del aire recopilan campañas realizadas principalmente entre 2008 y 2015, en las que se evaluaron los contaminantes PST, PM10, NO2, SO2 y CO. El informe señala que el material particulado (PM10) es el principal parámetro de impacto, generado principalmente por el tránsito en vías sin pavimentar asociadas a actividades petroleras.

Si bien la mayoría de las estaciones cumplieron con los límites establecidos en la Resolución 610 de 2010, se identificaron estaciones de tráfico que registraron concentraciones superiores al límite normativo de 100 (µg/m³) para 24 horas de exposición de PM10, en áreas cercanas a vías no pavimentadas. En cuanto a los gases contaminantes (NO2, SO2 y CO), estos reportaron concentraciones bajas, cumpliendo con los estándares normativos o, en algunos casos, registrándose por debajo del límite de detección de los métodos de análisis.

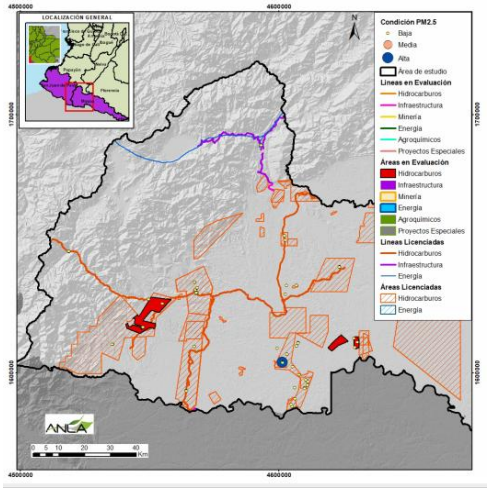
En relación con el Reporte de Análisis Regional del Putumayo (ANLA, 2023), se concluye que la calidad del aire en el departamento es, en términos generales, buena para PM10, PM2.5 y NO2, dado que en la mayoría de los casos se cumplen los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017.

No obstante, se registraron picos de concentración de PM2.5 y NO2 que, de manera esporádica, superaron los valores normativos del nivel de exposición a 24 horas de 25 µg/m³ y 60 µg/m³, respectivamente. Estos episodios se identificaron principalmente en los municipios de Puerto Asís y Puerres, y se asociaron a factores como la movilidad en las vías, las actividades de proyectos de hidrocarburos y la proximidad a centros poblados.

Figura 25. Condición regional atmosférica de PM2.5 y NO2, para el Putumayo.

$PM_{2.5}$ Anual Res. 2254/2017 = 25 µg/m³			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos promedio	94	0	1
% del total	98,9 %	0,0 %	1,1 %
N° Proyectos	8	0	1

NO_2 Anual Res. 2254/2017 = 60 µg/m³			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos promedio	18	11	3
% del total	56,3 %	34,4 %	9,4 %
N° Proyectos	4	3	1



Fuente: ANLA, 2023.

En conclusión, los estudios realizados en los departamentos de Putumayo y Caquetá reflejan un buen estado general de la calidad del aire en la región amazónica. Sin embargo, se recomienda prestar especial atención a los niveles de material particulado (PM10 y PM2.5) y adoptar medidas de gestión y control, tales como el riego de vías y la regulación de velocidades vehiculares, con el fin de mitigar los impactos de este contaminante.

6.1.3. Hidrología y calidad del agua

- *Hidrología*

En Colombia, la zonificación hidrográfica nacional[5] establecida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) localiza en el Bioma Amazónico las subzonas del área hidrográfica Amazonas, fluyendo en sentido sur-oriental; el área hidrográfica Amazonas representa el 70% del Bioma. De esta área hidrográfica se destacan aquellas cuencas de los afluentes más grandes al cauce del río Amazonas, denominadas zonas hidrográficas, como son río Putumayo, río Cahuinarí, río Cagüán, río Yarí, río Apaporis y río Vaupés.

En el 30% del Bioma Amazónico, las cuencas fluyen en sentido oriental, hacía el área hidrográfica Orinoco. Las corrientes hídricas más caudalosas y que constituyen zonas hidrográficas en esta área son el río Inírida, el río Guainía, gran parte las subzonas hidrográficas del río Guaviare y una pequeña fracción de las subzonas hidrográficas del río Vichada (Directos al Vichada Medio y el Bajo Vichada). Es importante mencionar que el cauce principal del río Amazonas fluye por territorio colombiano a la altura del municipio de Leticia.

(SINCHI, 2013) manifiesta la gran importancia de la región amazónica para el ciclo hidrológico de la región y de Colombia:

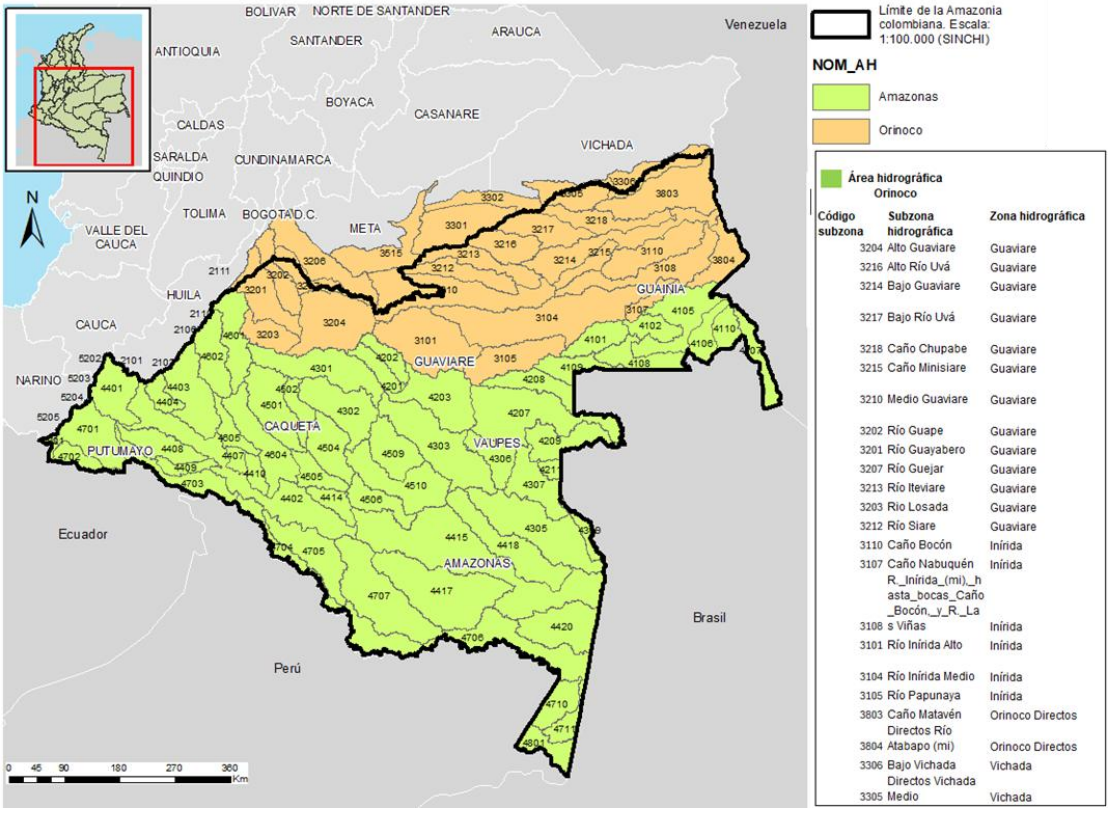
> "*El gran programa de investigación científica HYBAM (Hidrogeología en la Cuenca Amazónica por sus siglas en francés) ha establecido que* ***hasta un 70% de la lluvia producida en la Amazonia Central Brasileña es resultado de procesos de convección****, es decir, que* ***la lluvia es resultado de la evapotranspiración de la propia selva que se condensa y precipita***

[5] El documento *Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia* (IDEAM, 2013) establece la clasificación de la hidrográfica nacional en tres niveles de jerarquía: áreas, zonas y subzonas hidrográficas. Las áreas hidrográficas agrupan un conjunto de ríos con afluentes que son las vertientes al mar; las zonas hidrográficas corresponden a las cuencas hidrográficas que desembocan en el afluente principal de un área hidrográfica y las subzonas hidrográficas constituyen los afluentes que tributan al cauce principal de la zona hidrográfica.

***en celdas continuas de no más de un kilómetro de distancia**. Lo que implica que hay una estrecha relación entre el bosque amazónico, la oferta de agua y la estructura ecosistémica en toda la Amazonía. Según lo expuesto por Garcia (2007), en la Amazonía colombiana **el 50% del agua precipitada proviene del océano Atlántico arrastrada por los vientos Alisios, el otro 50% se genera por la evaporación del agua que está en la copa de los árboles y de la evapotranspiración del agua que está en todo el sistema**. En cuanto a la distribución del agua lluvia en la región el 25% se deposita en las hojas de los árboles, el 50% cae al suelo y es absorbido por éste y el restante 25% sale a través de las corrientes de agua que se dirigen al mar.*

*La Amazonia colombiana está ubicada entre 4° norte en Guainía hasta los 4° 13" Sur en Leticia, dentro de la zona ecuatorial, así que uno de los principales factores que modifican ríos, arroyos y lagos en la cuenca es el régimen de las lluvias, las cuales son influenciadas por la Zona de Convergencia Intertropical – ZCIT. La ZCIT es una franja de baja presión que se mueve por la región norte de Suramérica producto de los vientos alisios del norte y del sur. La posición más meridional de la ZCIT ocurre diciembre, enero y febrero, mientras que la posición septentrional sucede durante el primer semestre del año, entre abril – junio (Domínguez 1983). **Cuando la ZCIT no está presente las lluvias disminuyen, pero como la mayor parte de la cuenca amazónica se encuentra en la zona ecuatorial, no existen períodos de verdadera sequía** (Figura 2). Es decir, en un mes de bajas lluvias la precipitación se presenta por lo general en casi la mitad de los días del mes. Otro factor que influencia las lluvias es la orografía, por lo que suceden mayores precipitaciones en sectores cercanos a la cordillera Andina y por tanto los lugares más húmedos de la Amazonia colombiana se encuentran en el piedemonte (Domínguez 1983).”* Cursiva y negrita fuera de texto original.

Figura 26. Zonificación hidrográfica de la Amazonia.



Área hidrográfica Orinoco

Código subzona	Subzona hidrográfica	Zona hidrográfica
3204	Alto Guaviare	Guaviare
3216	Alto Río Uvá	Guaviare
3214	Bajo Guaviare	Guaviare
3217	Bajo Río Uvá	Guaviare
3218	Caño Chupabe	Guaviare
3215	Caño Minisiare	Guaviare
3210	Medio Guaviare	Guaviare
3202	Río Guape	Guaviare
3201	Río Guayabero	Guaviare
3207	Río Guejar	Guaviare
3213	Río Iteviare	Guaviare
3203	Río Losada	Guaviare
3212	Río Siare	Guaviare
3110	Caño Bocón	Inírida
3107	Caño Nabuquén R._Inírida_(mi)._hasta_bocas_Caño_Bocón._y_R._La	Inírida
3108	s Viñas	Inírida
3101	Río Inírida Alto	Inírida
3104	Río Inírida Medio	Inírida
3105	Río Papunaya	Inírida
3803	Caño Matavén Directos Río	Orinoco Directos
3804	Atabapo (mi)	Orinoco Directos
3306	Bajo Vichada Directos Vichada	Vichada
3305	Medio	Vichada

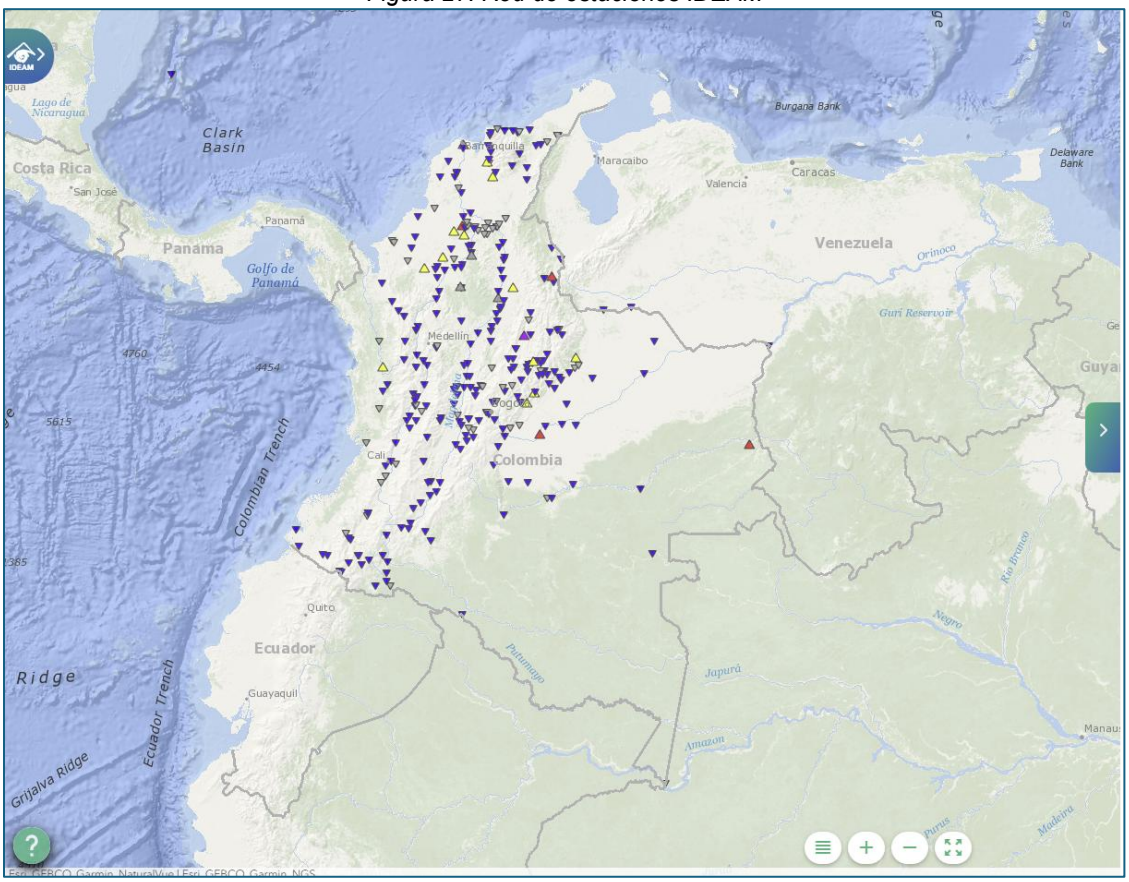
Área hidrográfica Amazonas

Código subzona	Subzona hidrográfica	Zona hidrográfica
4801	Amazonas (mi)	Amazonas - Directos
4303	Alto Río Apaporis	Apaporis
4305	Bajo Río Apaporis Directos Río	Apaporis
4309	Taraira	Apaporis
4302	Río Ajaju	Apaporis
4306	Río Cananari	Apaporis
4307	Río Pira Paraná Río Tunia ó	Apaporis
4301	Macayá	Apaporis
4601	Río Caguan Alto	Caguán
4604	Río Caguan Bajo	Caguán
4602	Río Guayas	Caguán
4605	Río Sunsiya	Caguán
4401	Alto Caqueta	Caquetá
4417	Río Cahuinarí	Caquetá
4415	Río Caqueta Bajo	Caquetá
4402	Río Caqueta Medio	Caquetá
4414	Río Cuemaní	Caquetá
4408	Río Mecaya	Caquetá
4418	Río Mirití-Paraná	Caquetá
4403	Río Orteguaza	Caquetá
4410	Río Peneya	Caquetá
4404	Río Pescado	Caquetá
4420	Río Puré	Caquetá
4407	Río Rutuya	Caquetá
4409	Río Sencella	Caquetá
4101	Alto Rio Guanía	Guanía
4105	Bajo Rio Guanía Directos Río Negro	Guanía
4107	(md)	Guanía
4102	Medio Rio Guanía Río Aquió o Caño	Guanía
4106	Aque	Guanía
4108	Río Cuiary	Guanía
4109	Río Isana	Guanía
4110	Río Tomo	Guanía
4901	Río Chingual	Napo
4701	Alto Río Putumayo	Putumayo
4705	Río Cará-Paraná	Putumayo
4710	Río Cotuhe	Putumayo
4707	Río Igará-Paraná	Putumayo
4711	Río Purite	Putumayo
4706	Río Putumayo Bajo Río Putumayo	Putumayo
4704	Directos (mi)	Putumayo
4703	Río Putumayo Medio	Putumayo
4702	Río San_Miguel	Putumayo
4203	Alto Vaupés	Vaupes
4207	Bajo Vaupés	Vaupes
4201	Río Itilla	Vaupes
4209	Río Papurí	Vaupes
4208	Río Querary	Vaupes
4211	Río Tiquié	Vaupes
4202	Río Unilla	Vaupes
4501	Alto Yarí	Yarí
4506	Bajo Yarí	Yarí
4504	Medio Yarí	Yarí
4502	Río Camuya	Yarí
4509	Río Cuñare	Yarí
4505	Río Luisa	Yarí
4510	Río Mesay	Yarí

Fuente:Elaboración a partir de IDEAM, 2013.

A nivel nacional el IDEAM, a través del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), en adelante ENA, ha caracterizado desde 1998, las cuencas hidrográficas del territorio colombiano, su estado, dinámica y presiones por uso del recurso. Es importante señalar que la información que suministra el Estudio Nacional del Agua está estrechamente vinculada a la disponibilidad de estaciones climatológicas e hidrológicas de la Red Básica Nacional. La Red Básica Nacional se concentra principalmente en las áreas hidrográficas Magdalena – Cauca y Caribe, por lo cual, el conocimiento de hidrología y calidad hídrica del Bioma Amazónico Colombiano podría requerir, en principio, aumentar la instrumentalización de estaciones hidrometereológicas de la Red Básica Nacional hacia las áreas hidrográficas Amazonas y Orinoco[6] , con el propósito de mejorar la cobertura de monitoreo.

Figura 27. Red de estaciones IDEAM

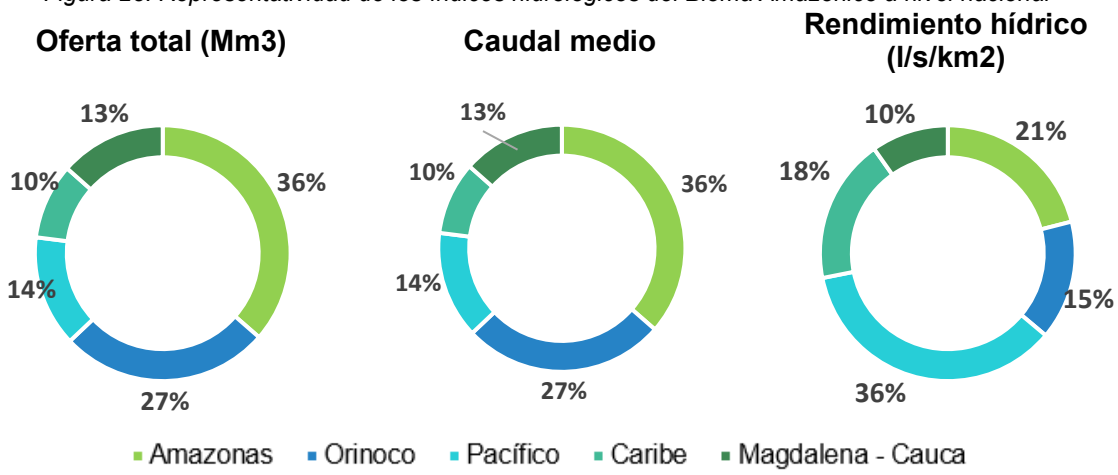


Fuente: FEWS – IDEAM. Consultado el 18/09/2025.

[6] Con base en la capa de la Red Básica Nacional, se estima que en el Bioma Amazónico se encuentra el 6% de estaciones, principalmente estaciones limnimétricas y pluviométricas.

Los indicadores hidroclimáticos del ENA fueron construidos para la versión 2022, a partir de las variables precipitación, temperatura, caudal y evapotranspiración. En general, las subzonas del área hidrográfica Amazonas representan el 36% de la *oferta hídrica total superficial* (OHTS)[7] nacional, y el área hidrográfica Orinoco representan el 27% de la OHTS nacional, no obstante, es preciso señalar que sólo una fracción de las subzonas hidrográficas afluentes al río Orinoco se encuentran en el Bioma Amazónico.

Figura 28. Representatividad de los índices hidrológicos del Bioma Amazónico a nivel nacional



Fuente: Adaptado con base en la información del ENA 2023, 2025.

Tabla 4. Índices hidrológicos del Bioma Amazónico a nivel nacional

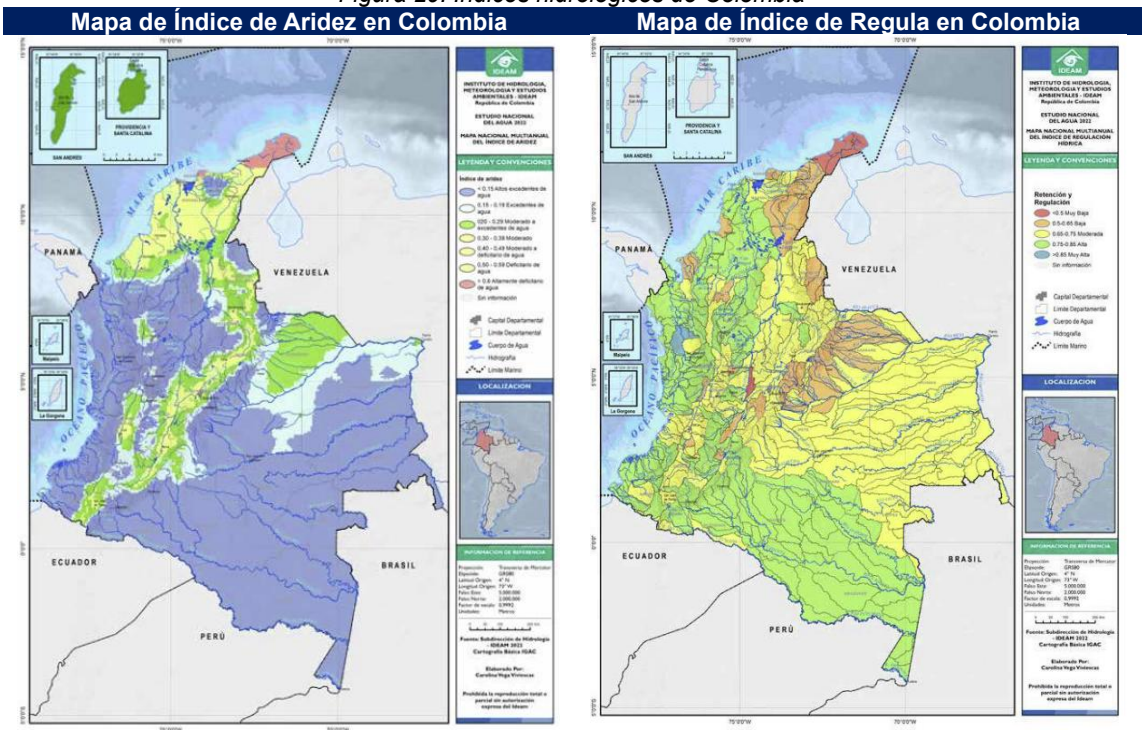
Áreas hidrográficas	Oferta total (Mm3)	Caudal medio	Rendimiento hídrico (l/s/km2)
Amazonas	714758	22665	66,4
Orinoco	520507	16505	47,7
Pacífico	275862	8748	113
Caribe	187513	5946	57,9
Magdalena - Cauca	263986	8371	30,9

Fuente: Adaptado con base en la información del ENA 2023, 2025.

Esta condición es concordante con los índices de aridez (IA) e índice de regulación hídrica (IRH), como se presenta a continuación:

[7] Según el (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023) la OHTS es una variable

Figura 29. Índices hidrológicos de Colombia



Fuente: IDEAM, 2023.

Con respecto el IA, este indicador relaciona la precipitación promedio, la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real, es decir, el grado de suficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región, que para el Bioma Amazónico se clasifica dentro de la categoría *excedentes de agua* (IA<0,15). Sobre el IRH, este indicador representa la capacidad de la cuenca para mantener y regular un régimen de caudales, limitada por la interacción del sistema suelo-vegetación, que para el Bioma Amazónico se clasifica como IRH de categoría *Alta* para el área hidrográfica Amazonas (IRH = 0,75 a 0,85) y *Moderada* para el área hidrográfica del Orinoco (IRH = 0,68 a 0,75).

Estos indicadores evidencian, según los datos disponibles, que el Bioma Amazónico no solo representa una de las macrocuencas hidrográficas con mayor recurso hídrico por área del país, junto con el Pacífico, sino también se caracteriza por tener una alta capacidad para retenerla y disponerla en los sistemas fluviales.

- *Calidad hídrica*

En términos de calidad hídrica, el Plan Estratégico de la macrocuenca de la Amazonía (SINCHI, 2013) cita a algunos autores que presentan clasificaciones específicas de los sistemas hídricos de la cuenca hidrográfica del río Amazonas y

sus tributarios. Estas características atribuyen comportamientos de los parámetros de calidad hídrica alusivos a la interacción del agua con las unidades geológicas, los suelos y los procesos organogénicos. Estos conceptos las clasifican como *aguas blancas, aguas negras y aguas claras*.

Las *aguas blancas* se caracterizan por tener alta sedimentación, altos contenidos de nutrientes, alta turbidez y pH neutral, comportamientos relacionados con los ríos de montaña, como las fuentes hídricas que se originan en la cordillera de Los Andes. Las aguas negras son más calmadas con sedimentación más baja y pH ácido; el nombre hace referencia a la tonalidad adquirida por la oxidación del carbono orgánico disuelto en forma de ácidos húmicos, características que podrían ser asociadas a los ríos que fluyen por los llanos orientales. Finalmente, las aguas claras, caracterizadas por tener baja turbidez, bajos contenidos de nutrientes, pH ligeramente ácido, lo anterior debido a los solutos húmicos que son absorbidos por minerales arcillosos (SINCHI, 2013).

El estado actual de calidad hídrica de la cuenca hidrográfica del Amazonas no resulta exclusivamente de la interacción del agua con los elementos biofísicos, sino que también es el reflejo de las problemáticas socioeconómicas transfronterizas cuyo uso del agua constituye un recurso natural. La Agenda Estratégica de Cooperación Amazónica ha abordado la gestión integral del recurso hídrico a través de varios años de investigación, publicaciones e iniciativas que se aproximan al estado actual de la gran cuenca transfronteriza Amazónica. A partir del Análisis Diagnóstico Transfronterizo Regional (ADT-Regional) (OTCA, 2018) ha señalado los principales problemáticas o factores de presión sobre la región Amazónica, las cadenas causales que las generan y describen el impacto sobre los diferentes componentes ambientales.

El factor más importante de degradación de la cuenca transfronteriza del río Amazonas, según (OTCA, 2018), es la deforestación. Esta actividad tiene impactos como la alteración al ciclo hidrológico, ya que el cambio en las coberturas del suelo implica un cambio en el tiempo de concentración de las precipitaciones en la cuenca y del patrón de escorrentía. La alteración del ciclo hidrológico producto de la deforestación también se genera por el aporte de sólidos suspendidos y sedimentables a los cauces a través del arrastre de residuos que se transportan mediante la escorrentía superficial. La deforestación tiene el potencial de alterar los pulsos de caudales y el equilibrio dinámico fluvial.

La minería ilegal es otra actividad que impacta el recurso hídrico de la región. Según (OTCA, 2018), los aportes de mercurio por minería ilegal se generan en una tasa

de 150 toneladas por año, además del vertimiento de aguas residuales no tratadas. La minería aluvial en zonas no autorizadas constituye además de un aporte importante de sustancias tóxicas para los ecosistemas acuáticos y las comunidades, desbalance en el régimen hidro sedimentológico de la cuenca del río Amazonas.

Con respecto a actividades relacionadas con la producción y transporte de hidrocarburos, las contingencias que surgen en la operación de esta actividad y aquellas generadas por factores externos, p.ej. las voladuras de oleoductos de los grupos al margen de la ley, representan un factor de deterioro de la calidad hídrica de la cuenca.

La cobertura de servicios públicos y saneamiento básico de las comunidades ribereñas es otro factor de degradación de la cuenca del río Amazonas. Según la (OTCA, 2018), existe un alto aporte de residuos sólidos y líquidos al río Amazonas y sus tributarios a causa de su inadecuada gestión:

> *"Se calcula que a los ríos amazónicos llegan 1.700.000 toneladas de desechos y 600 l/s de residuos domésticos/urbanos líquidos al medio ambiente. (ANA, 2007). La actividad agroindustrial de grandes áreas de monocultivos es otro factor importante de contaminación de aguas a través del uso intenso de agrotóxicos. Debido al clima y a la exuberante diversidad de insectos y microorganismos, la Amazonía es la región donde más se usan pesticidas químicos como herbicidas, insecticidas, fungicidas y acaricidas."*

Otra actividad que genera la contaminación de aguas es el transporte fluvial (OTCA, 2018) señala que el corredor intermodal fluvial amazónico conformado por el tramo Puerto Asís – Puerto Leguízamo – Tapacá y San Antonio do Ica-Leticia que se realiza a través de los ríos Putumayo y Amazonas cuenta con una longitud de 2.292 Km.

"Aun cuando no existen estudios y estadísticas que revelen la cantidad y la naturaleza exacta de la contaminación de los ríos por transporte fluvial en la Cuenca Amazónica, el transporte de elevados volúmenes de carga y pasajeros, y la falta de regulaciones y control para la recolección de residuos sólidos y líquidos contaminantes en las embarcaciones, muestran una idea de la importancia del transporte fluvial como foco de contaminación de los ríos amazónicos."

Sobre calidad hídrica, el (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023) presentó la evaluación del estado de calidad de agua y la presión por vertimientos, aspectos representados por los indicadores índice de calidad del agua (ICA) e índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). Estos indicadores relacionan variables fisicoquímicas, metales pesados en sedimentos, sustancias químicas

utilizadas en cultivos agrícolas como en cultivos ilícitos, monitoreo de mercurio tomando como base la producción oficial de oro reportada por la UPME libre de esta sustancia en consideración del Convenio Minamata 2017[8], y uso de plaguicidas.

En complemento a esta información, se integra a este análisis, documentos técnicos elaborados por la ANLA, *Reporte de Análisis Regional Zona Sur del Macizo Colombiano* (ANLA, 2024)*; Reporte de Análisis Regional de las subzonas hidrográficas de los ríos Metica, Guatiquía, Guayuriba y Negro* (ANLA, 2021) *y Actualización del Reporte de Análisis Regional Putumayo* (ANLA, 2023).

Los monitoreos, en general, presentan altas concentraciones de Carbono Orgánico Total en la subzona hidrográfica del Alto río Putumayo (en rangos de 25,4 mg/l y 78,27 mg/l) y de sólidos totales (entre 232 mg/l y 1766 mg/l), lo cual sugiere altos contenidos de materia orgánica en el agua.

Con respecto al ICA, el documento *Actualización del Reporte de Análisis Regional Putumayo* (ANLA, 2023) presenta un análisis del índice de calidad de agua (ICA) a escala de subzona hidrográfica, en el cual se observa que las subzonas hidrográficas río San Miguel, Alto río Putumayo (afluentes del río Putumayo) y río Mecaya presentan, en ese orden, índices categorizados como *Malo* y *Muy malo*. El documento señala que los parámetros que más interfieren en estas categorías son el oxígeno disuelto y la demanda química de oxígeno.

Ahora bien, el documento presenta los resultados de dos modelos de calidad del agua río Caquetá – Mocoa y afluentes principales, y río Orito – Putumayo. Sobre el **modelo del río Caquetá – Mocoa**, en general el informe indica que el parámetro que podría presentar un comportamiento creciente es Demanda Química de Oxígeno (DQO) en año seco, y que podría estar relacionado con la descarga de aguas residuales domésticas de la cabecera municipal de Villagarzón, y en el Caquetá Medio atribuido a fuentes difusas.

Con respecto al parámetros hidrocarburos totales, el documento señala concentraciones de hidrocarburos totales que en caudales medios presentan concentraciones aproximadas a 4,0 mg/l en condiciones de caudal medio, que aumentan a 10 mg/l en condiciones de caudales mínimos. Es preciso señalar que en Colombia el parámetro hidrocarburos totales no presenta valores de referencia en los criterios de uso del recurso. Con relación al oxígeno disuelto, el documento indica que se observa una tendencia a la disminución conforme se desciende en los

[8] El Convenio Minamata 2017 consiste en un tratado internacional para proteger la salud humana y el ambiente de los efectos adversos del mercurio, comprometiendo a los países firmantes a prohibir el uso de mercurio en la minería de oro formal e informal.

cauces, no obstante, estas concentraciones no son inferiores a 4,0 mg/l, el oxígeno disuelto que permite la preservación de flora y fauna, de conformidad con los valores de referencia para el uso del recurso hídrico establecidos en el Decreto 1076 de 2015[9].

Con respecto al modelo río Orito – Putumayo, el análisis señala un comportamiento creciente en el parámetro Bario para algunas fuentes hídricas que permite establecer que un escenario de año seco este valor podría ser sobrepasado. De igual manera, las fuentes hídricas objetivo del modelo presentan concentraciones crecientes de DQO y fenoles. Estas fuentes hídricas también presentan las concentraciones aceptables de oxígeno disuelto para la vida acuática aerobia.

Al margen del monitoreo que se realiza en torno al Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2022) y los diagnósticos del territorio que se elabora por parte de la ANLA, algunos datos permiten identificar aportes de sustancias nocivas para la calidad hídrica del Bioma Amazónico, por parte de actividades socioeconómicas informales e ilegales.

Iniciativas como la plataforma Toxic Sites Identification Program (TSIP) de la Blacksmith Institute/Pure Earh, una ONG que combate la contaminación por sustancias tóxicas que representan un riesgo para la salud humana y el ambiente, sugieren la existencia de focos de aporte de mercurio en la subzona hidrográfica del Alto Putumayo y Alto Caquetá. De igual manera, como se menciona en el capítulo 7.1.9. Cultivos de uso ilícito, la Fundación para la conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) realizó una estimación referente al un aumento en el número de dragas a 2022 a la altura del río Puré, tributario del río Yapurá (río Caquetá en Brasil).

Con respecto cultivos ilícitos, el (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023) reportó un balance sobre las sustancias químicas empleadas en la transformación de la coca y los departamentos que registran mayor producción potencial de base de cocaína con base en datos de la Oficina las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito en el grupo del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (SIMCI). Dentro de las sustancias con mayor demanda a nivel nacional más usuales se identificaron: Cemento (Na2CO3), soda caustica, amoníaco, metabisulfito de sodio (Na2S2O5), Acetatos o hexanos, MEK e IPA (metilacetona y alcohol isopropílico), ácido clorhídrico, cloruro de calcio, ácido sulfúrico, gasolina, ACPM, petróleo y kerosene. Ahora bien, de conformidad con la Figura y en concordancia con el reporte de sustancias que realiza el (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), las

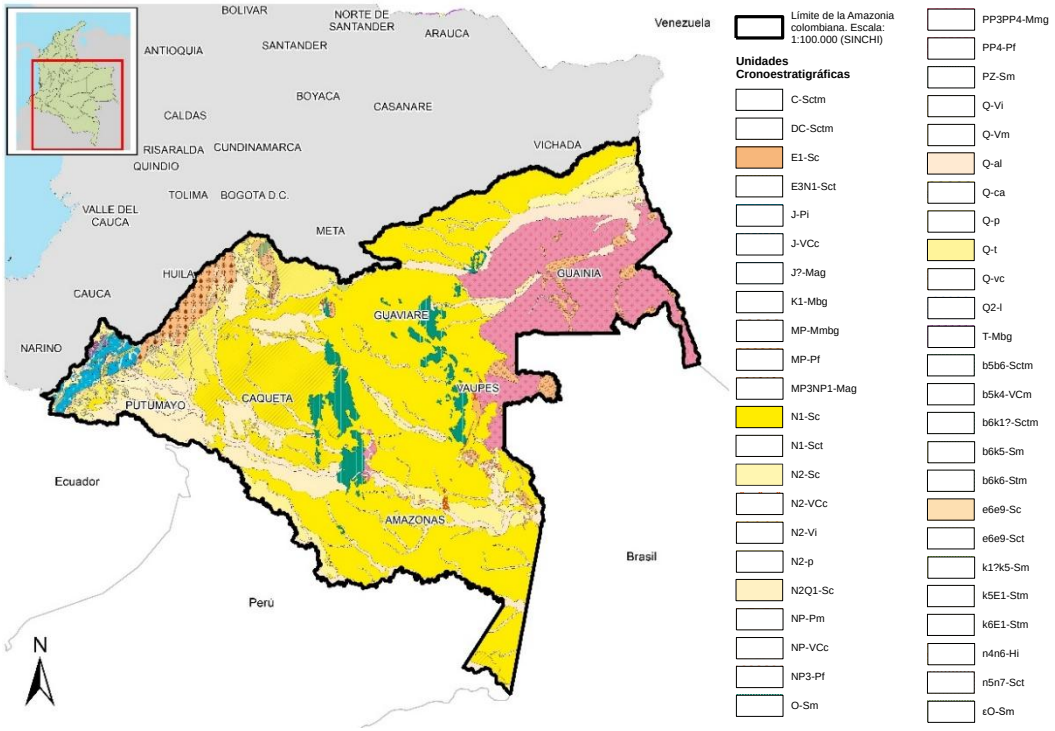
[9] Criterios de uso del agua del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente.

subzonas hidrográficas que podrían presentar concentraciones de estos oxidantes, ácidos y solventes orgánicos por disposición de residuos sólidos y líquidos sin tratamiento son: río San Miguel, Alto río Putumayo, afluentes de la zona hidrográfica Putumayo; Alto Caquetá, río Sunsiyá, río Caquetá Medio, río Pescado, río Orteguaza, río Guayas, afluentes de la zona hidrográfica del río Caquetá; Alto Guaviare (zona hidrográfica del río Guaviare); río Inírida (zona hidrográfica del río Inírida); río Unilla y Alto Vaupés (zona hidrográfica del río Vaupés).

6.1.4. Caracterización Geológica

De acuerdo con el Mapa Geológico de Colombia 2023 a escala 1,5 M (SGC, 2023), el área de la Región Amazónica colombiana se traslapa con 47 unidades cronoestratigráficas, de las cuales destacan por su extensión superficial los conglomerados y arenitas poco consolidados con matriz ferruginosa y arcillosa, arcillolitas con intercalaciones de limolitas, lodolitas arenosas y arenitas (N1-Sc), junto con arcillolitas, limolitas, limolitas arenosas, cuarzoarenitas y litoarenitas lodosas a conglomeráticas, packstone de moluscos y arenitas calcáreas (N1-Sct), ambas unidades del Mioceno; sin embargo, destaca también la presencia de rocas antiguas como el Complejo Migmatítico del Mitú (que hace parte del escudo de la Guyana), la Formación Pedrera, o la Formación Roraima, todas de edad Precámbrica.

Figura.30 Unidades Cronoestratigráficas



Fuente: Elaboración a partir de SGC, 2023.

6.1.5. Caracterización hidrogeológica

- *Regional*

De acuerdo con el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (INGEOMINAS hoy Servicio Geológico Colombiano - SGC, 2007), el territorio nacional está constituido por dos elementos geotectónicos del Continente Suramericano: Sistema Andino y Escudo Guayanés, estos se distribuyen en cuatro regiones naturales con rasgos litoestratigráficos y tectónicos propios, que conllevan a identificar y delimitar terrenos que ofrecen diverso potencial de aguas subterráneas. Dichas regiones son: Andina, Caribe, Pacífica y Guayana; esta última conformada por la Orinoquia y la Amazonia, la cual es objeto de estudio del presente documento.

El área que integra el Bioma Amazónico colombiano se encuentra caracterizada hidrogeológicamente en el Mapa de Permeabilidades de Colombia publicado por el Servicio Geológico Colombiano - SGC en los años 2010 y 2011; este producto temático se derivó del Mapa Geológico de Colombia versión 2007 en escala 1:500.000 como producto de la evaluación cualitativa de cada una de las unidades crono-litoestratigráficas en cuanto a su permeabilidad.

Las unidades litoestratigráficas con permeabilidades fueron agrupadas por el SGC en cuatro categorías que integran la litología de los sedimentos y rocas, teniendo en cuenta en estas últimas también consolidaciones, fracturamiento y disolución.

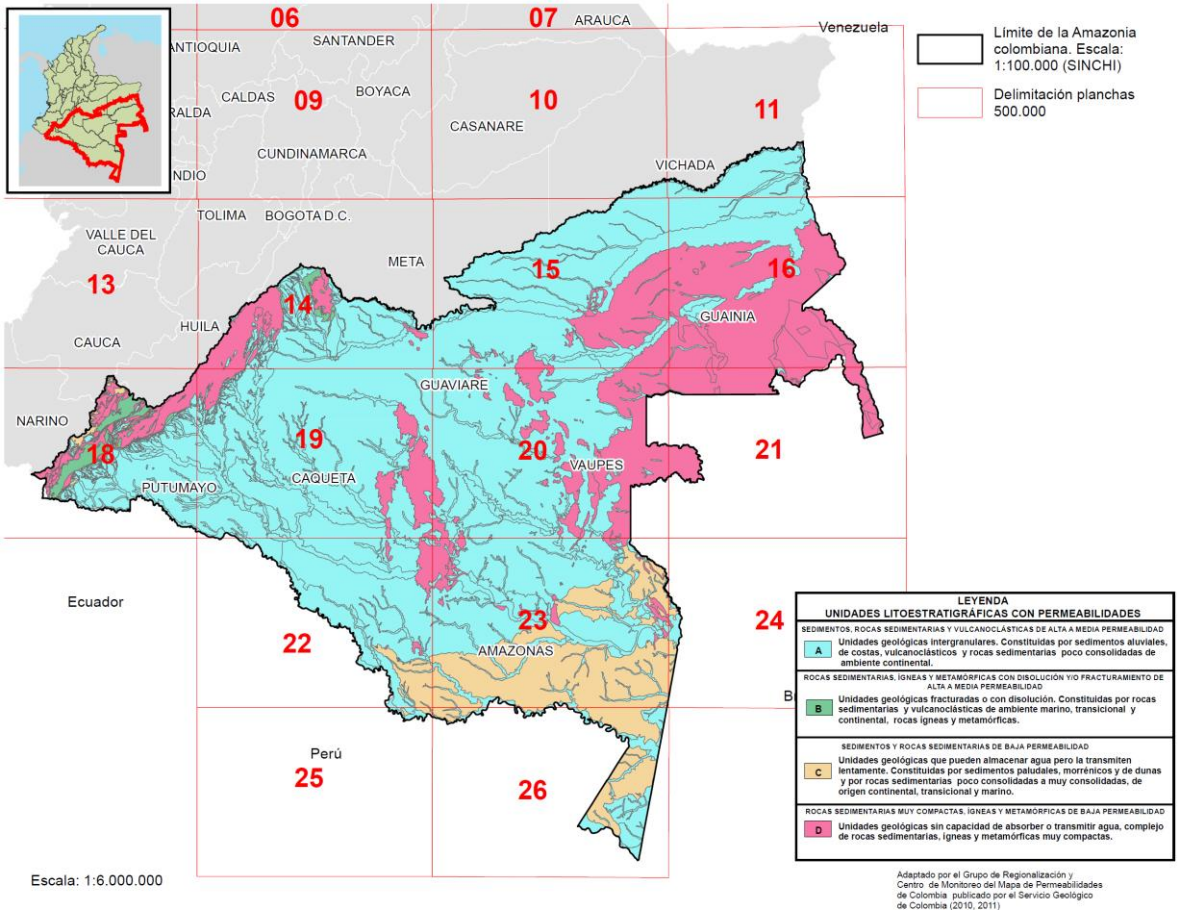
Esas categorías se definieron como: (A) Sedimentos, rocas sedimentarias y vulcanoclásticas de alta a media permeabilidad, (B) Rocas con disolución y fracturamiento de alta a media permeabilidad, (C) Sedimentos y rocas sedimentarias de baja permeabilidad y (D) Rocas sedimentarias muy compactas, ígneas y metamórficas de baja permeabilidad.

Estas unidades tal como fueron planteadas son correlacionables con las unidades hidrogeológicas: (A) Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular; (B) Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas, (C y D) Sedimentos y rocas con limitados recursos de agua subterránea; en tal sentido, el Mapa de Litopermeabilidades cobra gran importancia como única información hidrogeológica con cobertura total del Bioma Amazónico.

El mapa de litopermeabilidades se elaboró para las veintiséis (26) planchas continentales en escala 1:500.000 en que se divide el país, de este total, el Bioma Amazónico ocupa de manera parcial catorce (14) planchas (5-10, 5-11, 5-14, 5-15, 5-16, 5-18, 5-19, 5-20, 5-21, 5-22, 5-23, 5-24, 5-25 y 5-26); a continuación, se

presenta la distribución de estas en el Bioma Amazónico y la descripción de las unidades litoestratigráficas con permeabilidades.

Figura.31 Unidades Litoestratigráficas con permeabilidades



Fuente: Elaboración propia a partir de información del SGC, 2025.

Sedimentos, rocas sedimentarias y vulcanoclásticas de alta a media permeabilidad (A).

Unidades geológicas intergranulares constituidas por sedimentos aluviales, de costas, vulcanoclásticos y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente continental. Se clasifican dentro de esta categoría, los Depósitos Aluviales (Q-al), Abanicos Aluviales y Depósitos Coluviales (Q-ca), Abanicos Aluviales Disectados (Q1-ca) y Depósitos de Terrazas (Q1-t), entre otros; así como las rocas de las unidades N-Sc, E3N1-Sct, e6-e9-Sc, e6-e9-Sct y b5b6-Sctm. A continuación, se describen las de mayor relevancia en el Bioma Amazónico:

Los depósitos cuaternarios presentan una composición variada, conformada según los drenajes que los transportan. Los sedimentos acumulados por los ríos de origen andino consisten principalmente en arenas y arcillas compuestas por cuarzo, chert y materiales líticos; el espesor de estas acumulaciones es muy variable, su edad es Holoceno a Reciente y están en permanente proceso de acumulación y reorganización (tomado de SGC, 2011).

Los depósitos aluviales de mayor relevancia se relacionan a los cauces actuales y activos de los diferentes ríos que drenan la zona, entre estos, ríos Orteguaza, Caguán, Chingual, Guamues, Caquetá, Duda, Guayabero, San Miguel y Guayas, de origen andino y los ríos Yarí, Apaporis, Mesay, Vaupés, Guaviare, Guainía, Inírida, Miriti Paraná, Cahuinarí, Igara Paraná, Pure, Orinoco, Cotuhé, Amazonas y Quemaní de origen amazónico.

En el Bioma Amazónico colombiano las terrazas de mayor extensión se relacionan al curso de los ríos Putumayo, Caquetá, Apaporis, Inírida, Guayabero, Caguán y Yarí. Corresponden a depósitos antiguos y de mayor elevación con respecto al cauce actual del río. Se componen de gravas y esporádicamente arenas; las gravas son de bloques, guijos y guijarros de tamaño medio a grueso, composición muy variable y matriz de arena media a gruesa (Fuquen, J., 2003; en Mapa de Litopermeabilidades, Plancha 5-22).

De acuerdo con el Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2007) utilizado como insumo base en el Mapa de Litopermeabilidades, la unidad N-Sc aflora en gran parte del Bioma Amazónico. Con base en estudios locales como el “Potencial de Recursos Minerales en el Oriente Colombiano” (Celada, 2006) y “Contribución a la Geología de la Orinoquia Colombiana” (Mosquera, 1983), esta unidad ha sido identificada como Formación Terciario sin Diferenciar, conformada principalmente por rocas sedimentarias tales como conglomerados, areniscas, limolitas y arcillolitas

Otros estudios, como el “Inventario Minero del Departamento del Caquetá” (Díaz, 1999) y los trabajos de Galvis et al. (1979), se refieren a este extenso y heterogéneo conjunto de sedimentos de origen continental con el nombre informal de Terciario Superior Amazónico, el cual presenta rasgos morfológicos característicos, entre ellos un drenaje dendrítico, valles en forma de U y colinas redondeadas.

Asimismo, en el Mapa Hidrogeológico de Colombia (Huguett, 1987), la unidad N-Sc se incluye dentro del grupo de sedimentos y rocas con porosidad primaria de interés hidrogeológico, conformando acuíferos locales de extensión variable en rocas sedimentarias no cementadas, generalmente de granulometría fina, con aguas de buena calidad química y baja permeabilidad (referencia tomada de SGC, 2011).

En el Atlas de Aguas Subterráneas (Hincapié, G., 2003), para el área correspondiente a la Plancha 5-13, esta unidad, se clasifica como un acuífero con porosidad primaria, caracterizado por su discontinuidad y baja productividad. Se describe que puede comportarse como confinado o semiconfinado en las zonas de almacenamiento, mientras que en las áreas de afloramiento actúa como acuífero libre, recargándose principalmente a partir de la precipitación pluvial.

Con los Depósitos Aluviales (Qal) y el Terciario Superior Amazónico (Tsa) se asocia el Sistema Acuífero Leticia definido en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2022) como SAP2.2, allí se menciona que este sistema es multicapa de tipo libre que se extiende hacia Brasil cuyos espesores son variables entre 30 y 70m, por lo que también se considera un acuífero transfronterizo. Su recarga se debe principalmente a la infiltración directa de la precipitación en el sector norte y su descarga corresponde al río Amazonas. El principal uso dado en su aprovechamiento por las comunidades es el doméstico, incluido el consumo humano, seguido del recreativo e industrial; esto a través de 781 aljibes y 87 pozos profundos que se identificaron en su momento para la caracterización del sistema, sin embargo, se desconoce el volumen de agua concesionada o el estado de su calidad dado que no existe monitoreo; preliminarmente se describe el agua dulce de baja mineralización con valores de pH moderadamente ácidos.

Con un muy bajo nivel de información, el Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2014, 2018 y 2022) también prioriza el Sistema Acuífero SAP 2.1 de Valles Aluviales y Terrazas de Grandes Ríos, asociado a los depósitos de sedimentos transportados y acumulados por los afluentes Caguán, Yarí, Caquetá, Apaporis, Cahuinarí, Igara Paraná y Putumayo.

También se encuentran en la zona las unidades E3N1-Sct y e6-e9-Sc, que, aunque no han sido incluidas en el ENA dentro de los sistemas acuíferos son consideras localmente de interés en el abastecimiento del recurso hídrico.

La unidad E3N1-Sct aflora parte de las planchas 5-14, 5-18, 5-19 y 5-22, desde el piedemonte hacia la llanura amazónica principalmente en el Departamento del Putumayo, allí se identifica con el Grupo Orito considerado localmente como un acuífero de baja productividad, de tipo confinado, de extensión regional, multicapa, con un espesor de 500 y 2000 m (tomado de Memoria Técnica de la Plancha 5-14 del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (Hincapié, G., 2003).

La unidad e6-e9-Sc se limita a afloramientos a manera de franjas alargadas en el piedemonte en jurisdicción de las planchas 5-18, 5-19 y 5-14; en el departamento de Caquetá se relaciona con la Formación Pepino considerado un acuífero

confinado, multicapa, de extensión regional, con un espesor que fluctúa entre 150 y 900, se presume con porosidad primaria de baja permeabilidad y productividad (Hincapié, G., y Huguett, A., 2004).

Finalmente, respecto a la categoría “A” de litopermeabilidades cabe anotar que cubre más del 60% del Bioma Amazónico colombiano, es decir que, en este porcentaje del área afloran sedimentos y rocas con permeabilidad y porosidad intergranular que presentan variados potenciales de infiltración y almacenamiento de agua subterránea dependiendo de su composición litológica. No obstante, es de señalar que, de acuerdo con el Mapa de Recarga presentado en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2018), las zonas con potencialidad de recarga alta y moderada se localizan principalmente relacionadas con los Depósitos Cuaternarios del Sistema Acuífero SAP 2.1 y la franja del piedemonte amazónico con presencia de unidades geológicas incluidas en esta categoría; áreas que a su vez coinciden parcialmente con sectores identificados actualmente sin ningún tipo de restricción legal. En este sentido, teniendo en cuenta el potencial acuífero y de recarga hídrica de dichos sectores, es menester determinar su especial protección como áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos de acuerdo con los establecido en el Ley 99 de 1993 (artículos 1.2 y 111).

Rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas con disolución y/o fracturamiento de alta a media permeabilidad (B).

Unidades geológicas fracturadas y con disolución. Constituidas por rocas sedimentarias y vulcanoclásticas de ambiente marino, transicional y continental, rocas ígneas y metamórficas (SGC, 2011).

En el Bioma Amazónico, esta categoría caracteriza unidades geológicas presentes en la Cordillera Oriental y el piedemonte de la Llanura Amazónica (Planchas 5-14 y 5-18), denominadas como b6k6-Stm, b6k5-Sm, b6k1?-Sctm, T3J1-VCc y T3J-Pi. En el Mapa de Litopermeabilidades se consideraron, de manera cualitativa, de interés hidrogeológico, ya sea debido a su composición litológica con presencia de materiales calcáreos y/o por su alto grado de fracturamiento.

La unidad b6k1?-Sctm localmente se correlaciona con la Formación Caballos; en la Plancha 5-13 del Atlas de Aguas Subterráneas (Hincapié, G., 2003) se considera como un acuífero potencial con porosidad secundaria por fracturamiento, discontinuo de extensión regional. La unidad b6k6-Stm en la Plancha 5-14 (SGC, 2011) se asocia con la Formación Villeta y el Grupo Olini.

Adicionalmente, se considera importante mencionar que parte del área de afloramiento de esta categoría (B) en la Plancha 5-18 se encuentra en zonas de

páramo identificadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como ecosistemas estratégicos sujetos de protección.

Sedimentos y rocas sedimentarias de baja permeabilidad (C)

Unidades geológicas que pueden almacenar agua, pero la transmiten lentamente. Constituidas por sedimentos paludales, morrénicos y de dunas y por rocas sedimentarias poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental, transicional y marino (tomado de SGC, 2011).

En el Bioma Amazónico, esta categoría se extiende principalmente en los departamentos de Vaupés y Amazonas asociada con el Terciario Inferior Amazónico según Galvis, et al., (1979) en “Inventario Minero en el Departamento del Caquetá” (Díaz, D., 1999) ó Formación Pebas o Terciario Inferior con litología compuesta por arcillas, arcillas arenosas, limolitas, arenas muy finas, lignitos, niveles calcáreos, niveles fosilíferos, lutitas y lodolitas arenosas según el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana (SIAT-AC) (Tomado de Plancha 5-23, SGC, (2011)).

En el mapa de potencialidad de recarga del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2018) el área que corresponde con los sedimentos y rocas de baja permeabilidad (C) se establece con bajo potencial de recarga hídrica.

Rocas sedimentarias muy compactas, ígneas y metamórficas de baja Permeabilidad (D)

Unidades geológicas sin capacidad de absorber o transmitir agua, complejo de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas muy compactas (tomado de SGC, 2011).

De esta categoría, geológicamente hacen parte los complejos Quebradagrande y Migmatítico de Mitú, el Granito de Parguaza, el Grupo Güejar, las formaciones Romaira y Pedrera, Saldaña, Araracuara y la Sienita Nefelítca de San José del Guaviare entre otras unidades. Sus áreas de afloramiento se encuentran parcialmente en los departamentos de Guainía, Vaupés, Caquetá, Guaviare, Cauca, Nariño, Putumayo y Meta, representados a escala local en las serranías de Chiribiquete, La Macarena, La Trampa, Tarairá Trairá y La Lindosa.

En el mapa de potencialidad de recarga del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2018) las unidades mencionadas anteriormente se clasifican principalmente dentro de la categoría de muy bajo potencial.

- *Estudios Locales*

Modelo Hidrogeológico de San José del Guaviare

Esta investigación fue publicada por el Servicio Geológico Colombiano – SGC en el año 2016, su área de estudio se enmarca en el casco urbano y entorno del municipio de San José del Guaviare.

En la unidad hidrogeológica de Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular se caracterizaron sistemas acuíferos continuos de extensión regional a intermedia de tipo libre con muy alta productividad, representados en los Depósitos Aluviales, Depósitos de Vertiente y la Formación Caja, esta última correlacionable posiblemente con la unidad N-Sc del Mapa Geológico de Colombia que dio origen al Mapa de Litopermeabilidades (SGC, 2011).

Como Rocas con flujo Esencialmente a través de Fracturas se clasificó la Formación Areniscas de San José, caracterizadas con porosidad secundaria y localmente primaria, como sistemas acuíferos de extensión regional de tipo libre a confinado con media a baja productividad. Según el Modelo Hidrogeológico es en esta formación donde se presenta la recarga del área de estudio que a su vez se traslada en gran medida la Formación Caja y los sedimentos indicando con esto un flujo de carácter regional.

Modelo Hidrogeológico de Inírida

Este modelo hidrogeológico conceptual, fue oficializado por el Servicio Geológico Colombiano - SGC en el año 2015, abarcando la zona urbana y rural del municipio de Inírida en el Departamento del Guainía.

En esta área, el SGC identificó como acuíferos de alta y media productividad respectivamente a los depósitos Aluviales Recientes, Llanuras de Desborde Antiguas y Depósitos Arenosos Residuales, sus transmisividades son del orden de 270 m^2/día a 700 m^2/día.

Adicionalmente se identificó como unidad aflorante los Granitoides del Complejo Mitú conformados por rocas plutónicas con limitados recursos de agua subterránea.

El recurso hídrico estudiado presentó valores de pH entre 4.07 y 6.69 unidades, predominando el rango ácido dada la baja mineralización y probablemente la presencia de suelos ácidos producto de la meteorización de las rocas ígneas; según los diagramas de Piper se concluyó que el agua es de tipo bicarbonatada cálcica debido a la mencionada baja mineralización y descarga rápida.

Sistemas acuíferos de la Región de Leticia

En el documento “Aguas Amazónicas” publicado por OTCA (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica) se ha incluido el estudio “Agua Subterránea para Suministro Urbano: Evaluación de los Sistemas Acuíferos de la Región de Leticia – Colombia”.

En dicho estudio se realizó la caracterización del Acuífero Aluvial de Leticia, definido así por los 1055 de puntos de captación identificados cuyo uso predominante es el doméstico, dado que los pobladores prefieren hacer uso del agua subterránea o la lluvia antes que del acueducto municipal. El reconocimiento en campo realizado para el proyecto permitió identificar que el nivel estático fluctúa hasta 7m entre los extremos climáticos, de igual manera se observó la tendencia del flujo subterráneo en dirección norte-sur y este-oeste que interactúa con el río amazonas, el cual aporta en la recarga del acuífero.

En la investigación también se integraron variables como la amenaza por contaminación, las condiciones sanitarias de las captaciones de los puntos de agua y la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero aluvial y la calidad del aguas superficial y subterránea, entre otras. Dentro de las amenazas identificadas se encuentra una red de fuentes potenciales de contaminación relacionadas con la presencia de botaderos de basura, el cementerio, estaciones de despacho y almacenamiento de combustible, el matadero del casco urbano y quebradas contaminadas; adicionalmente, se señala la presencia de condiciones sanitarias puntuales desfavorables como la presencia de pozos sépticos y ausencia de sellos sanitarios; no obstante, también se evaluó la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero la cual según el método GOD es moderada, índice que concuerda con el análisis de calidad del agua subterránea, que arrojó que es buena en comparación con el recurso hídrico superficial, siendo más óptima para consumo humano y otros usos.

En el estudio se proyecta que, para el año 2040 la demanda hídrica subterránea se calcula en 750236 m^3/cm, un aumento exponencial teniendo en cuenta que para el año 2018 se estimó en 0,517 Mm^3/año y satisfacía a un total de 26875 habitantes, lo cual equivalía a un 65% de la población total de Leticia.

Los anteriores estudios, confirman el interés de las unidades geológicas con potencial hidrogeológico aflorantes en el área del Bioma Amazónico Colombiano, dado que constituyen fuentes de aprovechamiento del recurso hídrico de fácil acceso y con calidad adecuada para el uso de las comunidades; en razón a esto, es importante gestionar el agua subterránea desde la protección de las zonas y/o

unidades que dan origen a su recarga y almacenamiento eficiente, de tal modo que se garantice su sostenibilidad en el tiempo.

- *Disponibilidad y calidad del recurso hídrico subterráneo*

De acuerdo con la información que reposa en la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, en conjunto con los modelos hidrogeológicos del SGC para el área de Inírida y para el municipio de San José del Guaviare, lo presentado en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), la información recopilada en el marco del Proyecto GEF Amazonas (OTCA & SHI S.A.S., 2015), y el Modelo Hidrogeológico Conceptual del municipio de Puerto Nariño (Vargas-Guardiola, 2025), en el Bioma Amazónico colombiano hay 2991 puntos hidrogeológicos identificados, que se clasifican de la siguiente manera:

Tabla.5 Inventario de puntos de agua.

Tipo de punto	ANLA	OTCA & SHI S.A.S. (2015) *	ENA (2022)	Vargas-Guardiola (2025)	SGC – Modelo Hidrogeológico Área de Inírida	SGC – Modelo Hidrogeológico San José del Guaviare	TOTAL
Aljibe	444	2	781	0	3	24	1254
Manantial o Nacedero	92	0	0	13	14	16	135
Piezómetro	200	0	0	0	0	0	200
Pozo	5	1015	87	0	122	173	1402
TOTAL	741	1017	868	13	139	213	**2991**

* A partir de García-Romo (2008)

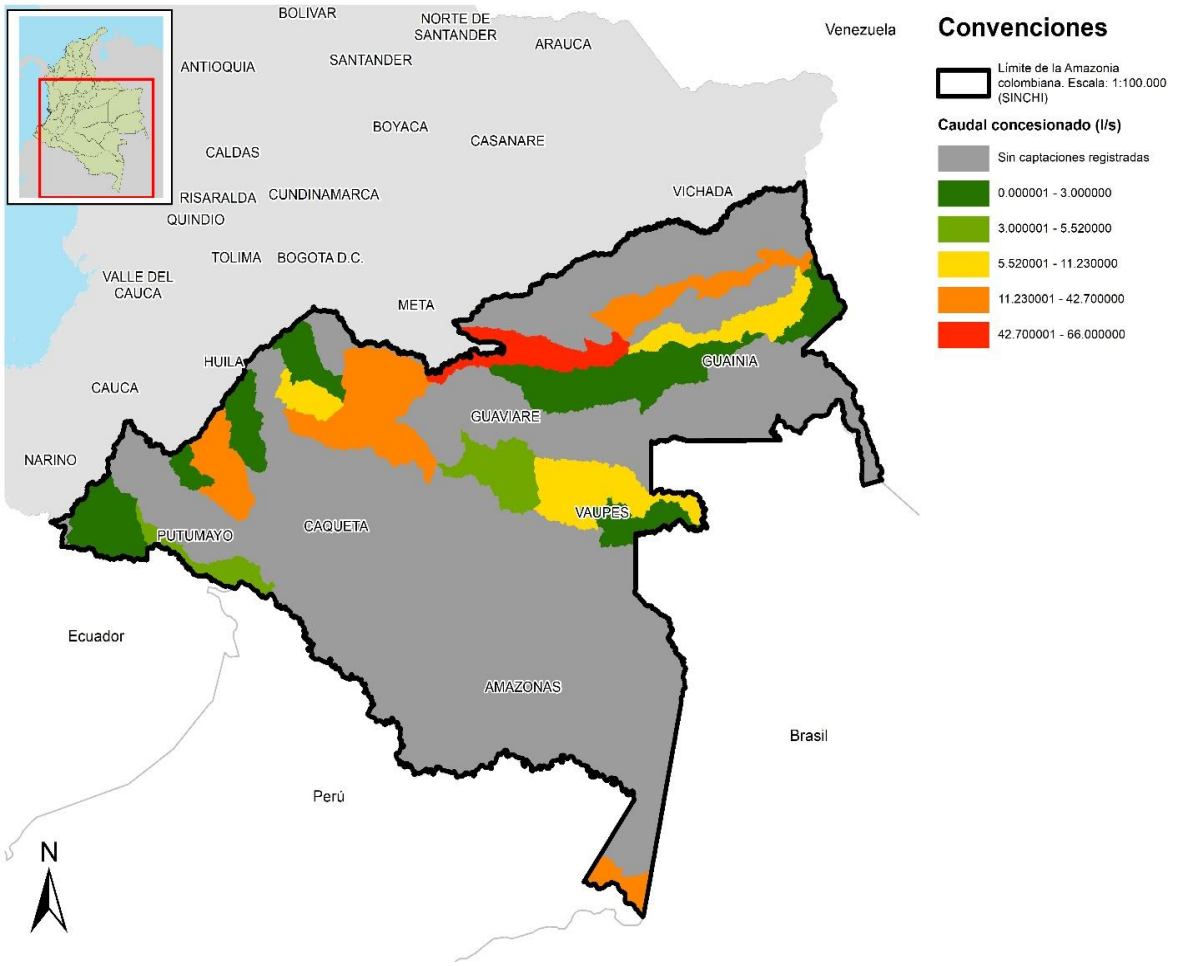
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Así pues, se encuentra que los pozos y aljibes representan los puntos de mayor relevancia en la Región en cuanto a su cantidad, e indican la importancia del recurso para las comunidades en la Amazonía colombiana. Ejemplo de esto es el caso de Leticia que, de acuerdo con OTCA & SHI S.A.S. (2015), debido a las condiciones del acueducto municipal, tanto en la zona urbana como en la rural muchos habitantes prefieren el uso del agua subterránea e incluso el agua lluvia, antes que el agua del acueducto. De acuerdo con cálculos del mismo estudio (OTCA & SHI S.A.S., 2015), la demanda del recurso hídrico subterráneo en el municipio de Leticia es de 0,517 Mm^3/año y abastece a 26.875 habitantes (65% de la población total); esta tasa de explotación es inferior a la máxima posible, que sería de 1.224 Mm^3/año, según estimaciones. Los valores del estudio contrastan con lo presentado en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), donde se señala un caudal anual de explotación de 0,903 Mm^3/año, valor que incluso supera las proyecciones de demanda a 2040 de OTCA y SHI S.A.S. (2015) de 0,750236 Mm^3/año.

De acuerdo con la revisión del Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH a corte 5 de abril del 2025, en conjunto con la información que reposa en la BDC,

en el Bioma Amazónico colombiano hay 127 captaciones registradas, las cuales suman un caudal concesionado de 271,95 l/s, lo equivalente aproximadamente a 8,57 Mm^3/año; el mayor caudal autorizado estaría en la SZH Medio Guaviare (65,75 l/s = 2,07 Mm^3/año), al igual que el número de captaciones (30).

Figura.32 Caudal concesionado

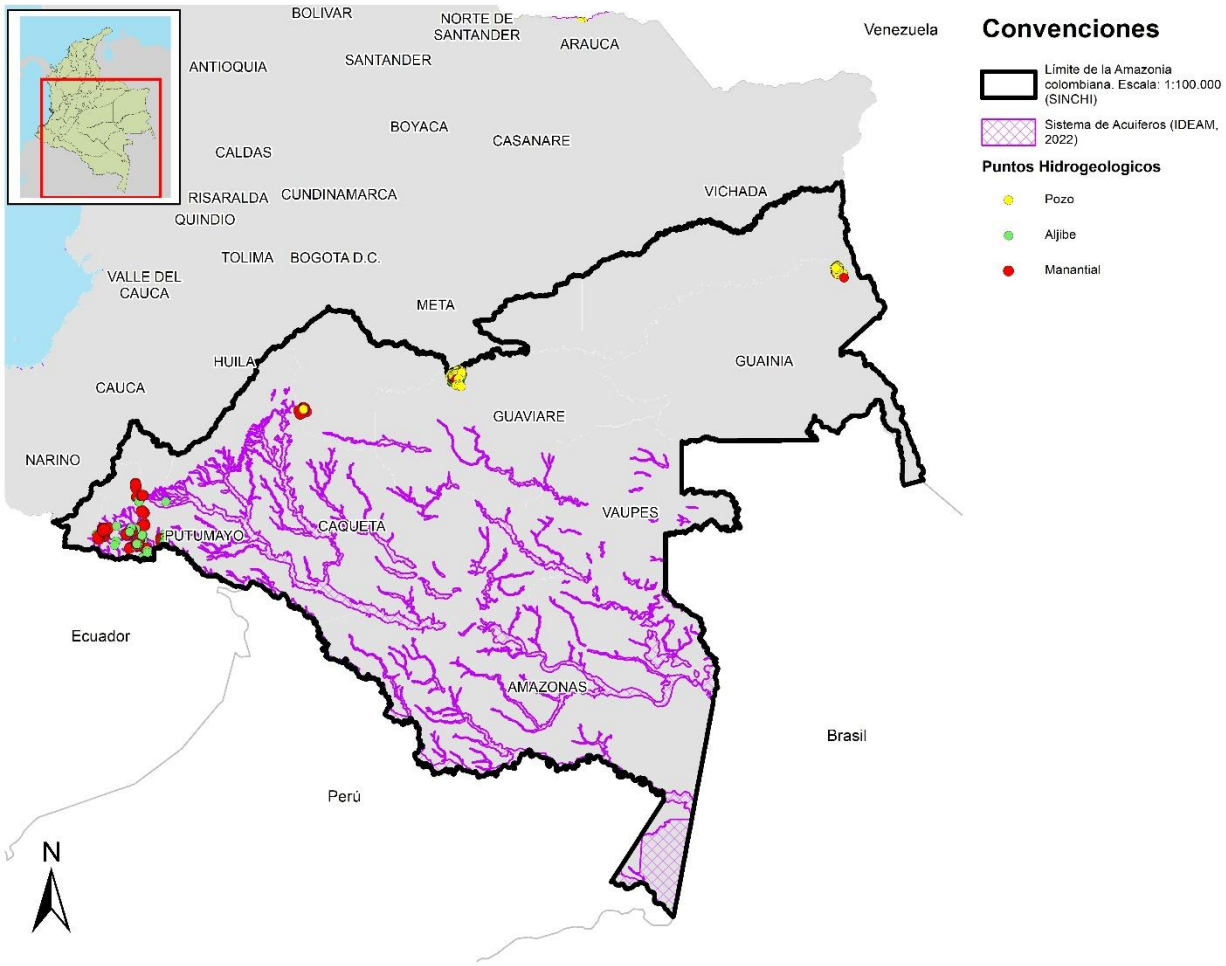


Fuente: Elaboración propia a partir de información de ANLA e IDEAM, 2025.

Como se observa en la Figura.33 , los puntos hidrogeológicos identificados se distribuyen con una densidad espacial muy baja, lo que indica que estos puntos se encuentran agrupados en áreas puntuales y no de manera uniforme a lo largo del territorio, concentrándose principalmente hacia el departamento del Putumayo, donde se ubican principalmente los proyectos licenciados y, por tanto, donde se tiene más información. De estos, la mayor parte de los puntos hidrogeológicos captan unidades de depósitos cuaternarios (aluviales, preponderantemente), y rocas del Grupo Orito. En el área de Inírida, por su parte, la mayoría de los puntos captan depósitos cuaternarios (principalmente Depósitos Arenosos Residuales

(Q2SRAR)); de forma similar sucede en el sector de San José del Guaviare, donde la mayor parte de los puntos hidrogeológicos interceptan los Depósitos Aluviales. Finalmente, en la zona de Leticia, la totalidad de los puntos hidrogeológicos inventariados captan el acuífero aluvial transfronterizo Leticia – Tabatinga.

Figura.33 Distribución de información existente de puntos hidrogeológicos



Fuente: Elaboración propia a partir de información de ANLA, SGC (2015, 2016), IDEAM (2022), 2025.

Nota: Los puntos hidrogeológicos los municipios de Leticia y Puerto Nariño no se ubican debido a falta de información cartográfica de los mismos, más allá de ser presentados por OTCA y SHI S.A.S. (2015) y Vargas-Guardiola (2025).

Ahora, en términos de calidad de las aguas subterráneas, se cuenta con información principalmente del área del departamento del Putumayo, donde, como se mencionó, se acumulan los proyectos objeto de licenciamiento por parte de la ANLA, dicha información se basa en lo recopilado a partir de lo radicado durante el proceso de evaluación y seguimiento ambiental por los diferentes proyectos localizados en el Bioma Amazónico mediante ICA, EIA, entre otros, y su posterior proceso de validación. A este respecto, se analiza la información del año 2020 en adelante, sin

diferenciar entre periodos hidroclimatológicos de lluvia y estiaje, debido a la limitada disponibilidad de datos. Vale la pena señalar que los límites permisibles mencionados en los apartados siguientes se basan lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 del 2015, que presenta criterios de calidad para consumo humano y doméstico.

- Conductividad eléctrica (CE) y Sólidos Disueltos Totales (SDT):

La conductividad eléctrica hace referencia a la capacidad de una sustancia para conducir la corriente eléctrica, siendo su valor es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad; asimismo, es un valor que se puede relacionar con el tiempo de tránsito de las aguas subterráneas en el subsuelo y su subsecuente mineralización.

Para el agua dulce se ha establecido un límite máximo de conductividad eléctrica de 2000 µS/cm (Custodio y Llamas, 1983). En el área de análisis se encuentra que los valores registrados presentan una tendencia por debajo de los 1000 µS/cm, con algunos valores por encima de estos valores, y situaciones puntuales que superan los 2000 µS/cm, y de las cuales no es posible afirmar tendencias; así pues, los valores de conductividad eléctrica obtenidos indican presencia de aguas dulces con flujos preponderantemente locales, donde se da recarga directa hacia los acuíferos aluviales y habría una fuerte influencia de los eventos de precipitación sobre la infiltración de agua hacia el subsuelo.

Por su parte, la presencia de sólidos disueltos totales con valores tendenciales por debajo de los 500 µS/cm confirma la presencia de aguas dulces en el sector, pues la bibliografía indica valores por debajo de 1000 µS/cm para aguas dulces; ahora bien, de forma análoga a lo observado en los registros de conductividad eléctrica, se presentan valores por encima del límite propuesto, pero se entienden como situaciones puntuales que no trascienden a tendencias locales ni regionales.

- pH:

Las muestras obtenidas indican valores de pH promedio de alrededor de 6.3, lo cual es indicativo de aguas ligeramente ácidas, posiblemente influenciadas por aguas de infiltración, tal como se observó en los registros de conductividad eléctrica. Además, teniendo en cuenta el límite normativo del Decreto 1076 de 2015 (entre 5.0 y 9.0 unidades), es posible afirmar que la mayoría de los registros dan cumplimiento a estos límites.

- Metales:

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. Tras analizar la información producto de los monitoreos se encuentra que la mayoría de los registros se encuentra por debajo del límite de cuantificación, salvo ciertos casos puntuales: se encuentran sobrepasos del límite máximo normativo para el Cadmio (Cd) durante el año 2021; Bario (Ba) durante los años 2020, 2021 y 2022; Níquel (Ni) durante los años 2020 y 2021 (en este caso se toma el límite presentado en la Resolución 2115 de 2007 en tanto el Decreto 1076 no define un valor máximo permisible para este parámetro); Plomo (Pb) en el año 2021.

- Fenoles:

Se encuentran la mayoría de los valores por debajo del límite de cuantificación, y solo uno, cuantificado, que estaría por encima del límite máximo definido de 0.002 mg/L, el cual se evidenció durante el año 2021.

- Bacteriológicos:

Durante los años 2021 y 2022 se encontraron un total de seis (6) valores que superan el límite máximo permitido de Coliformes Fecales (2.000 microorganismos/100 ml). En cuanto a Coliformes Totales (cuyo límite máximo permisible es de 20.000 microorganismos/100 ml), se encontraron tres (3) valores que superan el límite mencionado en 2021 y 2022. Finalmente, se encuentra un registro de E. Coli cuantificado para el año 2021 (1 microrganismo /100 ml). Ahora bien, es importante señalar que la cuantificación (y en algunos casos sobrepaso normativo) parámetros microbiológicos en los monitoreos realizados, no son representativos y no indican un comportamiento repetitivo, por lo cual no es posible afirmar una tendencia que repercuta en las condiciones de calidad de las aguas subterráneas.

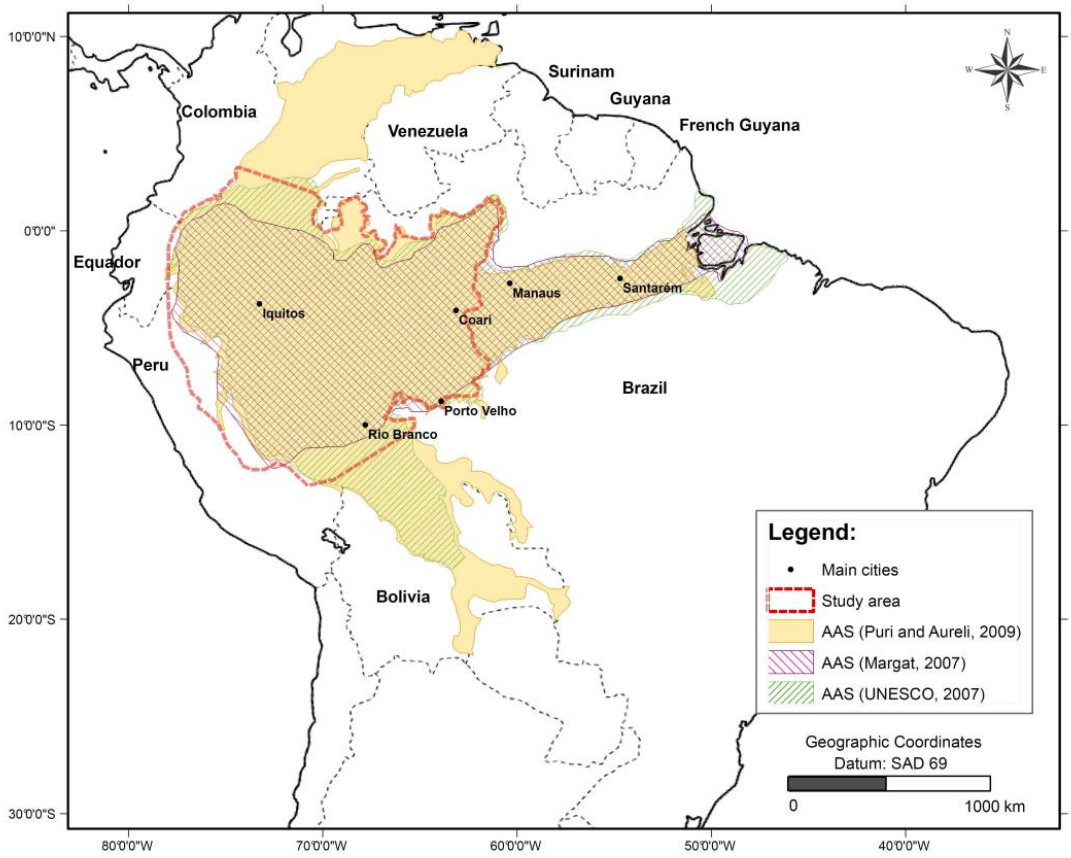
Con respecto al acuífero aluvial del Leticia, SHI S.A.S. (2023) indica que el agua subterránea en Leticia cumple con la mayoría de los criterios establecidos en la normatividad ambiental colombiana para consumo humano y/o uso doméstico, agrícola y pecuario expuestos en el Decreto 1076 de 2015, además de que la ausencia de contaminación por macronutrientes, materia orgánica (DBO y DQO), cloruros, grasas y aceites, indicaría la ausencia de contaminación por actividades antrópicas. Además, se encuentra que el agua subterránea en el acuífero aluvial en cuestión tiene una interacción constante con agua de recarga reciente pero también con agua de escorrentía y drenajes superficiales en la zona, incluido el río Amazonas para aquellos puntos cercanos a este (SHI S.A.S., 2023). Esto último

coincide con lo presentado a lo largo de este capítulo en cuanto a la influencia e interacción de las aguas superficiales con las aguas subterráneas en la Región.

Vale la pena mencionar que el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO plantea la posible existencia de un gran sistema acuífero regional: el Sistema Acuífero Transfronterizo Amazonas, con una extensión de alrededor de 3’950.000 km^2, con cálculos de reservas iniciales entre 45000km^3 y 160000km^3, que comprendería Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (UNESCO, 2007) Este sistema acuífero abarcaría las provincias hidrogeológicas de Amazonas y Orinoco, a las que pertenecen acuíferos aluviales como los ya presentados.

De acuerdo con IW: LEARN (IW:LEARN, 2022), la red de drenaje superficial de la Amazonía se encuentra fuertemente conectada al Sistema Acuífero Amazónico (SAA), lo que lo hace una pieza clave para mantener el funcionamiento de la cuenca y sus ecosistemas, así como para garantizar su papel en el ciclo regional y global del agua y el clima, y el equilibrio ecológico. Por su parte, Ferreira do Rosario, Custodio, y Caroso da Silva Jr. (2016), propone un sistema acuífero dentro del SAA: el WAAS, por sus siglas West Amazonic Aquifer System, como un sistema acuífero multicapa formado por secuencias cretácicas y terciarias, teniendo en cuenta la continuidad y homogeneidad de las secuencias estratigráficas en distintos sectores de la Región; además, se señala una conexión hidráulica entre los estratos inferiores y los depósitos arenosos del fondo del río Amazonas. Así pues, se podría afirmar que el Sistema Acuífero del Amazonas estaría estrechamente relacionado con la preservación del Bioma Amazónico, la regulación de los sistemas hídricos de la Región, y, en consecuencia, de su diversidad (Ferreira do Rosario, Custodio, & Cardoso da Silva Jr., 2016).

Figura.34 Delimitación del Sistema Acuífero Amazónico



Fuente: Ferreira do Rosario, Custodio, y Caroso da Silva Jr., 2016.

En este sentido, la protección del Bioma Amazónico colombiano, tal como se plantea en el presente documento, se configura como un instrumento regulatorio orientado a la construcción de políticas nacionales que fortalezcan la gobernanza del recurso hídrico subterráneo en la región. Asimismo, resalta la necesidad de impulsar la investigación científica para ampliar el conocimiento hidrogeológico sobre los acuíferos amazónicos y las amenazas que enfrentan, con el fin de garantizar su conservación como un recurso estratégico esencial para la seguridad hídrica y el abastecimiento de las generaciones futuras.

6.2. FENÓMENO METEOROLÓGICO “RÍOS VOLADORES”

Como se ha expuesto a este punto, la cuenca Amazónica transfronteriza, del cual hace parte el Bioma Amazónico colombiano, constituye un sistema complejo y dinámico (unidad ecológica funcional) en el cual convergen diferentes elementos biofísicos como la localización geográfica en la ZCIT, la circulación atmosférica global, el comportamiento del clima regional, los flujos hídricos provenientes de diferentes unidades geológicas y múltiples interacciones biológicas, por lo cual es

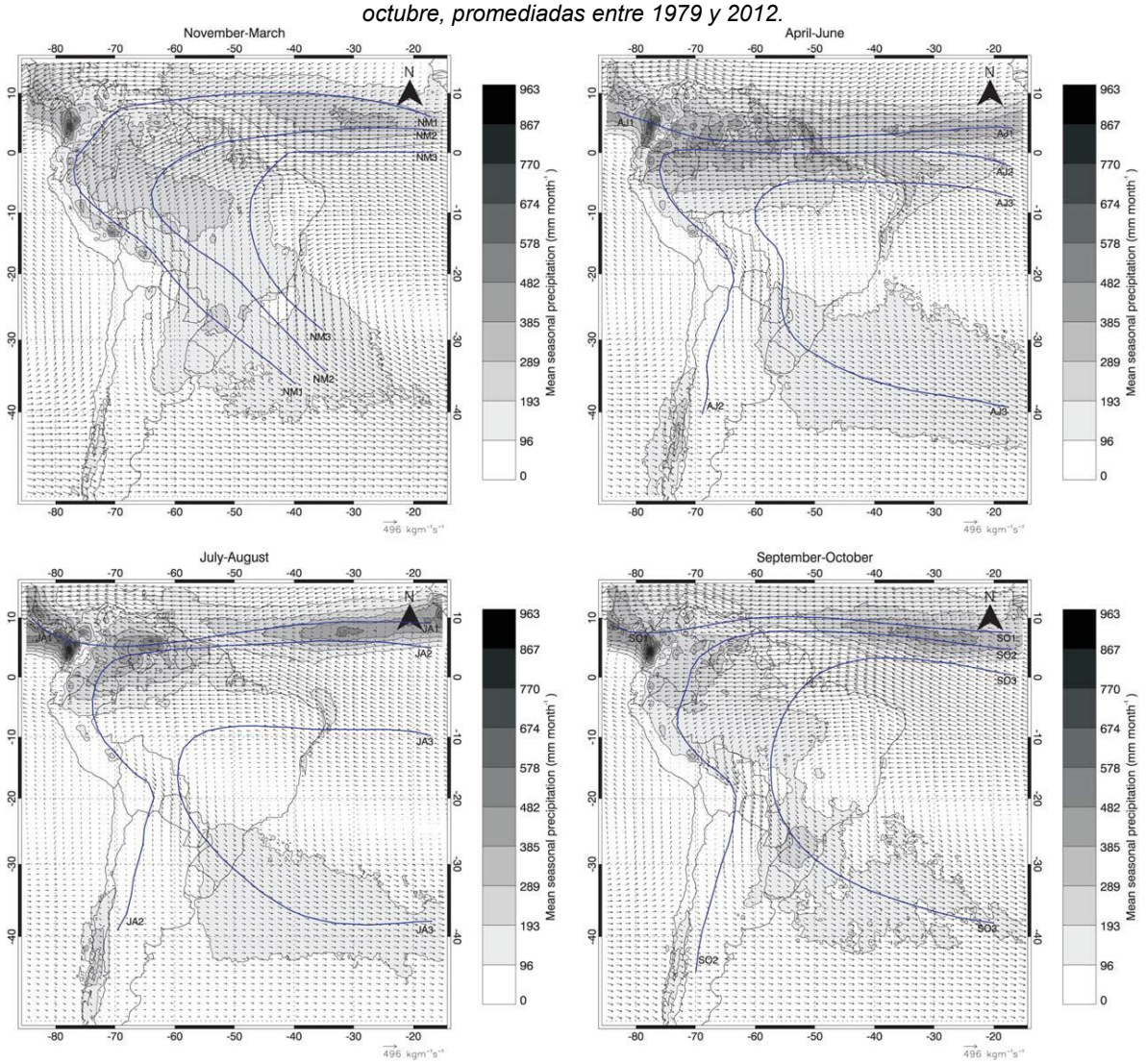
catalogada como el pulmón verde de planeta y un refugio para la biodiversidad del mundo.

La Amazonía presenta uno de los fenómenos meteorológicos más importantes para el clima, la hidrología y la biodiversidad del continente conocido desde el ámbito técnico como ***low level jets*** o **río voladores**. Moraes-Arraut et al. (2012) definen los ríos voladores como vías filamentosas preferenciales o amplias de flujo de humedad, debido a su simetría/analogía casi completa con los ríos superficiales, que al desacelerar y ensancharse espacialmente forman lagos atmosféricos que contienen la mayor cantidad de agua precipitable, de forma análoga a la profundidad de los lagos superficiales.

Poveda Jaramillo (2011) resalta que la selva amazónica recicla eficientemente la precipitación: los intercambios entre precipitación y evapotranspiración son del orden del 50 %, de modo que aproximadamente la mitad de la lluvia que cae en la cuenca proviene del propio bosque. Este importante proceso hace de la selva un regulador climático: al transpirar agua, enfría la superficie, humedece la atmósfera y promueve nuevas lluvias; al condensar, calienta la atmósfera media y fortalece la circulación. La Amazonia, por tanto, estabiliza el clima regional y contribuye al equilibrio climático global mediante estos flujos acoplados de agua-energía.

Poveda et al. (2014) presenta las principales trayectorias de los ríos voladores – AR. Esta trayectoria es descrita como un gran giro del vapor de agua sobre Sudamérica que parte del Atlántico Norte tropical hasta Los Andes y luego vira hacia el sureste, flanqueando los Andes orientales, sin embargo, también tienen variaciones a lo largo de año como se muestra a continuación.

Figura.35 Trayectorias de los ríos aéreos en América del Sur al este de los Andes a lo largo del ciclo estacional de precipitaciones (mm mes-21) de noviembre a marzo, abril a junio, julio a agosto y septiembre a octubre, promediadas entre 1979 y 2012.



Fuente: Poveda et al., 2014.

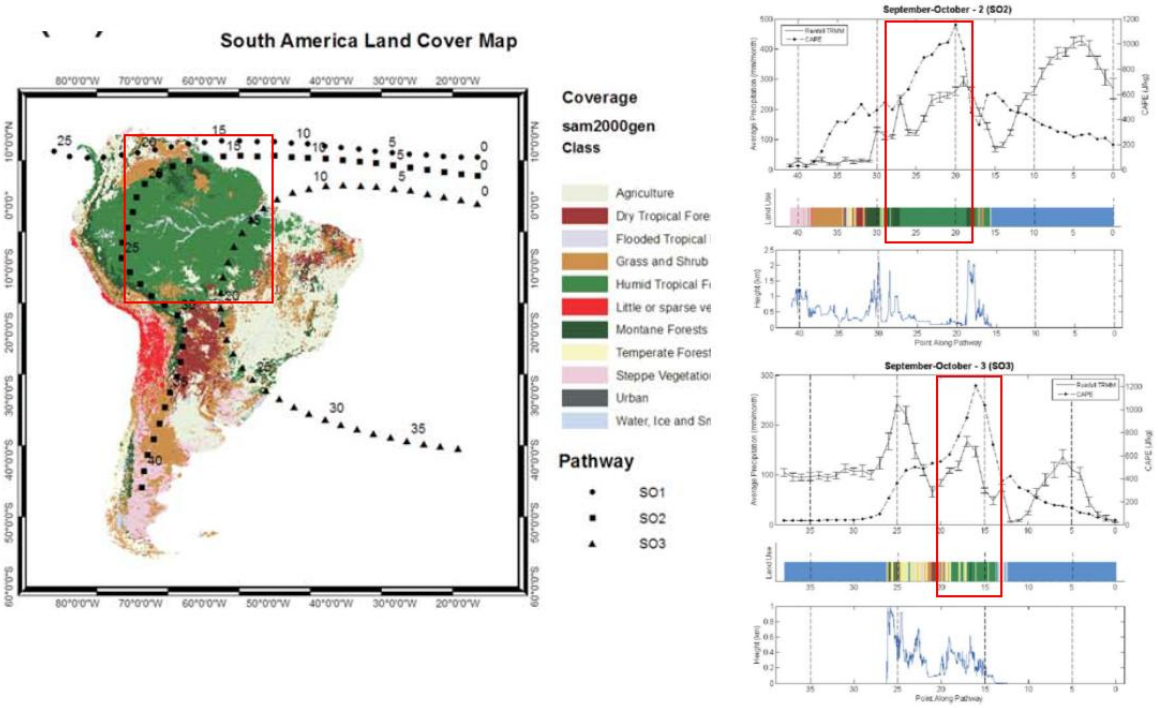
En la temporada de lluvias de noviembre a marzo (NDJFM), el flujo del lago aéreo se transporta principalmente hacia las zonas subtropicales, mientras que en la temporada de bajas lluvias del trapecio amazónico junio a agosto (JA) se dirige principalmente hacia Centroamérica. El flujo de humedad desde la Amazonía hacia las zonas subtropicales muestra correlaciones moderadas con las precipitaciones subtropicales a lo largo del año, pero estas correlaciones son algo mayores para las temporadas de lluvias (NDJFM) y de transición fría abril a junio (AMJ). Moraes-Arraut et al. (2012).

No obstante, esta dinámica trasciende de un fenómeno meteorológico a una interacción determinante para el clima entre el ciclo hidrológico y el bosque. La selva amazónica absorbe la humedad del océano Atlántico hacia el continente, como una bomba de succión, de manera que el vapor de agua llega hasta la cordillera de Los Andes transportada por las corrientes de los Vientos Alisios y se precipita en forma de lluvia en un proceso de varios ciclos de lluvia – evapotranspiración – lluvia, el cual se considera un motor de recirculación, que avanza desde la baja Amazonia hasta el piedemonte Andino, y hacia toda Suramérica. (Poveda, 2024).

Por otro lado, el bosque amazónico posee un sistema radicular complejo que almacena y utiliza agua en las profundidades del suelo. Esto es particularmente útil cuando las lluvias son menos frecuentes, como en el sur de la Amazonía durante la estación seca. Moraes-Arraut et al. (2012). La parte descrita de este ciclo contribuye a la infiltración del agua en el suelo y en los acuíferos, lo que limita su escurrimiento; regula la magnitud de las inundaciones extensas durante la temporada de lluvias y funciona como mecanismo de adaptación biológica y de liberación controlada de flujos durante épocas de sequía. (Poveda, 2024).

Frente a las trayectorias o transectos analizados por Poveda et al. (2014) se evidencia que tienen sus mayores valores de precipitación en las coberturas asociadas a la selva amazónica, siendo esta zona la de mayor precipitación en Suramérica, como se ejemplifica a continuación para el periodo septiembre – octubre**.**

Figura.36 Izquierda: Trayectorias de los ríos atmosféricos de septiembre a octubre a lo largo de mapa de cobertura terrestre de Sudamérica de Eva et al. [2004]. Derecha: Distribución espacial de la precipitación media de septiembre a octubre y la energía potencial convectiva disponible (CAPE) a lo largo de las trayectorias SO2 y SO3. Los dos gráficos debajo de las figuras principales muestran secciones transversales de la cobertura terrestre y la topografía a lo largo de cada trayectoria.



Fuente: Poveda et al., 2014.

Una de las conclusiones más importantes del citado estudio es que los flujos de agua terrestres están dominados por flujos biológicos (transpiración) en lugar de flujos físicos (evaporación), y que la actividad de la vegetación genera y aumenta el vapor de agua a escala continental.

El mecanismo de la bomba biótica de humedad atmosférica (BiPAM) podría contribuir a explicar la extraordinaria región lluviosa del occidente de Colombia, y que la propia existencia de la selva tropical del Amazonas potencia, sustenta y dirige ambos chorros (tanto el que viene del océano atlántico en la baja amazonia, como la que viene del pacifico) hacia sí misma. Esta teoría indica que "*en las regiones cubiertas de bosques, la precipitación anual no disminuye con el aumento de la distancia al océano e incluso puede aumentar a medida que se avanza varios miles de kilómetros tierra adentro, mientras que, por el contrario, donde faltan bosques, la precipitación disminuye con una escala exponencial de unos pocos cientos de kilómetros*"

En la visualización realizada por Bock et. Al (2020), investigadores de la Universidad de Illinois en el periodo diciembre 2004 a marzo 2005, muestra el ciclo diurno de circulación de humedad en la Amazonia como un latido de corazón, del cual depende el suministro de agua de toda sur América.

El estudio de trayectorias presentado anteriormente evidencia que el mecanismo se acopla hasta en un 64% de las trayectorias analizadas, lo que valida la teoría de la bomba biótica en el contexto del bosque amazónico.

Por otra parte, las partículas sobre las cuales se condensa el vapor de agua del bosque amazónico también han sido estudiadas. Los compuestos orgánicos volátiles biogénicos o BVOC[10] y los aerosoles biológicos poseen una fuerte relación con el bosque amazónico, debido a que este los libera y actúan como núcleos de condensación de nubes, favoreciendo la formación de lluvias según lo indicado por (Pöhlker C, 2012).

Los BVOC actúan como mecanismos de defensa y comunicación entre plantas e insectos, contribuyendo a la adaptación de las especies frente a condiciones de estrés; mientras que los aerosoles biológicos favorecen la formación de nubes al generar núcleos de condensación, lo que incrementa la probabilidad de precipitación.

El bosque amazónico es el mayor emisor natural de Compuestos Orgánicos Volátiles Biogénicos (BVOC) del planeta, con una producción aproximada de 835 teragramos por año (Tg/año), como se expuso en el componente atmosférico del medio abiótico de este documento. La relación entre el vapor de agua y la lluvia residual permite que los ríos voladores transporten humedad con elementos fundamentales para mantener el ciclo hídrico en Suramérica y favorecer la conservación de ecosistemas en regiones como la zona Andina, así como en áreas de Brasil, Uruguay y Argentina. Esto valida que la conservación de la selva en condiciones naturales es esencial, ya que la formación de estos compuestos y aerosoles son el resultado de complejas interacciones bioquímicas desarrolladas durante largos procesos evolutivos. Dichos mecanismos son prácticamente imposibles de recrear artificialmente y, en caso de serlo, requerirían tiempos excesivos para recuperar los beneficios actuales.

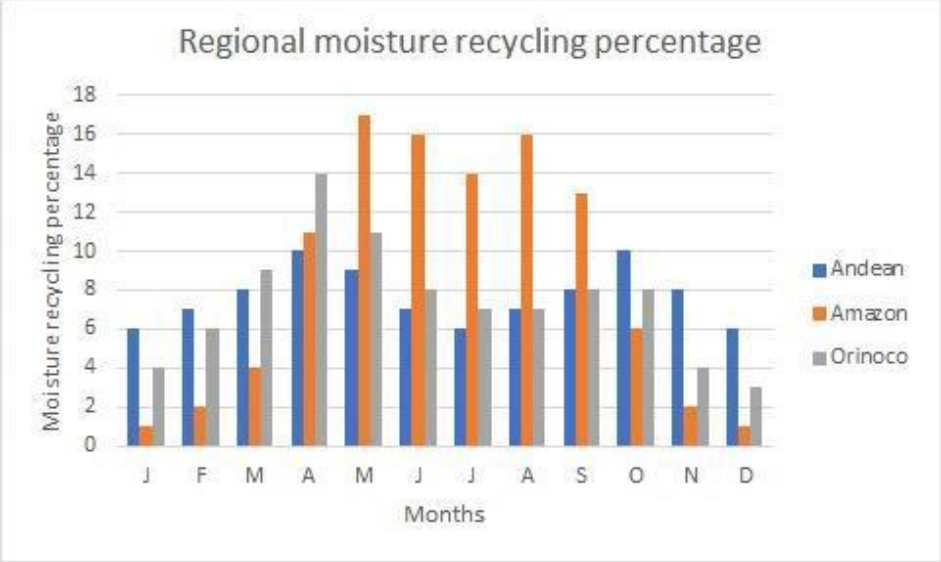
Ahora bien, con respecto al Bioma Amazónico colombiano y su importancia para el ciclo hidrológico, el estudio de (UNAL Medellín, 2021) resalta la importancia de los flujos de vapor de agua provenientes del Atlántico y que transitan por la Orinoquía y la selva Amazónica hacia el piedemonte de Los Andes. El fenómeno

[10] Biofenic Volatile Organic Compounds, por sus siglas en inglés, BVOC.

meteorológico de ríos voladores es fundamental para el suministro de agua de las grandes ciudades cercanas a la cordillera de Los Andes como lo son Bogotá, Lima, Quito y La Paz; así como el suministro a las ciudades del Sureste de Suramérica como Sao Paulo, Buenos Aires y Montevideo, afirma el estudio.

Sobre la dependencia del flujo de humedad de la selva amazónica relacionada con los páramos de Sumapaz y Chingaza, y el suministro de agua en la ciudad de Bogotá, Sánchez et. al (2024), concluyen que las principales fuentes de humedad para Chingaza son el Orinoco y el Amazonas aportando cerca del 50%, siendo el mayor aporte en la temporada de marzo a mayo y de junio a agosto, respectivamente, mientras que el Pacifico, Caribe y Andes son fuentes secundarias. La siguiente figura presenta la variabilidad neta porcentual de contribución de las masas de vapor de agua según su origen entre 1980 y 2022.

Figura. Variabilidad37 neta porcentual, sobre la contribución del Orinoco, Amazonia y Pacifico-Andina sobre el Páramo de Chingaza, Valores promedios multianuales del 1980-2022.



Fuente: Sánchez et. Al., 2024.

En concordancia con lo anterior, Cifuentes y Cote (2022) indican que estos páramos abastecen de agua a la sabana de Bogotá (con aproximadamente 12 millones de habitantes). Por tanto, es importante hacer frente a la deforestación de la selva amazónica, debido a los efectos en la circulación de humedad a nivel regional y su impacto sobre los servicios ecosistémicos que pueden modificar la dinámica social y económica de las comunidades locales y afectar sus medios de vida.

Por su parte, el (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023) presentó resultados de isotopía[11] (composición y origen de la lluvia) para la región Andina, señalando que, con respecto a la caracterización efectuada para el país, la variabilidad isotópica de esta región es la más alta. El IDEAM señala que la huella isotópica de la lluvia depende de fenómenos atmosféricos, sinópticos, a mesoescala o locales (lo que muestra que este proceso está influenciado por las dinámicas de diferentes capas atmosféricas que van desde la superficie hasta los 20 km de altura). Por tanto, el contenido isotópico de la lluvia evidencia el historial de las trayectorias de las masas de aire que se precipitan, y la evaporación/condensación hasta el punto de observación.

Según el análisis del exceso de deuterio[12], en la región Andina a mayor altitud, las precipitaciones están más empobrecidas de isótopos pesados, esto puede indicar que las precipitaciones provienen de procesos convectivos de condensación y trasporte de agua que fraccionaron estos elementos y dan paso a una isotopía más ligera.

Con base en los monitoreos de la Red Global de Isótopos en Precipitación (GNIP) descritos en el (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), en un año hidrológico normal, los meses de julio y agosto representan el periodo de estiaje (caudales y precipitaciones mínimas) en una parte predominante del país; la ZCIT desde la posición del norte, facilita el ingreso al país de humedad proveniente del Atlántico Tropical a través de la selva Amazónica. (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023) explica como la humedad sobre Colombia genera una composición isotópica enriquecida entre enero y marzo, y empobrecida entre mayo y junio, y que el exceso de deuterio tiende a aumentar en parte por la presencia de humedad reciclada principalmente de la cuenca Amazónica.

Es así como se puede concluir que el transporte de masas de agua permite el intercambio de humedad, sedimentos y nutrientes, entre la Amazonía y los Andes, favorece la biodiversidad del bosque amazónico; además, alimenta el ciclo hidrológico de los grandes ríos de Suramérica, entre ellos los ríos colombianos que tienen su nacimiento en la cordillera de los Andes. (Poveda, 2024).

[11] Según (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), la hidrología isotópica es la rama de la ciencia que utiliza herramientas isotópicas y técnicas nucleares para el estudio del ciclo del agua. Los isótopos estables y radiactivos pueden ser utilizados como trazadores naturales para comprender el origen y evolución del agua a través de todos los comportamientos del ciclo hidrológico.

[12] Según (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2023), este término se emplea para cada muestra de lluvia como indicador de fraccionamiento isotópico cinético, este último es el cambio en la abundancia relativa de un isótopo entre la fuente y el producto en una reacción química o física, debido a diferencias en las propiedades de los isótopos o los isótopologos.

Lo anterior demuestra la compleja relación entre el Bioma Amazónico y la Cordillera de Los Andes, debido que estas se interconectan favoreciendo los flujos hídricos aéreos y terrestres, asociados a los flujos de vapor de agua y las precipitaciones en el piedemonte que dan origen a los ríos que nacen en la Cordillera de Los Andes, y particularmente, los ríos que desembocan en el cauce principal del río Amazonas como el río Putumayo y el río Caquetá, entre otros.

En consecuencia, la preservación de la cuenca tranfronteriza Amazónica, y del Bioma Amazónico colombiano adquiere una relevancia estratégica, dado que sus funciones no pueden ser reemplazadas por monocultivos, y los procesos de reforestación difícilmente serían eficientes para restituir los servicios ambientales que hoy ofrece. Entre ellos se destacan la regulación del clima, el mantenimiento del ciclo hídrico que tiene una fuerte relación con el abastecimiento de agua y como fuente de energía para la generación de electricidad hidráulica a importantes poblaciones del territorio colombiano y la conservación de la biodiversidad tanto de la selva amazónica como de ecosistemas aledaños.

El ciclo del agua en el Páramo de Chingaza

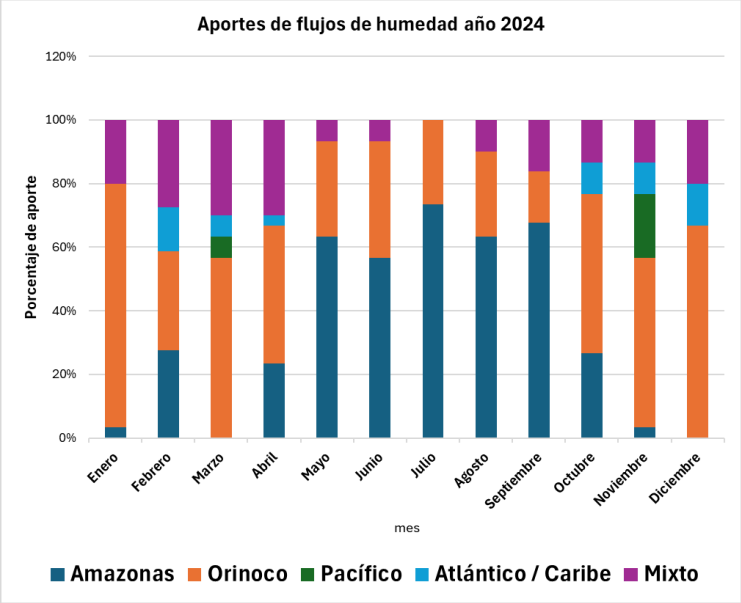
La relación descrita anteriormente entre la precipitación del piedemonte de Los Andes colombianos y el fenómeno de ríos voladores está siendo estudiado actualmente por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y Parques Nacionales Naturales (PNN), a través del monitoreo de las características isotópicas y fisicoquímicas del ciclo del agua en el Páramo de Chingaza con el objetivo de comprender a través de la aplicación de herramientas isotópicas y fisicoquímicas, el ciclo del agua en el Páramo de Chingaza, siendo este un ecosistema estratégico clave para el suministro de agua potable; dichas herramientas permiten identificar el origen, circulación y transformación del agua en el área de estudio.

En tal sentido, para los análisis isotópicos de deuterio (^{2}H) y oxígeno-18 (^{18}O), se realizaron dos campañas de recolección de muestras, la primera en época seca (septiembre de 2024) y la segunda en temporada húmeda (junio de 2025), en ambas se tomaron más de veinte muestras en manantiales y más de cincuenta muestras en quebradas, ríos, lagunas y embalse.

Complementariamente el estudio incluyó el modelado de los flujos de humedad que recaen al Paramo de Chingaza a partir de los datos de volumen de lluvia recolectados y el análisis de la humedad relativa final de las trayectorias de flujo de aire. De este, se concluyó que para el año 2024 los aportes cambiaron de fuente periódicamente, es así como los flujos amazónicos predominaron durante la

temporada de lluvias, Orinoco aportó en mayor proporción al final e inicio del año, y los océanos Pacifico, Atlántico/mar caribe o flujos mixtos lo hicieron de manera puntual o en menor volumen.

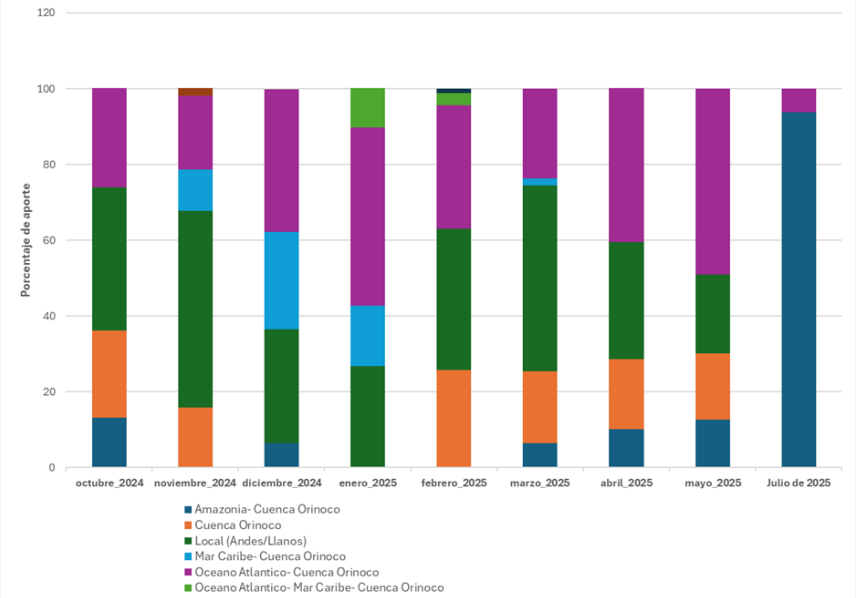
Figura.38 Aportes de flujos de humedad año 2024



Fuente: SGC -PNN, 2025.

Del mismo modo, se realizó el modelado de flujos de humedad para el mismo ciclo de tiempo en el que se llevó a cabo el estudio isotópico entre octubre de 2024 y julio de 2025, confirmando la presencia de flujos procedentes del Orinoco entre los meses de octubre a febrero y el inicio de aporte de humedad desde el Amazonas, a través de los “ríos voladores” en el mes de marzo alcanzando este su máximo en los meses junio y julio (hasta del 90% para época de lluvias), siendo el mayor proveedor de humedad en el período analizado.

Figura.39 Aportes de flujos de humedad al páramo de Chingaza mediante modelos de flujos



Fuente: SGC -PNN, 2025.

En total se identificaron ocho fuentes principales de humedad que recargan el páramo de Chingaza:

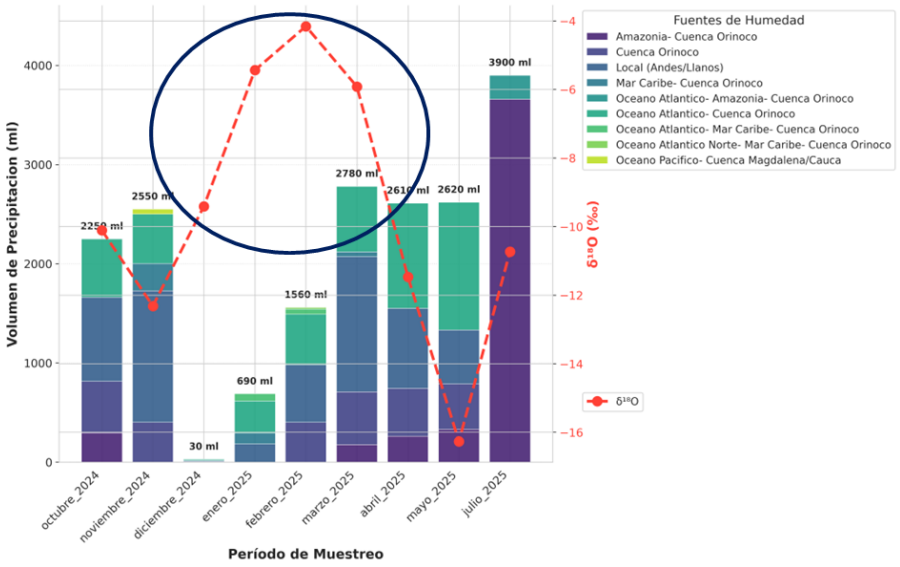
- Fuentes Amazonia- Cuenca Orinoco.
- Fuentes Cuenca Orinoco.
- Fuente Local (Andes/Llanos).
- Fuente mar Caribe - Cuenca Orinoco.
- Fuente océano Atlántico - Cuenca Orinoco.
- Fuente océano Atlántico - Mar Caribe - Cuenca Orinoco.
- Fuente océano Atlántico Norte- mar Caribe - Cuenca Orinoco.
- Fuente Océano Pacifico - Cuenca Magdalena/Cauca.

Según el SGC – PNN (2025) *"La humedad de la Amazonía, Caribe y Atlántico compite y se mezcla, siendo canalizada por corredores como el río Orinoco y los piedemontes llanero-amazónicos. Posteriormente, existe un aporte significativo de la humedad retenida y reciclada por los ecosistemas andinos".* (SGC; PNN, 2025)

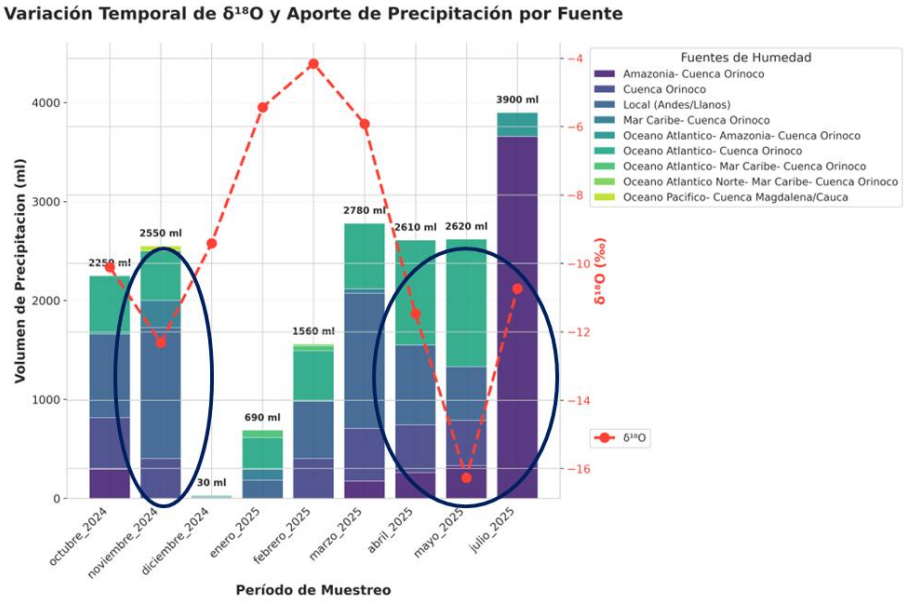
Posteriormente, se analizó la variación temporal del isotopo $\delta^{18}O$ con el aporte por fuentes de humedad y la precipitación, identificando que cuanto más locales son los aportes (Orinoco – Atlántico) más enriquecidas son las relaciones isotópicas, en época seca entre los meses de diciembre y marzo, mientras que cuando predominan los aportes de humedad amazónicos, en temporada húmeda, la relación isotópica de la lluvia se empobrece; en palabras del autor: *"Esto demuestra cómo el bosque amazónico y sus ecosistemas, interactúan con el agua,*

modificando su huella isotópica y liberando vapor más "ligero", lo que facilita su transporte hacia las cordilleras a través de los ríos voladores". (SGC; PNN, 2025)

Figura 40. Variación Temporal de δ¹⁸O y aporte de precipitación fuente



Fuente: SGC -PNN, 2025.

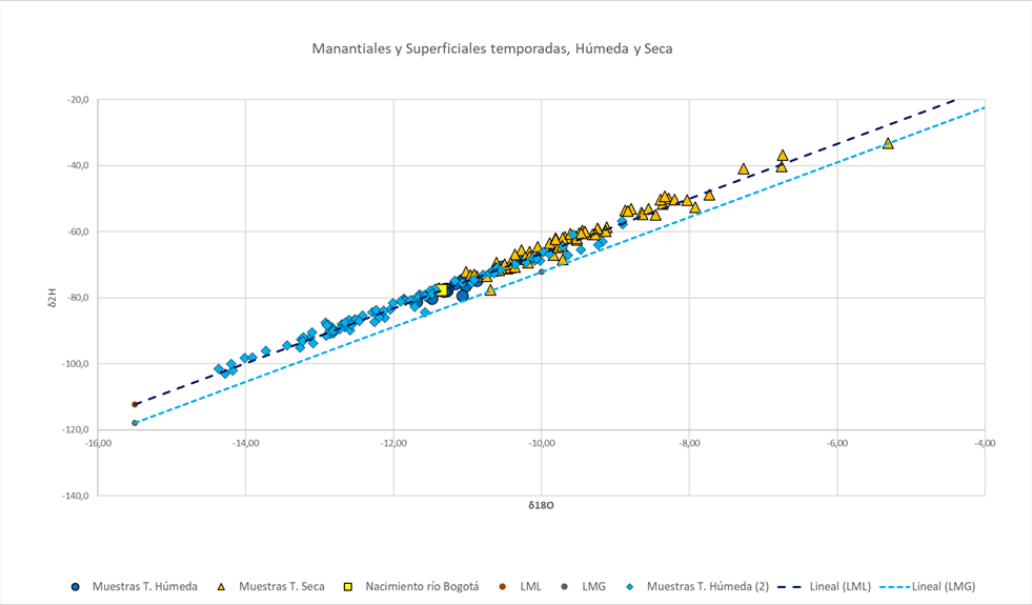


Fuente: SGC -PNN, 2025.

Esa relación entre la respuesta isotópica de las muestras analizadas y las fuentes de humedad se confirmó con la línea meteórica local, en donde se observa claramente el enriquecimiento isotópico del agua tanto superficial como subterránea (manantiales) durante la época seca, período en el que los flujos de humedad

provienen del Orinoco – Atlántico y su empobrecimiento durante la temporada húmeda cuando los flujos proceden del amazonas; en tal sentido el autor concluye que en el páramo de Chingaza el comportamiento de la señal isotópica y la cantidad de precipitación son dominados por las fuentes de humedad, es decir que "*la recarga hídrica de Chingaza depende de los flujos de humedad estacionales"* (SGC; PNN, 2025)

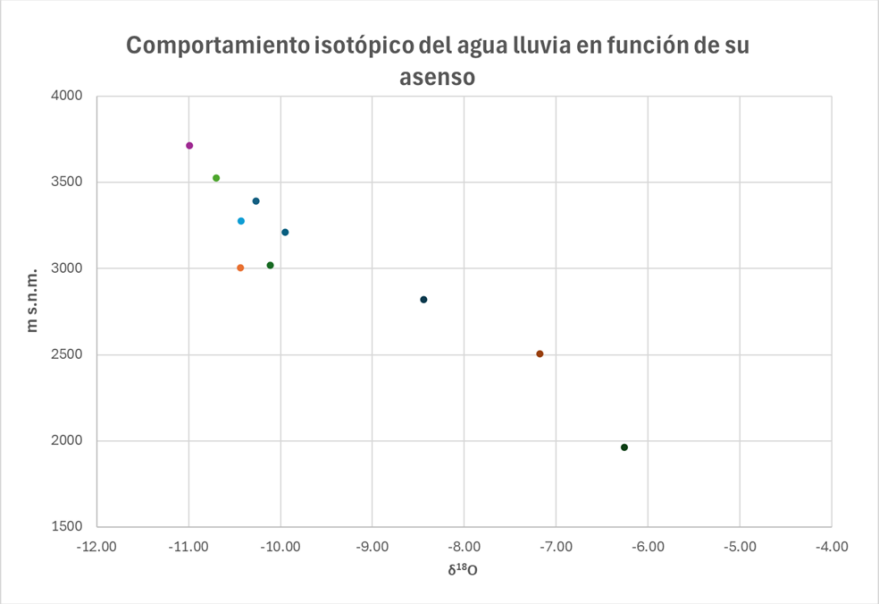
Figura.41 Manantiales superficiales temporadas húmeda y seca



Fuente: SGC -PNN, 2025.

Adicionalmente, el estudio analizó el comportamiento isotópico del agua lluvia en función la altura, encontrando una relación inversamente proporcional entre la concentración de $\delta^{18}O$ y ascenso altitudinal de los flujos de humedad, es decir que a medida que ascienden hacia el páramo su huella isotópica se vuelve más ligera; condición que permite identificar las fuentes de recarga (Amazonas, Orinoco o Atlántico) según la influencia estacional, entendiendo como su trayectoria y ascenso modifican la composición isotópica.

Figura.42 Comportamiento isotópico del agua lluvia en función de su asenso



Fuente: SGC -PNN, 2025.

Finalmente, SGC -PNN, (2025) hace la comparación entre registros isotópicos de los Andes Colombianos y registros de la Amazonia Peruana y Ecuatoriana para concluir que las dos regiones hacen parte de un mismo sistema climático, dado que han presentado comportamientos isócronos los últimos cien mil años. En tal sentido, los autores del estudio afirman: *"Existe un efecto de modulación entre la Amazonia y los Andes desde hace más de 100.000 años. De manera que cuando hubo cambios en la Amazonía, ocurrieron también en los Andes"* (SGC; PNN, 2025) (SGC; PNN, 2025).

Con la anterior investigación se demuestra la estrecha relación de dependencia que existe entre el bioma amazónico y los andes colombianos, actuando el primero como regulador hídrico del segundo a través de los ríos voladores que, transformándose en lluvia en el ecosistema de alta montaña, mantienen su recarga hídrica, que a su vez es fundamental para el sostenimiento hídrico de ciudades como Bogotá.

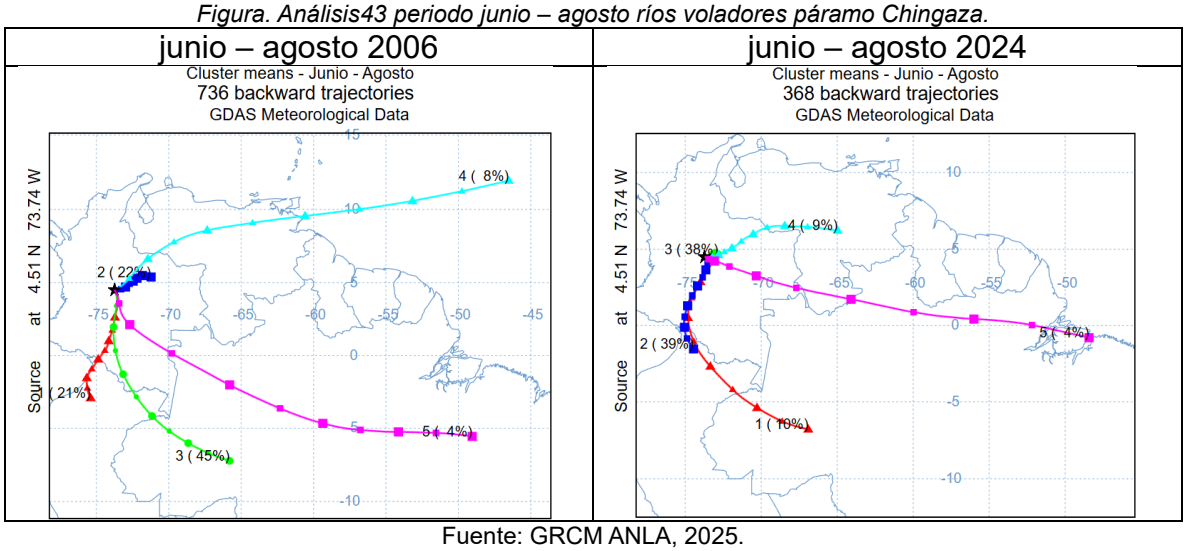
Esto concuerda, por ejemplo, con lo planteado en un estudio de la revista Hydrological Processes (Escobar, Hoyos, Villegas, & Nieto, 2021), donde se señala que el transporte la humedad desde la Amazonia hacia la Región andina colombiana se da en escalas de tiempo de 6 a 7 días, indicativo de la conexión atmosférica directa; además, la investigación concluye que la Amazonia actúa como un proveedor importante de vapor de agua para los Andes colombianos, donde el

análisis isotópico ($\delta^{18}O$, $\delta^{2}H$ y d-excess) permite rastrear ese transporte, mostrando cómo la interacción entre fuentes oceánicas y amazónicas definen la precipitación andina.

En complemento a lo expuesto a este punto sustentado principalmente en información bibliográfica e investigaciones desarrolladas alrededor del fenómeno meteorológico, donde la evidencia en detalle sobre la Amazonía colombiana aún es limitada, la ANLA a través del Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo desarrolló un estudio de trayectorias de masas de aire mediante el modelo HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) buscando demostrar, con mayor resolución y soporte numérico, la importancia del bosque amazónico en el ciclo del agua de Colombia.

En concordancia con la relación existente entre el flujo de humedad de la selva amazónica y la cordillera de Los Andes, y específicamente haciendo alusión al estudio de Sánchez et. al (2024), relacionado con los páramos de Sumapaz y Chingaza y el suministro de agua en la ciudad de Bogotá, se comprobó a través de la modelación de HYSPLIT, que en el periodo junio, julio y agosto, para el año 2006 y 2024, la recarga hídrica mediante los flujos de masas de aire provenientes del bioma amazónico se encuentra alrededor del 50%, como se establece en la siguiente figura que indica entre el 70% y 49% corresponden a las masas de aire que vienen del sur del país.

Figura. Análisis43 periodo junio – agosto ríos voladores páramo Chingaza.

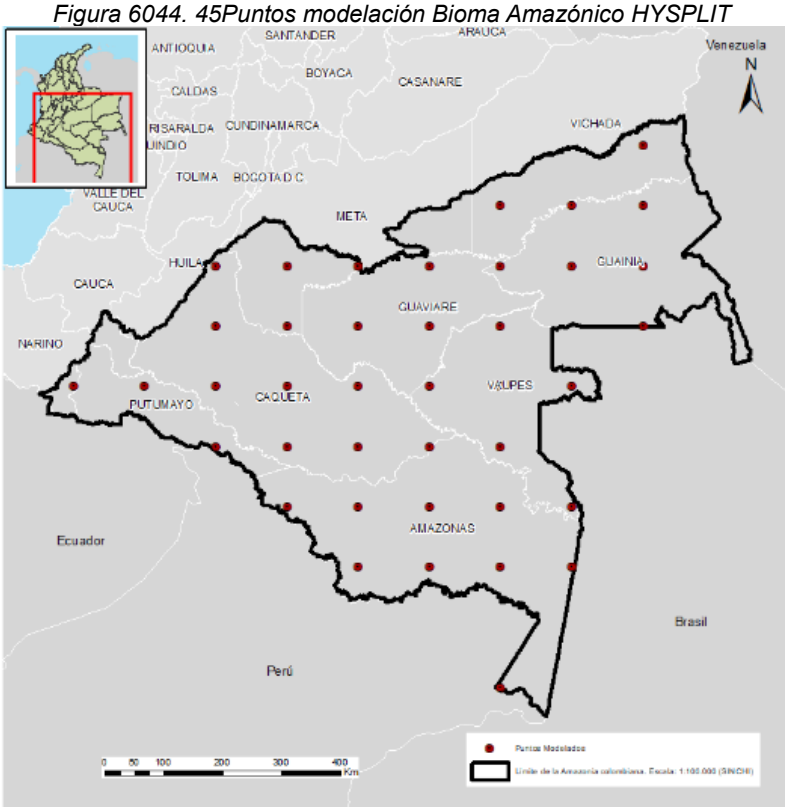


Fuente: GRCM ANLA, 2025.

De igual forma partiendo de la evaluación de las trayectorias hacia donde van las masas de aire en los siguientes en escenarios, junio de 2024 (periodo bajas

precipitaciones trapecio amazónico) y marzo de 2024 (periodo altas precipitaciones trapecio amazónico).

Figura 6044. 45Puntos modelación Bioma Amazónico HYSPLIT



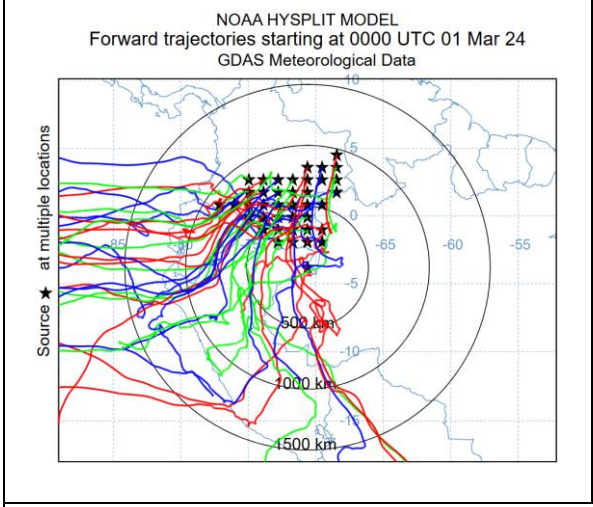
Fuente: GRCM ANLA, 2025.

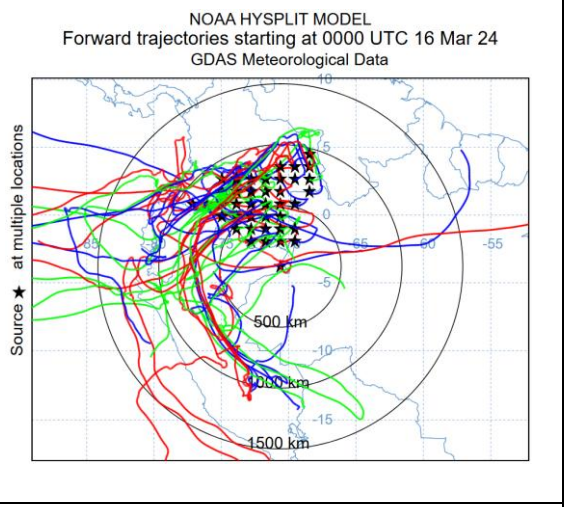
Para evaluar estos escenarios criterios soportado con investigaciones científicas frente a la variabilidad climática, se configuro HYSPLIT con datos meteorológicos del GDAS de abril y marzo de 2024 con resolución global de 1° (≈111 km) y registros horarios de 360 horas (periodo quincenal), en cuarenta (40) puntos estratégicos en el bioma amazónico.

En ese sentido, las trayectorias de masas de aire modeladas con HYSPLIT para dos escenarios contrastantes de 2024 (alta precipitación en marzo y baja precipitación en junio) permitiendo evidenciar cómo la dirección y extensión de los vientos determinan la disponibilidad de humedad en el territorio.

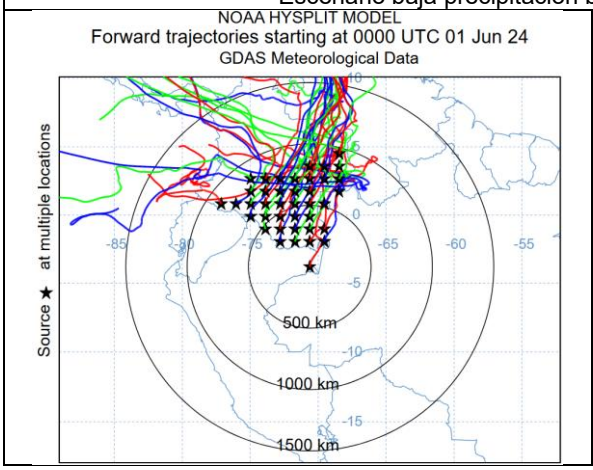
Figura 46. Resultados modelación baja y alta precipitación HYSPLT.

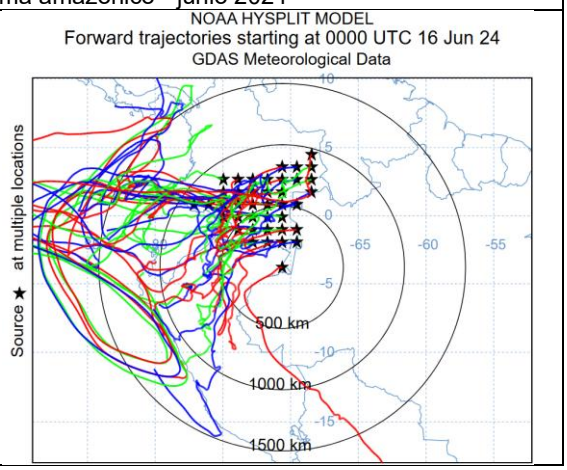
Escenario alta precipitación bioma amazónico - marzo 2024





Escenario baja precipitación bioma amazónico - junio 2024





Fuente: GRCM ANLA, 2025.

En el escenario de alta precipitación de marzo de 2024, las trayectorias modeladas muestran un desplazamiento predominante de las masas de aire hacia el sur del continente y el occidente del país. Este patrón refleja que, durante dicho periodo, la influencia amazónica sobre la región andina es menos marcada, dado que los flujos de humedad no se canalizan de manera constante hacia esta zona.

En contraste, en el escenario de baja precipitación asociado al mes de junio de 2024, se observa un transporte más notorio de masas de aire provenientes de la Amazonía hacia el norte y noroccidente del país, especialmente en la primera quincena. Esta dinámica confirma que, en ciertos periodos del año, la Amazonía desempeña un papel fundamental en el transporte de humedad hacia los Andes, a través de corredores atmosféricos conocidos como “Ríos Voladores”, que resultan

clave para la recarga hídrica de ecosistemas altoandinos y para la seguridad hídrica regional.

Por tanto, la influencia amazónica trasciende lo local y conecta dinámicas atmosféricas entre distintas regiones de Sudamérica, reforzando la idea de una interdependencia ecológica a escala continental a través de los llamados “Ríos Voladores” generados por la evapotranspiración del bosque amazónico. Este proceso se consolida como un servicio ecosistémico esencial, que sostiene la seguridad hídrica y energética de Colombia y de países vecinos.

En ese orden de ideas, resulta evidente que la pérdida de la capacidad del bioma amazónico para generar y mantener los flujos de humedad hacia los páramos y cuencas andinas incrementa de manera significativa el riesgo de un déficit hídrico que impactaría directamente la disponibilidad de agua potable en gran parte del país; sin embargo, las consecuencias van mucho más allá de la sostenibilidad hídrica, teniendo en cuenta que se daría un efecto dominó en cuanto a la seguridad alimentaria, el incremento de eventos climáticos extremos producto de la perdida de la capacidad reguladora de la selva amazónica sobre el clima regional y una mayor presión sobre los acuíferos andinos, dado que ante la reducción de la recarga podrían entrar en una fase de sobreexplotación deteriorando con esto su calidad y disponibilidad a futuro.

En síntesis, la degradación amazónica, tal como se presenta actualmente, no solo compromete la disponibilidad del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo, sino también el equilibrio ecológico y la estabilidad social y económica del país; por lo tanto, su protección se configura como un eje estratégico para la sostenibilidad de la vida y adaptación a la crisis climática global.

6.3. MEDIO BIÓTICO

6.3.1. Características biogeográficas

En Colombia, la región amazónica incluye afluentes de las cuencas del Amazonas y del Orinoco, abarcando principalmente hábitats de tierras bajas que representan el núcleo del Neotrópico (Leite & Rogers, 2013). Gracias a su ubicación ecuatorial y a la conservación de altos niveles de integridad ecosistémica, la Amazonía colombiana es hogar de una de las mayores diversidades de géneros y especies terrestres a nivel global, además de proporcionar servicios ecosistémicos cruciales para las comunidades humanas, tanto locales como globales (Killeen, 2007).

De acuerdo con estudios paleobotánicos, el ecosistema de bosques en la región Amazónica, así como otras selvas húmedas tropicales comenzaron probablemente en el Cretácico Inferior (aproximadamente 150 M. A), alcanzando gran importancia desde el Cretácico Superior (aprox. 100 M.A.), ya que, si bien su diversidad florística tenía un menor grado de complejidad, con posteriores extinciones y remplazos sucesivos, se fue acrecentando los cambios en su composición. De otro lado, se ha sugerido que los ecosistemas de bosques inundables, como por ejemplo las asociaciones de palma canangucha (*Mauritia flexuosa*), se originaron desde el paleoceno (aprox. 65 - 55 M.A.), teniendo en cuenta la presencia de polen del género de esta especie, con una amplia dispersión en el periodo terciario en la región de la Amazonía (Hernández-Camacho *et al*. 1992a).

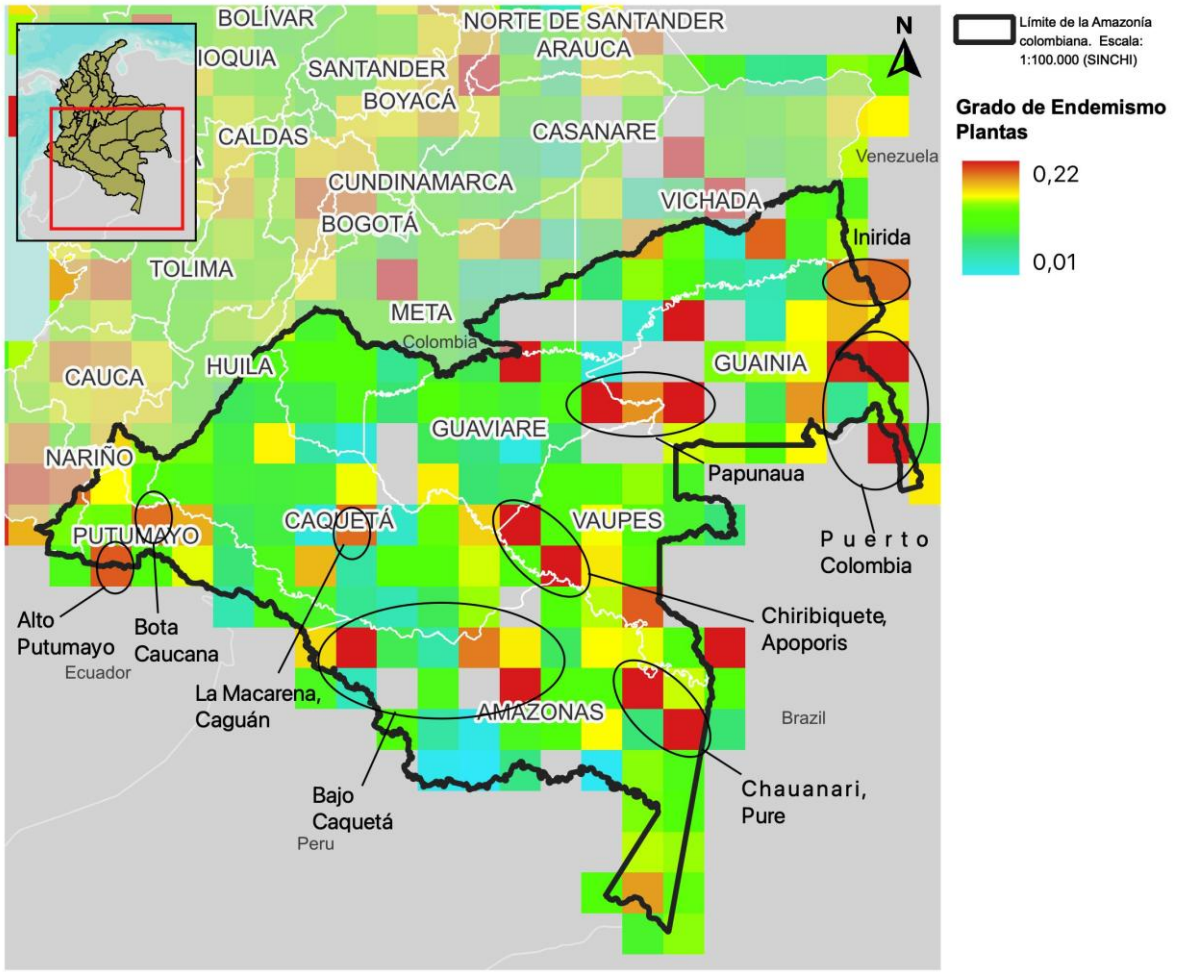
Es importante mencionar que si bien han existido bosques húmedos desde estos periodos de tiempo cretácico, desde el Pleistoceno se han presentado cambios alternados entre cobertura boscosa y cobertura herbácea de tipo sabana en los últimos 65.000 años coincidentes con múltiples periodos de glaciación, con reducción de temperaturas y de las lluvias, e incremento en incendios que condujeron al cambio de bosques a sabanas en diferentes momentos (sabanización), pero que a la vez pudo consolidar algunos refugios climáticos que se hipotetiza se consolidaron como centros de especiación y endemismo, explicando la enorme biodiversidad que compone este bioma (Hernández-Camacho et al. 1992a).

Otras posibles causas a estos patrones únicos de distribución de biodiversidad actual en la Amazonía son las de especiaciones con patrones vicariantes claros producidos por la formación de grandes ríos que actuaron como barreras alopátricas, o en otras palabras, que separaban las poblaciones cortando así su flujo genético y propiciando especiación. Una hipótesis alterna a la anterior señala que existió un gran ‘lago amazónico' (Frailey et al., 1988) durante el pleistoceno tardío y holoceno temprano en cuyos márgenes se habrían producido disyunciones entre fragmentos de bosque, que se habrían constituido en centros de especiación.

Además de estas explicaciones biogeográficas, se han propuesto otras hipótesis ecológicas que contribuyen a entender la gran diversidad de la región, incluyendo la especiación por adaptación a los tipos de suelo; interacciones biológicas (planta-polinizador, antagonismo herbívora-plantas, entre otras); dispersión de semillas a grandes distancias por factores como el viento; la conservación de nicho ecológico en un escenario de estabilidad climática a largo plazo; y finalmente una edad evolutiva muy antigua que permitiría mayor tiempo para producir especies (Antonelli y Sanmartin 2011).

La muy alta riqueza de especies en este bioma se ha caracterizado también a través de la identificación de las áreas de endemismo para la Amazonía colombiana. De acuerdo con González-Orozco (2021) la región amazónica de Colombia hace parte de la provincia biogeográfica Neotropical de la Amazonía o Imerí, con subdivisiones de acuerdo con sus características geográficas de la Guayana, Napo y Amazonía (Hernández-Camacho 1992 y Morrone 2017). Según la propuesta de este autor, la región biogeográfica de la Amazonía (Imerí) en Colombia presenta nueve (9) áreas de alto endemismo que incluyen: (1) el Alto Putumayo, (2) la Bota Caucana, (3) La Macarena-Caguán, (4) el Bajo Caquetá, (5) el Chauanari-Pure, (6) Chiribiquete-Apaporis, (7) Papunaua, (8) Puerto Colombia e (9) Inírida.

Figura 47.Áreas de endemismo para la Amazonía colombiana

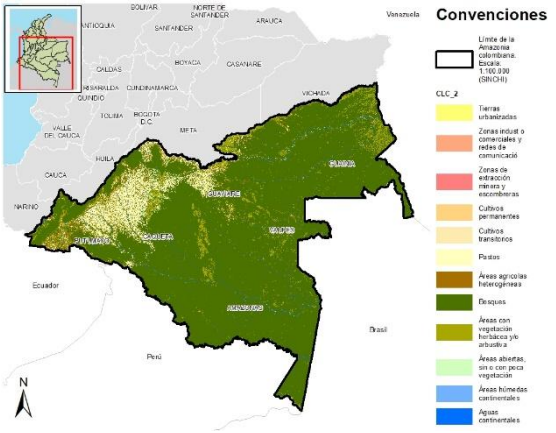


Fuente: Adaptado de González-Orozco (2021).

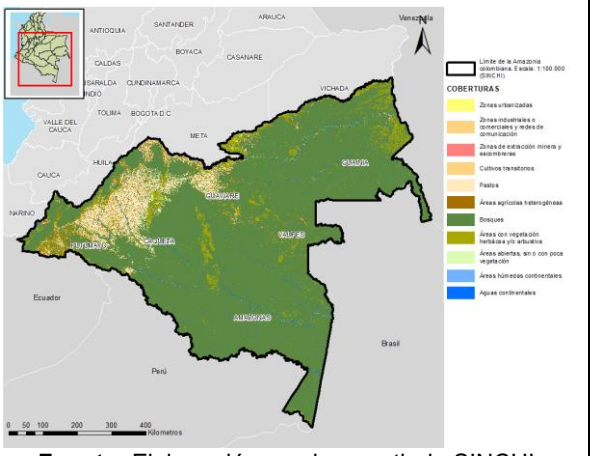
6.3.2. Dinámica de transformación de Coberturas de la Tierra

Las coberturas naturales se tomaron de las capas cartográficas de coberturas y usos de la tierra levantadas por el SINCHI por regiones a escala 1:100.000 para el año 2024, la cual se actualizo de acuerdo con leyenda nacional de coberturas de la tierra – Colombia desarrollada por la metodología CORINE Land Cover para Colombia (IDEAM, 2010), así mismo se utilizó la capa del Mapa Nacional de coberturas 1:100.000 CORINE Land Cover 2022 (Ideam, 2025) en la Figura 48 se presenta el detalle de las coberturas identificadas en el Bioma Amazónico en un nivel especifico (2) en el año 2022 (Ideam, 2025) y año 2024 (SINCHI, 2024).

Figura 48. Coberturas de la tierra 2022 (IDEAM, 2025); 2024 (SINCHI, 2024) en el bioma amazónico.



Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, 2025.



Fuente: Elaboración propia a partir de SINCHI, 2024.

*Tabla **6**. Comparación de las Coberturas de la tierra 2022 (IDEAM, 2025); 2024 (SINCHI, 2024) en el bioma amazónico.*

Nombre cobertura	Código nivel 2	Área (ha) IDEAM (2022)	Área (%)	Área (ha) SINCHI (2024)	Área (%)
Zonas urbanizadas	1.1	12.924,208	0,03	14.864.837	0,03
Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2	1.883,293	0,00	1.923,016	0,00
Zonas de extracción minera y escombreras	1.3	464,852	0,00	221,682	0,00
Cultivos transitorios	2.1	7.258,635	0,02	11.446,674	0,02
Cultivos permanentes	2.2	5.908,400	0,01	6.914,282	0,01
Pastos	2.3	3.020,433,624	6,77	3.281,418,451	6,77
Áreas agrícolas heterogéneas	2.4	1.470,446,128	3,25	1.574,218,093	3,25
Bosques	3.1	39.855,353,234	81,95	39.712,397,825	81,95
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2	3.237,261,565	6,63	3.213,049,418	6,63
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3	229.284,620	0,14	68.545,570	0,14

Nombre cobertura	Código nivel 2	Área (ha) IDEAM (2022)	Área (%)	Área (ha) SINCHI (2024)	Área (%)
Áreas húmedas continentales	4.2	24.180,479	0,05	25.248,622	0,05
Aguas continentales	5.1	454.261,390	1,14	550.602,410	1,14
Total		**48.319.660,428**	**100**	**48.460.850,881**	**100**

Fuente**:** Elaboración propia a partir de SINCHI, 2024; IDEAM, 2025.

La cobertura predominante corresponde a bosques con una contribución del 81,95% equivalente 39.855.353,234 hectáreas para el año 2022 (IDEAM, 2025) mientras 2024 se reporta una representación similar 81,95% equivalente a 39.712.397,825 hectáreas (SINCHI, 2024), donde se observa reducción de alrededor de 142,955.409 hectáreas en bioma amazónico. En cuanto a la categoría de pastos, para el año 2022 abarca un 6,77% del total (3.020.433,624 ha), mientras que para el año 2024 esta área incrementa a 3.281.418,451 ha, mostrando un aumento aproximado de 260.984,828 ha. Seguidamente, las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva representan el 6,63% del territorio para el año 2022 registrando 3.237.261,565 ha, sin embargo, para el año 2024 disminuyen a 3.213.049,418 ha, lo cual representa una pérdida de cerca de 24.212,147 ha. Lo mencionado anteriormente muestra la tendencia de perdida de coberturas naturales y seminaturales (bosques, herbazales, arbustal, vegetación secundaria, entre otras) así como el aumento en categorías agrícolas (pastos, cultivos transitorios y permanentes), en donde el bioma amazónico colombiano se viene transformando de manera continua desde la mitad del siglo XX encaminada a reemplazar bosques a pastizales como base de un modelo de ocupación y uso del del territorio con ganadería extensiva (Murcia et al., 2023).

De esta manera entre 2020 y 2025, la Amazonía colombiana ha experimentado dinámicas contrastantes en la pérdida de cobertura vegetal, con avances notables en algunos periodos y retrocesos significativos en otros. La tendencia descendente observada en 2022 y 2023 marcó un hito histórico, con la cifra más baja de deforestación en más de dos décadas. Sin embargo, en 2024 se presentó un repunte preocupante, impulsado por factores climáticos extremos, incendios forestales, acaparamiento de tierras y la expansión de economías ilegales, lo que reveló la fragilidad de los logros alcanzados. En 2025, los primeros datos sugieren nuevamente una reducción importante, en especial en áreas protegidas, lo que refleja que las políticas de monitoreo, control y restauración pueden ser efectivas cuando se sostienen de manera consistente.

Entre el 2016 y el 2023, la Amazonía colombiana perdió 788.313 hectáreas de bosque (60,49 % de la cobertura nacional total perdida) por actividades de deforestación (IDEAM, 2024). Los años más críticos fueron 2017 con 144.147

hectáreas y 2018 con 138.176 hectáreas perdidas de bosque natural (en su conjunto el 39 % del total deforestado en la Amazonía), que coinciden con la salida de los grupos al margen de la ley de estos territorios por cuenta de la firma del acuerdo de paz en 2016.

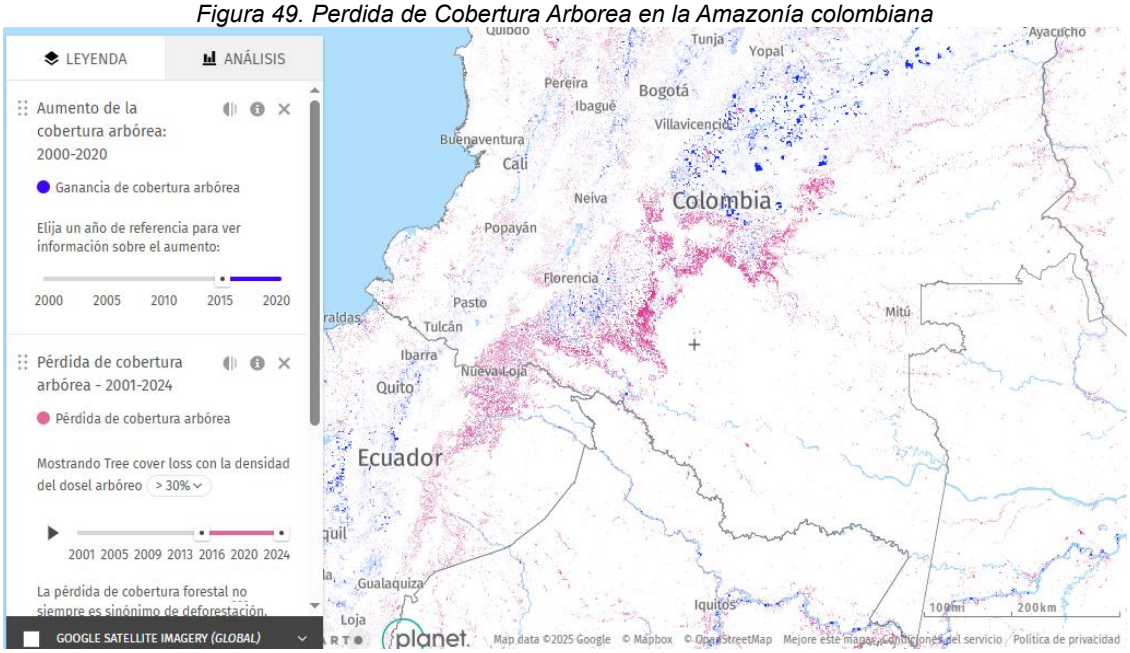
Estos procesos de deforestación no solo implican la pérdida de cobertura forestal, sino que también alteran la regulación climática, interrumpen los flujos biológicos entre las zonas andinas y amazónicas y comprometen la provisión de recursos esenciales para las comunidades locales (Poveda et al., 2009). Estudios recientes estiman que Colombia pierde en promedio 1.500 km² de bosque amazónico cada año, lo que debilita de manera significativa la conectividad ecológica entre la cordillera de los Andes y la Amazonía, un vínculo esencial para la persistencia de las especies y el mantenimiento de procesos ecológicos fundamentales (Vásquez, 2024).

Las áreas de manejo diferenciado para la conservación también se han visto afectadas por las talas en las últimas décadas: 13 de las 14 áreas de Parques Nacionales Naturales (PNN) ubicadas en territorios amazónicos reflejan procesos de deforestación. El PNN Tinigua es el más deforestado del país y de Latinoamérica, tanto así que entre los años 2016 y 2023 perdió la mitad de su área en bosque (42.474 ha). Le sigue el PNN Sierra de la Macarena, con un acumulado de 21.290 hectáreas perdidas en el mismo periodo.

La pérdida de cobertura vegetal no solo se expresa en la reducción de bosques primarios, sino también en la fragmentación y degradación de paisajes, lo cual compromete la conectividad ecológica, la regulación hídrica, la captura de carbono y la resiliencia frente al cambio climático. Además, el reemplazo de bosques por pasturas y cultivos extensivos genera procesos de erosión, pérdida de fertilidad de suelos y mayor vulnerabilidad a incendios, acentuando los impactos ambientales y socioeconómicos, tales como un fuerte deterioro de las condiciones de vida y de pervivencia cultural de los pueblos indígenas, quienes ven restringido el acceso a los bienes comunes que sustentan su subsistencia. (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2024).

De acuerdo con análisis espaciales desarrollados por Hansen *et al*. (Universidad de Maryland), con resolución de 30 metros, entre 2000 y 2024 se confirma la magnitud de la pérdida de cobertura arbórea en la región, información sistematizada en plataformas como **Global Forest Watch (2024)**.

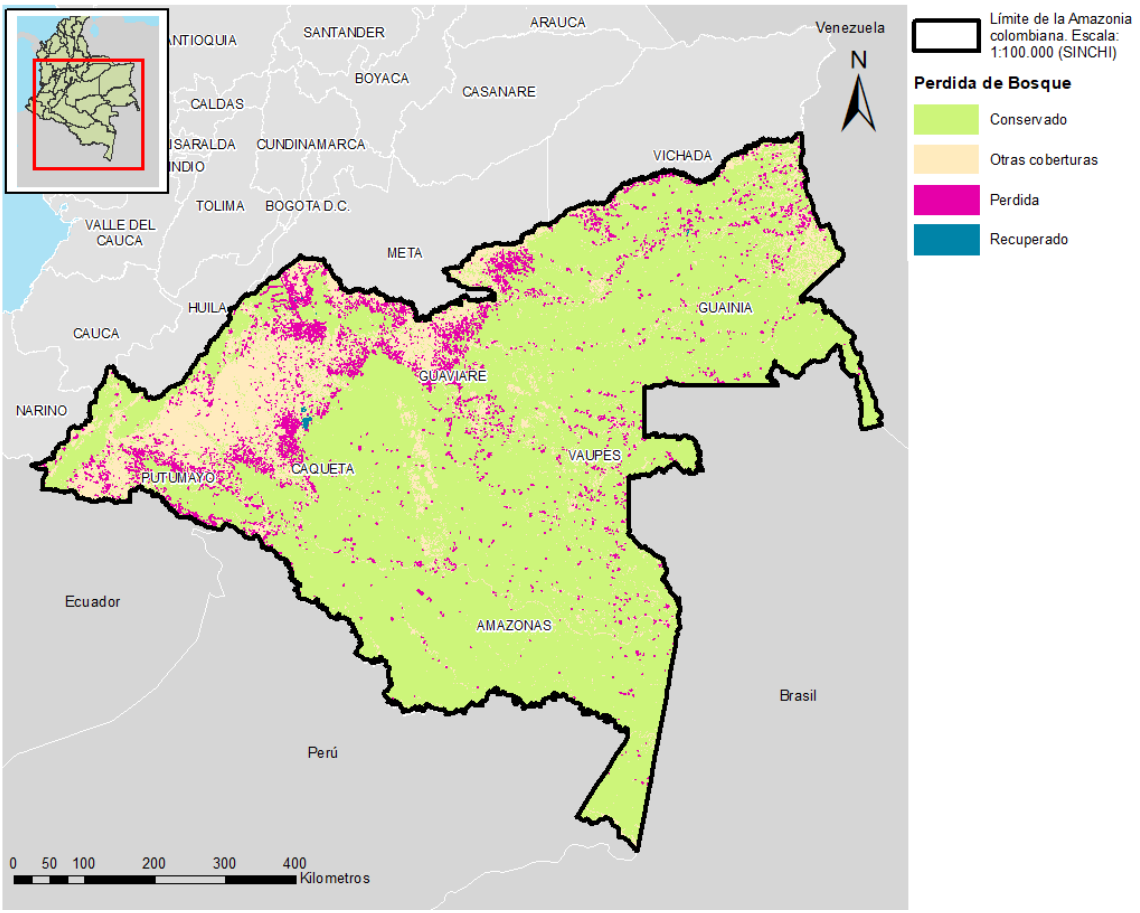
Figura 49. Perdida de Cobertura Arborea en la Amazonía colombiana



Fuente: Global Forest Watch. (2024). *Interactive map of tree cover loss and gain (2015-2024) * [Interactive map]. World Resources Institute.

La pérdida de bosque natural en la Amazonía colombiana tiene un profundo trasfondo en la apropiación ilegal de tierras lo cual comprende: áreas protegidas, baldíos, territorios ancestrales indígenas y terrenos de comunidades locales. Se interrelaciona con actividades económicas como la construcción de infraestructura vial sin planificación, la ganadería y agroindustria, la praderización, la extracción de madera, los cultivos de uso ilícito y la minería ilegal (Güiza Suárez et al., 2021), así como a la lógica especulativa de la ocupación territorial, en la que la tala y quema de bosques se convierten en la principal estrategia para demostrar posesión y obtener valor económico de la tierra en mercados formales e informales. Estos agentes en conjunto serán detallados en el capítulo de presiones y amenaza. Estos conflictos, han convertido a la Amazonía colombiana en la zona con mayor pérdida de árboles en el país.

Figura 50. Perdida de Bosque 2022-2024. Escala 1:100.000

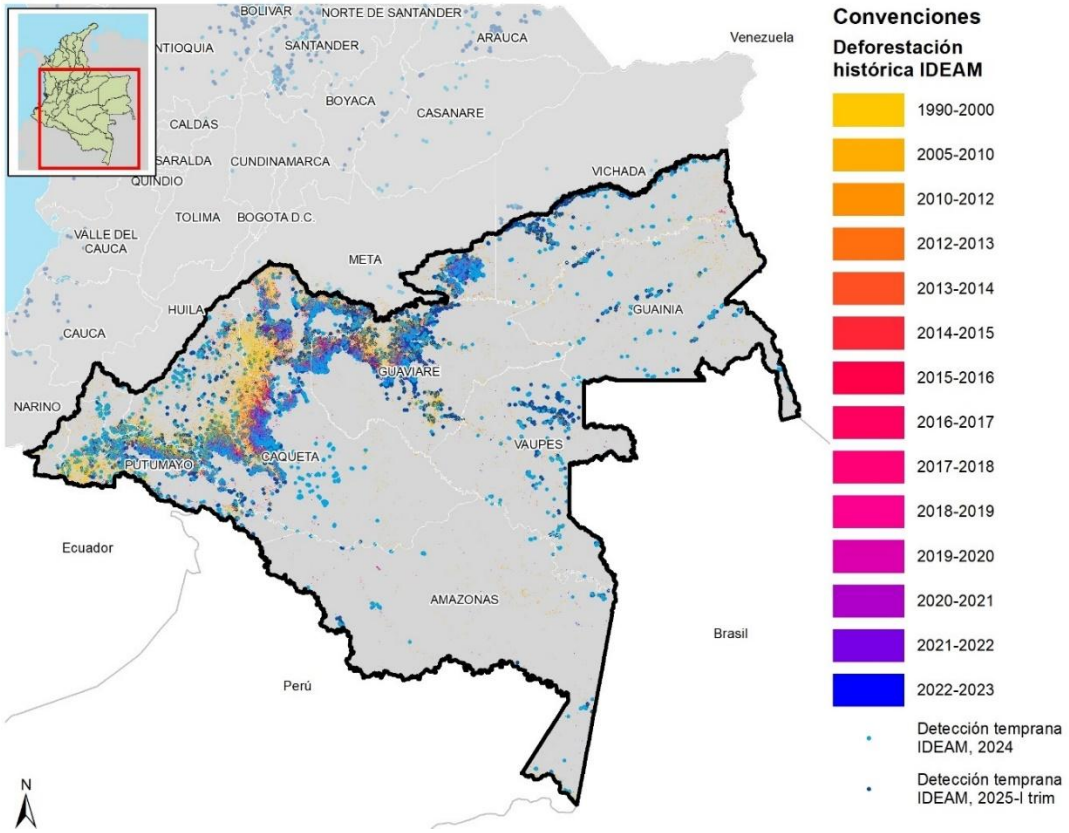


Fuente: SINCHI, 2025.

El impacto ha sido particularmente fuerte en tierras públicas y de especial protección, donde se registraron 574.350 hectáreas deforestadas, incluyendo áreas de parques nacionales, resguardos indígenas y zonas de reserva forestal de la Ley 2ª. El Parque Nacional Natural (PNN) Tinigua perdió 42.475 hectáreas, el PNN Sierra de La Macarena registró 25.991 hectáreas deforestadas, mientras que en territorios colectivos como el Resguardo Llanos del Yarí–Yaguará II y el Resguardo Nukak-Makú se reportaron 13.298 y 12.089 hectáreas, respectivamente.

A continuación, se muestra el mapa detallado de deforestación histórica desde 1990 hasta 2025, consolidando todas las anteriores tendencias descritas.

Figura 51. Deforestación (Histórico de deforestación IDEAM)



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Geovisor Conflictos Socioambientales, publicado por FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible) e IDEAM, 2025.

6.3.3. Flora

En relación con la flora de la región amazónica en Colombia, hacia el sector nororiental que limita con la Orinoquía dominan la selva húmeda tropical, sabanas arbustivas, sabanas amazónicas, y zonas lacustres, mientras que hacia la zona sur domina la selva húmeda tropical. Es importante mencionar que, la flora de la región Amazónica está altamente influenciada por los ríos y sistemas hídricos que la componen, formando varios ambientes principales (Rangel 2008):

(1) La zona acuática con vegetación de plantas flotantes (p. ej. *Eichhornia crassipes*) y herbáceas (p. ej. *Uttricularia neottioides*).

(2) La vegetación de pantano donde dominan ciperáceas y poaceas (p. ej. *Hymenachne amplexicualis*, *Paspalum repens*), y algunos arbustos y árboles bajos (p. ej. *Cecropia membranacea*, *Montrichardia arborescens*).

(3) La vegetación de llanura aluvial en áreas inundables y que incluye bosques dominados por especies como *Inga nobilis* y *Aniba megaphylla* y asociaciones de palmares (p. ej. *Mauritia flexuosa* y *Mauritiella aculeata*).

(4) Los bosques de las terrazas bajas y zonas con drenaje imperfecto, que presentan un dosel promedio de 30 m con comunidades de especies como *Oenocarpus bataua*, y los géneros *Virola*, *Lecythis* y *Pouteria*.

(5) Los bosques de tierra firme, en donde los niveles de inundación no ejercen una influencia marcada, y donde la riqueza de especies aumenta, con comunidades de especies como *Dialium guianensis*, *Goupia glabra*, *Virola duckei*, *Swartzia schomburgkii*, entre otras. Asimismo, en estas zonas se puede presentar una gran variedad topográfica, de suelos y geoformas, que influencian correspondientemente su vegetación, conformado una multiplicidad de ambientes definidos en términos de comunidades vegetales: tres (3) en vegetación acuática y flotante; siete (7) comunidades en las playas y pantanos; nueve (9) en los diques y barras-basines; cinco (5) en las vegas de los ríos y áreas pantanosas mal drenadas cinco; 21 en la llanura de inundación frecuente; 12 en la llanura de inundación permanente, 20 en la zona de transición llanura de inundación-terrazas, 23 en las terrazas bajas y altas; 9 en la tierra firme; y para las Serranías de Chiribiquete, Naquen-Taraira, mesas de Araracuara, parte baja de la sierra de la Macarena, se tienen registros de herbazales (1), pastizal-herbazal (7), rosetales (3), matorrales (12) y bosques bajos (10).

Riqueza de flora

En cuanto a la revisión de flora presente en los departamentos del Bioma Amazónico colombiano se utilizó el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB), donde se hallaron un total de 856.478 registros, en la siguiente **Tabla 7** se presenta el listado de las familias que presenta mayor número de especies por departamento reportados en el SIB para esta zona, en donde se destaca la familia Fabaceae la cual registra 738 especies seguido de la familia Rubiaceae con 599 especies, la familia Orchidaceae (463 especies), Asteraceae (444 especies); Melastomataceae (391 especies); Poaceae (308 especies); Piperacea (225).

Tabla 7. Riqueza por departamento del Bioma Amazónico

Familia	Riqueza por departamento								
	Amazonas	Caquetá	Cauca	Guainía	Guaviare	Meta	Nariño	Putumayo	Vaupés
Annonaceae	216	75	25	87	62	103	30	107	107
Apocynaceae	181	55	42	106	82	127	62	114	114
Araceae	236	177	173	64	69	140	295	124	124
Arecaceae	182	110	67	77	54	102	84	89	89
Asteraceae	115	168	296	42	66	380	444	44	44
Bignoniaceae	157	39	27	48	66	106	30	59	59
Bromeliaceae	105	88	79	45	48	112	112	85	85
Chrysobalanaceae	150	41	5	75	40	63	11	87	87
Clusiaceae	126	55	52	46	34	75	67	69	69

Familia	Riqueza por departamento								
	Amazonas	Caquetá	Cauca	Guainía	Guaviare	Meta	Nariño	Putumayo	Vaupés
Cyperaceae	119	52	53	94	79	158	81	89	89
Ericaceae	8	45	126	14	3	68	144	13	13
Euphorbiaceae	189	99	83	71	78	170	87	84	84
Fabaceae	738	290	222	300	328	646	197	358	358
Gesneriaceae	75	101	110	22	24	99	143	42	42
Lamiaceae	67	52	69	13	30	101	114	26	26
Lauraceae	171	115	47	64	62	112	80	90	90
Malvaceae	185	124	87	56	88	178	123	63	63
Melastomataceae	374	334	303	197	196	391	384	257	257
Moraceae	159	87	42	49	74	120	72	84	84
Myrtaceae	133	51	40	66	65	92	52	61	61
Orchidaceae	242	299	407	96	87	402	463	163	163
Piperaceae	130	155	175	27	71	190	225	55	55
Poaceae	142	89	142	90	142	380	178	50	50
Polypodiaceae	61	57	91	13	23	117	104	22	22
Rubiaceae	599	416	316	223	226	467	425	298	298
Sapotaceae	122	61	17	64	41	53	21	65	65
Solanaceae	117	155	155	21	45	155	211	37	37

Fuente**:** Elaboración propia a partir de SIB, 2025.

En total se registraron **16.541** especies reportados en el SIB Colombia, las cuales están distribuidas en los distintos departamentos del bioma amazónico, la información detallada se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla 8. *Número de especies por departamento*

Departamento	Número de especie
Amazonas	6.266
Caquetá	4.472
Cauca	4.496
Guainía	2.577
Guaviare	2.814
Meta	6.639
Nariño	5.718
Putumayo	3.437
Vaupés	3.437

Fuente: Elaboración propia a partir de SIB, 2025.

Flora endémica

De acuerdo con el SINCHI (2019), en la Amazonia colombiana sobresalen **280 especies endémicas**, las cuales están agrupadas en 68 familias y 185 géneros. Las familias con mayor número de especies son Orchidaceae (35), Bromeliaceae (25), Acanthaceae (25), Fabaceae (16), Melastomataceae (14), Piperaceae (13) y Araceae (12). Los géneros con mayor número de especies son *Justicia* (12), *Piper* (11), *Navia* (10) y *Epistephium* (6) (COAH 2020). Algunas de las especies endémicas de la región amazónica son: *Astrocaryum cuatrecasasianum, Oenocarpus circumtextus, Gongylolepis cortesii, Steyerbromelia naquenensis, Miconia daironii, Schoenocephalium martianum* y *Pseudomonotes tropenbosii,* y *Piper cicatriculosum* (Piperaceae) entre otros. Para algunos centros de endemismos como el de Chiribiquete-Apaporis, estudios para la flora de la cuenca media y alta del río Apaporis (Osorno-Muñoz 2022) reportan 51 especies endémicas de plantas para esa superficie, 45 para la cuenca baja del río Apoporis (2009) y 67 para el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete (Cárdenas *et al*. 2017).

Flora en amenaza

Con respecto a las especies de plantas en alguna categoría de amenaza (CR- En peligro crítico; EN-En peligro; VU-Vulnerable), según el Sistema de Información de Biodiversidad -SIB- seguido de la verificación en 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 Bioma Amazónico se registraron 119 especies en alguna categoría de amenaza (Tabla *9*).

Tabla 9. *Número de especies registradas en categoría de amenaza flora*

Categoría de amenaza	Número de especies en categoría amenaza
CR	24
EN	51
VU	44
Total	**119**

Nota: CR: Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable.
Fuente: Elaboración propia a partir de SIB, 2025; Resolución 0126 de 2024.

Tabla 10. Especies de flora en categoría de amenaza en bioma amazónico.

Nombre de la especie	Familia	C. amenaza	Nombre de la especie	Familia	C. amenaza
Aiphanes duquei	Arecaceae	EN	*Magnolia virolinensis*	Magnoliaceae	CR
Aiphanes lindeniana	Arecaceae	EN	*Malouetia cuatrecasatis*	Apocynaceae	EN
Aiphanes pilaris	Arecaceae	CR	*Masdevallia racemosa*	Orchidaceae	VU
Aniba perutilis	Lauraceae	CR	*Mespilodaphne quixos*	Lauraceae	EN

Nombre de la especie	Familia	C. amenaza	Nombre de la especie	Familia	C. amenaza
Arachnothryx educta	Rubiaceae	EN	*Miconia annulata*	Melastomataceae	VU
Arachnothryx euryphylla	Rubiaceae	VU	*Miconia bella*	Melastomataceae	VU
Aragoa corrugatifolia	Plantaginaceae	VU	*Miconia blakeifolia*	Melastomataceae	VU
Aragoa cupressina	Plantaginaceae	EN	*Miconia majalis*	Melastomataceae	VU
Aspidosperma polyneuron	Apocynaceae	EN	*Miconia parvifolia*	Melastomataceae	VU
Ayenia klugii	Malvaceae	CR	*Miconia pastoensis*	Melastomataceae	VU
Bertholletia excelsa	Lecythidaceae	VU	*Miconia rigens*	Melastomataceae	VU
Bertholletia excelsa	Lecythidaceae	EN	*Miconia setosa*	Melastomataceae	EN
Brunellia macrophylla	Brunelliaceae	EN	*Mimosa trianae*	Fabaceae	EN
Brunellia stuebelii	Brunelliaceae	EN	*Mora oleifera*	Fabaceae	EN
Cavendishia jardinensis	Ericaceae	CR	*Oncidium decorum*	Orchidaceae	EN
Cavendishia nuda	Ericaceae	CR	*Oreopanax niger*	Araliaceae	CR
Cecropia multisecta	Urticaceae	EN	*Palicourea killipii*	Rubiaceae	VU
Cedrela odorata	Meliaceae	EN	*Passiflora erythrophylla*	Passifloraceae	VU
Ceroxylon quindiuense	Arecaceae	EN	*Pentacalia ricoensis*	Asteraceae	EN
Citronella silvatica	Cardiopteridaceae	VU	*Perrottetia calva*	Dipentodontaceae	EN
Clusia hachensis	Clusiaceae	VU	*Persea chrysophylla*	Lauraceae	VU
Clusia rubescens	Clusiaceae	CR	*Phragmipedium schlimii*	Orchidaceae	EN
Clusia volubilis	Clusiaceae	VU	*Phytelephas tumacana*	Arecaceae	EN
Conceveiba santanderensis	Euphorbiaceae	VU	*Pitcairnia altoatratoensis*	Bromeliaceae	CR
Daphnopsis anomala	Thymelaeaceae	EN	*Pitcairnia barrigae*	Bromeliaceae	CR
Dendropanax glaberrimus	Araliaceae	CR	*Pitcairnia petraea*	Bromeliaceae	EN
Dendropanax lehmannii	Araliaceae	VU	*Pitcairnia sylvestris*	Bromeliaceae	EN
Dendropanax pachypodus	Araliaceae	EN	*Pleurothallis killipii*	Orchidaceae	VU
Duguetia colombiana	Annonaceae	VU	*Plutarchia guascensis*	Ericaceae	VU
Epidendrum magnibracteum	Orchidaceae	EN	*Plutarchia miranda*	Ericaceae	EN
Epidendrum uribei	Orchidaceae	CR	*Plutarchia pubiflora*	Ericaceae	EN
Erythroxylum cassinoides	Erythroxylaceae	EN	*Plutarchia rigida*	Ericaceae	VU
Eschweilera bogotensis	Lecythidaceae	VU	*Prionolejeunea magnistipula*	Lejeuneaceae	EN
Eschweilera cabrerana	Lecythidaceae	EN	*Puya boyacana*	Bromeliaceae	CR
Eschweilera integricalyx	Lecythidaceae	VU	*Puya cuatrecasasii*	Bromeliaceae	VU
Espeletia idroboi	Asteraceae	EN	*Salvia nubigena*	Lamiaceae	EN
Espeletia miradorensis	Asteraceae	CR	*Saurauia micayensis*	Actinidiaceae	VU
Espeletia schultesiana	Asteraceae	VU	*Semiramisia pulcherrima*	Ericaceae	EN
Espeletia summapacis	Asteraceae	EN	*Siparuna lozaniana*	Siparunaceae	VU
Eugenia variareolata	Myrtaceae	EN	*Sphagnum sonsonense*	Sphagnaceae	EN

Nombre de la especie	Familia	C. amenaza	Nombre de la especie	Familia	C. amenaza
Ficus guatiquiae	Moraceae	EN	*Stephanopodium cuspidatum*	Dichapetalaceae	EN
Ficus tequendamae	Moraceae	EN	*Steyerbromelia naquenensis*	Bromeliaceae	CR
Geissanthus cestrifolius	Primulaceae	VU	*Swartzia magdalenae*	Fabaceae	CR
Geissanthus goudotianus	Primulaceae	EN	*Swietenia macrophylla*	Meliaceae	CR
Geissanthus kalbreyeri	Primulaceae	VU	*Symplocos trianae*	Symplocaceae	EN
Guaiacum officinale	Zygophyllaceae	CR	*Symplocos venulosa*	Symplocaceae	VU
Huberodendron patinoi	Malvaceae	VU	*Themistoclesia mucronata*	Ericaceae	VU
Humiriastrum procerum	Humiriaceae	CR	*Themistoclesia recurva*	Ericaceae	VU
Hypericum pimeleoides	Hypericaceae	VU	*Thibaudia fallax*	Ericaceae	CR
Ilex bullata	Aquifoliaceae	CR	*Tillandsia engleriana*	Bromeliaceae	CR
Jalcophila colombiana	Asteraceae	EN	*Triplaris purdiei*	Polygonaceae	VU
Juglans neotropica	Juglandaceae	EN	*Varronia acuta*	Cordiaceae	EN
Lepanthes arbuscula	Orchidaceae	EN	*Viburnum lehmannii*	Viburnaceae	VU
Lepanthes osiris	Orchidaceae	EN	*Vochysia artantha*	Vochysiaceae	EN
Linochilus chrysotrichus	Asteraceae	CR	*Weinmannia tolimensis*	Cunoniaceae	VU
Lupinus colombiensis	Fabaceae	VU	*Zamia melanorrhachis*	Zamiaceae	EN
Macleania crassa	Ericaceae	VU	*Zanthoxylum gentryi*	Rutaceae	VU
Macleania pubiflora	Ericaceae	VU	*Zygia lehmannii*	Fabaceae	VU
Magnolia calophylla	Magnoliaceae	EN			
Magnolia narinensis	Magnoliaceae	CR			
Magnolia striatifolia	Magnoliaceae	EN			

Nota: CR: Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable. *C. amenaza: categoría de amenaza.

Fuente: Elaboración propia a partir de SIB, 2025; Resolución 0126 de 2024.

Adicionalmente en la siguiente tabla se describe las características de amenaza de especie de flora del bioma amazónico:

Tabla 11. Características de amenaza de especies En Peligro Critico bioma amazónico.

Nombre de la especie	Habito de crecimiento	Rango altitudinal (msnm)	Característica de la amenaza	Fuente
Aiphanes pilaris	Palma	2580	hábitat en áreas restringidas, pocos individuos registrados (siete ind)	Galeano & Bernal (2010)
Aniba perutilis	Árbol	100-2600	Aproximadamente 85% de las poblaciones han sido sometidas explotación maderera de acuerdo con reportes de la Corporaciones autónomas regionales, especie vedada CDMB- Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga; CARDER-Corporación Autónoma Regional de Risaralda; CORANTIOQUIA, CORPOURABÁ. Dificulta en la germinación de semillas	Cárdenas & Salinas (2007)

Nombre de la especie	Habito de crecimiento	Rango altitudinal (msnm)	Característica de la amenaza	Fuente
Ayenia klugii	Arbolito	325	Población gravemente fragmentada, tendencia poblacional actualmente disminuye	López-gallego & Morales (2020)
Cavendishia jardinensis	Arbustos, epífita	2100-2900	Especie endémica de Colombia, se conoce del sitio colecta en el departamento de Antioquia.	IUCN (2019)
Cavendishia nuda	Arbusto	2300-2900	Presenta distribución restringida en la cordillera Occidental de Colombia, disminución continua en calidad y extensión del hábitat procesos de ganadería y actividades extractivas. Especie endémica de Colombia.	IUCN (2019)
Clusia rubescens	Árbol	1500-2000	Especie endémica para Colombia, se conoce solamente de una localidad del Cauca, la subpoblación presenta un hábitat degradado	IUCN (2020)
Dendropanax glaberrimus	Árbol	1900-2025	Especie endémica para Colombia, la especie solamente tiene una localidad conocida y su hábitat está siendo degradado por actividades humanas (ampliación de la frontera agropecuaria)	IUCN (2020)
Epidendrum uribei	Epífita	2500-3100	Especie endémica para Colombia	NatutalistaCO (2025)
Espeletia miradorensis	Hierba terrestre	3560	Especie con distribución restringida en los andes de Colombia, Cordillera Oriental	IUCN (2020)
Guaiacum officinale	Árbol	30-1050	La madera fue usada en medicina artesanal, con alta dureza, se encuentra con restricción en CITES	IUCN (2019)
Humiriastrum procerum	Árbol	5-100	La población disminuye por la explotación de la madera	IUCN (2019)
Ilex bullata	Árbol	1300-1500	Especie endémica para Colombia	IUCN (2019)
Linochilus chrysotrichus	Arbusto	3640	Distribución restringida a los andes, Especie endémica para Colombia	IUCN (2019)
Magnolia narinensis	Árbol	0-100	Presenta una extensión menor de 100 km2 y se conoce una sola localidad, el hábitat viene siendo degradados principalmente por la extracción de madera de forma indiscriminada y problemática de cultivos ilícitos	García (2007)
Magnolia virolinensis	Árbol	2500-2650	Estado de amenaza porque tiene una extensión de presencia menor de100 km2 y se conoce una sola localidad, se encuentra en pequeños fragmentos de bosques ubicados en las cumbres de montañas aislados por potreros, cultivos y vías.	García (2007)
Oreopanax niger	Arbusto	3250	Presente solo en una localidad, hábitat degradado, Especie endémica para Colombia	IUCN (2020)

Nombre de la especie	Habito de crecimiento	Rango altitudinal (msnm)	Característica de la amenaza	Fuente
Pitcairnia altoatratoensis	Hierba terrestre arrosetada	520-620	Presenta distribución restringida en la vertiente pacifica de la cordillera Occidental, Especie endémica para Colombia	IUCN (2020)
Pitcairnia barrigae	Hierba terrestre arrosetada	500-700	Especie endémica Colombia, disminución continua de la calidad y extensión de hábitat	IUCN (2020)
Puya boyacana	Hierba terrestre arrosetada	3300-3400	Especie endémica de la cordillera Oriental, Presencia de extensión menor de 100 km2, solo se conoce por la colección tipo, proviene de áreas con alteración agropecuaria.	García & Galeano (2006)
Steyerbromelia naquenensis	Hierba terrestre	300	Especie con distribución restringida en la vertiente pacífica de la cordillera Occidental	IUCN (2020)
Swartzia magdalenae	Árbol	450-1300	Especie endémica Colombia, solo se registra especie tipo	IUCN (2020)
Swietenia macrophylla	Árbol	200-500	La madera comercialmente más valiosa e intensamente explotada en el trópico americano, muebles finos, ebanistería, artesanías, decoración. Objeto de intensa explotación maderera durante el último siglo, reduciendo las poblaciones naturales es más del 80%, CITES apéndice II, vedas de aprovechamiento CARDER, CORPOURABA, CDMB	Cárdenas & Salinas (2007)
Thibaudia fallax	Hierba, arbusto	3050-3500	Especie endémica Colombia	IUCN (2020)
Tillandsia engleriana	Hierba terrestre arrosetada	2000	Especie endémica Colombia, distribución restringida	IUCN (2020)

Fuente:Elaboración propia a partir de SIB, 2025.

6.3.4. Fauna

El bioma amazónico se reconoce como una de las regiones con mayor biodiversidad a nivel mundial en la mayoría de los grupos taxonómicos. La diversidad varía geográficamente, con algunos grupos siendo más diversos en las tierras bajas amazónicas, mientras que otros prosperan en los Andes. En el Amazonas colombiano se han registrado hasta el momento 6.206 especies de artrópodos y 3.281 especies de vertebrados, correspondientes a peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De ellas, actualmente se cuenta con un reporte de 1.104 especies de peces, 269 especies de herpetofauna, 1.500 de aves y 265 de mamíferos, lo que da cuenta de la alta diversidad de la región. Al menos 111 especies de vertebrados

poseen valor de uso para consumo por parte de las comunidades locales, lo que resalta su importancia socio ecológica (Mantilla Cardenas, 2021)

En términos de aportes al conocimiento, en los últimos años en la región se han registrado 17 nuevos reportes de anfibios, 2 de reptiles y 4 de aves para el país, además de la descripción de una nueva especie de serpiente (*Thamnodynastes silvai*) y dos nuevas especies de murciélagos (V*ampyressa voragine y Eptesicus orinocensis*) (Mantilla Cardenas, 2021, 2022 y 2023). En cuanto al estado de conservación, se han documentado 36 especies con alguna categoría de amenaza según la UICN (2021) y 31 especies con categoría de amenaza a nivel nacional según la Resolución 0126 (MADS, 2024); en ambos casos, estas corresponden principalmente a reptiles, aves y mamíferos, incluyendo especies evaluadas hace varios años y cuyas poblaciones actualmente se consideran amenazadas en su rango de distribución.

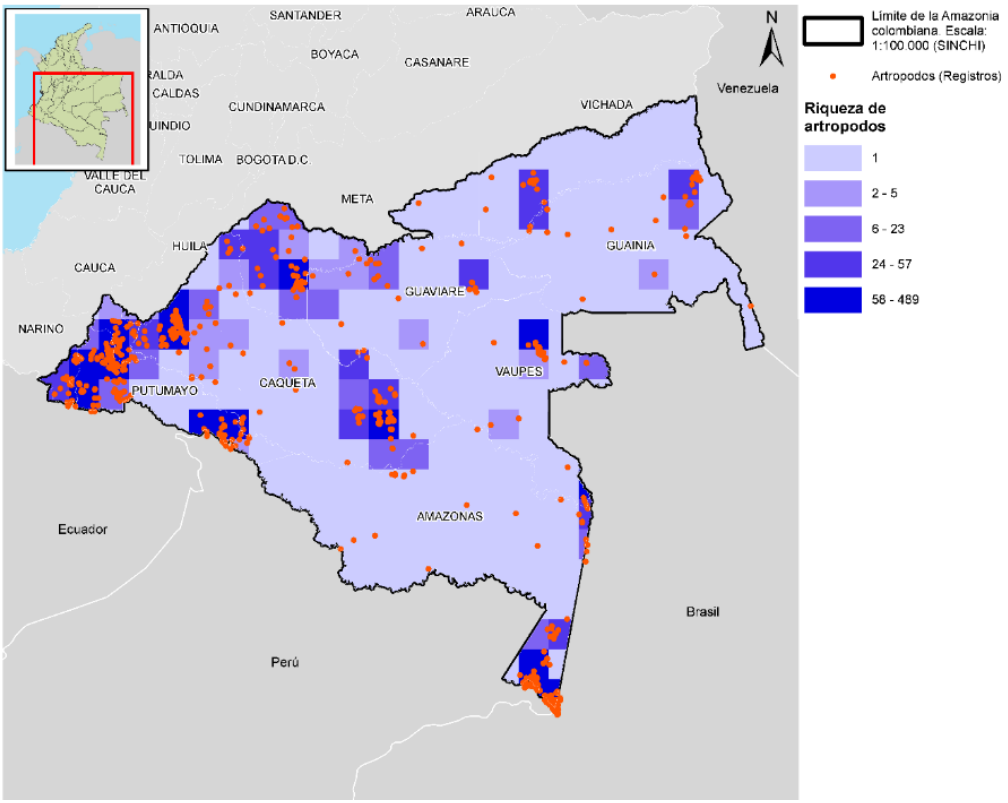
6.3.4.1. Artropofauna

Si bien los artrópodos dominan los ecosistemas terrestres en términos de número de especies y biomasa, su diversidad en la región amazónica permanece prácticamente desconocida (Adis, 2007; Hanson & Nishida, 2016). En la zona de estudio se han registrado al menos **6.206 especies** de las clases Malacostraca, Insecta, Branchiopoda, Copepoda, Arachnida, Ostracoda, Chilopoda, Diplopoda, Collembola, Symphyla y Trilobita de acuerdo con la información disponible en portales de datos abiertos como GBIF. Así entonces se cuenta con la presencia en la región de al menos **33** especies de **miriápodos**, **72** de **crustáceos**, **495** de **arácnidos** y **5.594** de **insectos**.

Dentro de los arácnidos, se han identificado 14 posibles especies nuevas y al menos una fracción de la diversidad registrada en la región amazónica colombiana, donde se han documentado 361 especies de arañas, 24 escorpiones, 28 opiliones, 42 ácaros, tres ricinuleidos, 19 seudoescorpiones, cinco esquizómidos, ocho amblipígidos y 1 uropygido, lo que equivale a cerca del 20% de los arácnidos reportados para Colombia (López Miranda, Tovar Márquez y Álvarez García, 2023). A escala más amplia, la Amazonía alberga alrededor del 2% de las especies de arácnidos del mundo, con presencia de los 13 órdenes actuales y más de 1.592 especies descritas. Entre las especies registradas en el área, destacan aquellas en proceso de descripción como nuevas para la ciencia, lo que resalta la importancia de la zona para el conocimiento y conservación de la biodiversidad regional (Luna Sarmiento, 2023). A pesar de lo anterior, muchos de los esfuerzos de muestreo se han concentrado en unas pocas zonas dentro de la Amazonía, lo cual se refleja en la disparidad de especies reportadas y reconocidas por zonas dentro de la región,

con variaciones de entre una y 489 especies por unidad de área (Figura). En todas estas áreas, la presencia de arácnidos es fundamental, ya que actúan como **controladores naturales de poblaciones de insectos**, contribuyendo así a la regulación de especies que pueden ser **plagas o vectores de enfermedades como el dengue y la malaria.**

Figura 52 Patrón espacial de riqueza de artrópodos en el bioma amazónico



Fuente: Elaboración propia partir de los registros de GBIF, 2025.

La entomofauna de la Amazonia se caracteriza por una extraordinaria riqueza en todos los estratos verticales del bosque, y se prevé que los patrones de distribución a gran escala espacial no sean homogéneos en toda la región (Lucky et al., 2002; Erwin et al., 2005). Los insectos amazónicos presentan tanto una elevada diversidad de especies como altas densidades poblacionales, particularmente aquellos asociados al dosel (Adis et al., 1998; Erwin, 1998).

De las 5.594 especies registradas, los **Lepidopteros** cuentan con **1.903 especies**, seguidos por **Coleopteros** e **Hymenopteros** con más de **950 especies** cada uno, Hemiptera y Diptera con más de 500 especies reportadas, Blattodea y Odonotada con alrededor de 200 especies y menos de 100 espcies registradas de otros ordenes como Dermaptera, Ephemeroptera, Mantodea, Mecoptera, Megaloptera,

Neuroptera, Orthoptera, Phasmida, Plecoptera, Psocodea, Siphonaptera y Trichoptera.

En cuanto a lepidópteros, los géneros *Automeris, Rothschildia, Hylesia, Lonomia* y *Xylophanes*, entre otros registrados en la zona, representan un grupo de alta diversidad e importancia ecológica. Estas especies, tanto en su estadio larval (oruga) como en el adulto, mantienen **relaciones estrechas y dependientes con plantas**, ya que las orugas consumen hojas específicas que les sirven de alimento y refugio, mientras que los adultos actúan como polinizadores (Ramos-Artunduaga et al., 2021). Las mariposas se consideran bioindicadores valiosos del estado de conservación de los ecosistemas porque su presencia, riqueza y abundancia reflejan la calidad ambiental y el grado de conservación o alteración de los hábitats, por lo que su riqueza en la Amazonía colombiana da cuenta de las funciones ecológicas que se mantienen con su presencia al formar parte de las cadenas tróficas, sirviendo como alimento para aves, murciélagos y otros insectívoros, así como contribuir significativamente a la polinización, facilitando la **reproducción de muchas plantas nativas y cultivadas** (Fagua et al., 1999; Santos-Heredia et al., 2024). En ciertas zonas del bioma amazónico colombiano se han llegado a registrar hasta 160 especies de mariposas diurnas simpátricas, incluyendo a *Urania leilus*, una polilla diurna migratoria local en la región amazónica, reconocida por su gran tamaño y notable belleza, considerada de relevancia ecológica y paisajística.

Entre los coleópteros registrados en el bioma amazónico colombiano se destacan varias especies de escarabajos rinoceronte como *Megasoma mars y Megasoma actaeon*, conocidos por su gran tamaño y relevancia en estudios de biodiversidad y evolución, así como el escarabajo Hércules (*Dynastes hercules*), uno de los más grandes del mundo. También se ha registrado el escarabajo joya (*Euchroma giganteum*), reconocido por su brillo iridiscente y utilizado en estudios de bioluminiscencia y estructura de exoesqueleto. Así mismo, destaca la presencia de escarabajos estercoleros (géneros *Coprophanaeus, Canthon, Onthophagus* y *Ateuchus*), quienes cumplen funciones ecológicas vitales como el **reciclaje de nutrientes, la mejora de la calidad del suelo, la reducción de parásitos y la regulación hídrica** (Holter y Scholtz, 2007; Santos-Heredia et al., 2024). De igual manera, la presencia de varias especies de Cerambícidos y otros escarabajos de madera también es importante por su papel en la descomposición de la materia orgánica, contribuyendo a la dinámica forestal (Nichols et al., 2007).

De las 900 especies de hymenopteros registradas en el país para el 2000 (PRiBES, 2000), hoy se encuentran en la amazonía colombiana poco más de 100 especies de abejas, 250 avispas y cerca de 600 especies de hormigas. Las hormigas, como

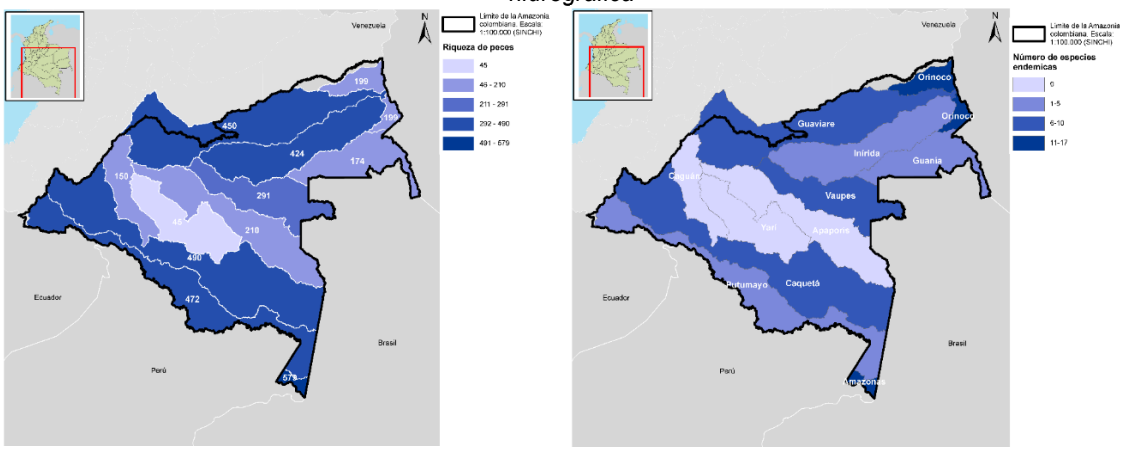
las de los géneros *Pseudomyrmex, Cephalotes, Camponotus*, entre otras, son importantes ingenieras del suelo y agentes clave del control biológico al participar en la **descomposición de materia orgánica, aireación del suelo, reciclaje de nutrientes y reducción de plagas**. Las hormigas cortadoras de hojas del género *Atta*, por ejemplo, son reconocidas por su complejo papel en la agricultura natural al cultivar hongos como fuente de alimento y al modificar la estructura del suelo. Otras hormigas, como *Eciton* y *Neivamyrmex*, son depredadoras que mantienen el equilibrio trófico y contribuyen a la biodiversidad. Por su parte, las abejas de los géneros *Euglossa, Melipona, Eulaema* y *Bombus* son polinizadoras esenciales que garantizan la reproducción de muchas plantas nativas y cultivadas, lo que es fundamental para la **conservación de la diversidad biológica y la producción agrícola** (Roubik y Hanson, 2004; Santos-Heredia et al., 2024)**.**

6.3.4.2. Ictiofauna

La región de la Amazonía colombiana alberga una gran variedad de ecosistemas acuáticos complejos —ríos, arroyos, lagos y llanuras de inundación— que conforman la base ecológica de la vida amazónica. Estos sistemas se nutren de cabeceras andinas, suelos erosionados de bosques tropicales y formaciones del escudo guayanés, constituyendo una red fluvial densa y dinámica que sostiene la conectividad ecológica y la diversidad íctica de la región (Bogotá-Gregory et al., 2022).

En este contexto, la Amazonia colombiana concentra el 68 % de los peces de agua dulce del país, con un total de **1.104 especies** distribuidas en 375 géneros, 53 familias y 16 órdenes (Figura 53). De ellas, 404 se encuentran tanto en la cuenca del Amazonas como en la del Orinoco. Esta cifra equivale a una quinta parte de la ictiofauna neotropical y a aproximadamente un tercio de la diversidad de la cuenca amazónica regional (Bogotá-Gregory et al., 2022; SINCHI, 2023). Asimismo, el inventario incluye 19 especies categorizadas como amenazadas (Mojica et al., 2012), 82 con comportamiento migratorio (Usma et al., 2009) y 426 de importancia comercial, de las cuales 88 se destinan al consumo humano y 365 tienen valor en el mercado ornamental.

Figura 53 Riqueza y número de especies endémicas de peces en el bioma amazónico por subzona hidrográfica



Fuente: Elaboración propia a partir de Bogotá-Gregory et al., 2022, JÉZÉQUEL, C. *et al*. 2020 y DoNascimiento *et. al*.2024, 2025.

Más allá de la magnitud numérica, la relevancia ecológica de esta ictiofauna radica en su diversidad funcional, entendida como la amplitud de rasgos y estrategias que presentan las especies y el grado de redundancia entre ellas. Estos aspectos son fundamentales para la estabilidad, el funcionamiento y la resiliencia de los ecosistemas amazónicos (Flynn et al., 2009; Mouillot et al., 2013; Kelley et al., 2018). La cuenca amazónica no solo alberga la mayor diversidad de peces de agua dulce del planeta, sino también la más alta diversidad funcional registrada, un patrón que supera lo esperado a partir de su ya excepcional riqueza taxonómica (Toussaint et al., 2016). Este fenómeno refleja la extraordinaria variabilidad de condiciones ambientales locales que estructuran los ensamblajes de especies (Leitão et al., 2018; Benone et al., 2020).

Las causas de esta diversidad se remontan a la historia geológica de la cuenca. El levantamiento de los Andes y los procesos paleo hidrológicos asociados que configuraron la actual cuenca amazónica y favorecieron intercambios intermitentes con la cuenca del Orinoco. Estos eventos facilitaron tanto la mezcla como el aislamiento de linajes ícticos, impulsando la especiación y el endemismo (Mojica et al., 2006). La magnitud inigualable del sistema hidrográfico, sumada a su carácter abierto con conexiones hacia el norte y el sur del continente, ha creado un escenario evolutivo único que explica por qué la Amazonia es considerada un epicentro de diversidad íctica a nivel mundial (Val & Almeida-Val, 1995).

Un factor esencial en la diversificación de los peces amazónicos es la heterogeneidad de sus aguas, que se dividen en tres grandes tipos según su origen, composición química y procesos geológicos: aguas blancas, aguas negras y aguas claras (Sioli, 1984; Junk & Furch, 1985 en Duque et al., 1997; Val, 2019). Las aguas

blancas, provenientes de los Andes, se caracterizan por su alta carga de sedimentos y nutrientes, baja transparencia y pH cercano a la neutralidad, alcanzando hasta metro y medio de sedimentación por ciclo de inundación (Padoch et al., 1999). Estas crecidas periódicas dan origen a los bosques de várzea, ecosistemas riparios inundables altamente productivos (Wittmann et al., 2006 en Mostacedo et al., 2006). En contraste, las aguas negras, de tonalidad oscura por el alto contenido de carbono orgánico disuelto en forma de ácidos húmicos, son pobres en nutrientes, con baja sedimentación y pH ácido, formando durante sus inundaciones los bosques de igapó (Ayres, 1995 en Mostacedo et al., 2006; Lewis, 2008). Por su parte, las aguas claras, originadas en el escudo guayanés, se distinguen por su transparencia, baja carga de sedimentos, fertilidad limitada y pH ligeramente ácido, debido a la retención de solutos húmicos por minerales arcillosos (Leenheen, 1980 en Duque et al., 1997). Estas diferencias fisicoquímicas generan hábitats contrastantes que permiten la especialización y coexistencia de múltiples especies, promoviendo procesos de especiación y endemismo. En Colombia, los ríos Putumayo y Caquetá, ambos de aguas blancas, representan corredores biológicos fundamentales que sostienen una gran riqueza íctica gracias a su elevada productividad.

La dinámica hidrológica de la región también juega un papel crucial. El *pulso de inundación*, descrito por Junk, Bayley y Sparks (1989), conecta de manera cíclica los ríos con los bosques. Durante las crecientes, vastas áreas de selva se inundan y se convierten en zonas de reproducción, crianza y alimentación para los peces, quienes aprovechan la abundancia de frutos, hojas e invertebrados que el bosque aporta. En época de aguas bajas, las especies se concentran en cauces principales y lagunas aisladas, enfrentando mayor vulnerabilidad (Mojica et al., 2006; Junk et al., 2023). Esta dinámica ha dado lugar a una coevolución entre peces y bosque: numerosas especies ícticas son frugívoras y actúan como dispersoras de semillas, contribuyendo a la regeneración forestal (Anderson et al., 2009).

Entre estos, muchas especies migratorias han desarrollado una relación simbiótica con el bosque amazónico. Durante las crecientes, ingresan al bosque inundado para alimentarse de frutos caídos al agua, dispersando semillas a largas distancias y favoreciendo su germinación (Goulding, 1980; Correa & Winemiller, 2014; Correa et al., 2015a). Se estima que en la cuenca amazónica habitan la mayoría de las aproximadamente 150 especies de peces frugívoros descritas en los Neotrópicos, pertenecientes a 17 familias y 6 órdenes (Horn et al., 2011). Estas especies consumen al menos 566 tipos de frutos y semillas de 82 familias de plantas, desempeñando un papel esencial en la dinámica de dispersión vegetal y en el mantenimiento de la biodiversidad del bosque (Correa et al., 2015a).

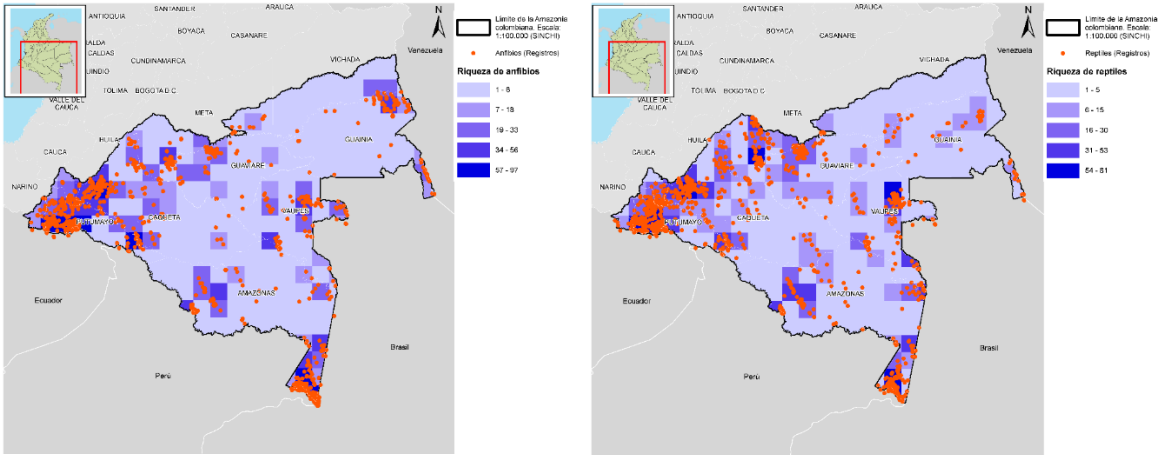
De igual manera, el pulso regula los ciclos migratorios de especies emblemáticas como los grandes bagres (*Brachyplatystoma* spp.) y varios carácidos, cuya supervivencia depende de la conectividad del sistema. Más allá de su importancia ecológica, los peces amazónicos cumplen un papel central en la seguridad alimentaria y cultural de las comunidades indígenas, ribereñas y campesinas que dependen de la pesca como fuente primaria de proteína. La ictiofauna amazónica forma parte de la identidad biocultural de la región, y especies como el dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) son consideradas centinelas de la salud ecológica del sistema, además de poseer un alto valor simbólico y comercial (Aguas Amazónicas, 2023).

En síntesis, la diversidad de peces del bioma amazónico colombiano es el resultado de la interacción entre procesos geológicos, un sistema hidrográfico de enorme escala, la heterogeneidad de aguas y hábitats, y el régimen natural de pulsos de inundación.

6.3.4.3. Herpetofauna

En el área se han registrado al menos 183 especies de anfibios dentro de los cuales destaca la presencia de dos especies de ranas aún no descritas para la ciencia, una del género *Ceuthomantis* y otra del género *Pristimantis.* La gran diversidad de anfibios, muchos con características únicas adaptadas al ecosistema, es un indicativo de la salud ambiental y riqueza genética del ecosistema que de no ser preservada podría perderse aún antes de conocerse (Denevan, 1974). Adicionalmente, debe reconocerse el papel ecológico que mantienen los anfibios al ser **controladores de plagas, reguladores de ecosistemas acuáticos y terrestres**, y parte fundamental de la cadena alimenticia, siendo **presas** de aves, mamíferos, peces y reptiles (Cortéz-Gómez *et al,* 2015). De las especies registradas, *Pristimantis aff. ockendeni, Ceuthomantis sp. y Rhinella sp*., presentan actualmente la categoría de Datos Insuficientes (DD) en la UICN, indicando que falta información suficiente para evaluar su riesgo de extinción. Estas especies suelen ser recién descritas o poco estudiadas, y muchas requieren revisiones taxonómicas para clarificar su estatus, sin embargo, la tendencia de muestreo hacia capitales departamentales y la baja exploración científica de otras zonas dentro de la Amazonía refuerza la necesidad de acciones de conservación que permitan el mantenimiento de poblaciones de especies de anfibios cuya riqueza varia drásticamente de una a más de 50 especies en las zonas muestreadas (Figura 54).

Figura 54 . Patrón espacial de riqueza de anfibios (izquierda) y reptiles (derecha) en el bioma amazónico.



Fuente: Elaboración propia partir de los registros de GBIF, 2025.

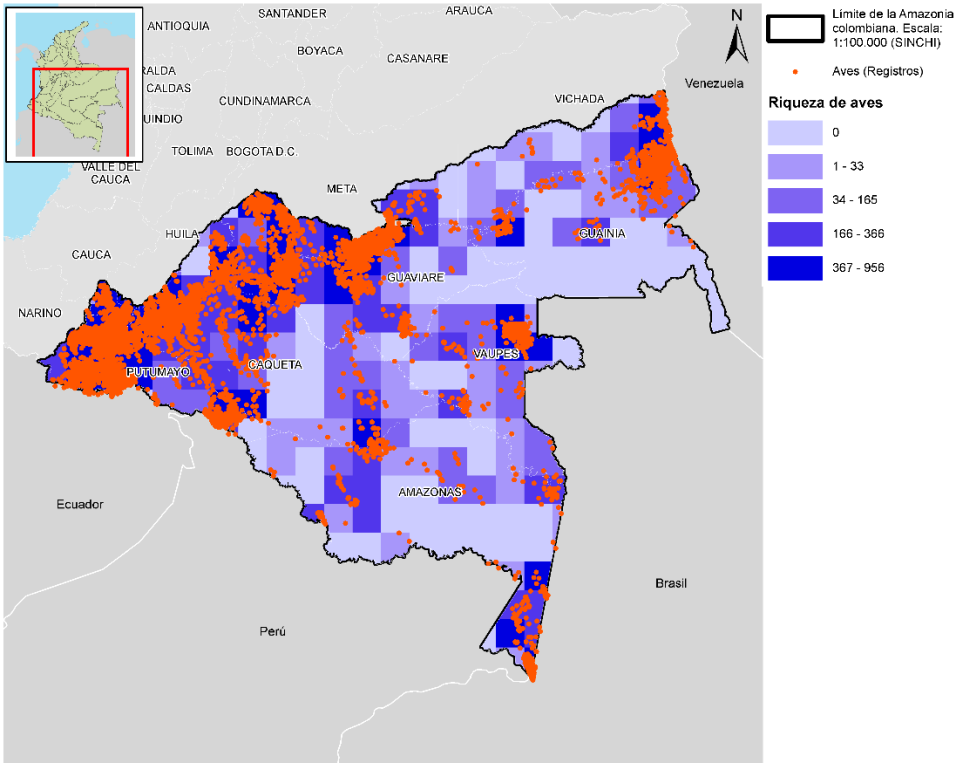
En cuanto a reptiles, han sido registradas 4 especies de cocodrílidos, 15 de tortugas y 210 especies de Squamata (serpientes, lagartos y tatacoas), lo que convierte a esta región en la de mayor diversidad de reptiles en el país. Entre los registros del área se destaca la abundancia del lagarto *Neusticurus medemi*, así como la presencia de *Bachia pyburni, Helicops hagmanni y Micrurus filiformis*, dando gran relevancia a la zona para la conservación y el conocimiento herpetológico. Adicionalmente se cuenta con la presencia de la anaconda verde (*Eunectes murinus*), que es la serpiente más grande del mundo y la cual juega un rol importante en la **cadena alimentaria** como uno de los **predadores tope** del ecosistema (Cortéz-Gómez et al., 2015). Al igual que en los artrópodos y anfibios, la riqueza reportada de reptiles en el bioma amazónico se ve fuertemente influenciada por los esfuerzos de muestreo.

6.3.4.4. Aves

La Amazonía colombiana cuenta con especies emblemáticas como el guacamayo rojo, el águila arpía y diferentes tucanes, los cuales actúan como **dispersores de semillas y controladores de poblaciones de pequeños animales** (Díaz-Cháux et al., 2025). Se han registrado al menos 800 especies de aves, aunque se estima la presencia de 1.300 a 1.500, lo que equivale a cerca del 75% de la avifauna nacional, que en el contexto global es la de mayor riqueza a nivel global al albergar cerca de 2.000 especies de aves de las aproximadamente 10.000 descritas en el mundo. En el bioma amazónico se observa la presencia promedio de más de 30 especies por unidad de área, pudiendo llegar a obtenerse hasta cerca de 1.000 especies en una misma unidad (Figura 55), lo cual da cuenta de la importancia que tiene este bioma para el mantenimiento de la avifauna nacional y global, aún más

considerando la presencia de especies tanto residentes como migratorias por unidades de tiempo, afectando así no solo procesos regionales sino continentales.

Figura 55 Patrón espacial de riqueza de aves en el bioma amazónico



Fuente: Elaboración propia partir de los registros de GBIF, 2025.

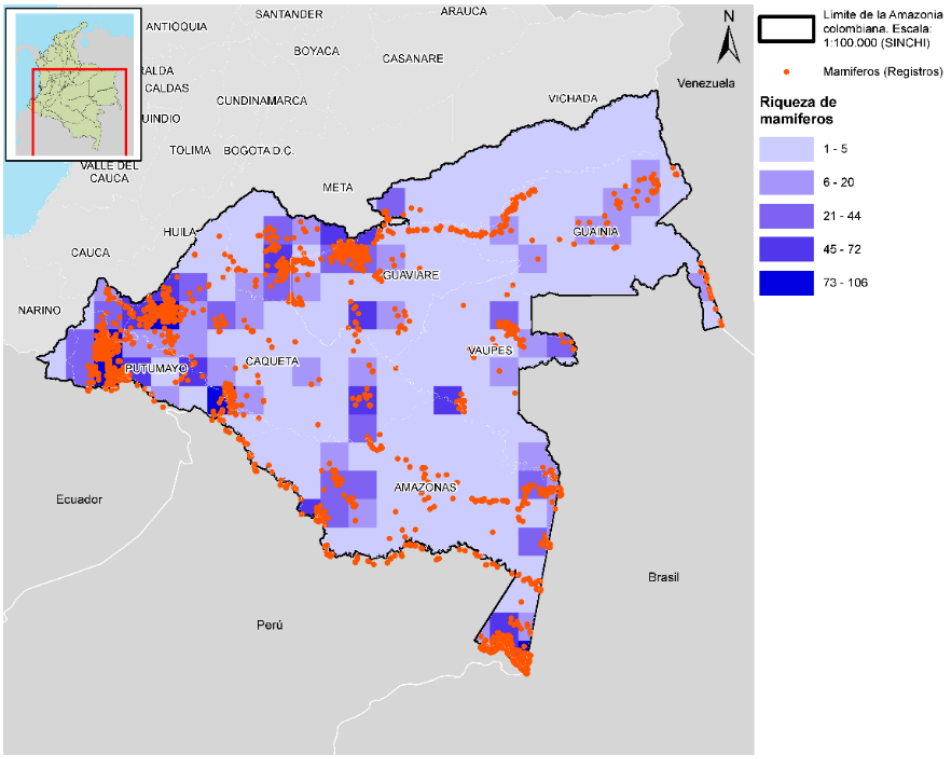
Entre las especies de mayor relevancia para la conservación en el área destacan el paujil negro (*Crax alector*), el paujil culicastaño (*Mitu tomentosum*) y el tucán silbador (*Ramphastos tucanus*), todas bajo alguna categoría de amenaza global, cuya protección resulta prioritaria para las comunidades locales y las iniciativas de **aviturismo**. Asimismo, resalta el esmeralda de Chiribiquete (*Chlorostilbon olivaresi*), única ave endémica de la Amazonia colombiana, y el hormiguero colorado (*Myrmeciza castanea*), especie prácticamente restringida a esta región del país. A estas se suman otras especies de gran atractivo para observadores de aves, como águilas, trogones y jacamares, que refuerzan la importancia del área tanto para la conservación como para el turismo de naturaleza.

6.3.4.5. Mastofauna

En Colombia se han registrado hasta el momento 553 especies de mamíferos, lo que sitúa al país en el sexto lugar en riqueza de especies a nivel mundial y en el cuarto en el continente americano, después de Brasil (Ramírez-Chaves et al. 2016). De estas, en la Amazonía colombiana se han documentado **265 especies**, lo que

corresponde a cerca del 50 % de la riqueza nacional, aunque se considera que esta cifra está subestimada debido a la limitada exploración y la existencia de vastas áreas sin muestreos sistemáticos (Morales Martínez, et al., 2019). A pesar de esto, plataformas de acceso a datos abiertos como GBIF, cuenta con registros de hasta 106 especies simpátricas en áreas con mayores esfuerzos de muestreo (Figura 56).

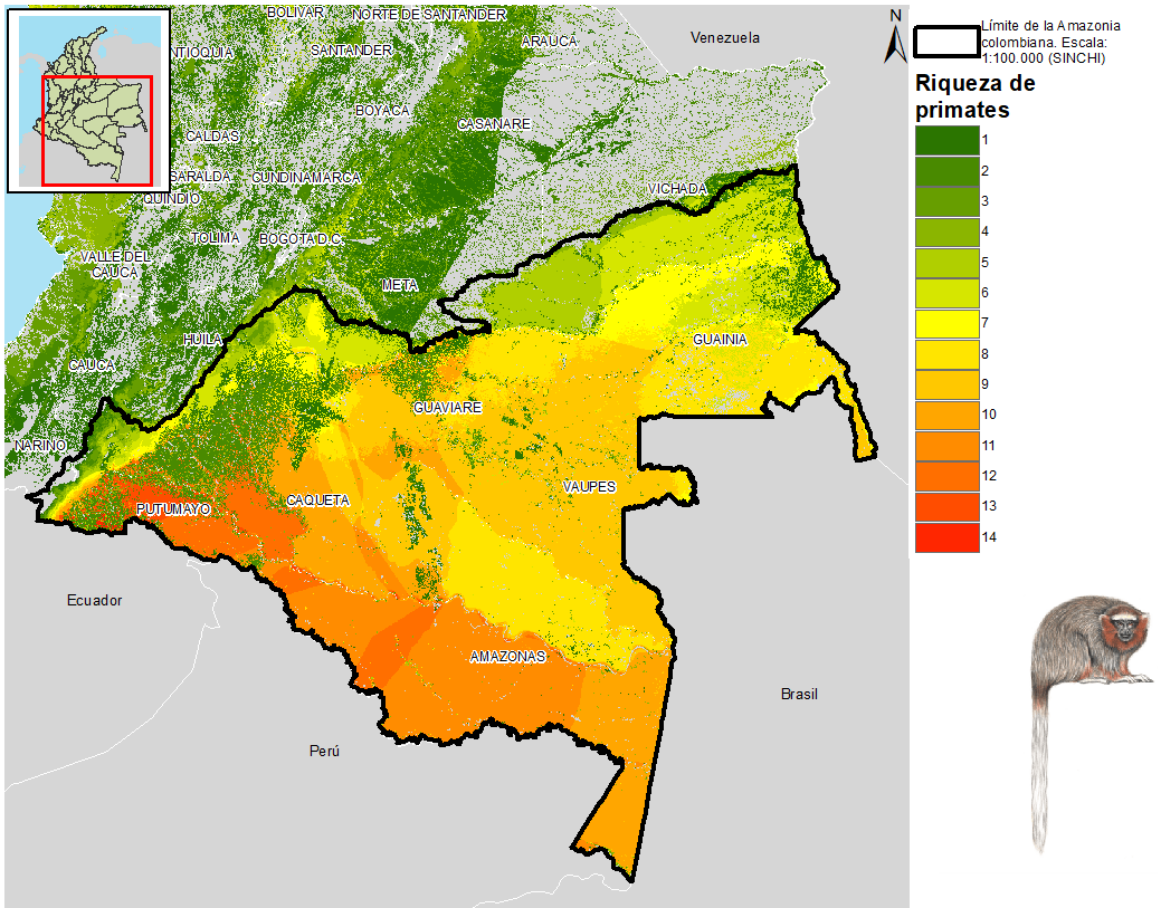
Figura 56 . Patrón espacial de riqueza de mamíferos en el bioma amazónico



Fuente: Elaboración propia partir de los registros de GBIF, 2025.

La presencia de diferentes especies de mamíferos (primates, carnívoros, perezosos, murciélagos, etc.) influye fuertemente en el cumplimiento de funciones importantes para este ecosistema como la **dispersión de semillas, el control de poblaciones de insectos y pequeños vertebrados y el ciclaje de nutrientes** (Lacher et al., 2019). La alta riqueza de algunos grupos refleja la variedad de oferta de hábitats que mantiene la zona y permite la simpatría de diferentes especies en la zona (Figura 57). Por ejemplo, para Colombia, el bioma amazónico colombiano es aquel que concentra el mayor número de especies de primates, por lo cual es probable que la región haya jugado un rol importante en la diversificación evolutiva y especiación del grupo. Como se observa la siguiente figura, la mayor riqueza en términos de la distribución potencial de especies de primates se encuentra en los departamentos de Putumayo, Caquetá y Amazonas, seguidos de Vaupés, Guaviare y Guainía.

Figura 57. Riqueza de especies de primates en la Amazonía colombiana



Fuente: Biomodelos del IAvH, 2025.

Fauna terrestre endémica

La siguiente lista muestra algunas de las especies endémicas de Colombia, ya sea con distribución exclusiva en la región de la Amazonía, o con presencia en esta región. Si bien la región Amazónica de Colombia presenta gran riqueza de especies, la mayoría de los endemismos en términos de fauna tienden a ser para todo el ecosistema amazónico que incluyen otros países como Brasil, Ecuador y Perú, por lo cual los endemismos exclusivos para el país son puntuales:

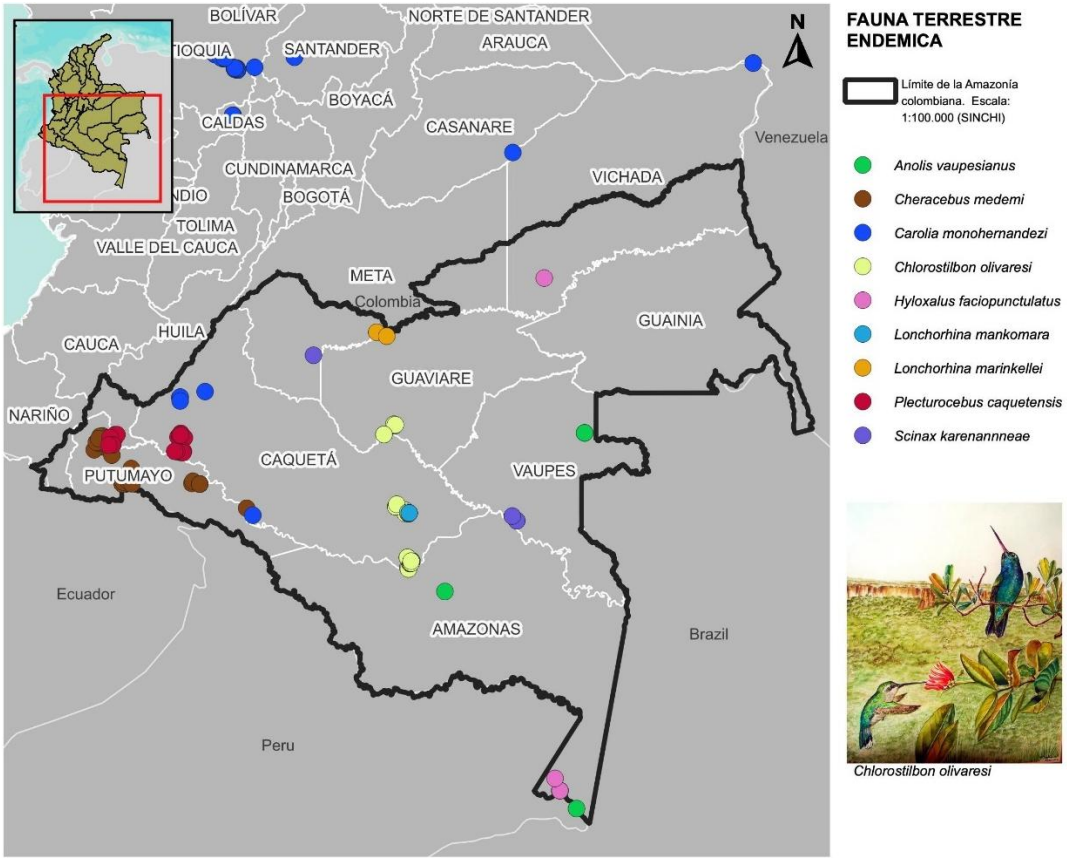
Tabla 12 Especies de fauna terrestre registradas como endémicas para Colombia

Departamento	Especie	Grupo
Vichada, Amazonas	*Hyloxalus faciopunctulatus*	Anfibio
Vaupes, Meta	*Scinax karenanneae*	Anfibio
Vaupes	*Caecilia yaigoje*	Anfibio

Departamento	Especie	Grupo
Amazonas	*Synapturanus sacratus*	Anfibio
Amazonas	*Synapturanus artifex*	Anfibio
Caquetá	*Synapturanus latebrosus*	Anfibio
Vaupes, Amazonas	*Anolis vaupesianus*	Reptil
Guaviare, Caquetá	*Chlorostilbon olivaresi*	Ave
Putumayo	*Cheracebus medemi*	Mamífero (primate)
Caquetá, Putumayo	*Plecturocebus caquetensis*	Mamífero (primate)
Caquetá, Guaviare	*Lonchorhina marinkellei*	Mamífero (Murciélago)
Caquetá (serranía de Chiribiquete)	*Lonchorhina mankomara*	Mamífero (Murciélago)
Caquetá	*Carollia monohernandezi*	Mamífero (Murciélago)

Fuente: SiB, Colombia, 2025.

Figura 58. Ocurrencia de algunas especies registradas como endémicas para Colombia y con distribución amazónica



Fuente: GBIF, 2025.

Fauna amenazada

Dada la falta de información para muchas de las especies y la ausencia de muestreos en gran parte del bioma, la mayoría de la fauna no ha sido categorizada por organismos internacionales ni nacionales frente a su riesgo a la extensión. Sin embargo, se tiene conocimiento de diferentes especies en categorías de amenaza para todos los grupos faunísticos, y como está categorización ha ido cambiando a lo largo de los años, añadiendo especies y aumentando la criticidad de la amenaza tanto a nivel global como nacional. Así entonces se tiene que para el 2010 al menos 30 especies de fauna vertebrada se encontraban reportadas en los libros rojos de Colombia, que para el 2021, 39 especies presentes en el bioma amazónico colombiano estaban amenazadas a nivel global y 23 de estas lo estaban también a nivel nacional para el 2024 (siguiente Tabla).

Tabla 13. *Especies de fauna registradas en la Amazonía colombiana y categoría de amenaza global y nacional*

Grupo faunístico	Número de especies registradas	Número de especies en categoría de amenaza			Especies históricamente amenazadas	Principales amenazas
		Libros rojos para Colombia (IAvH, 2010)	la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2024)		
Artropofauna	6.206	1 NT 2 EN 4 VU	3 NE	1NT 3 EN 5 VU	- *Tityus sp* - *Panphobetus sp.* - *Macrodontia cervicornis* - *Megasoma mars* - *Titanus giganteus* - *Melipina eburnea* - *Aglae caerulea* - *Eufriesea auripes* - *Editha magnifica*	Perdida y degradación de hábitat
Ictiofauna	1.104	10 NE 13 VU[13] 6 NT[2]	-	8 VU	- *Brachyplatystoma filamentosum* - *Brachyplatystoma juruense* - *Brachyplatystoma platynemum* - *Brachyplatystoma rousseauxii* - *Brachyplatystoma vaillantii* - *Pseudoplatystoma punctifer* - *Pseudoplatystoma tigrinum* - *Zungaro zungaro*	Sobrepesca, Deforestación y cambio en el uso del suelo
Herpetofauna	412	1 NT 2 VU 1 EN 1 CR	2 VU 4 EN	1 VU 2 EN	- *Epipedobates ingeri* - *Hemiphractus johnsoni* - *Peltocephalus dumerilianus* - *Podocnemis erythrocephala* - *Rhinemys rufipes*	Perdida de hábitat por cambio en el uso del suelo

[13] Bogotá-Gregory, J. D., Do Nascimento, C., Lima, F. C. T., Acosta-Santos, A., Villa-Navarro, F. A., Urbano-Bonilla, A., Mojica, J. I., & Agudelo, E. (2022). Fishes from the Colombian Amazonia region: Species composition from the river systems within the rainforest biome. *Biota Neotropica, 22*(4), e20221392. https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1392

Grupo faunístico	Número de especies registradas	Número de especies en categoría de amenaza			Especies históricamente amenazadas	Principales amenazas
		Libros rojos para Colombia (IAvH, 2010)	la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2024)		
Avifauna	1500	1 NT 1 VU	16 VU	9 VU 1 EN	- *Harpia harpyja* - *Ara militaris*	Deforestación y cambio en el uso del suelo
Mastofauna	265	1 NE 4 DD 5 VU 2 EN 2 CR	11 VU 3 EN	6 VU 2 EN	- *Callicebus cupreus* - *Cebus albifrons* - *Dinomys branickii* - *Inia geoffrensis* - *Lagothrix lagothricha* - *Trichechus manatus* - *Mustela felipei* - *Balaenoptera borealis* - *Balaenoptera physalus* - *Saguinus oedipus* - *Alouatta palliata* - *Pithecia monachus* - *Lycalopex culpaeus* - *Megaptera novaeangliae* - *Sotalia fluviatilis* - *Physeter catodon* - *Coendou vestitus* - *Cacajao melanocephalus* - *Orcinus orca* - *Stenella coeruleoalba* - *Stenella longirostris* - *Tursiops truncatus*	Caza ilegal y destrucción del hábitat

NE: No evaluada, DD: Datos deficientes, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable, EN: En peligro, CR: Peligro crítico.
Fuente: Elaboración propia a partir de IAvH, 2016; Mantilla Cárdenas, 2019 y 2021; MADS, 2024., 2025.

Es importante considerar que la fauna silvestre amazónica es fuente de conocimiento científico valioso para la biología, la medicina y la conservación, con muchas especies aún no descritas o poco estudiadas (Mantilla Cárdenas, 2022). Por ejemplo, muchas especies invertebradas no cuentan con evaluaciones formales por la UICN, sin embargo, dentro de las especies registradas, arañas del género *Eustala y Heterophrynus* (araña látigo), así como *Phoneutria fera* (araña bananera), registran como no evaluadas (NE).

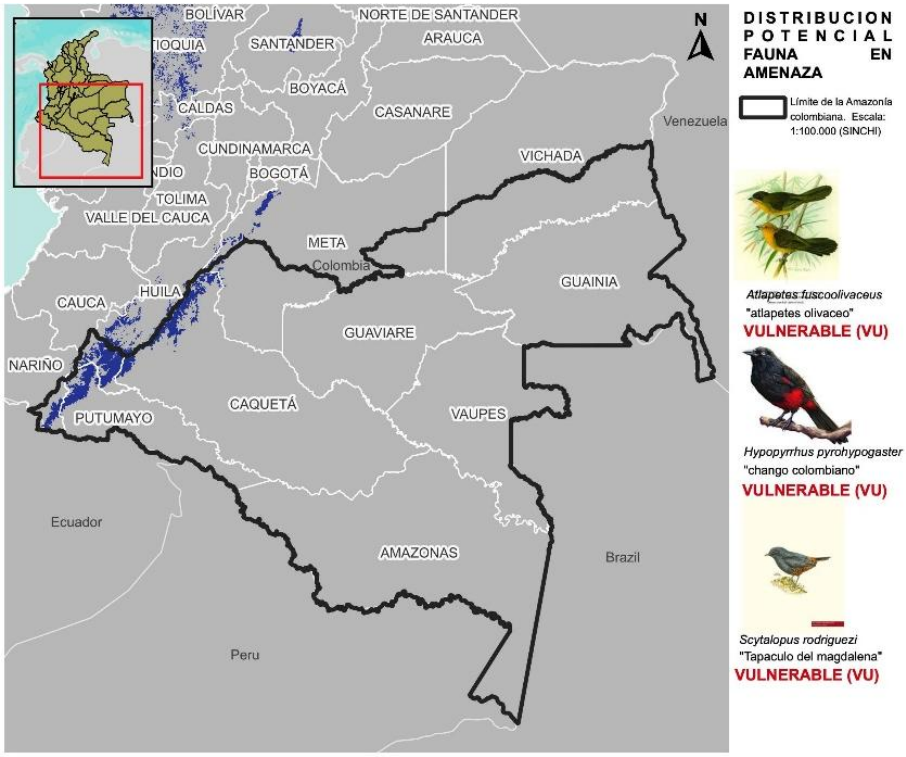
Dentro de la artropofauna de la región, resalta también la presencia de dos especies, *Panphobetus* sp (Tarantula) y *Tityus* sp (Escorpión), con presencia de congéneres categorizados como vulnerables VU para la Resolución 0126. Así mismo, es importante destacar que muchas especies habitan en zonas con alta presión antropogénica, lo que hace necesario un mayor esfuerzo en investigación y monitoreo para su correcta evaluación y conservación. Tal es el caso, de especies como *Rhinella* sp. quién tiene ocho especies hermanas categorizadas como vulnerables en la Resolución 0126, dando cuenta de la necesidad de estudios más

profundos que permitan realizar las respectivas identificaciones taxonómicas y emprender las acciones necesarias para la conservación de cada entidad biológica.

En relación con la ictiofauna, por departamento la distribución de especies en amenaza es la siguiente, Guainía con siete (7) en Vulnerable y una (1) En Peligro Crítico, Putumayo con siete (7) especies en categoría Vulnerable, Caquetá con seis (6) especies Vulnerable y una (1) en Peligro Crítico, Guaviare con seis (6) en Vulnerable, y Vaupés con tres (3) en Vulnerable.

Entre las aves listadas en el área, en los últimos años el riesgo de extinción de ha aumentado con un número creciente de especies en categorías de amenaza por deforestación y cambios en el uso del suelo. Tal es el caso de especies además endémicas como *Atlapetes fuscoolivaceus, Hypopyrrhus pyrohypogaster* y *Scytalopus rodriguezi* (Figura 59). Adicionalmente, aunque muchas de las especies se encuentran clasificadas como de Preocupación Menor (LC) en la UICN, varias especies emblemáticas, como *Amazona farinosa* y *Ara macao* (guacamayo rojo), están bajo declive poblacional y protegidas por la CITES en Apéndice I debido al comercio ilegal.

Figura 59. Distribución potencial de aves presentes en la Amazonía colombiana en categoría de amenaza con biomodelos del Instituto Alexander von Humboldt

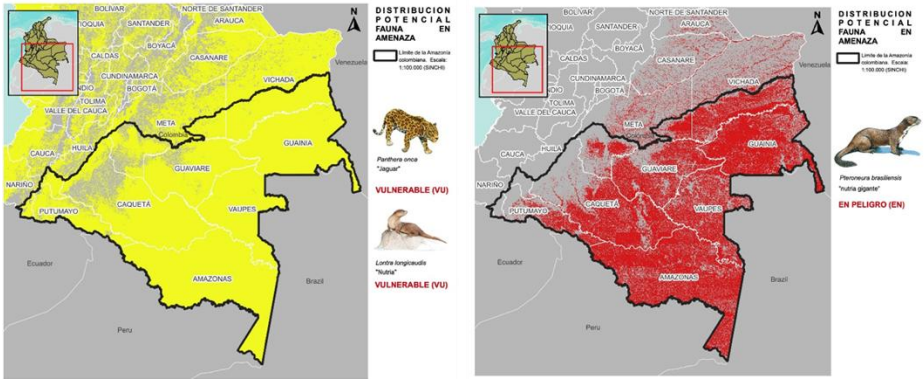


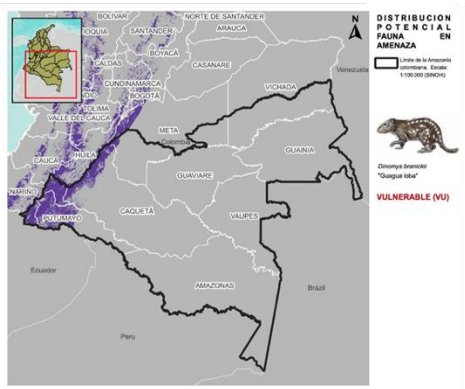
Fuente: Elaboración propia a partir de biomodelos del IAvH, 2025.

Dentro de los especies de mamíferos, las amenazas frente a la extinción a nivel nacional y global se dan mayormente por la caza ilegal y la destrucción creciente de sus hábitat, como en el caso de la nutría de río (*Lontra longicaudis* – NT global, VU nacional), la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis* – EN global y nacional), el delfín rosado (*Inia geoffrensis* – EN global y nacional), el mono churuco (*Lagothrix lagothricha* – VU global y nacional) y la danta (T*apirus terrestres* – VU global y nacional). También habitan en la zona especies emblemáticas, amenazadas y culturalmente significativas como el jaguar (*Panthera onca* - NT global, VU nacional*)*, quien es uno de los mamíferos más icónicos y clave para el equilibrio del ecosistema al ser un depredador tope que regula las poblaciones de otras especies y mantiene la salud del ecosistema. Adicionalmente, se han documentado especies raras de murciélagos como *Nyctinomops laticaudatus* y *Vampyriscus brocki*, así como la especie considerada vulnerable *Lonchorhina orinocensis* (VU global y nacional).

De las anteriores especies de mamíferos en amenaza, es importante mencionar que el peligro no solo se concentra en la pérdida de sus poblaciones, sino que a la vez afecta la cadena trófica y red funcional del ecosistema. Por ejemplo, las funciones que mantienen grandes depredadores de pequeños y medianos vertebrados, como el jaguar y la nutria de rio, con distribuciones mucho más allá de la Amazonía, en simpatría con especies con una distribución más concentrada a las vertientes orino-amazónicas, como la nutria gigante, y pequeños roedores herbívoros de distribución restringida a la confluencia andino-amazónica que a su vez son presa de la fauna silvestre y del hombre como la guagua loba. A continuación, se presenta la distribución potencial de algunas especies de mamíferos en categoría de amenaza de acuerdo con los biomodelos publicados por el Instituto Alexander van Humboldt.

Figura 60. Distribución potencial de especies de fauna amenazada que coexiste en la Amazonía colombiana





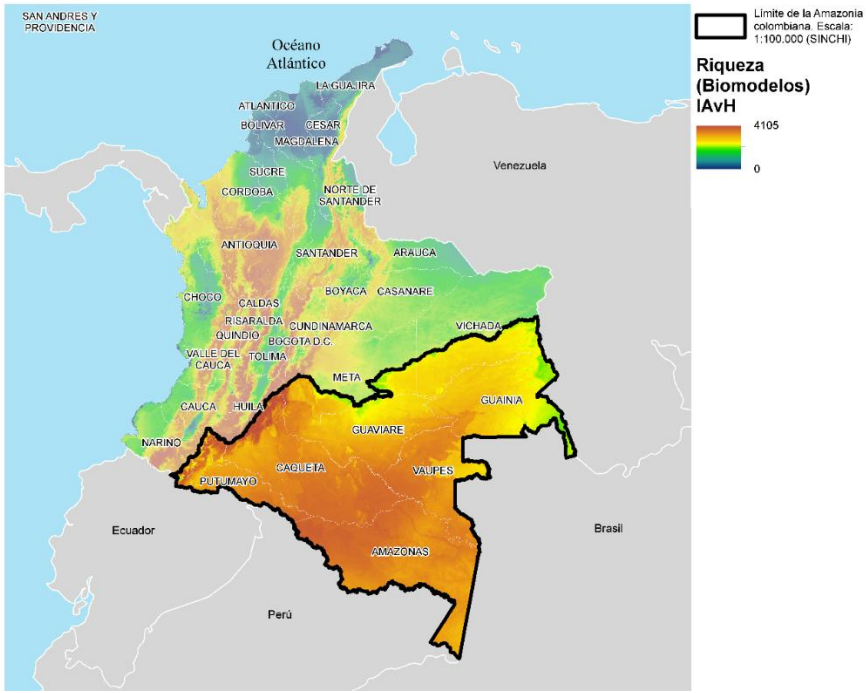
Fuente: Elaboración propia a partir de biomodelos del IAvH, 2025.

6.3.5. Consolidado de riqueza y amenaza de Flora y fauna en la Amazonía colombiana

Riqueza total de especies

La vasta diversidad que presenta el bioma amazónico en Colombia se traduce en una alta concentración de modelos de distribución de especies de fauna y flora terrestres. Estos modelos evidencian cómo el Amazonas es uno de los territorios con mayor riqueza biológica del país, vital para la conservación y el equilibrio ecológico de la región y del planeta (Figura 61).

Figura 61. Modelo de distribución de especies de fauna y flora terrestres en Colombia consolidado de los bio-modelos del Instituto Alexander von Humboldt



Fuente: Bio-modelos IAvH, 2025

Total de especies amenazadas por departamento

Departamento de Amazonas

De las 79.828 especies observadas en Colombia, el departamento de Amazonas aporta 11.382 especies, equivalentes al 14.3%, de las cuales 176 especies son endémicas. Adicionalmente y de conformidad con la Resolución 0126 de 2024 por medio de la cual se definió el listado de especies amenazadas para Colombia, 67 especies se encuentran en categoría de amenaza, encontrándose 5 especies en categoría Critica (CR), 18 En Peligro (EN) y 44 en categoría Vulnerable (VU).

Por otra parte, según el Sistema de Información en Biodiversidad (SIB) se han reportado 304 especies en alguno de los apéndices de la Convención CITES 17 especies en Apéndice I, 274 especies en Apéndice II y 13 especies en apéndice III. La alta biodiversidad puede ser evidenciada en 71 especies de aves migratorias de conformidad al reporte del Sistema de información en Biodiversidad. También resalta la presencia en el departamento de 193 especies exóticas observadas, las cuales representan un grupo de especies que requieren de un análisis y manejo diferencial por los riesgos y competencia que pueden desarrollar en ecosistemas naturales.

Departamento de Caquetá

Las 11.105 especies registradas contenidos en el SIB equivalen al 13.9% del observado nacional, y de estas, 371 especies son endémicas. Con respecto a especies amenazadas, 18 especies se encuentran en peligro de crítico, 35 especies en peligro y 54 especies en categoría Vulnerable. Por otra parte, se encuentran registradas 379 especies en alguno de los apéndices de la convención CITES, así como 236 especies exóticas.

Departamento del Guainía

En el departamento del Guainía se han reportado 4.223 especies que constituyen el 5.3% del total nacional y de las cuales 44 son especies endémicas. Se han registrado a través del SiB Colombia 27 especies amenazadas a nivel nacional (4 estado crítico, 6 en peligro y 17 vulnerables). Así mismo, se han observado 187 especies CITES y 62 especies exóticas.

Departamento del Guaviare

El Departamento aporta 4.639 especies observadas, correspondientes a un 5.8% del total de las especies reportadas para el país y de las cuales 87 especies son

endémicas, 31 están amenazadas a nivel nacional (3 CR, 7 EN, 21 VU), 182 están registradas en Cites y 91 son exóticas.

Departamento del Putumayo

Del conteo nacional (79.828 especies de flora y fauna), el departamento de Putumayo aporta 8.763 equivalentes a 11% y de las cuales 345 especies son endémicas. Para el departamento se encuentran reportadas 131 especies en alguna categoría de amenaza, (15 CR, 44 EN y 72 VU), 442 especies están en CITES y 215 especies son exóticas.

Departamento del Vaupés

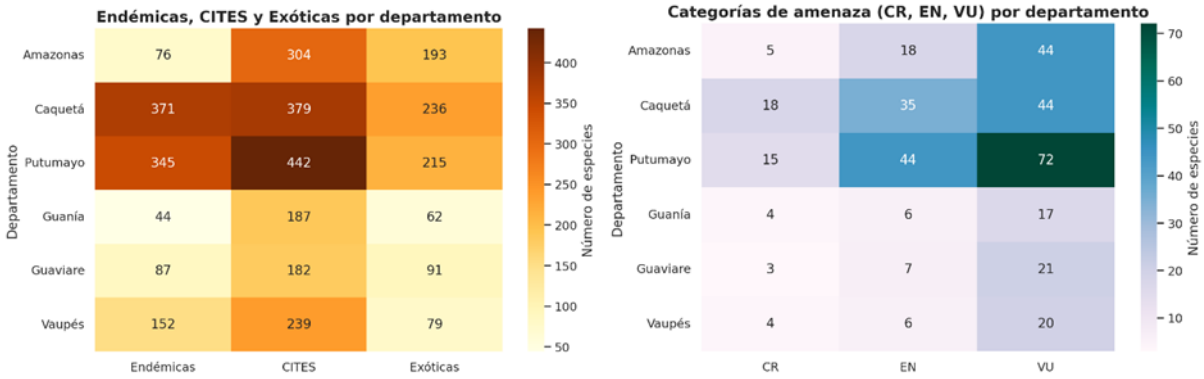
El departamento del Vaupés aporta 6520 especies, equivalentes al 8.2% de las especies a nivel nacional, con 152 especies endémicas, 30 especies amenazadas (4 CR, 6 EN y 20 VU), 239 especies CITES y 79 especies exóticas.

Departamento del Vichada

El departamento aporta 4814 especies, equivalentes al 6 % de estas 68 son especies endémicas, se registran 37 especies amenazadas (2 (CR), 10 (En) y 25 (VU)), de igual forma se han reportado 208 especies CITES y 91 especies exóticas.

Basados en las cifras por departamento, se evidencia una mayor cantidad de especies endémicas y amenazadas hacia el Caquetá y Putumayo, aun por encima del Amazonas (departamento), a pesar de su mayor número de especies presentes, lo cual refuerza la necesidad de tomar acciones considerando la totalidad del bioma. Esto incrementa, si se tiene en cuenta que el efecto de muestreo puede estar incidiendo en las cifras reportadas para departamentos con áreas de más difícil acceso y menos exploradas como Guainía, Guaviare y Vaupés (Figura 62).

Figura 62. Especies de fauna y flora endémicas, exóticas, amenazadas y en CITES por departamento de la Amazonía colombiana



Todo lo anteriormente descrito, demuestra que la fauna y flora del Amazonas constituye un patrimonio natural de incalculable valor ecológico, evolutivo y científico, que justifica la necesidad de unas mayores figuras de protección para la región como reserva integral de sus hábitats y procesos ecológicos de forma tal que se garantice la supervivencia de las especies que allí habitan y la continuidad de las funciones ecosistémicas.

6.3.6. Conectividad Ecológica

En el contexto colombiano, la Amazonía actúa como un nodo de conexión entre Sur y Centroamérica, enlazándose al noroeste con el complejo andino y hasta el Darién, al oeste con el piedemonte andino-amazónico, y al sur con el pantanal y la sabana brasileña. Esta continuidad ecológica facilita el mantenimiento de flujos genéticos y ecológicos entre regiones, garantizando la persistencia de poblaciones silvestres y la provisión de servicios ecosistémicos que trascienden las fronteras nacionales (Pan et al., 2011). Sin embargo, el bioma amazónico enfrenta presiones crecientes debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la extracción de recursos madereros, la minería, la exploración de hidrocarburos y la expansión de cultivos ilícitos. Estas actividades han acelerado la deforestación y la fragmentación de los hábitats (Painter et al., 2008; Broadbent et al., 2008; Dávalos et al., 2011).

La conectividad ecológica es un principio fundamental en la planificación de la conservación. Desde un enfoque estructural, se refiere a la disposición espacial de los elementos del paisaje y la continuidad entre ellos, determinada por factores como la extensión, la distancia entre los parches de hábitat y la presencia de corredores naturales (Bennett, 1999). Por otro lado, la conectividad funcional está vinculada a la capacidad de dispersión y movimiento de las especies, sus necesidades de hábitat, su tolerancia a los disturbios y la escala a la que perciben el entorno (Bennett, 1999; Theobald, 2006). La interacción entre estas dos dimensiones es clave para mantener los flujos de organismos, energía e información a través del territorio (Saura et al., 2014).

Los análisis de conectividad del paisaje son herramientas esenciales para evaluar la funcionalidad ecológica, identificar barreras al movimiento y señalar áreas prioritarias para la conservación. Un enfoque basado en las especies permite delimitar hábitats críticos y diseñar estrategias que faciliten la dispersión y el movimiento en paisajes fragmentados (Forman, 1995; Noss, 1991; Noss & Cooperrider, 1994). En la Amazonía colombiana, iniciativas como el Corredor Andes–Amazonas–Atlántico (AAA) y el Corredor Jaguar buscan mantener y restaurar la conectividad interregional, asegurando tanto la integridad genética de

especies clave como la provisión de servicios ecosistémicos de gran escala (Poveda et al., 2009).

A pesar de estos esfuerzos, existen importantes vacíos en la investigación. La mayoría de los estudios se han centrado en los procesos de deforestación y sus motores (SINCHI, 2016; TNC, 2016; FCDS, 2017), mientras que los análisis de conectividad funcional, especialmente aquellos relacionados con la ecología del movimiento y la dinámica poblacional de las especies amazónicas, siguen siendo limitados (Vanegas, 2017).

Al comparar los enfoques estructurales y funcionales en los estudios de conectividad, se observa que los primeros, centrados en la configuración espacial de las coberturas naturales, son mucho más comunes. En contraste, los estudios de conectividad funcional son menos frecuentes, lo que probablemente se debe al conocimiento aún limitado sobre el comportamiento de las especies frente a la fragmentación del hábitat y la falta de datos empíricos que permitan modelar su movilidad real (Vanegas, 2017).

Evaluaciones metodológicas recientes de la conectividad ecológica en la Amazonía colombiana

Para evaluar y gestionar la conectividad ecológica en la Amazonía colombiana, se han desarrollado diversas metodologías, que abarcan desde escalas locales hasta regionales, con enfoques complementarios y diferenciados. En general, los estudios analizados han considerado áreas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. La amplitud y el nivel de detalle de estos análisis han estado directamente relacionados con la calidad de los datos disponibles. Así, los trabajos con mayor alcance espacial han empleado información a escala 1:100,000 (FCDS, 2017; SINCHI, 2015; Rojas et al., 2014), mientras que aquellos enfocados en áreas específicas de la región han utilizado información a escala 1:25,000 (FCDS, 2017; Vanegas, 2017; FPR, 2015). Este patrón refleja, probablemente, la escasa disponibilidad de cartografía a escala 1:25,000, que generalmente se ha generado de forma particular para cada proyecto.

Tabla 14. Estudios revisados de conectividad ecológica en la Amazonía colombiana

Documento	Institución	Año
Corredores biológicos en la Amazonía colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad	CEPAL / Patrimonio	2012
Ordenamiento territorial para la zona de influencia del PNN Serranía de Chiribiquete	FCDS	2014
Conexión Macarena - Chiribiquete (Documento Síntesis)	FPR	2015
Zonificación de áreas prioritarias para restauración en Caquetá, Putumayo, Guaviare y Meta	SINCHI	2015

Documento	Institución	Año
Análisis de conectividad en Guaviare y Caquetá	SINCHI	2017
Corredores de conectividad ecológica en el proyecto Marginal de la Selva	FCDS	2017
Estudio de conectividad como aproximación a la integridad del paisaje	TNC	2017
Prioridades de conservación de corredores de conectividad	SINCHI	2019
Conectividad y probabilidad de deforestación en Putumayo	ANH / HUMBOLDT	2020
Rapid loss in landscape connectivity after the peace agreement	Murillo-Sandoval et al.	2022
Landscape connectivity loss after the de-escalation of armed conflict	López et al.	2024
Multi-species corridor for jaguar and ungulates	Mosquera-Guerra et al.	2025
Indigenous territories and protected Áreas for ecosystem connectivity	Duarte-Ritter et al.	2025

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Al comparar los enfoques estructurales y funcionales en los estudios revisados, se observa que los primeros son mucho más frecuentes. Esto está relacionado con el conocimiento limitado sobre los efectos de las actividades humanas y la transformación de los paisajes en la movilidad de las especies, así como con la escasez de datos empíricos que permitan modelar de manera precisa su comportamiento en paisajes fragmentados. De hecho, solo un estudio ha basado su análisis en las características ecológicas de especies específicas, considerando su capacidad de desplazamiento y los requerimientos mínimos de hábitat (Vanegas, 2017). Otro enfoque funcional, aunque no basado en datos cuantitativos sobre especies particulares, propone escenarios de conectividad a partir de categorías generales de organismos con diferentes características ecológicas (por ejemplo, FPR, 2015). Este panorama subraya la urgente necesidad de generar conocimiento científico en áreas como la ecología funcional del paisaje y la ecología del movimiento, especialmente en contextos antropizados.

Patrones de conectividad ecológica en la Amazonía colombiana

Tres enfoques metodológicos recientes destacan por su rigurosidad, relevancia ecológica y utilidad para la planificación territorial: el enfoque multiespecie del Instituto SINCHI, los corredores del jaguar y los corredores con un enfoque funcional para aves entre parques naturales.

a) El enfoque del Instituto SINCHI

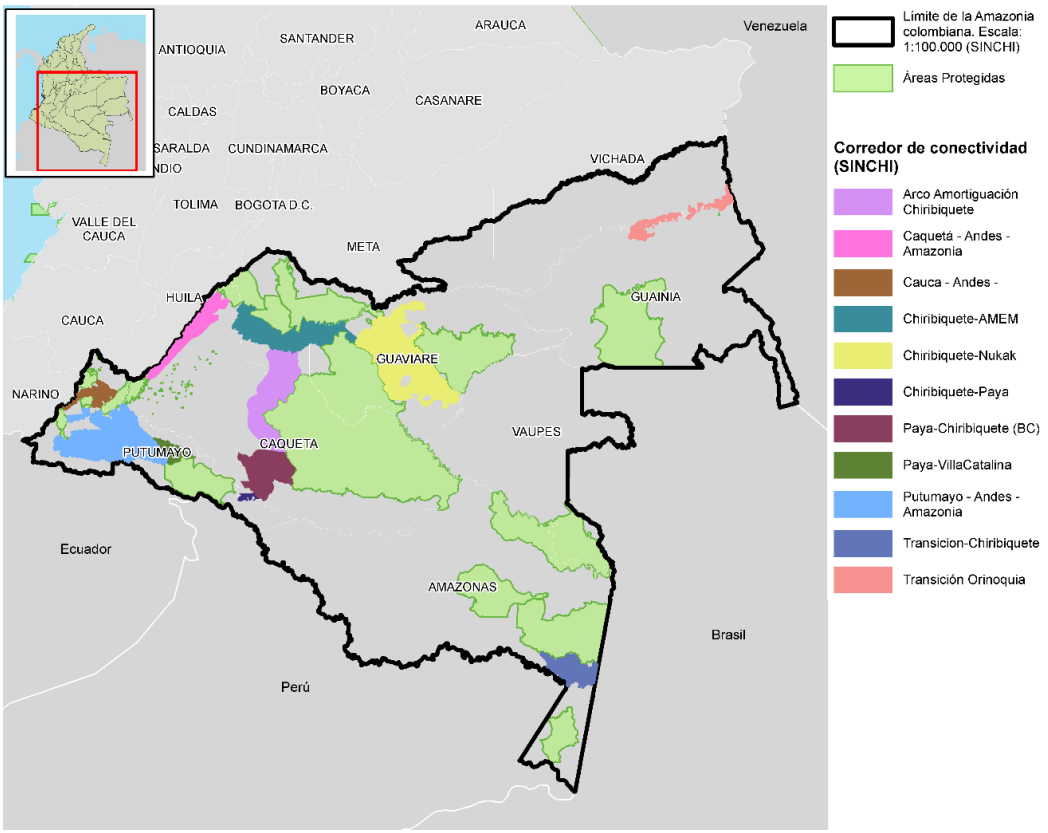
El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) ha liderado importantes esfuerzos para evaluar la conectividad ecológica, basándose en especies focales con diferentes capacidades de dispersión (SINCHI, 2018). Este enfoque incluyó especies de dispersión corta, como el armadillo (Dasypus novemcinctus) y la lapa (Cuniculus paca); de dispersión media, como el zaíno (Pecari tajacu) y el mico maicero (Sapajus apella); y de dispersión larga, como el cajuche (Tayassu pecari). La metodología consistió en modelar el movimiento

potencial de estas especies a través de paisajes heterogéneos, integrando la resistencia de diferentes tipos de cobertura y uso del suelo.

Como resultado, se identificaron once áreas prioritarias para la conservación de corredores ecológicos, que abarcan más de 51.489 km². Estas zonas se concentran en municipios de los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés, y cumplen un papel estratégico al garantizar la conectividad entre áreas núcleo de conservación y territorios indígenas. Además, permiten mantener el flujo genético de especies con distintas capacidades de dispersión, reducir los efectos del aislamiento poblacional y sostener procesos ecológicos esenciales.

Este estudio evidenció que la conectividad ecológica no es homogénea en la Amazonía, sino que depende de la interacción entre las características del paisaje y las necesidades biológicas de las especies. Asimismo, resaltó que la presión por deforestación, expansión de la frontera agropecuaria e infraestructura amenaza estos corredores, por lo que su conservación y gestión integrada son fundamentales para sostener la biodiversidad y la resiliencia del bioma amazónico colombiano

Figura 63 Corredores de conectividad priorizados para mantener la conexión Andes-Amazonia-Orinoquia

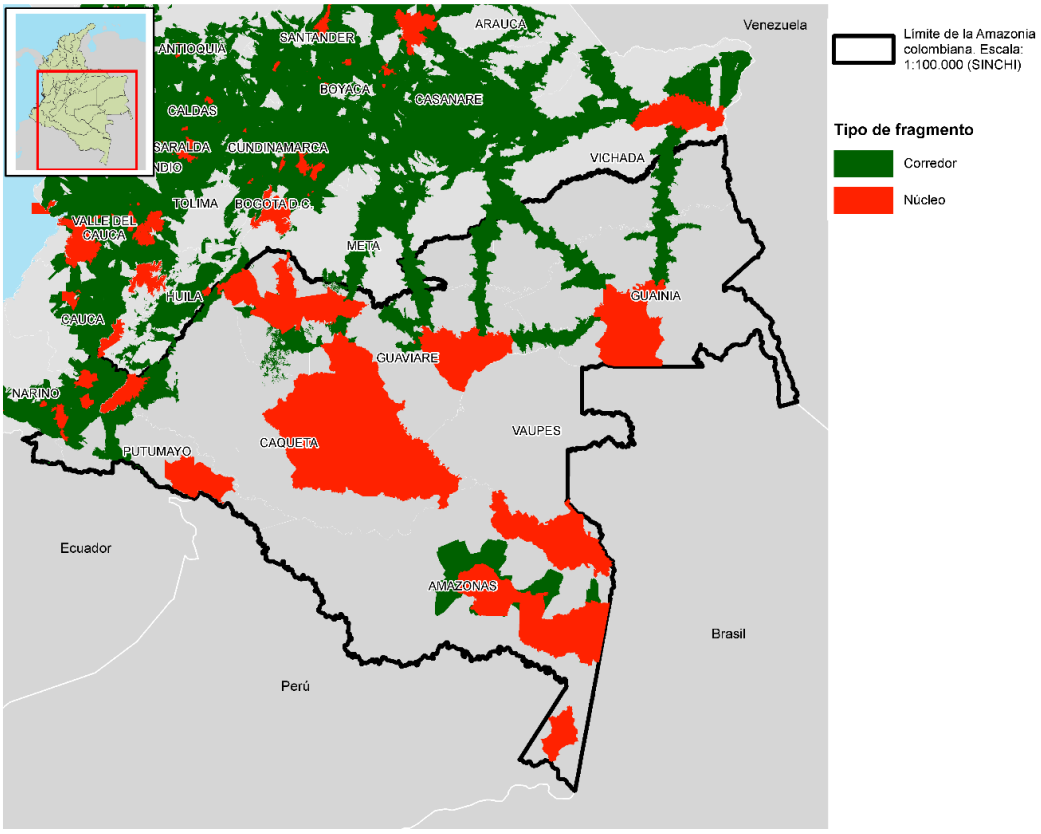


Fuente: SINCHI, 2019.

b) El corredor del jaguar

El jaguar (*Panthera onca),* considerado una especie sombrilla, ha sido el objeto de diversos análisis de conectividad debido a sus amplios requerimientos de hábitat. Estudios recientes han mostrado que su supervivencia depende de la existencia de corredores biológicos que conecten áreas núcleo, evitando el aislamiento genético y facilitando el flujo entre subpoblaciones (Hernández-León, 2021). En Colombia, el corredor del jaguar busca conectar la Amazonía con los Andes y la Orinoquía, lo que tiene efectos positivos sobre la conservación de otras especies y ecosistemas. Los modelos de conectividad empleados integran datos sobre coberturas naturales, presión antrópica y la presencia de áreas protegidas. Esta iniciativa no solo destaca la importancia de conservar una especie emblemática, sino que ofrece una visión estratégica del territorio en términos de conectividad ecológica.

Figura 64 Corredores de conectividad priorizados para el jaguar (Panthera onca)

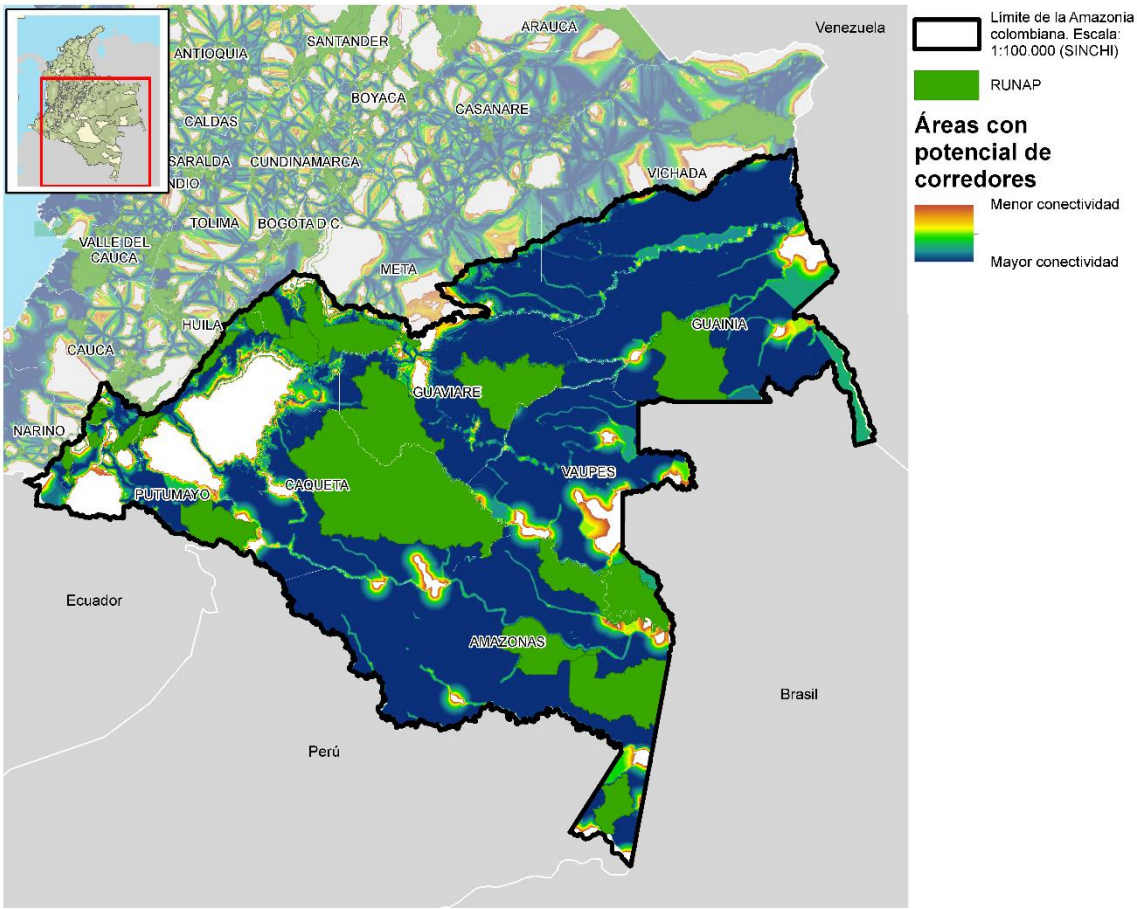


Fuente: Fundación Panthera, 2016.

c) Áreas complementarias como grandes conectores de la biodiversidad

El Instituto Alexander von Humboldt desarrolló un ejercicio de modelación espacial para identificar corredores de conectividad a nivel nacional, tomando como áreas núcleo las zonas ya incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). A partir de un modelo de priorización, se elaboró un mapa tipo ráster que representa la red de corredores potenciales y las áreas complementarias necesarias para alcanzar los objetivos internacionales de protección del 17 % y 30 % de la superficie nacional. El análisis consideró dos criterios principales: (1) maximizar el número de especies protegidas reduciendo su riesgo de extinción, y (2) optimizar la conectividad mediante corredores que enlacen las áreas protegidas actuales.

Figura 65 Red de corredores potenciales identificados para conectar áreas protegidas en Colombia



Fuente: IAvH- Áreas complementarias como grandes conectores de la biodiversidad, 2021

Los resultados muestran que, de las 67 ecorregiones reconocidas en Colombia, solo 17 han alcanzado un nivel de protección igual o superior al 30 %, mientras que menos de la mitad superan el 17 %. Este déficit evidencia la necesidad de establecer áreas complementarias de conservación —también denominadas Estrategias Complementarias de Conservación (ECC), reconocidas como Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMEC)— que, aunque no

se enmarcan dentro del sistema de áreas protegidas tradicionales, contribuyen de manera significativa a la conservación in situ de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y los valores culturales.

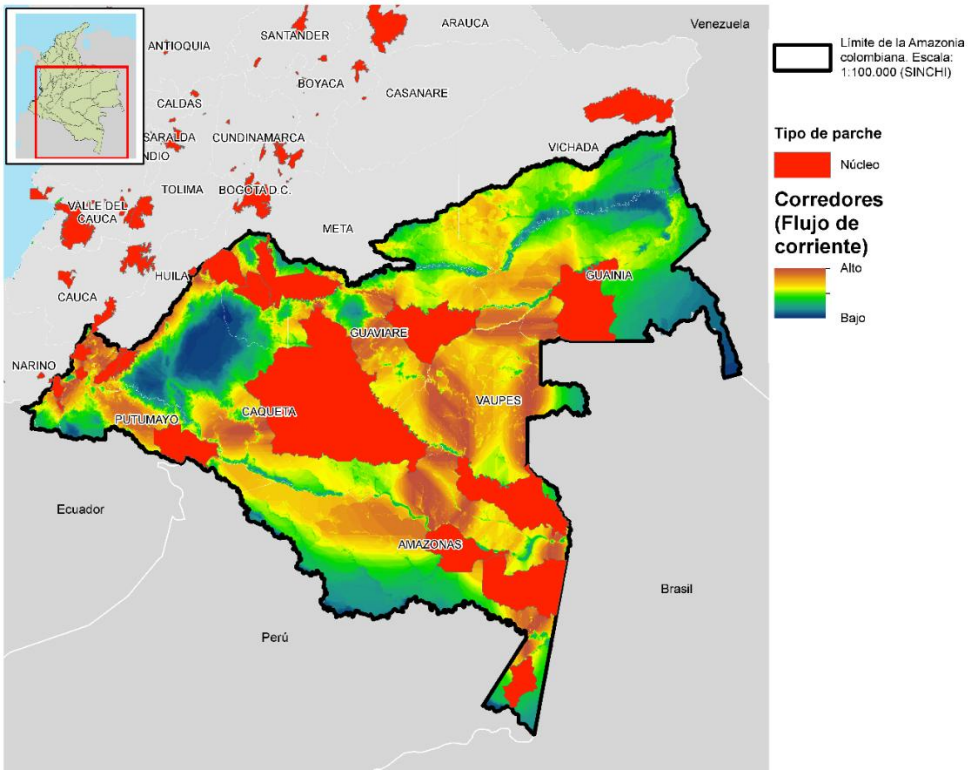
La priorización espacial identificó corredores clave en regiones como la Serranía de San Lucas, la Cordillera Central, los valles de los ríos Sinú y San Jorge, el Macizo Colombiano, la Serranía de la Macarena y el piedemonte oriental. En el caso del bioma amazónico, el modelo revela que la conectividad es especialmente débil en la franja conocida como el arco de deforestación, ubicada en la zona de transición entre los Andes y la Amazonía. Esta pérdida de conectividad amenaza con fragmentar los corredores naturales necesarios para la adaptación de las especies frente al cambio climático, comprometiendo la resiliencia de la biodiversidad amazónica.

El ejercicio también estimó que, a nivel nacional, cerca del 37,5 % de las áreas complementarias se ubican en paisajes naturales con baja intervención humana, mientras que alrededor del 40 % se encuentran en paisajes productivos con niveles de transformación medios o altos. En este contexto, las estrategias de manejo deben priorizar tanto la restauración de áreas degradadas como la promoción de prácticas sostenibles en paisajes agrícolas. Asimismo, se resalta la necesidad de que los protocolos de priorización espacial incluyan factores socioeconómicos —como la equidad social y los costos de restauración— para orientar de manera más efectiva la inversión en conservación.

d) Corredores de conectividad priorizados entre áreas protegidas en Colombia mediante un enfoque funcional para las aves

La Amazonía también juega un papel crucial en la conectividad de aves, tanto residentes como migratorias. Un estudio reciente subraya la importancia de mantener corredores entre parques naturales sudamericanos para garantizar la persistencia de la avifauna (Brawn et al., 2023). En el caso colombiano, estas rutas permiten el movimiento de especies con distintos requerimientos ecológicos, facilitando el flujo genético y desempeñando funciones clave como la dispersión de semillas y la polinización. La metodología utilizada integra modelos de conectividad con datos de ocurrencia de especies y análisis de paisaje, permitiendo evaluar la efectividad de las redes de áreas protegidas para mantener poblaciones viables. Se concluye que la mera existencia de parques naturales no es suficiente para garantizar la conservación; es esencial una conectividad funcional efectiva entre ellos.

Figura 66 Corredores de conectividad priorizados entre áreas protegidas en Colombia mediante un enfoque funcional para las aves



Fuente: Linero Triana, D., Correa Ayram, C. A., & Velásquez-Tibatá., 2023.

El análisis de los patrones actuales de conectividad en la Amazonía colombiana permite identificar zonas estratégicas para la conservación y definir corredores prioritarios que aseguren la resiliencia ecológica del bioma. Según el Instituto SINCHI (2018), las áreas con mayor potencial de conectividad se concentran en la región de transición Andes–Amazonía, donde convergen altos niveles de biodiversidad, corredores altitudinales y crecientes presiones antrópicas.

Sin embargo, la conectividad enfrenta una dualidad preocupante: por un lado, existen vastas áreas de bosque continuo con alta conectividad estructural; por otro, la expansión de la frontera agropecuaria, la ganadería y la infraestructura vial han incrementado la fragmentación, especialmente en zonas ribereñas como el Caguán y el Guayabero. Este patrón fragmentado está generando un mosaico en el que las áreas núcleo de conservación están cada vez más aisladas por matrices hostiles.

Iniciativas como el corredor del jaguar y los corredores con un enfoque funcional en avifauna ofrecen estrategias de conectividad a escala regional, integrando enfoques multiespecie y considerando variables ecológicas clave. No obstante, la evidencia demuestra que, sin una gestión territorial integral, la conectividad ecológica seguirá deteriorándose. Su incorporación como criterio central en el ordenamiento territorial

es, por tanto, urgente y necesaria. La situación subraya la necesidad de fortalecer la producción científica en ecología funcional del paisaje, con el fin de generar insumos que orienten la planificación territorial y las estrategias de conservación ante las crecientes presiones antrópicas.

e) Integridad ecológica

En adición a las aproximaciones previas, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible (2023) empleó un análisis multivariado que incluía la reducción en la diversidad ecosistémica, la conectividad de las coberturas y la oferta de servicios ecosistémicos en un modelo de pérdida de integridad ecológica para determinar las prioridades de restauración la Estrategia Nacional de Restauración (MinAmbiente, 2023)[14] del paisaje, elaborado por Isaacs y González (2021)[15], incluyendo así mismo el bioma amazónico. Entre los resultados se encontró que, para la Amazonía colombiana se registra aproximadamente **1.159.595 hectáreas** con **Baja y muy baja integridad ecológica y 4,9 millones** de hectáreas en integridad media. Esta pérdida de integridad del paisaje es sin lugar a duda uno de los problemas socioambientales de mayor relevancia para la región, ya que de la diversidad y conectividad biológica andino-amazónica-orinocense, depende la seguridad hidro climática del país y el planeta.

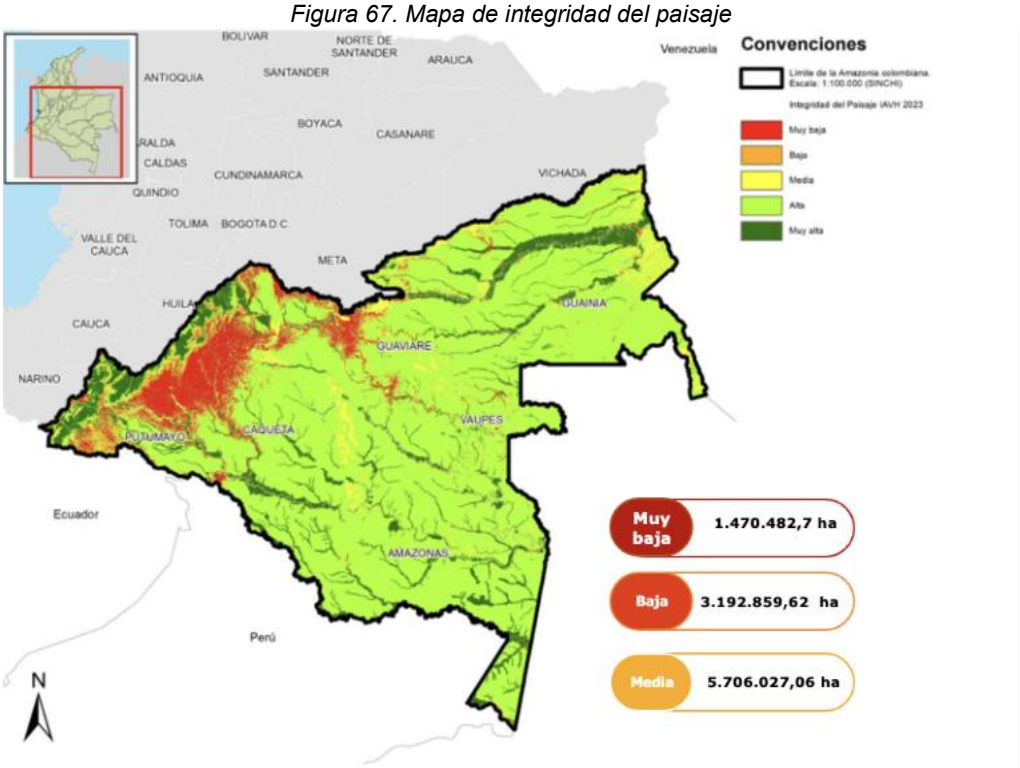
Esta alta pérdida de conectividad en los paisajes amazónicos requiere la prioridad de adelantar esfuerzos participativos e incluyentes para el diseño, implementación y seguimiento de estrategias multifuncionales de restauración para recuperar la conectividad y la integridad ecológica en la que se incluyan la gobernanza y las economías de la biodiversidad reflejadas en beneficios humanos, conservación de la biodiversidad, multifuncionalidad y resiliencia de los paisajes.

En este contexto, mantener la conectividad entre las tierras bajas amazónicas, las zonas más frescas de las tierras altas y los ecosistemas acuáticos representa una estrategia esencial para facilitar rutas de desplazamiento y adaptación de numerosas especies hacia las estribaciones andinas (Science Panel for the Amazon, 2021).

[14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2023. Estrategia Nacional de Restauración. Bogotá D.C https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/03/ENR_3032024-3.pdf

[15] Isaacs-Cubides, P. y González, J. C. (2021). *Mapa prioridades y oportunidades de restauración para Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/55d29ef5-e419-489f-a450-3299e4bcc4d4

Figura 67. Mapa de integridad del paisaje



Fuente: Isaacs & González (2021)

6.4. MEDIO SOCIECONÓMICO

El Bioma Amazónico Colombiano, abarca diez departamentos: en su totalidad, Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés, y de manera parcial Vichada, Meta, Cauca y Nariño. En esta jurisdicción político-administrativa se incluyen alrededor de 61 municipios, entre ellos Leticia, San José del Guaviare, Mocoa, Mitú, Florencia y Puerto Inírida, que constituyen referentes territoriales clave. Sobre esta base geográfica y administrativa se estructura el análisis de las dinámicas socioeconómicas de la población amazónica, elemento esencial para comprender las condiciones sociales, económicas y demográficas que deben ser consideradas en el proceso de declaratoria de la Zona de Reserva del Bioma Amazónico.

En la región se encuentran 231 resguardos indígenas legalizados que cubren alrededor de 27 millones de ha, en los que viven al menos 64 sociedades indígenas. Además, hay organizaciones de comunidades negras, afrodescendientes, palenqueras y raizales, que tienen 32 consejos comunitarios con sus respectivos territorios recibidos del Estado (Ardila, 2023).

La paulatina monopolización de las tierras ha sustituido las dinámicas de economías campesinas y comunitarias que se configuran en las territorialidades indígenas,

afrodescendientes, campesinas y estatales; por agronegocios legales e ilegales, y por industrias extractivas. Desde mediados de la década de los noventa se presentó una nueva ola de colonización asociada a los cultivos de gran escala y la multiplicación de sistemas de producción basados en la ganadería; donde estas dinámicas de despojo de los territorios amazónicos han contribuido a la generación de conflictos que han derivado en procesos de deforestación (Fundación Para la Conservación y el Desarrollo Sostenible [FPCD], (s. f.)). Se puede llegar a considerar que las condiciones de acaparamiento de tierras para forzar cambios en su uso favoreciendo las industrias agrícolas y extractivas (legales o ilegales) se ha normalizado en el país, siguiendo una curva ascendente y afectando cada vez más municipios de la Orinoquía y Amazonía colombiana (Narváez, 2022).

Las actividades económicas desarrolladas en la Amazonia se han orientado por la extracción de recursos vegetales, forestales, animales y mineros-energéticos; donde se vienen desarrollando proyectos productivos en contravía de la vocación de los suelos de la región. En este sentido, el SINCHI (2022) alude a cinco (5) presiones socioambientales sobre la Amazonia, que tiene el potencial de crear las condiciones para generar conflictos socioambientales; las cuales son: perdida de bosque y praderización, cultivos de uso ilícito, hidrocarburos y minería. Esto, en línea con lo expresado por Hacón et al. (2024), quien identificó que la región enfrenta una amenaza cuádruple, comprendida por: cambio climático acelerado, pérdida de biodiversidad, contaminación de ecosistemas y deforestación, y el uso intensivo y extensivo de pesticidas; donde, además, abundan las desigualdades socioeconómicas, la falta de acceso a servicios básicos, la violencia y dificultades en la implementación de políticas públicas. Se hacen evidentes las dinámicas regionales permeadas por la presencia del conflicto armado, la desigualdad y la pobreza multidimensional.

La relación distante y poco interesada que el país ha tenido con la Amazonia, ha llevado a esquemas de administración territorial inadecuados y a la aplicación de modelos de desarrollo extractivistas, inadecuados a la realidad cultural y biogeográfica de la Amazonia, los cuales en vez de aprovechar sosteniblemente sus excepcionales características socio ambientales las degradan, agotando la posibilidad de buscar formas de desarrollo que aprovechen su potencial como generadora de servicios ecosistémicos y el uso sostenible de sus recursos renovables (Cifuentes Guerrero & Cote Alarcón, 2022).

6.4.1. Población y dinámica de poblamiento

El Bioma Amazónico Colombiano alberga a aproximadamente 1,28 millones de habitantes, es decir, el 2,6% de la población nacional. Esta baja densidad poblacional distribuida entre cabeceras municipales, centros poblados y áreas rurales dispersas se caracteriza por un patrón de asentamiento mayoritariamente rural donde el 52,37% de sus habitantes reside en zonas rurales y el 47,63% en cabeceras municipales.

Considerando el área total de los departamentos que integran el bioma y como se evidencia en la **Tabla** 15, la distribución es heterogénea, mientras departamentos como Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada presentan bajas densidades y población dispersa, lo que favorece la conservación, aunque dificulta la provisión de servicios, en Caquetá, Putumayo, Guaviare y Meta se observa una mayor concentración poblacional vinculada a procesos de colonización y frontera agropecuaria. Por su parte, Cauca y Nariño, como territorios de transición, registran las densidades más altas.

Tabla 15. Población, densidad y estructura demográfica en departamentos del Bioma Amazónico Colombiano

Departamento	Población en 2024	Población proyectada 2035	Densidad Poblacional	Población desagregada por sexo		Población desagregada por área	
				Hombres	Mujeres	Rural	Urbana
Amazonas	86.318	96.663	0,79 habs/mk2	44.051	42.267	42.148	44.170
Caquetá	428.162	445.942	4,81 habs/km2	215.049	213.113	146.748	281.414
Guainía	57.943	71.339	0,8 habs/km2	29.916	28.018	30.990	26.944
Guaviare	100.497	127.141	1,88 habs/km2	52.322	48.175	44.095	56.402
Putumayo	388.716	437.045	15,62 habs/km2	193.724	194.992	186.250	202.466
Vaupés	47.961	61.074	0,89 habs/km2	25.034	22.927	34.625	13.336
Vichada*	125.477	143.538	1,25 hab/km2	65.232	60.245	95.158	30.319
Meta*	1.145.766	1.277.632	13,38 habs/km2	575.116	570.650	276.260	869.506
Cauca*	1.574.506	1.722.536	53,72habts/km2,	777.074	797.432	1.016.236	558.270
Nariño*	1.709.890	1.786.054	51,4 habs/km2	832.758	877.132	957.869	752.021

**Departamentos que integran el área del Bioma Amazónico Colombiano en una proporción parcial, respecto a los demás departamentos.*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del sistema *TerriData*, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Perfiles Departamentales; datos censales y proyecciones poblacionales oficiales, complementados con informes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para población desagregada por sexo y área urbana/rural.

De igual manera, se caracteriza por una notable diversidad étnica y territorial, representada por resguardos indígenas, territorios colectivos de comunidades negras, afrodescendientes, palenqueras y raizales, así como, Zonas de Reserva Campesina (ZRC). La

Tabla 16, muestra que en departamentos como Vaupés, Guainía, Vichada y Amazonas la población indígena es mayoritaria, lo que resalta su papel central en la organización territorial y cultural de la Amazonía y refuerza la necesidad de considerar sus sistemas de gobernanza y ordenamiento propio en los procesos de declaratoria de reserva.

Tabla 16. Población étnica por departamento en el Bioma Amazónico Colombiano

Departamento	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
Amazonas	86.318	54.537	63%	54.537	6	625	0	17
Caquetá	428.162	17.850	4%	11.898	25	6.074	17	36
Guainía	57.943	44.497	77%	42.865	8	615	4	5
Guaviare	100.497	15.093	15%	10.812	4	4.261	7	9
Putumayo	388.716	85.735	22%	70.806	23	14.847	41	18
Vaupés	47.961	41.167	86%	40.810	0	335	9	13
Vichada*	125.477	87.942	70%	87.147	2	774	10	9
Meta*	1.145.766	36.803	3%	25.509	38	11.100	37	119
Cauca*	1.574.506	715.640	45%	400.198	46	315.180	107	109
Nariño*	1.709.890	661.761	39%	270.876	181	390.360	177	167

**Departamentos que integran el área del Bioma Amazónico Colombiano en una proporción parcial, respecto a los demás departamentos.*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del sistema *TerriData*, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Perfiles Departamentales; datos censales y proyecciones poblacionales oficiales, complementados con informes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para población desagregada por sexo y área urbana/rural.

- *Dinámica de poblamiento:*

En este contexto, un fenómeno central que define la transformación y las dinámicas de poblamiento es la consolidación del denominado *Anillo de Poblamiento*, una franja de expansión poblacional y económica que entre 2002 y 2020, pasó de 92.608 km² a 126.205 km2, con un crecimiento cercano al 36% en menos de dos décadas. La consolidación de esta franja se concentra en departamentos del piedemonte y del arco noroccidental especialmente Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo, que actúan como nodos de concentración poblacional y de articulación vial y fluvial, mientras que territorios periféricos como Guainía y Vaupés presentan un crecimiento más lento pero constante. Este proceso ha configurado una franja de transformación territorial caracterizada por el reemplazo de bosques por usos agropecuarios, la fragmentación de la conectividad ecológica y la presión sobre ecosistemas estratégicos. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI, 2021)

Desde la perspectiva ambiental, la expansión urbana y rural no planificada compromete los Servicios Ecosistémicos Urbanos, en particular el abastecimiento de agua, la regulación de microclimas y la provisión de suelos productivos. La ocupación irregular de riberas, humedales y bosques periurbanos incrementa el riesgo de degradación ambiental y limita la resiliencia de los asentamientos frente a fenómenos asociados al cambio climático. A esto se suman el déficit en infraestructura de saneamiento, residuos y manejo de aguas residuales, lo que intensifica la vulnerabilidad tanto de los ecosistemas como de las poblaciones locales. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI, 2022)

6.4.2. Organización social y territorial

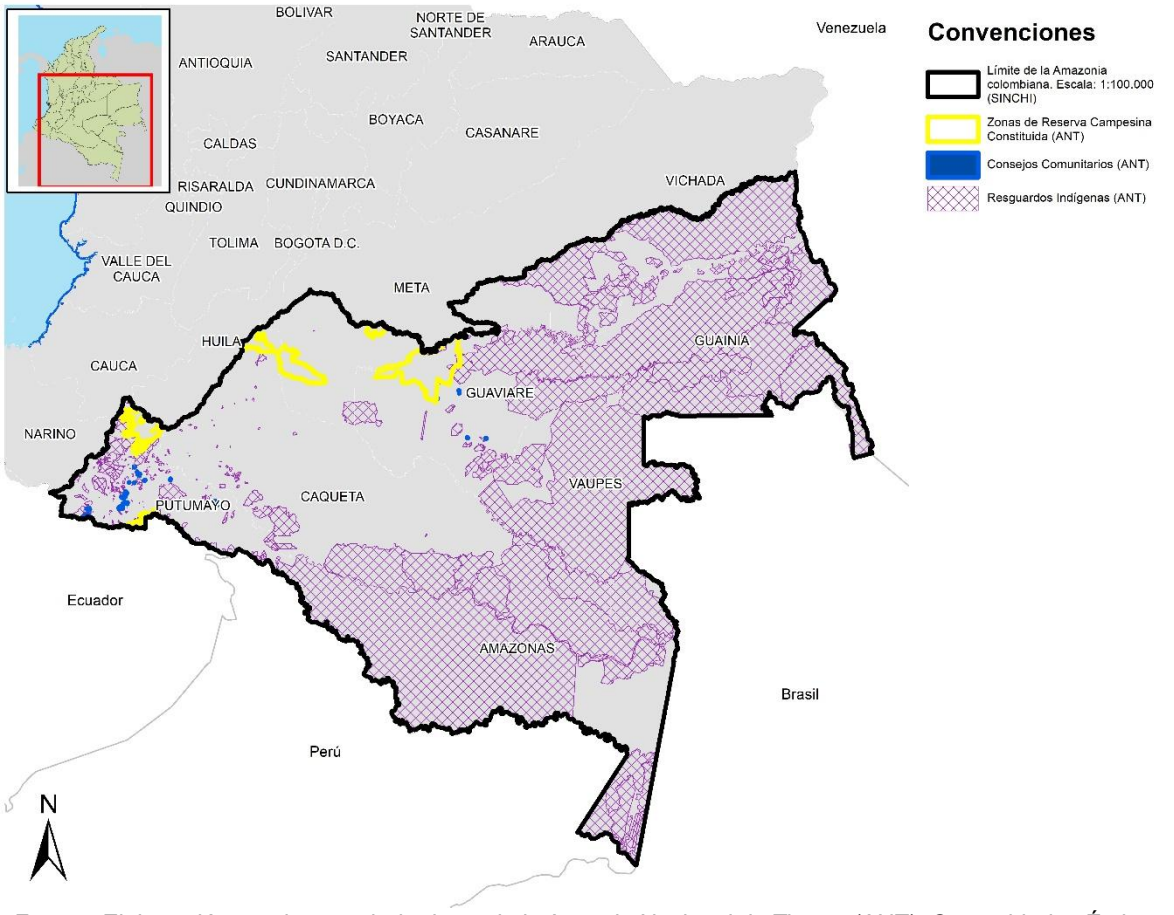
La organización social y territorial del Bioma Amazónico Colombiano está estrechamente ligada a la diversidad étnica y cultural que lo caracteriza. En la región habitan pueblos indígenas, comunidades negras, afrodescendientes, palenqueras y raizales, quienes ejercen formas propias de gobierno y gestión del territorio mediante figuras como resguardos indígenas y consejos comunitarios. Al respecto, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023) señala que en la Región Amazónica colombiana existen 231 resguardos indígenas legalizados, que se extienden en 27’234.141 hectáreas, en los que viven al menos 64 sociedades indígenas; asimismo, hay organizaciones de comunidades negras, afrodescendientes, palenqueras y raizales, y seis Zonas de Reserva Campesina. (Ver Anexo: DTS_ANT_ComunidadesÉtnicas_VF1.xlsx[16] y Figura 68).

Este modelo de ordenamiento refleja la riqueza cultural y lingüística de la Amazonía, considerada como una de las regiones de mayor riqueza cultural y lingüística del bioma amazónico (Rodríguez & Suárez, 2019), resaltando también el carácter urbano que se da a la Región. Tal como lo indica Vieco (2001), diversos tipos de organización social y económica de las sociedades indígenas han existido y coexistido a lo largo de los diferentes procesos históricos de la región, lo que implica que, de acuerdo con DNP (2023), la Amazonía es “producto de formas de vida creadas por la interacción con las sociedades humanas que han vivido allí desde hace al menos diez mil años”; esto último se observa, por ejemplo, en las pinturas rupestres del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, donde la serranía ofreció un lugar mítico para las culturas ancestrales, que encontraron allí insumos propicios para la elaboración de sus pinturas rupestres (Vargas Cuervo, 2017) lo cual es muestra de las interacciones entre comunidades y su entorno desde hace miles de años.

A la par de estas estructuras comunitarias, los departamentos y municipios ejercen funciones administrativas y de planificación que interactúan con los sistemas de gobernanza local, generando una articulación entre lo estatal y lo comunitario que es fundamental para la gestión ambiental y territorial. Este escenario es clave en los procesos de declaratoria de zonas de reserva, donde confluyen diferentes visiones sobre el uso de la tierra, los recursos naturales y el desarrollo regional.

[16] El consolidado de información se elaboró a partir de registros oficiales de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), que reportan 21 Zonas de Reserva Campesina (1,59 millones de ha), 278 Consejos Comunitarios de Comunidades Negras (119,86 millones de ha) y 885 Resguardos Indígenas (35,72 millones de ha).

Figura 68. Comunidades Étnicas y Zonas de Reserva Campesina en el Bioma Amazónico Colombiano



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), Comunidades Étnicas (2023), 2025.

6.4.3. Condiciones de vida y acceso a derechos

Las condiciones de vida en el Bioma Amazónico Colombiano se caracterizan por rezagos estructurales y profundos contrastes frente a los promedios nacionales. La pobreza multidimensional afecta al 60% de la población, frente al 19% a nivel nacional, y en departamentos como Vaupés, Guainía y Amazonas supera el 90%, alcanzando hasta el 96% en los corregimientos no municipalizados (Sánchez, 2024). Estos niveles se articulan con altas tasas de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que en la mayoría de los municipios amazónicos superan el 50% reflejando limitaciones persistentes en salud, educación y vivienda (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2018).

A ello se suman las bajas coberturas en servicios públicos (ver **Tabla *17***): el acueducto y alcantarillado son desiguales, la energía eléctrica presenta rezagos críticos en Vichada y Vaupés, y la conectividad digital permanece por debajo del 10%, restringiendo el acceso a educación, información y oportunidades. En este contexto, la declaratoria de zonas de reserva cobra relevancia como una estrategia

que no solo protege ecosistemas estratégicos, sino que también puede orientar la gestión pública hacia el cierre de brechas sociales y territoriales. El cierre de estas brechas pude lograrse a través de estrategias como la inversión en servicios básicos, el desarrollo sostenible, la participación comunitaria, la inversión en infraestructura, la educación y la capacitación.

Tabla 17. Cobertura de servicios públicos básicos en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano frente al promedio nacional

Departamento	Población en 2024	%personas con NBI	Acueducto		Alcantarillado		Energía Eléctrica		Conexión Banda Ancha	
			Nacional	Departamental	Nacional	Departamental	Nacional	Departamental	Nacional	Departamental
Amazonas	86.318	**35,24**		41,94		41,94		26		1,63
Caquetá	428.162	23,62		61,09		59,31		62,07		8,59
Guainía	57.943	59,52		25,98		14,68		55,19		2,02
Guaviare	100.497	27,91		44,42		43,8		70,19		2,62
Putumayo	388.716	18,96		43,1		49,42		52,37		3,94
Vaupés	47.961	68,94	**74,48**	98,44	**65,33**	98,37	**78,13**	21,52	**16,54**	0,14
Vichada	125.477	67,76		44,31		3,26		10,83		1,11
Meta	1.145.766	13,45		55,82		54,65		66,12		14,13
Cauca	1.574.506	18,81		63,78		46,9		79,8		6,13
Nariño	1.709.890	21,98		68,57		46,35		95,1		7,55

**Departamentos que integran el área del Bioma Amazónico Colombiano en una proporción parcial, respecto a los demás departamentos.*

Fuente: Elaboración propia a partir de Datos del sistema *TerriDATA*, Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Informes sobre Necesidades básicas insatisfechas (NBI), 2018.

Las condiciones sociales se ven agravadas por la limitada cobertura educativa, que en las áreas rurales dispersas se restringe a niveles básicos y presenta altos índices de deserción escolar, así como por la insuficiencia de infraestructura hospitalaria, concentrada en las cabeceras municipales, lo que obliga a comunidades indígenas y campesinas a largos desplazamientos para acceder a servicios especializados. En materia de vivienda, predominan construcciones precarias y sin acceso a servicios públicos domiciliarios, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a enfermedades y dificulta la seguridad alimentaria (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2018)

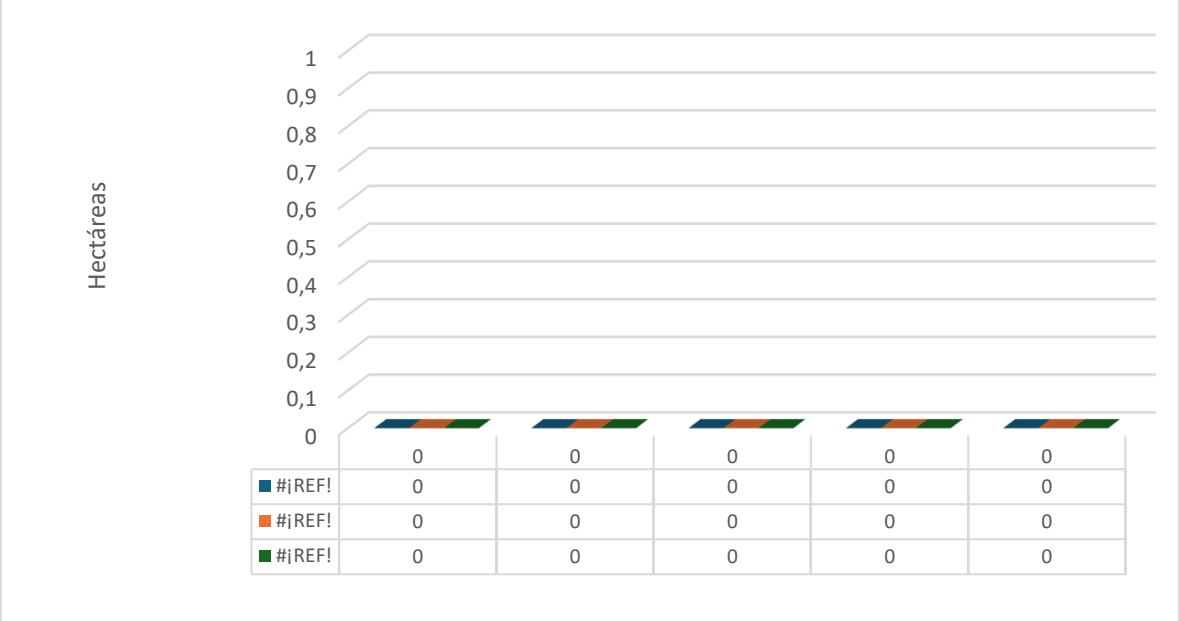
En conjunto, estas brechas evidencian un bajo acceso a servicios básicos, reducida conectividad vial y digital muy por debajo del promedio nacional y un desempeño institucional limitado en varios departamentos. Se observa, además, una paradoja: si bien la presencia de comunidades indígenas guarda una relación positiva con la conservación de bosques y ecosistemas, estas mismas comunidades son las más afectadas por la pobreza estructural y la falta de infraestructura social, lo que restringe el goce efectivo de derechos fundamentales y refuerza su dependencia de los recursos del bosque y los ríos como medios primarios de subsistencia (Sánchez, 2024).

6.4.4. Economías y medios de vida

- *Economía actual:*

Las economías en el Bioma Amazónico Colombiano se distinguen por su baja diversificación productiva y alta dependencia de los recursos naturales, situación que se refleja en la estructura del Producto Interno Bruto (PIB) departamental. En el piedemonte amazónico (Caquetá, Putumayo, Guaviare, Meta, Nariño y Cauca), predomina la producción agropecuaria de pequeña y mediana escala, a lo que se suma una incidencia de la explotación de hidrocarburos y minería. Como se evidencia en la Figura 69, el área en explotación de hidrocarburos es notablemente extensa en departamentos como Meta (100.372,67 ha) aunque la proporción de área dentro del Bioma es parcial. Sin embargo, en los departamentos del Putumayo (1.295.023,03 ha) y Caquetá (2.124.204 ha), las actividades extractivas tienen una fuerte incidencia en la economía local.

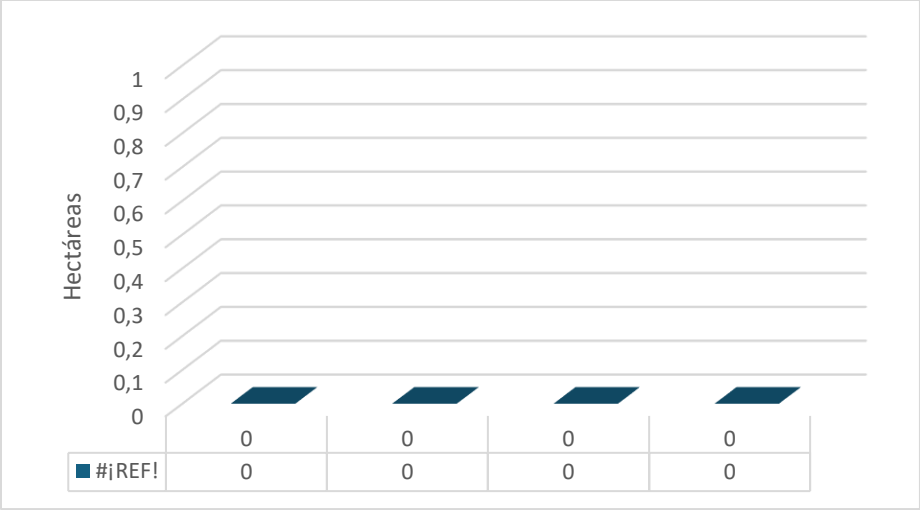
Figura 69. Áreas dedicadas a la exploración y producción hidrocarburífera en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano



Fuente: Elaboración propia, adaptado de microficha-*Actividad hidrocarburífera en el bioma amazónico colombiano*, Observatorio Amazonía, por Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2024.

Además, las áreas adjudicadas para proyectos mineros (ver Figura 70) y de explotación de recursos naturales también tienen una alta presencia en algunos departamentos, como lo reflejan las áreas adjudicadas en Guainía (96.476 ha), Vaupés (14.484 ha), Putumayo (11.238 ha) y Guaviare (6.335 ha).

Figura 70. Áreas de minería adjudicadas en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano



Fuente: Elaboración propia, adaptado de microficha-*Minería en el bioma amazónico colombiano (Microficha)*, Observatorio Amazonía, Observatorio Amazonía, por Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2024.

A pesar del predominio del sector extractivo, la agricultura sigue siendo un sector vital para la economía en departamentos como el Caquetá y Guaviare, la cual representa entre el 18% y el 24% de la economía departamental, reforzando el papel central de la ganadería extensiva, los cultivos de pancoger y los sistemas agroforestales. La existencia de corredores viales y fluviales facilita la integración a mercados nacionales, pero también potencia los procesos de deforestación y transformación de suelos en áreas agropecuarias.

En contraste, la planicie amazónica (Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada) presenta economías más frágiles, con fuerte dependencia de la agricultura y actividades de subsistencia. El caso más ilustrativo es Vichada, donde la agricultura representa el 38,8% del PIB, mientras que en Amazonas alcanza el 21,9% y en Vaupés el 24,5%, muy por encima del promedio nacional (7,5%). En estos territorios, la explotación minera y las industrias manufactureras son marginales (<1%), lo que refuerza el rol de la pesca, las chagras indígenas, la recolección y la artesanía como medios de vida predominantes (Sánchez, 2024)

Tabla 18. Porcentaje de PIB por actividades económicas en los departamentos del Bioma Amazónico Colombiano frente al PBI nacional

Departamento/ Nacional		Porcentaje del PIB por actividades económicas					
	% Porcentaje del área de los departamentos dentro del bioma	Actividades profesionales	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Comercio	Construcción	Explotación de minas y canteras	Industrias manufactureras
Colombia	- -	8,31	7,55	11,52	4,12	18,10	6,24
Amazonas	22,51	0,33	21,91	27,93	2,87	0,13	1,78
Caquetá	18,64	2,99	18,49	19,41	5,27	0,29	3,04
Cauca*	1,02	6,54	15,64	12,89	6,25	0,82	17,11
Guainía	14,65	0,35	11,13	16,35	10,38	7,65	2,74

Departamento/ Nacional		Porcentaje del PIB por actividades económicas					
	% Porcentaje del área de los departamentos dentro del bioma	Actividades profesionales	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	Comercio	Construcción	Explotación de minas y canteras	Industrias manufactureras
Guaviare	11,40	0,32	24,45	18,45	6,16	0,32	1,81
Meta*	6,09	1,75	12,70	9,75	2,47	55,39	2,15
Nariño*	0,60	2,96	19,16	21,89	6,11	0,88	2,51
Putumayo	5,34	1,27	6,72	15,56	5,00	**35,27**	0,85
Vaupés	11,01	0,45	8,34	24,57	7,87	0,29	0,16
Vichada*	8,74	0,53	38,83	10,53	7,58	0,21	0,64

**Departamentos que integran el área del Bioma Amazónico Colombiano en una proporción parcial, respecto a los demás departamentos.*

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de TerriData – DNP (Perfiles Departamentales); datos censales y proyecciones poblacionales oficiales; complementados con informes del DANE, 2025.

De manera transversal, en toda la región la contribución de sectores como las industrias manufactureras (≤3%) y las actividades profesionales (≤3%) es mínima, lo que evidencia la escasa diversificación productiva y la limitada inserción en cadenas de valor. Esta situación se agrava por los altos niveles de informalidad laboral y la presión de economías ilícitas como la coca, la minería ilegal y la tala de bosques, particularmente en el piedemonte (UNODC, 2023). Estas dinámicas no solo generan tensiones sociales y territoriales, sino que también incrementan la vulnerabilidad frente a la degradación ambiental, resaltando la necesidad de fortalecer medios de vida sostenibles y fomentar alternativas basadas en el aprovechamiento legal de los recursos naturales.

- *Transformaciones económicas y dependencia:*

La explotación petrolera ha marcado durante décadas la economía de departamentos como el Putumayo y Caquetá, generando empleo, regalías e infraestructura como vías de acceso. Por un lado, Putumayo ha sido históricamente un departamento petrolero con más de 70 años de explotación hidrocarburífera, que ha generado regalías, empleo, infraestructura pero que también ha provocado una fuerte dependencia económica y transformación en los medios de vida tradicionales; Anteriormente, las comunidades locales se dedicaban a la agricultura familiar, pesca y recolección de productos forestales (Gonzalez, Peña, & Patzy, 2025)

Esta transición económica ha debilitado la capacidad de resiliencia comunitaria, ya que los ingresos derivados del petróleo suelen ser temporales y sensibles a los precios internacional, pero los impactos ambientales generados afectan de manera duradera la base alimentaria y cultural. Un ejemplo de esta situación se materializa en las situaciones de derrames de crudo en fuentes hídricas que generan afectación directa sobre la pesca y el consumo del recurso hídrico, afectando a su vez la salud y economía de la población. Organizaciones no Gubernamentales (ONG) como la Asociación Ambiente y Sociedad (2020), en los Informe de seguimiento a las fugas

de crudo han documentado la suspensión de actividades pesqueras en zonas impactadas, lo que evidencia cómo los costos ambientales recaen sobre las comunidades locales, mientras los beneficios económicos se concentran principalmente en actores externos (Parra, 2020)

En cuanto al departamento de Caquetá, la explotación de hidrocarburos no ha sido de la misma dimensión que en El Putumayo, la presencia petrolera y minera ha incidido en la transformación de los medios de vida locales. La región, históricamente agrícola y ganadera, enfrenta un proceso de reconfiguración productiva, donde actividades extractivas han desplazado o condicionado las prácticas tradicionales de subsistencia. Los proyectos hidrocarburíferos en áreas como San Vicente del Caguán y Valparaíso han generado conflictos socioambientales relacionados con la pérdida de tierras, la contaminación de fuentes de agua y la limitación de actividades agropecuarias, afectando la autonomía alimentaria y la organización comunitaria (Defensoría del Pueblo, 2018).

En cuanto al departamento de Guainía, se presenta la minería aurífera (legal e ilegal), la cual se ha expandido en diferentes municipios incrementando los procesos de deforestación, contaminación por mercurio y degradación de ecosistemas ribereños, reduciendo la disponibilidad de recursos forestales y pesqueros, lo que debilita la base cultural y económica de las comunidades campesinas e indígenas. Esta transformación de los modos de vida de las comunidades en Guainía involucra cambios significativos en su entorno social, económico y ambiental. Según un estudio publicado en la Revista de Estudios Sociales, la minería ilegal en Guainía ha generado graves daños ambientales, incluyendo deforestación y contaminación por mercurio, lo que afecta la biodiversidad y la salud de las comunidades (Revista de Estudios Sociales, 2020). Además, la presencia de grupos armados ilegales en la región ha generado conflictos sociales y tensiones entre las comunidades locales y las empresas mineras.

6.4.5. Usos y prácticas tradicionales del territorio

En el Bioma Amazónico Colombiano, las comunidades étnicas han sostenido una relación estrecha y sostenible con la naturaleza, expresada en prácticas tradicionales que aseguran su subsistencia y aportan a la conservación de la biodiversidad. No obstante, es igualmente crucial reconocer las relaciones interétnicas que configuran el territorio y visibilizar que la defensa de la Amazonía no es exclusiva de los pueblos indígenas. La población afroamazónica y el campesinado mestizo han desempeñado un papel decisivo en la protección de los bosques y las aguas, a través de prácticas agroalimentarias diversificadas, medicina

tradicional, autogobierno comunitario y la construcción de Zonas de Reserva Campesina.

Como lo ha señalado Estefanía Ciro, el campesinado amazónico no puede reducirse a una narrativa de ilegalidad asociada al cultivo de coca, pues esta actividad ha sido una estrategia de subsistencia frente al abandono estatal y, al mismo tiempo, un motor de organización y resistencia. En sus palabras, *"la política antidrogas ha convertido al campesinado en el enemigo interno, desconociendo que la coca ha sido también una respuesta legítima a la falta de Estado y de alternativas económicas"* (Ciro, 2018). Integrar esta perspectiva permite reconocer que, lejos de ser agentes de degradación, los campesinos son también guardianes del bosque, cuya lucha por la tierra, la soberanía alimentaria y la justicia ambiental los ubica, junto a pueblos indígenas y afrodescendientes, como actores centrales de la conservación y de la construcción de futuros sostenibles y justos para la región.

En este sentido, se pueden destacar los siguientes aspectos:

Comunidades étnicas:

- *Agricultura ecológica y diversidad biológica*

Las comunidades implementan sistemas agrícolas sostenibles, basados en técnicas agroecológicas que consideran los ciclos naturales y la diversidad de cultivos (yuca, plátano, maiz, arroz, cacao, café, entre otras. El intercambio económico se desarrolla a través del mercado local. Estas prácticas no solo garantizan la seguridad alimentaria, sino que también promueven la regeneración de suelos, la conservación de especies nativas y de servicios ecosistémicos. Además, la combinación de cultivos y la rotación de parcelas reflejan un conocimiento profundo de la dinámica de los ecosistemas y permiten una gestión adaptativa frente a variaciones climáticas y ambientales (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2014).

- *Cosmovisión y espiritualidad en la gestión territorial*

La cosmovisión indígena integra lo espiritual y lo sagrado con el manejo del territorio, influenciando la planificación territorial endógena y la conservación de sitios de importancia cultural y ecológica. Esta perspectiva asegura que la interacción humana con el entorno natural sea armónica y sostenible, promoviendo la protección de ecosistemas clave y la preservación de valores culturales y espirituales que fortalecen la identidad comunitaria (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2014)

- *Manejo sostenible de recursos hidrobiológicos*

El aprovechamiento de recursos hidrobiológicos se realiza mediante conocimientos tradicionales que garantizan su uso sostenible y la disponibilidad continua de estos recursos para las generaciones futuras. Estas prácticas aseguran la resiliencia ecológica de los ecosistemas acuáticos y refuerzan los mecanismos locales de conservación, incluyendo la protección de especies estratégicas y la regulación de la presión de pesca en función de la estacionalidad y la capacidad de regeneración del ecosistema (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2014)

- *Protección y valorización del conocimiento tradicional*

El conocimiento tradicional constituye un recurso estratégico para la conservación del territorio y la formulación de políticas públicas ambientalmente sostenibles. Su transmisión intergeneracional garantiza la continuidad de prácticas adaptadas a las condiciones locales, fortaleciendo la resiliencia social y ecológica de las comunidades. La valorización y protección de estos saberes permite reconocer el papel activo de las comunidades en la gestión sostenible del territorio, reforzando la justificación técnica para la declaratoria de zona de reserva y subrayando cómo las prácticas tradicionales contribuyen a mantener la integridad ecológica del Bioma Amazónico (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2014)

Comunidades afroamazónicas y campesinas:

- *Producción agroalimentaria sostenible:* combinan cultivos de pancoger (yuca, maíz, plátano, arroz, frutales) con sistemas tradicionales de manejo que integran la conservación de suelos y bosques, en contraposición a la expansión de monocultivos y la ganadería extensiva.
- *Uso de medicina tradicional y plantas para sanar daños ambientales*: han utilizado saberes ancestrales y remedios naturales para enfrentar los efectos negativos de fumigaciones con glifosato, mostrando una resiliencia ecológica y cultural ante la contaminación química.
- *Zonas de Reserva Campesina (ZRC):* impulsan la creación y consolidación de estas figuras como instrumentos de autogobierno territorial, que buscan detener la deforestación, ordenar el uso del suelo y garantizar un equilibrio entre producción agroalimentaria y conservación ambiental.
- *Gobernanza comunitaria y asambleas locales:* las comunidades se organizan en espacios colectivos para tomar decisiones sobre el uso del territorio, resolver conflictos y proponer alternativas de manejo sostenible.

6.4.6. Análisis Económico

A partir de la caracterización socioeconómica realizada, se establece que las actividades de minería e hidrocarburos presentan una mayor concentración en los departamentos de Caquetá y Putumayo. En este marco, el análisis económico subsiguiente se orienta de manera específica hacia estas dos jurisdicciones, con el fin de profundizar en sus dinámicas particulares.

- *Estructura productiva departamental*

Departamento del Caquetá

El análisis de las Cuentas Departamentales del DANE (2023) y los perfiles económicos elaborados por el Departamento Nacional de Planeación – DNP (2022) evidencia que la economía del Caquetá se encuentra sustentada en un grupo reducido de sectores no extractivos, entre los cuales se destacan:

- Administración pública y defensa: 32,5% del valor agregado departamental.
- Comercio y servicios de reparación: 20,6%.
- Agropecuario, silvicultura y pesca: 19,7%.
- Construcción: 5,6%.
- Actividades inmobiliarias: 6,5%.

En este escenario, la participación del sector de minas y canteras, incluyendo hidrocarburos, es marginal y no figura entre los principales renglones de la producción departamental. La dinámica del crecimiento económico del Caquetá ha estado determinada principalmente por el desarrollo de la agricultura, la ganadería y la provisión de servicios básicos, acompañados de la relevancia del gasto público en su condición de departamento receptor de transferencias de la Nación.

Desde un punto de vista estructural, Caquetá presenta un perfil económico caracterizado por la **dependencia de la ganadería extensiva y la agricultura de subsistencia**, con limitada diversificación industrial y bajo desarrollo del sector manufacturero (Pineda, 2020). Esto lo convierte en una economía cuya estabilidad no depende de los ciclos del mercado de hidrocarburos, sino de políticas públicas, subsidios y el desempeño de actividades agropecuarias de baja complejidad tecnológica.

La literatura ha documentado que, en economías amazónicas, los sectores extractivos suelen tener una presencia marginal y, en los casos en que logran desarrollarse, no generan transformaciones estructurales debido a la baja capacidad de absorción de capital humano local y a la fragilidad institucional (Baptiste et al., 2017; PNUD, 2024). En el caso de Caquetá, esto se traduce en que **la apertura o cierre de proyectos de hidrocarburos no impacta de manera significativa la estabilidad macroeconómica ni los indicadores de bienestar de la población**.

Adicionalmente, la importancia de Caquetá en términos de **servicios ecosistémicos y provisión de bienes ambientales globales** (regulación climática, captura de carbono, provisión de agua) refuerza la necesidad de valorar un modelo productivo alternativo, menos dependiente de la lógica extractiva y más centrado en actividades sostenibles (Armenteras & Rodríguez, 2018).

En Caquetá, la no apertura de nuevos proyectos de hidrocarburos o minería no representa un riesgo económico significativo, dado que el sector extractivo no constituye un motor en la estructura productiva ni en el crecimiento departamental. Por el contrario, los estudios sugieren que mantener un perfil económico basado en agro y servicios, acompañado de estrategias de diversificación sostenible, podría generar beneficios más estables y compatibles con la conservación ambiental (Baptiste et al., 2017; PNUD, 2024).

Departamento del Putumayo

En el caso de Putumayo, la información de las Cuentas Departamentales del DNP (2022) y del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Perfil Exportador, 2023) muestra un panorama distinto:

- El sector de minas y canteras, fundamentalmente petróleo crudo, explica alrededor del 36,5% del PIB departamental.
- Las exportaciones del departamento están altamente concentradas, con un 99,8% correspondiente al petróleo crudo, lo que configura un modelo de enclave extractivo.
- Sin embargo, la relevancia estadística del petróleo en el PIB no se traduce en encadenamientos productivos hacia otros sectores. El aporte a la diversificación económica, al desarrollo de agroindustrias o a la consolidación de servicios locales es reducido.

La literatura económica y social sobre el Putumayo ha señalado reiteradamente que el modelo extractivo en el departamento corresponde a un **patrón de enclave**: genera ingresos fiscales y exportaciones, pero no impulsa un desarrollo económico inclusivo. Según Fedesarrollo (2021), la dependencia petrolera en Putumayo ha implicado una vulnerabilidad alta frente a los ciclos de precios internacionales, sin traducirse en crecimiento sostenido ni diversificación económica.

El PNUD (2024) enfatiza que, aunque el petróleo concentra la mayoría de las exportaciones y aporta de manera significativa a los ingresos públicos, **los efectos sobre el empleo local y la generación de ingresos sostenibles son limitados**, pues gran parte de la operación requiere mano de obra calificada proveniente de otras regiones y capital intensivo que no circula en el mercado local.

Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en la literatura bajo el concepto de la **"paradoja de la abundancia"** o "enfermedad holandesa" (Sachs & Warner, 2001; Sánchez & Velasco, 2018), donde los territorios ricos en recursos naturales no logran convertir esa riqueza en desarrollo sostenible. En el Putumayo, la concentración en el petróleo ha inhibido la consolidación de sectores productivos como la agroindustria de cacao, café o caucho, que cuentan con potencial, pero no logran escalar debido a la primacía del sector extractivo en la inversión pública y privada.

De igual forma, estudios de carácter socioeconómico han señalado que la alta dependencia del petróleo no se ha traducido en mejores condiciones sociales. El Informe Nacional de Desarrollo Humano (PNUD, 2021) muestra que los municipios petroleros del Putumayo tienen indicadores de pobreza multidimensional y acceso a servicios básicos similares a municipios no petroleros, lo que confirma la débil capacidad redistributiva del sector extractivo.

En ese sentido, en Putumayo, la alta participación del petróleo en el PIB responde a un patrón de enclave que beneficia principalmente las cuentas externas y fiscales, pero que no se traduce en un motor amplio de desarrollo local. Por ello, la ausencia de nuevos proyectos no constituye, en términos estructurales, una pérdida económica significativa para la población, ya que no genera efectos sustantivos sobre diversificación productiva ni empleo sostenible. Al contrario, la evidencia académica señala que la dependencia extractiva reproduce vulnerabilidades y limita las posibilidades de desarrollo territorial (Fedesarrollo, 2021; PNUD, 2024; Sánchez & Velasco, 2018).

- *Generación de empleo y encadenamientos productivos*

Participación nacional del sector extractivo en empleo

La evidencia nacional indica que el sector de hidrocarburos y minería, a pesar de su aporte al PIB, tiene una participación mínima en la generación de empleo directo.

- De acuerdo con el **PNUD – Informe de Desarrollo Humano 2024**, el sector de minas y canteras contribuyó en promedio con 1,2% del empleo nacional en 2022, mientras que su aporte al PIB superó el 7%.
- Esta diferencia refleja su carácter altamente capital-intensivo, en el cual la inversión en maquinaria, tecnología y equipos desplaza la necesidad de mano de obra masiva.

La evidencia nacional e internacional coincide en señalar que el sector extractivo —particularmente hidrocarburos y minería—, a pesar de su alta contribución al PIB y a las exportaciones, tiene una participación reducida en la generación de empleo directo e indirecto. Según el **PNUD (2024)**, en Colombia el sector de minas y canteras aportó en promedio el **1,2% del empleo nacional en 2022**, mientras que su participación en el PIB superó el **7%**, confirmando su carácter **altamente capital-intensivo**: la inversión en maquinaria, tecnología y equipos sustituye la necesidad de mano de obra masiva.

Acosta (2010) y Gudynas (2012) explican cómo la minería y los hidrocarburos se caracterizan por un perfil de **"empleo escaso y poco inclusivo"**, en el que la mayor parte de la renta se concentra en la fase de extracción sin generar impactos masivos en la ocupación nacional.

La literatura académica sobre Colombia ha documentado este desajuste entre el peso macroeconómico del sector y sus impactos laborales. **Sarmiento-Castillo (2018)** muestra que existe una "desvinculación económica" del extractivismo: la expansión de la minería y los hidrocarburos no genera efectos significativos sobre el empleo en los territorios donde operan, ya que sus encadenamientos productivos son débiles y dependen en gran medida de insumos y servicios externos. De forma complementaria, el informe *Los efectos del boom de las industrias extractivas en los indicadores sociales – Colombia* (Peña & Martínez, 2016.) concluye que, durante el auge petrolero y minero, los indicadores de empleo y reducción de pobreza no mejoraron proporcionalmente al crecimiento del PIB ni a las exportaciones, evidenciando una limitada capacidad del sector para generar bienestar local.

A nivel empresarial, **Morelos-Gómez et al. (2017)** encontraron que, incluso en zonas de concentración minera y energética, las empresas extractivas mostraban bajos niveles de encadenamiento con proveedores locales, lo que restringe su capacidad de dinamizar la economía territorial mediante la creación de empleo sostenido.

Este patrón se observa también en otros países de la región. Estudios en Perú, Ecuador y Bolivia muestran que los proyectos extractivos pueden aumentar el PIB y las exportaciones, pero su contribución a la reducción del desempleo o la informalidad es mínima (Bebbington et al., 2008; De Echave, 2009). En conjunto, la evidencia respalda que **el crecimiento del sector extractivo no se traduce automáticamente en mayores oportunidades de empleo local**, limitando los beneficios socioeconómicos de su expansión en los territorios y reforzando su carácter de enclave.

Empleo en Caquetá

En el departamento del Caquetá, la marginalidad del sector extractivo en la estructura productiva se refleja también en la escasa generación de empleo directo e indirecto:

- La oferta laboral se concentra en actividades agropecuarias, comercio y administración pública, que en conjunto explican más del 70% de la ocupación departamental.
- La minería y los hidrocarburos no figuran dentro de los sectores con incidencia significativa en el mercado laboral, ni en las estadísticas de empleo del **DANE – Gran Encuesta Integrada de Hogares (2022–2023)**.
- Los intentos de atraer inversión extractiva en el pasado no han modificado este patrón, debido a la baja presencia de proyectos en operación.

De acuerdo con estudios de Pineda (2020) y Baptiste et al. (2017), las economías amazónicas como la de Caquetá tienen una fuerte dependencia de actividades agropecuarias y de servicios, lo que configura mercados laborales estables en torno a sectores no extractivos. Además, el carácter periférico de estas economías hace que las inversiones extractivas, en caso de materializarse, tiendan a operar como enclaves sin arrastrar cambios significativos en la estructura laboral.

La ausencia de nuevos proyectos extractivos en Caquetá no tiene efectos adversos sobre el empleo, dado que la población activa se vincula de manera predominante a sectores distintos al minero-energético.

Empleo en Putumayo

En el caso de Putumayo, si bien la extracción de petróleo representa una alta proporción del PIB, el efecto sobre el empleo local es limitado:

- La mayoría de las operaciones de explotación requieren mano de obra calificada especializada, que en buena parte es contratada fuera del territorio, reduciendo el impacto en la ocupación de la población local.
- Los empleos directos generados son escasos y temporales, ligados a fases específicas de exploración o perforación, mientras que en etapas de producción los requerimientos laborales son mínimos.
- Las estadísticas de ocupación del **DANE (2022–2023)** muestran que los principales sectores generadores de empleo en Putumayo siguen siendo agricultura, comercio y administración pública, y no la actividad extractiva.

La investigación de Fedesarrollo (2021) y el **PNUD (2024)** confirma que, aunque el petróleo constituye el principal rubro del PIB y de las exportaciones, sus efectos sobre el empleo son marginales. Se trata de una actividad intensiva en capital que genera **empleos reducidos, temporales y poco inclusivos de la mano de obra local**, lo que limita su capacidad de transformar de manera estructural los mercados laborales.

Este patrón reproduce lo que la literatura denomina la “paradoja de la abundancia”: territorios ricos en recursos que no logran convertir su renta en desarrollo inclusivo ni en oportunidades de empleo sostenibles (Sánchez & Velasco, 2018; Sachs & Warner, 2001).

En conclusión, el peso del petróleo en el PIB departamental no se traduce en dinamismo laboral local. Por ello, **la ausencia de nuevos proyectos no implica pérdidas significativas de empleo en la región**.

Encadenamientos productivos

El análisis de encadenamientos productivos permite comprender la capacidad de un sector para irradiar beneficios hacia otras actividades económicas y generar efectos multiplicadores en el desarrollo territorial. En términos generales, la literatura económica ha demostrado que los sectores con mayores **encadenamientos hacia atrás** (compras de insumos, servicios y tecnología) y **hacia adelante**

(transformación y agregación de valor a la producción) son los que contribuyen con más fuerza al crecimiento económico inclusivo (Hirschman, 1958; Hausmann & Hidalgo, 2011).

En Colombia, distintos estudios han mostrado que los sectores extractivos presentan encadenamientos débiles en comparación con actividades como la agroindustria, la construcción o la manufactura. De acuerdo con **Fedesarrollo (2021)** y el **CEDE (2020)**, la minería y los hidrocarburos generan pocos vínculos con proveedores locales, dado que la mayoría de los insumos (maquinaria pesada, combustibles, servicios técnicos especializados) provienen de otras regiones o del extranjero. Esta situación limita la posibilidad de que las rentas generadas se traduzcan en dinamización de las economías regionales.

En el caso del **Putumayo**, el carácter de enclave exportador del petróleo refuerza esta dinámica. La actividad está orientada casi exclusivamente a la producción de crudo para exportación, con escasos procesos de transformación local y bajos niveles de contratación de bienes y servicios en el territorio. Esto implica que la mayor parte de los beneficios se concentran en las cuentas fiscales por concepto de regalías, mientras que las cadenas productivas locales permanecen débiles y con poca articulación.

Por su parte, en el **Caquetá**, la marginalidad del sector extractivo se traduce en encadenamientos prácticamente inexistentes. La economía regional depende de la agricultura, la ganadería y el comercio, sin que la minería o los hidrocarburos hayan logrado insertarse como motores de encadenamiento económico. La ausencia de infraestructura extractiva significativa explica que no haya demanda local de insumos o servicios que puedan arrastrar la expansión de otros sectores.

La evidencia comparada en América Latina coincide con este diagnóstico. Autores como **Bebbington et al. (2008)** y **Gudynas (2012)** han mostrado que la minería y los hidrocarburos operan como **“enclaves”**, donde la mayor parte de la renta fluye hacia mercados internacionales o hacia el nivel central del Estado, sin fortalecer la base productiva local. Este fenómeno se diferencia de sectores como la agroindustria o la manufactura, que generan efectos multiplicadores en empleo, encadenamientos y demanda de servicios locales.

En ambos departamentos, los encadenamientos productivos asociados al sector extractivo son débiles o inexistentes. En Putumayo, la lógica de enclave exportador del petróleo impide que se consoliden redes productivas locales; en Caquetá, la ausencia de actividad extractiva refuerza la inexistencia de vínculos. En consecuencia, la no apertura de nuevos proyectos de hidrocarburos o minería no

limita la capacidad de dinamización económica regional. Por el contrario, la evidencia sugiere que el verdadero potencial de encadenamientos se encuentra en sectores como la agroindustria, la construcción y los servicios, cuya expansión sí podría generar impactos positivos en el desarrollo territorial sostenible.

Empleo indirecto y terciarización

Es relevante considerar también los posibles efectos de empleo indirecto y terciarización asociados a la actividad extractiva. Durante las fases de exploración o construcción de infraestructura, se observa una expansión temporal en la demanda de servicios de alimentación, transporte, alojamiento y actividades conexas. Sin embargo, la literatura coincide en que estos empleos son de carácter **transitorio y precario**, concentrados en periodos cortos del ciclo de vida del proyecto (Bebbington et al., 2008; De Echave, 2009).

La evidencia en América Latina muestra que, una vez alcanzada la fase de producción, la **estabilización de las operaciones extractivas reduce drásticamente la demanda de servicios conexos**, pues el funcionamiento ordinario de pozos o minas requiere poca mano de obra adicional y menos contratación de proveedores locales (Gudynas, 2012; Acosta, 2010). Este patrón explica por qué la apertura de proyectos extractivos no genera un impacto duradero ni estructural en los mercados laborales locales.

En Colombia, estudios de Fedesarrollo (2021) han señalado que los efectos indirectos de la industria petrolera sobre la generación de empleo en servicios conexos se diluyen rápidamente, dado que las operaciones extractivas dependen de cadenas de suministro externas y de proveedores altamente especializados, en su mayoría ubicados fuera de los departamentos productores. Asimismo, el informe del PNUD (2024) evidencia que los empleos indirectos vinculados a hidrocarburos son reducidos y temporales, y no alteran de manera significativa los patrones de ocupación departamentales.

El caso de **Putumayo** refleja esta dinámica: algunos municipios han registrado incrementos en la actividad comercial durante las fases iniciales de proyectos extractivos, pero estos efectos no se consolidan como motores de desarrollo sostenible una vez finalizadas dichas etapas. Esto coincide con la noción de **“boom**

transitorio” descrita por De Echave (2009), en la cual la economía local experimenta un aumento temporal de ingresos y consumo, seguido por un retorno a la situación previa sin transformaciones estructurales.

En síntesis, los efectos de empleo indirecto y terciarización generados por los proyectos extractivos son fundamentalmente temporales y de corta duración, sin capacidad de consolidarse como fuentes sostenibles de ocupación o de transformación económica en el largo plazo. La literatura científica respalda que este tipo de impactos, aunque visibles en las fases iniciales, se desvanecen al estabilizarse la producción, dejando intacta la vulnerabilidad estructural de los mercados laborales locales.

- *Regalías y finanzas públicas*

Contexto general del Sistema General de Regalías (SGR)

El **Sistema General de Regalías (SGR)**, regulado por los artículos 360 y 361 de la **Constitución Política de 1991** y por la **Ley 2056 de 2020**, es el mecanismo de redistribución nacional de los ingresos percibidos por concepto de explotación de recursos naturales no renovables. Su diseño busca garantizar **equidad territorial**, promover la financiación de proyectos de inversión pública y reducir brechas regionales, independientemente de la localización de la producción.

De acuerdo con el **Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2022)**, el SGR constituye un **instrumento redistributivo** en el que participan todos los departamentos, productores y no productores, a través de diferentes bolsas: asignaciones directas, asignaciones para la equidad territorial, fondos de compensación regional y fondos de ciencia, tecnología e innovación. Esto implica que los ingresos que recibe cada territorio **no dependen de manera inmediata de la apertura de nuevos proyectos**, sino de tres factores principales:

1. La producción vigente de hidrocarburos y minerales.
2. El comportamiento de los precios internacionales de estas materias primas.
3. Las reglas de redistribución definidas por la Ley 2056 de 2020.

Diversos análisis han mostrado que el efecto del SGR en el desarrollo territorial **no está determinado por el volumen de recursos asignados, sino por la capacidad institucional de gestión, planeación y ejecución** (Contraloría General de la República, 2021; Bonet & Urrego, 2020). En este sentido, la literatura coincide en señalar que los ingresos de regalías no son linealmente proporcionales al bienestar regional, sino que dependen del buen uso de los recursos.

Regalías en Caquetá

En el caso del **departamento del Caquetá**, la actividad extractiva es marginal en su estructura productiva, por lo cual los ingresos por regalías provenientes de minería e hidrocarburos son reducidos en comparación con otras fuentes de financiamiento territorial.

- Según el **DNP (2023)**, los recursos asignados al Caquetá en el bienio 2023–2024 provienen principalmente de la **bolsa de asignaciones por equidad territorial** y no de asignaciones directas derivadas de explotación local.
- En términos fiscales, Caquetá depende de manera más significativa de las transferencias del **Sistema General de Participaciones (SGP)** y del gasto público nacional. Esta condición confirma que la ausencia de proyectos extractivos no compromete la estabilidad de las finanzas públicas departamentales.
- Estudios académicos (García, 2019; Pineda, 2020) han señalado que la baja dependencia de regalías en Caquetá refuerza la necesidad de **diversificación productiva** en torno a sectores como agroindustria, forestería sostenible y servicios ambientales, en lugar de la minería o los hidrocarburos.

Para Caquetá, las regalías representan un recurso marginal y no constituyen un factor determinante de la inversión pública. La no apertura de nuevos proyectos no genera una pérdida sustantiva de ingresos fiscales, pues la financiación territorial descansa en otros mecanismos de transferencias y gasto público nacional.

Regalías en Putumayo

En el caso del **departamento del Putumayo**, el peso del petróleo en el PIB (36,5%) se refleja en una mayor participación en el SGR mediante asignaciones directas, destinadas principalmente a municipios productores y a la Gobernación.

- De acuerdo con el **DNP y MinHacienda (2023)**, los recursos de regalías asignados al Putumayo en el bienio 2023–2024 superan los **500 mil millones de pesos**, lo que convierte a este departamento en uno de los más dependientes de estos ingresos frente a otras fuentes locales de recaudo.
- Sin embargo, la **Contraloría General de la República (2021–2023)** ha evidenciado que el impacto real de las regalías en el desarrollo territorial depende de la eficiencia en la **ejecución y calidad del gasto**, más que del volumen asignado. La dispersión de proyectos, la débil planeación y los

problemas de corrupción han limitado los efectos multiplicadores de estos recursos en el Putumayo.

- Además, los giros actuales están garantizados por la producción ya existente. Esto significa que la no apertura inmediata de nuevos proyectos **no compromete el flujo de recursos en el corto plazo**, dado que las asignaciones del bienio se basan en contratos de explotación en curso y no en proyectos futuros.
- Estudios de Bonet y Urrego (2020) sobre el desempeño del SGR muestran que, en regiones altamente dependientes como Putumayo, el problema central no es la cantidad de recursos, sino su **capacidad de transformar el tejido productivo** y generar inversión de largo plazo.

Aunque el Putumayo recibe regalías significativas por hidrocarburos, estas dependen del aprovechamiento de proyectos ya en operación y no de nuevas iniciativas. Por tanto, la no apertura de proyectos adicionales no compromete de manera estructural los ingresos fiscales asegurados en el corto y mediano plazo. La evidencia muestra que el desafío central no es aumentar la explotación, sino mejorar la capacidad de gestión y la calidad de la inversión pública derivada de las regalías.

Dependencia fiscal relativa y sostenibilidad

El análisis comparativo muestra que los impactos fiscales de la actividad extractiva en Caquetá y Putumayo son diferenciados y responden tanto a la estructura productiva de cada departamento como al diseño redistributivo del **Sistema General de Regalías (SGR)**.

En **Putumayo, a**unque existe una mayor dependencia de regalías, su aprovechamiento está limitado por **problemas de gestión y ejecución**. La Contraloría General de la República (2021–2023) ha señalado que la calidad del gasto es un factor crítico: la dispersión de proyectos, la falta de planeación y los problemas de corrupción han reducido el impacto real de las regalías sobre el bienestar de la población. Bonet y Urrego (2020) destacan que, en departamentos altamente dependientes, la sostenibilidad no radica en el monto de recursos recibidos, sino en la capacidad institucional de transformarlos en **inversión efectiva y sostenible**.

En caso de **Caquetá,** la baja participación del sector extractivo en regalías implica que la sostenibilidad fiscal del departamento depende principalmente de las **transferencias nacionales** (Sistema General de Participaciones, SGP) y del

fortalecimiento de economías agropecuarias y de servicios. Estudios como los de García (2019) y Pineda (2020) subrayan que en departamentos amazónicos con baja vocación extractiva, las regalías representan un recurso **marginal** en el presupuesto público, mientras que los sectores agropecuarios y de servicios sostienen la base económica regional.

El diseño redistributivo del SGR asegura que los departamentos reciban recursos incluso sin abrir nuevos proyectos. Como señalan el DNP (2022) y Bonet (2018), este mecanismo garantiza la continuidad de la inversión pública en sectores estratégicos como **educación, salud, infraestructura y medio ambiente**, reduciendo la dependencia directa de la extracción local y favoreciendo la equidad territorial.

En conjunto, la literatura científica e institucional muestra que la sostenibilidad fiscal de los departamentos amazónicos **no depende exclusivamente de la expansión extractiva**, sino de la diversificación productiva y la eficiencia en la gestión de los recursos transferidos.

Conclusión del análisis fiscal

La ausencia de nuevos proyectos de hidrocarburos y minería en Caquetá y Putumayo no genera pérdidas fiscales inmediatas ni compromete la estabilidad económica de los departamentos, en la medida en que:

- **Caquetá:** Los recursos por regalías son marginales frente a otras fuentes de financiamiento. La estructura fiscal se apoya principalmente en el SGP y en la capacidad del gasto público nacional, mientras que el sector extractivo no constituye un renglón determinante en la generación de ingresos (Pineda, 2020).
- **Putumayo:** Los ingresos por regalías provienen de proyectos ya en producción, y su efecto depende más de la **calidad del gasto** que de la apertura de nuevas operaciones. La evidencia de la Contraloría y de Fedesarrollo (2021) confirma que los problemas de planeación y ejecución han limitado la transformación social y económica que podrían derivarse de estas rentas.
- **SGR:** La estructura redistributiva del Sistema General de Regalías asegura recursos para inversión territorial, neutralizando la dependencia directa de nuevos proyectos extractivos. Este diseño, reconocido por la literatura como un mecanismo de equidad territorial (Bonet & Urrego, 2020), permite que los

departamentos sigan financiando sectores estratégicos aún en ausencia de expansión extractiva.

- *Análisis costo–beneficio*

Los **costos de restauración ambiental superan ampliamente los beneficios económicos generados por las actividades extractivas**, lo que refuerza la conveniencia de adoptar estrategias preventivas de conservación.

En primer lugar, la restauración de ecosistemas degradados implica inversiones financieras muy altas debido a la necesidad de recuperar procesos ecológicos complejos —como la fertilidad de los suelos, la conectividad ecológica, la regulación hídrica o la biodiversidad— que no se restablecen fácilmente. Benayas et al. (2009), en una revisión global de más de 300 proyectos de restauración, concluyen que, aunque la restauración puede recuperar parcialmente los servicios ecosistémicos, **nunca logra alcanzar plenamente los niveles de un ecosistema conservado**, además de implicar costos mucho más elevados que la prevención.

Según Corpoamazonia (2024) de los proyectos del Fondo para la Vida, estiman que el costo promedio de la restauración productiva sostenible en Colombia asciende a COP 14.728.706 por hectárea. Este valor no contempla los gastos asociados al fortalecimiento comunitario e institucional, ni los relacionados con el control y la contención de la deforestación. Si se considera la pérdida de 788.313 hectáreas de bosque en la Amazonía colombiana entre 2016 y 2023, el costo total de restauración se aproximaría a COP 11,6 billones.

Adicionalmente, IDEAM (2018) ha señalado que los costos de restauración asociados a la deforestación en la Amazonía no solo incluyen la revegetalización, sino también la pérdida de regulación hídrica, la disminución de la productividad agrícola y el incremento en riesgos de desastres. Estas pérdidas, sumadas al gasto en restauración activa, resultan ser **mucho mayores que los ingresos fiscales temporales obtenidos por actividades extractivas en la región**.

Además, la degradación ambiental afecta actividades lícitas y sostenibles (agricultura, pesca, turismo), lo que genera **costos de oportunidad ocultos** que no son compensados por los beneficios de la extracción. Costanza et al. (2014) estimaron que el valor económico de los servicios ecosistémicos perdidos a nivel mundial asciende a decenas de billones de dólares anuales, cifra que excede por

mucho los beneficios obtenidos de la explotación intensiva de recursos no renovables.

En síntesis, la literatura científica coincide en que los costos que debe asumir el Estado y la sociedad para restaurar ecosistemas degradados son **superiores a los beneficios económicos de corto plazo generados por la extracción**. Este desbalance refuerza la lógica de que una **estrategia preventiva de conservación es más eficiente, sostenible y fiscalmente responsable** que enfrentar escenarios de degradación y posterior restauración.

6.4.7. Vulnerabilidades sociales

Considerando los principales aspectos abordados en la caracterización socioeconómica, se identifican una serie de vulnerabilidades estructurales y riesgos de las comunidades que habitan el Bioma Amazónico Colombiano, que pueden comprometen tanto sus condiciones de vida como la sostenibilidad del territorio. Por un lado, los altos niveles de pobreza multidimensional (60% frente al 19% nacional) y los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) superiores al 50% en la mayoría de los municipios limitan el acceso efectivo a derechos fundamentales como salud, educación, vivienda digna y saneamiento básico. Estas carencias se agravan en áreas rurales dispersas, donde la oferta educativa es restringida, la infraestructura hospitalaria es insuficiente y predominan viviendas precarias sin acceso a servicios públicos.

A esta situación se suma la débil presencia institucional y la limitada capacidad de gobernanza en varios departamentos del bioma, lo que dificulta la provisión de servicios públicos, la gestión ambiental y la implementación de políticas de conservación. En conjunto, este panorama configura un círculo de riesgo, en el que la precariedad social reduce la capacidad de respuesta de las comunidades y aumenta su vulnerabilidad frente a presiones externas, comprometiendo la resiliencia territorial y la sostenibilidad de los ecosistemas amazónicos.

Adicionalmente, la dependencia de los recursos del bosque y los ríos como medios primarios de subsistencia aumenta la exposición de las comunidades a la degradación ambiental, comprometiendo la seguridad alimentaria y cultural. En el caso de los pueblos indígenas, esta vulnerabilidad se acentúa por las amenazas sobre sus territorios colectivos y la continuidad de sus prácticas culturales y espirituales, mientras que en las comunidades campesinas se refleja en la

informalidad de la tenencia de la tierra y en la limitada capacidad de gestión territorial.

7. PRESIONES Y AMENAZAS

La Amazonia enfrenta crecientes presiones y amenazas derivadas tanto de actividades antrópicas como de dinámicas naturales que comprometen su integridad ecológica y cultural. Estas problemáticas, lejos de ser aisladas, se manifiestan de manera interrelacionada y acumulativa, profundizando los procesos de degradación ambiental y social. En este sentido, resulta fundamental comprender cómo dichas presiones inciden en la pérdida de biodiversidad, la fragmentación de hábitats, la reducción de servicios ecosistémicos y la afectación de las comunidades que dependen directamente de este territorio.

7.1. Conflictos Socioecológicos

Los conflictos socioecológicos en el bioma amazónico colombiano reflejan la interacción entre presiones antrópicas sobre los ecosistemas y las dinámicas sociales, económicas y culturales de las comunidades locales. Estos conflictos surgen de la expansión de actividades como la ganadería extensiva, actividades extractivas (minería e hidrocarburos), los cultivos de uso ilícito, el acaparamiento de tierras, adecuación de vías, entre otros, que transforman el uso y la cobertura del suelo, generan disputas por el acceso y control de los recursos naturales y profundizan las desigualdades territoriales. Desde una perspectiva socioeconómica, estos procesos no solo implican afectaciones ambientales, sino también el debilitamiento de medios de vida tradicionales, el incremento de vulnerabilidades en poblaciones y la afectación de derechos fundamentales como la seguridad alimentaria, el acceso al territorio y la participación en decisiones sobre su manejo.

En este sentido, el análisis de los conflictos socioecológicos permite comprender cómo los patrones de desarrollo y los intereses económicos inciden en la gobernanza ambiental y en las condiciones de vida en la región amazónica. A continuación, se presentan los principales conflictos identificados en el bioma amazónico colombiano, los cuales permiten ilustrar las dinámicas territoriales y socioeconómicas que están configurando la transformación de este espacio y los retos que plantea para la sostenibilidad y la garantía de derechos de sus poblaciones.

7.1.1. Agroindustria (Monocultivos de palma de aceite)

La expansión de la agroindustria de palma de aceite en el bioma amazónico colombiano constituye un factor de presión sobre ecosistemas estratégicos,

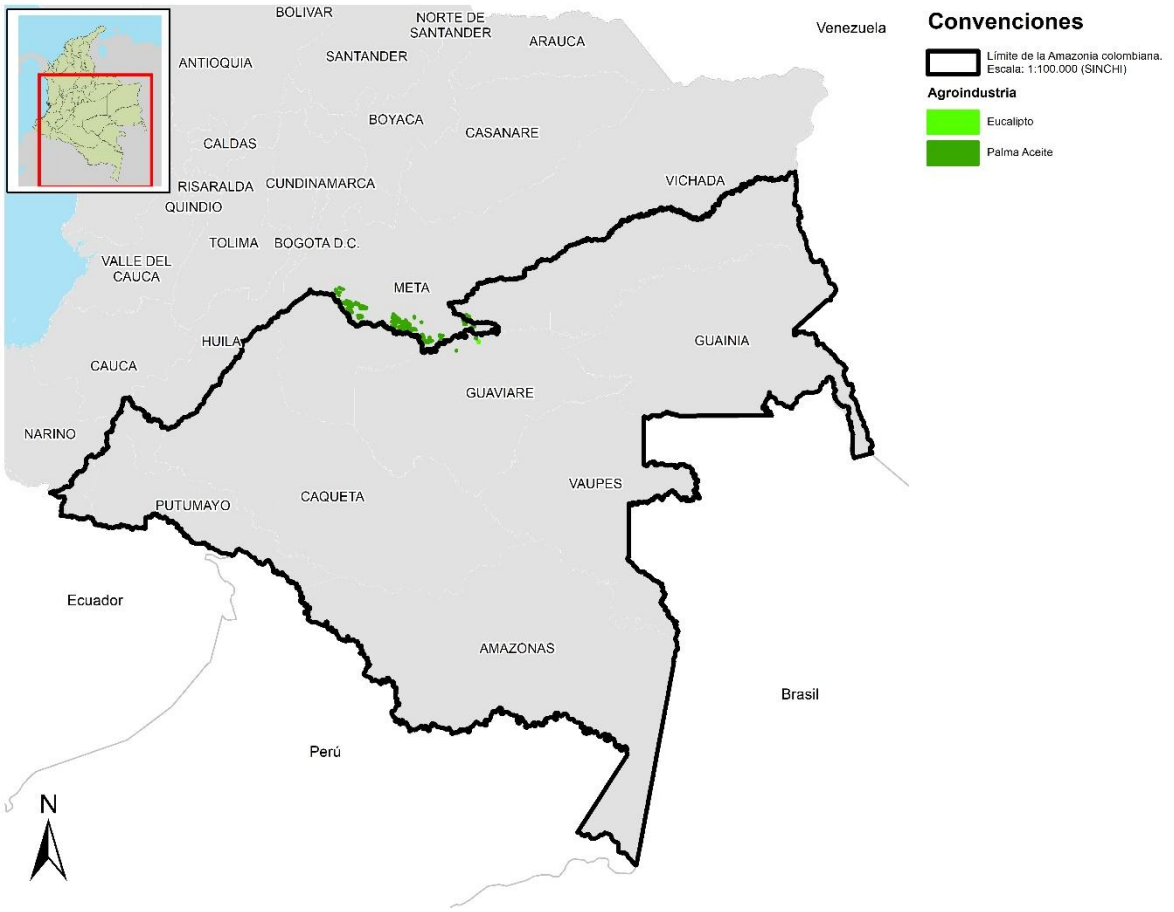
particularmente en la zona de transición entre la Orinoquía y la Amazonía, que alberga tres biomas diferenciados: densos bosques tropicales, vastas llanuras y bosques de galería, así como, una topografía montañosa y diversidad altitudinal con los paisajes subandinos únicos como el de la Sierra de la Macarena de los Andes.

Entre 2010 y 2021, la superficie cultivada con palma en la región alcanzó 149.315 hectáreas, con una tasa de crecimiento promedio del 5% anual, la más alta registrada en el país durante este periodo. De manera paralela, el número de plantas extractoras se duplicó, pasando de 16 a 32 entre 2011 y 2022. Este crecimiento configura un desbalance territorial, dado que se concentra en zonas con alta fragilidad ecológica, lo que incrementa el riesgo de pérdida de cobertura boscosa, fragmentación de hábitats y alteración de la conectividad ecológica. (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) , 2023)

A escala local, la expansión de la palma se concentra en municipios como Vista Hermosa, donde existe una plantación de 446 hectáreas, de las cuales 52,2 correspondían a bosque en 2011; en Puerto Concordia, donde se han registrado procesos de deforestación sobre 29 hectáreas, afectando los bosques de galería del río Ariari; y Puerto Rico, donde el cambio de cobertura boscosa ha impactado las rondas hídricas del mismo río, con pérdida de bosques de galería y alteración de su función reguladora. En San José del Guaviare también se han documentado afectaciones directas sobre coberturas boscosas y áreas inundables (ver Figura *71*).

En este contexto, los principales impactos ambientales se relacionan con la deforestación de bosques riparios y de galería, ecosistemas que cumplen un papel clave en la regulación hídrica, la estabilización de suelos y la provisión de hábitat para diversas especies. A esto se suman las prácticas agrícolas asociadas a la agroindustria, como el drenaje de suelos y el uso intensivo de agroquímicos, que deterioran la calidad del agua y alteran la recarga de acuíferos. En el ámbito climático, se estima que por cada tonelada de aceite crudo de palma producida se liberan entre tres y cinco toneladas de CO_2 equivalente, lo que incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero y dificulta el cumplimiento de las metas nacionales de mitigación. (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) , 2023).

Figura 71. Agroindustria en el Bioma Amazónico Colombiano



Fuente: Elaboración propia, adaptado del Geovisor-Conflictos Socioambientales, publicado por Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2023.

7.1.2. Ganadería Extensiva

La ganadera extensiva se ha consolidado como uno de los principales factores de transformación territorial en el bioma amazónico colombiano, especialmente en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Meta que integran el denominado Arco de Deforestación Amazónico (ADA). Entre 2016 y 2022, el hato ganadero pasó de 1,1 a 2,2 millones de cabezas, lo que evidencia un proceso acelerado de transformación de bosques en pastizales reflejando un vínculo directo entre la expansión ganadera y la deforestación (ver Figura ***72*** y Figura ***73***). Este fenómeno no solo implica pérdida de biodiversidad y degradación de suelos, sino que también ha generado concentración de tierras y profundización de desigualdades en el acceso al territorio, afectando de manera desproporcionada a comunidades campesinas e indígenas que históricamente han habitado la región. (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2023)

La magnitud del impacto se hace evidente en áreas de conservación y territorios étnicos. Por ejemplo, se estima que más de 300.000 bovinos se encuentran dentro de Parques Nacionales como La Macarena, Tinigua y Picachos, y cerca de 600.000 en los bordes del Parque Nacional Chiribiquete, mientras que en el Resguardo Nukak se contabilizan 30.000 bovinos en su interior y 100.000 en sus alrededores (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2023).

De igual manera, las dinámicas de ilegalidad asociadas a la ganadería se expresan también en prácticas como el “blanqueo de ganado”, mediante el cual animales criados en zonas de reserva forestal o parques son movilizados hacia predios en áreas habilitadas para ocultar su origen. Esta práctica profundiza la informalidad en el mercado cárnico, debilitando los procesos de fiscalización y aumentando la desconexión entre el consumo urbano y los impactos sociales y ambientales en los territorios amazónicos.

Esto se suma al déficit en los sistemas de trazabilidad que es otro factor crítico. Aunque el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de manera anual realiza campañas de vacunación, estas no garantizan la identificación del lugar de origen del ganado, lo que permite que bovinos provenientes de zonas deforestadas entren a la cadena comercial sin restricciones. Esta falta de control afecta de manera indirecta a comunidades locales, que ven cómo los beneficios económicos de la ganadería a gran escala se concentran en pocos actores, mientras ellos enfrentan mayores presiones sobre sus territorios y recursos naturales (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2023)

Por último, la conexión de estas dinámicas con mercados urbanos y globales refuerza la externalización de los costos sociales y ambientales de la ganadería amazónica. Se estima que una de cada diez reses criadas en Guaviare y Caquetá se comercializa en Bogotá, mientras que más de tres de cada diez terminan en el Valle del Cauca, vinculado al puerto de Buenaventura. Esta articulación con mercados de gran escala contribuye a invisibilizar los conflictos sociales en la Amazonia y limita el reconocimiento de las comunidades que se enfrentan a las consecuencias de la deforestación y la pérdida de medios de vida tradicionales.

Figura 72. Ganadería de carne bovina en el Bioma Amazónico Colombiano

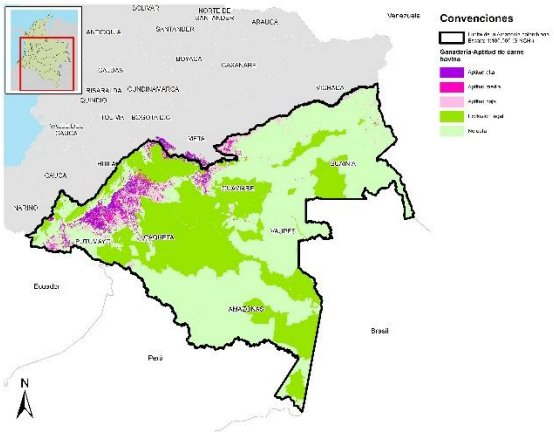
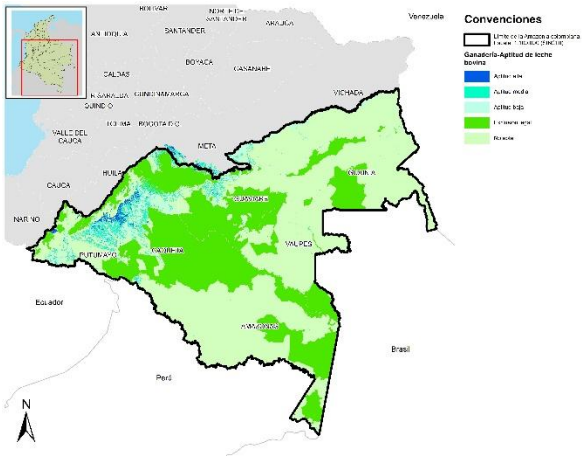


Figura 73. Ganadería de leche bovina en el Bioma Amazónico Colombiano



Fuente: Elaboración propia, adaptado del Geovisor Conflictos Socioambientales, publicado por FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible), 2023.

7.1.3. Paisaje Agropecuario y Praderización

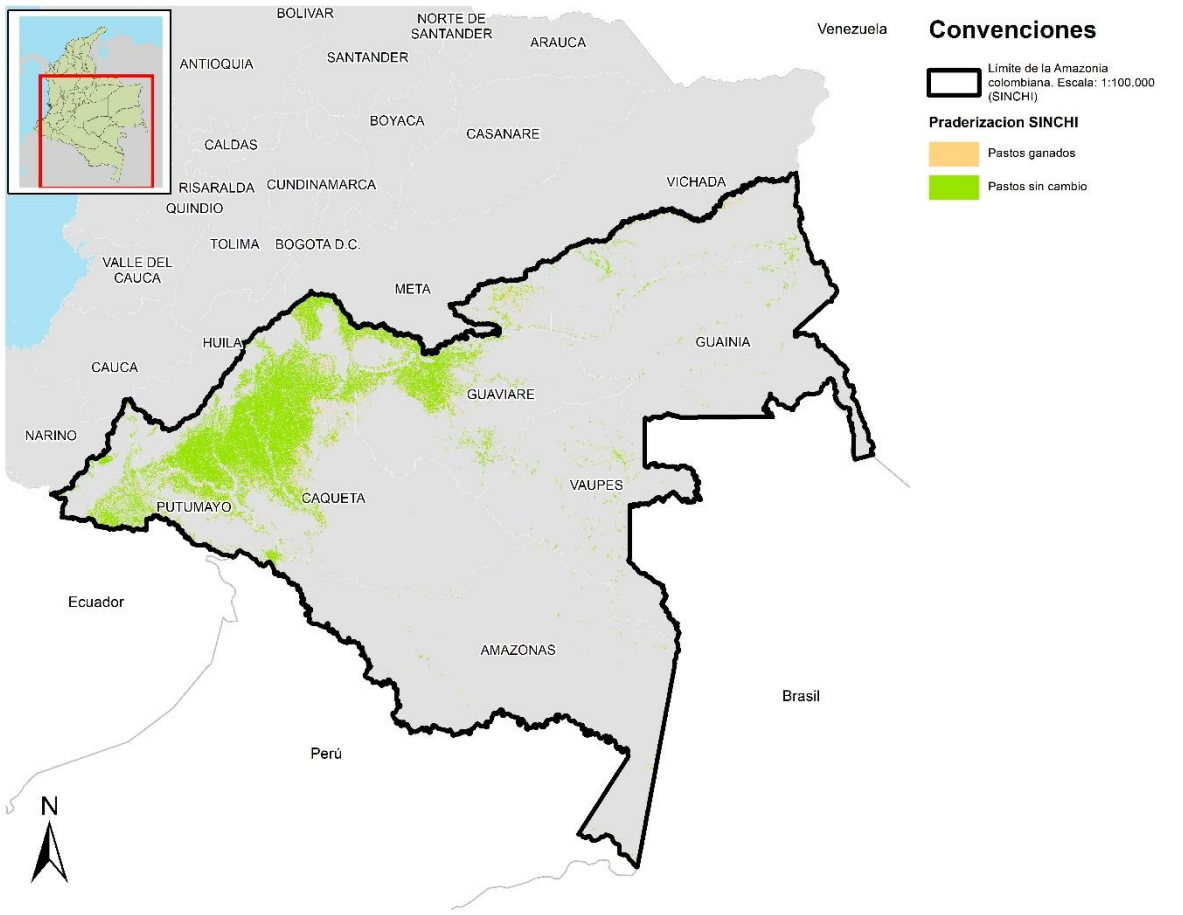
El fenómeno de praderización, entendido como la conversión de bosques naturales y vegetación secundaria en pastizales sembrados para ganadería extensiva, constituye una de las principales amenazas para la integridad ecológica del Bioma Amazónico Colombiano. De acuerdo con estudios oficiales del Instituto SINCHI, este proceso ha mostrado un crecimiento sostenido en varias zonas piloto de los departamentos de Guainía, Vaupés, Guaviare y Caquetá, con registros que abarcan los años 2002, 2007, 2012, 2014 y 2016. En cuatro de las seis zonas analizadas (Retorno-Calamar, Miraflores, Sur de Cartagena del Chairá y Pana-Pana) se evidencian incrementos constantes en las tasas de praderización, confirmando la magnitud del fenómeno. (Uriel Murcia García, 2016)

El análisis revela un aumento particularmente crítico durante el periodo 2012–2014, cuando la tasa media anual de praderización pasó de 109.600 ha/año (2007–2012) a 239.900 ha/año, con los mayores incrementos registrados en zonas como Cartagena del Chairá, Miraflores y Retorno-Calamar. En contraste, áreas con mayor protección territorial como resguardos indígenas, áreas naturales protegidas como la Reserva Forestal de la Amazonía y áreas con menor accesibilidad terrestre, como Yavaraté y Pana-Pana, presentaron tasas de praderización significativamente más bajas. (Uriel Murcia García, 2016)

La información también muestra que una fracción importante de la praderización proviene directamente de bosques nativos y vegetación secundaria. Por ejemplo, entre 2014 y 2016 en Pana-Pana el 63,2% de la superficie praderizada correspondió a bosques nativos; en Yavaraté, el 51,6%; y en el Sur de Cartagena del Chairá, el 44,3%. En zonas piloto como San José del Guaviare, parte de la praderización

incluso se ha desarrollado dentro de resguardos indígenas y en áreas de la Reserva Forestal de la Amazonía, lo que acentúa la gravedad del fenómeno en territorios de especial protección (ver Figura 74). (Uriel Murcia García, 2016)

Figura 74. Praderización en el Bioma Amazónico Colombiano

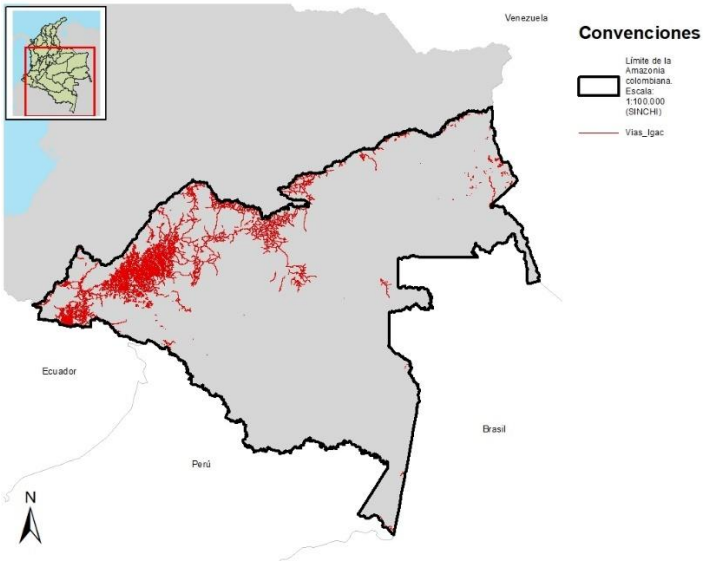


Fuente: Elaboración propia, adaptado del Geovisor Conflictos Socioambientales, publicado por FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible), 2023.

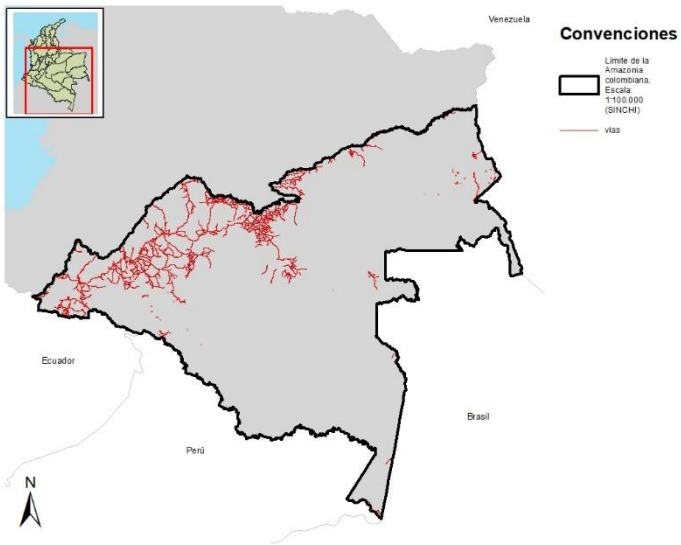
7.1.4. Vías

En cuanto a las vías, de acuerdo con la Red amazónica de información socioambiental georreferenciada (RAISG) a nivel nacional en el año 2023, aproximadamente el 80% de las vías en el Bioma Amazónico Colombiano corresponden a no pavimentadas, las cuales se encuentran en los departamentos del Putumayo, Caquetá, Guaviare, Vichada y Vaupés (ver Figura 67). De igual manera, para el año 2017 a escala 1:100.000, el IGAC evidencia diferentes categorías de vías (1 a 8 nivel) las cuales se encuentran presentes en los departamentos de Putumayo, Caquetá, Guaviare, Vichada, Guainía y Vaupés.

Figura 75. Vías nacionales en el bioma amazónico RAISG (2023); IGAC, 2017



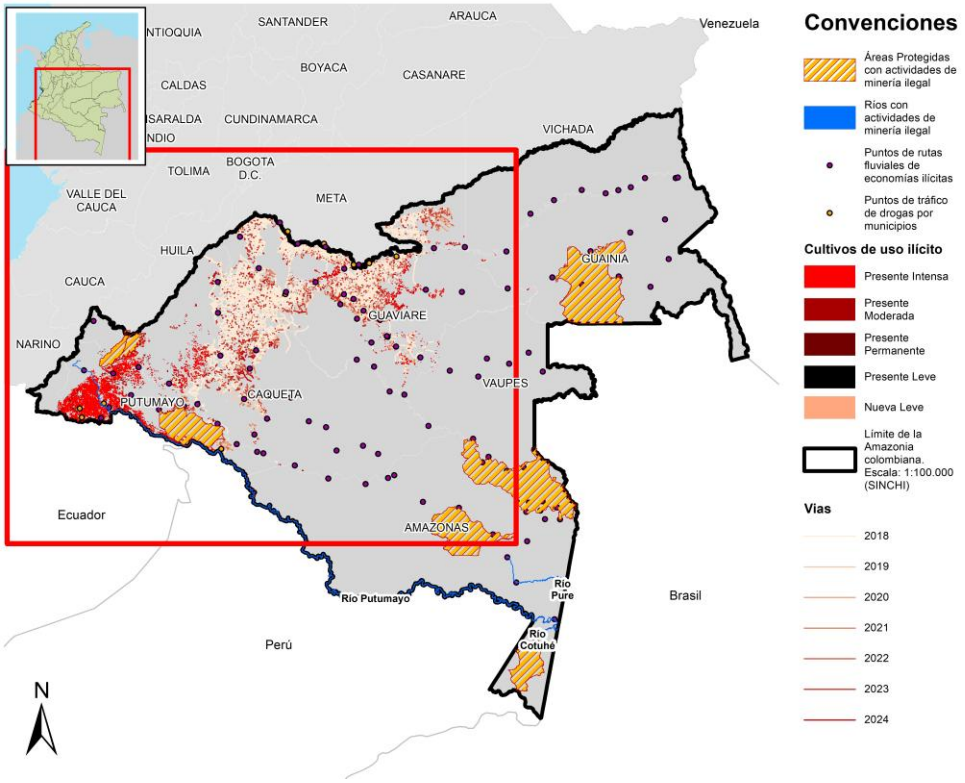
Fuente: Elaboración propia a partir de información IGAC (2017), 2025.



Fuente: Elaboración propia a partir de información RAISG (2023), 2025.

En 2018 se registró la apertura de más de 16.000 km de nuevas vías, muchas de ellas construidas sin planificación ni licencia ambiental, lo que propició la colonización de nuevas áreas, el acaparamiento de tierras y la expansión de economías ilegales. De igual manera como se detalla en la Figura 77, entre 2018 y 2024, la ampliación de la red vial coincide con una elevada presencia de cultivos ilícitos y operaciones de minería ilegal, así como la movilización de insumos y productos asociados a dichas actividades (FCDS, 2024).

Figura 76. Comparación vías (2018-2024), minería ilegal y cultivos de uso ilícito



Fuente: Elaboración propia a partir de información ANNA, 2025; Geovisor Conflictos Socioambientales, publicado por FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible), 2024.

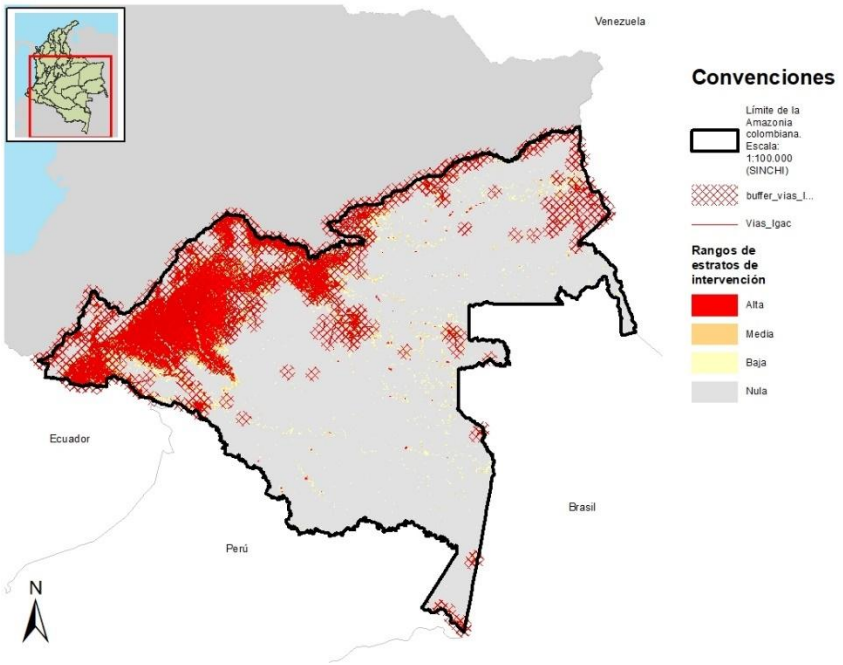
Este fenómeno mantiene una relación directa con la deforestación: más del 70 % de los focos de pérdida de bosque se ubican a menos de 2 km de una vía y, para 2022, el 95 % de la deforestación se concentró en un radio de 5,5 km alrededor de las carreteras

Es de resaltar, que la deforestación está condicionada por la accesibilidad al recurso en donde las áreas aisladas con restricciones biofísicas o sociales son menos susceptibles a la deforestación (Gonzales et al., 2018). Usualmente, las **vías permiten esa accesibilidad, produciendo deforestación indirecta al facilitar la llegada de nuevos actores al territorio y el desarrollo de sus actividades**. Esto produce un tipo de fragmentación del paisaje con efecto tipo “espina de pescado” generado por ejes viales de transporte, desde los cuales se desprenden ejes secundarios, que se desarrollan de forma escalonada.

De esta manera el IDEAM (2024) establece que las áreas de bosque que se encuentran a una distancia menor o igual de 15 km de carreteras (nacionales, departamentales, municipales, veredales), se considera susceptible a la deforestación. Lo cual se evidencia en la Figura 52 en un área de 15 km de las vías en el bioma amazónico presenta confluencia con la alta intervención de coberturas

boscosas y panorama de pérdida de cobertura vegetal histórica del bioma, tal como se describió en el capítulo de caracterización de transformación de coberturas de la tierra.

Figura 77. Estratos de intervención en el bioma amazónico (2024)



Fuente: Elaboración propia a partir de información IGAC, 2017; SINCHI, 2024., 2025.

Considerando este contexto, la expansión vial en la Amazonía colombiana se ha convertido en un motor de conflictividad socioambiental, especialmente después de la firma del Acuerdo de Paz en 2016, cuando se intensificó la apertura de carreteras, trochas y caminos en áreas antes controladas por las FARC.

A pesar de la existencia de restricciones normativas que limitan la construcción de infraestructura vial en áreas ambientalmente sensibles, buena parte de la red vial atraviesa territorios con alto valor ecosistémico y cultural. Actualmente, se contabilizan más de 935 km de vías dentro de resguardos indígenas, 1.248 km en áreas naturales protegidas y cerca de 6.000 km en la Reserva Forestal de Ley 2.ª de 1959.

Este crecimiento descontrolado provoca la fragmentación de hábitats, la afectación de especies de fauna por atropellos y electrocución, la alteración de sistemas hídricos y la presión sobre sitios sagrados y de importancia cultural para comunidades indígenas (FCDS, 2024). En este sentido, la red vial en la Amazonía no es únicamente un tema de conectividad, sino un conflicto estructural que combina presiones ambientales, disputas por el control del territorio y vulneración

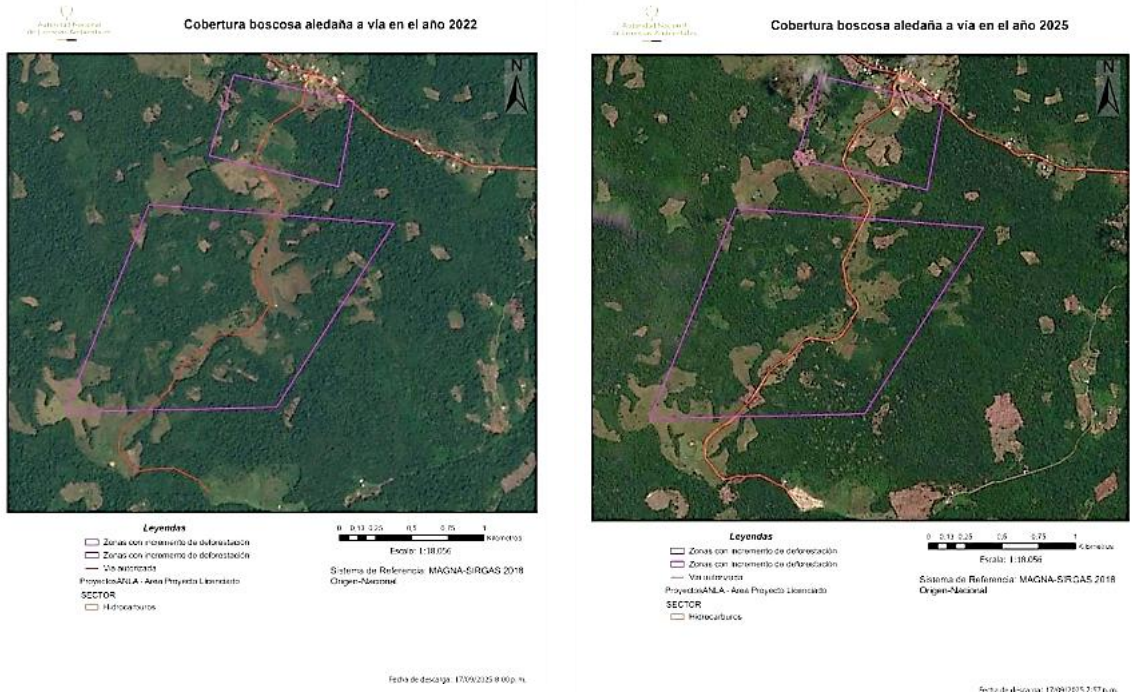
de derechos colectivos, lo que plantea la necesidad de fortalecer la gobernanza ambiental y territorial en la región.

- *Fragmentación de los bosques por efecto de las vías y la influencia en la calidad del aire.*

Un ejemplo local demostrativo de la influencia de las vías de acceso en la degradación de bosques y ecosistemas en su área de proximidad se presentó en el municipio de Puerto Asís departamento del Putumayo, donde se verificó que una de las vías autorizadas en una licencia ambiental otorgada por la ANLA a un proyecto de hidrocarburos se convirtió en un foco de deforestación.

Aunque la autoridad ambiental estableció márgenes de vía con ancho restringido para proteger las coberturas boscosas cercanas a dichos accesos autorizados, se evidenció con el seguimiento de imágenes satelitales del año 2022 (año en que se otorgó la licencia) y la revisión de la zona 3 años después en el 2025, un aumento progresivo en los parches de deforestación en los alrededores, como lo evidencian las siguientes imágenes.

Figura 78. Focos de deforestación en vía autorizada a un proyecto de hidrocarburos



Fuente: Elaboración propia a través de Geovisor de la ANLA, 2025.

Lo anterior, confirma que los proyectos de hidrocarburos realizan aprovechamientos forestales puntuales con sus respectivos permisos y con posibilidad de realizar seguimiento; sin embargo, la habilitación de vías secundarias facilita la extracción

ilegal de madera, lo que propicia la expansión de la frontera de deforestación más allá de las áreas directamente autorizadas al proyecto.

Por otra parte, como se identificó en la caracterización, los proyectos de hidrocarburos presentan afectaciones en la calidad del aire debido a la construcción, adecuación y uso de las vías de acceso. Lo anterior se demostró en los Reportes de Alertas Regionales de la ANLA en los departamentos de Putumayo y Caquetá, donde se reportaron altas concentraciones de PM10 y PM2.5 asociadas al tránsito en vías sin pavimentar por la resuspensión de polvo. Asimismo, se registró algunos valores elevados de dióxido de nitrógeno (NO2).

Aunque la calidad del aire del bioma amazónico en general reporta buenas condiciones, se identificó que los corredores viales asociados a estos proyectos presentan excedencias puntuales de los estándares normativos establecidos en la Resolución 2254 de 2017. Por esta razón, la ANLA recomienda implementar medidas de control de emisiones, tales como la humectación de vías, la revisión de la flota vehicular, entre otras, durante el uso de estas vías por los proyectos. En consecuencia, se valida que la infraestructura vial puede generar afectaciones locales a la calidad del aire del bioma amazónico.

Por lo anterior, se confirma que los proyectos de hidrocarburos realizan aprovechamientos forestales y desarrollan actividades de manejo de vías, frente a las cuales es posible aplicar medidas de compensación y mitigación sujetas a seguimiento. No obstante, si bien la afectación derivada no corresponde a un impacto directo del proyecto, la autorización y habilitación de vías secundarias y terciarias al interior del Bioma genera condiciones que facilitan la extracción ilegal de madera, lo que a su vez propicia la expansión de la frontera de deforestación más allá de las áreas expresamente autorizadas. Este fenómeno configura una consecuencia indirecta y de difícil control sobre el territorio, con efectos negativos acumulativos.

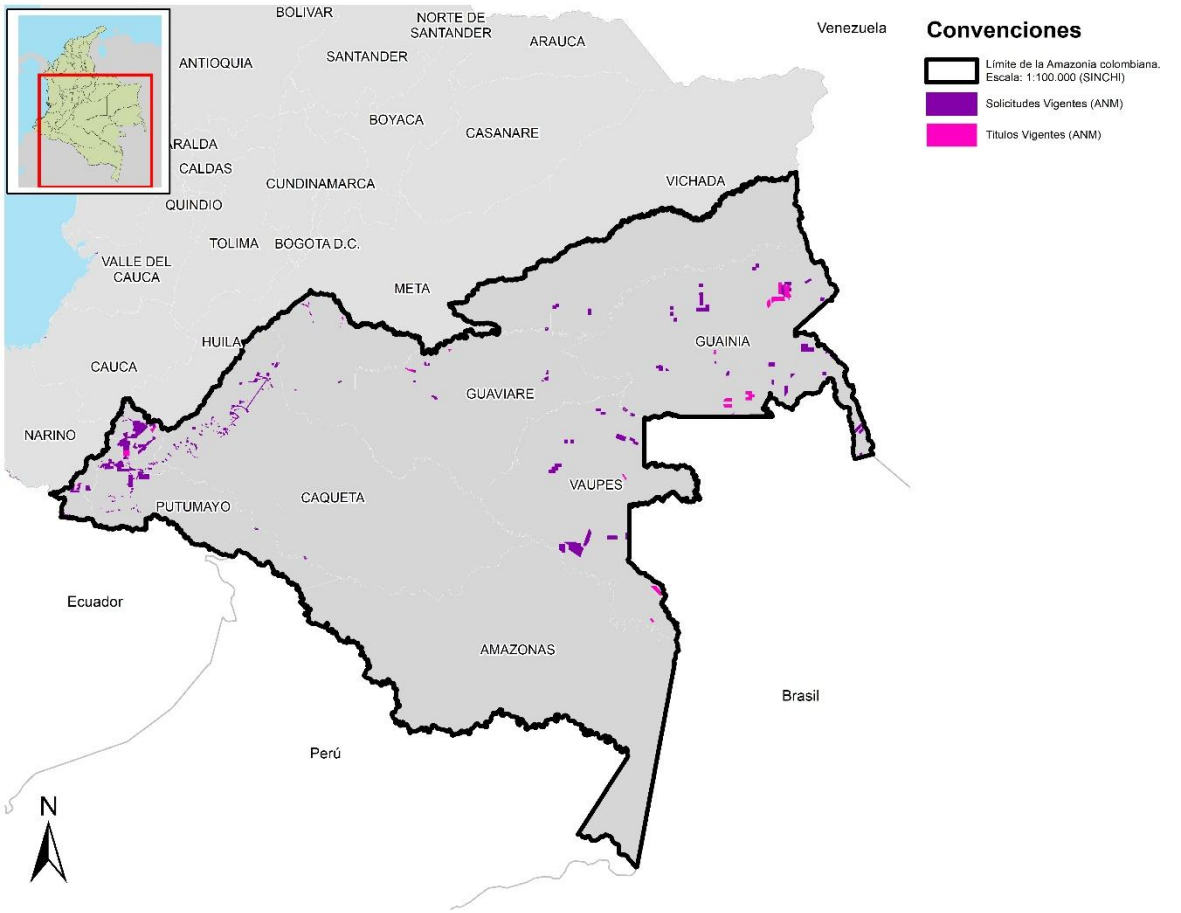
7.1.5. Minería

Acorde con la base de datos de títulos y solicitudes vigentes mineras en el bioma amazónico a corte del 19 de septiembre de 2025, reportado por la plataforma ANNA MINERÍA de la Agencia Nacional de Minería, se da cuenta de:

- 164 títulos vigentes en seis (6) modalidades: autorización temporal (24), contrato de concesión L 685 (133), contrato de concesión D 2655 (3), contrato de concesión diferencial (1), contrato especial de concesión (2), y licencia de explotación (1).

- 298 solicitudes vigentes en seis (6) modalidades: área de reserva especial (32), área de reserva especial declarada (1), autorización temporal (3), contrato de concesión L 685 (228), contrato de concesión diferencial (23), y solicitud de legalización (11).

Figura 79. Títulos y Solicitudes mineras vigentes



Fuente: ANNA, 2025

La minería en el Bioma Amazónico Colombiano representa un conflicto socioecológico de alta complejidad, marcado por la coexistencia de la actividad legalmente autorizada (con títulos y licencias) y una minería ilegal. Esta última, al margen del marco regulatorio, opera con técnicas agresivas como dragas hidráulicas y balsas de extracción, incrementando significativamente los daños socioambientales y generando condiciones propicias para su control por actores armados ilegales, atraídos por las elevadas rentabilidades, refuerzan su control sobre territorios estratégicos para la extracción y el tráfico de oro principalmente.

Según el Observatorio Amazonía, en el bioma hay más de 143.214 hectáreas adjudicadas mediante títulos mineros en departamentos como Guainía, Vaupés,

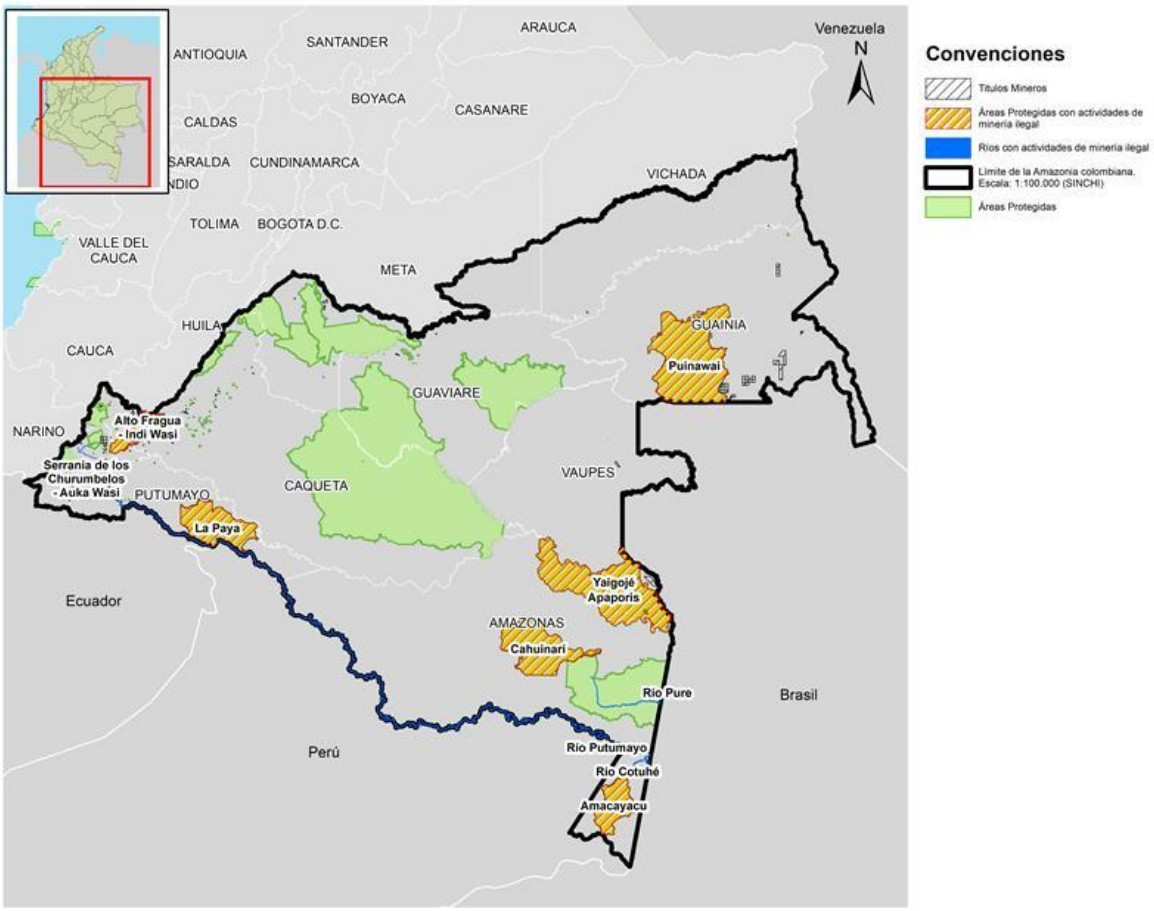
Putumayo, Guaviare, Meta, Caquetá y Vichada. A esto se suman solicitudes activas que cubren 469.545 hectáreas, concentradas especialmente en Guainía (201.643 ha) y Putumayo (117.975 ha). Esta gran extensión refleja una alta presión institucional sobre territorios estratégicos, incluidos resguardos indígenas y parques nacionales (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2024)

Respecto a la minería ilegal, esta funciona sin regulación, con impactos notorios en términos ambientales y sociales. Este fenómeno se desarrolla principalmente en lechos de ríos mediante técnicas como bicollatos, balsas, minidragas y dragas hidráulicas, generando contaminación por mercurio, erosión de suelos, alteración de cuerpos hídricos y deforestación local. Un caso particular es el río Puré, donde el número de dragas aumentó en un 270% entre 2021 y 2022, evidenciando la creciente presión extractiva en ecosistemas aún más frágiles.

La actividad minera está también vinculada a territorios protegidos y comunidades rurales, incluyendo áreas del SPNN y resguardos indígenas. En 2022, la ONUDD y el Ministerio de Minas informaron alta densidad de minería ilegal en ríos clave como Puré, Putumayo, Caquetá, Negro, Inírida, Apaporis, Cotuhé, Guainía, Yarí y Atabapo. Incluso en zonas declaradas como de exclusión minera, el 52 % presenta actividades extractivas, de las cuales el 88% ocurren en territorios étnicos, lo que amplifica su carácter conflictivo (ver Figura 80).

Sumado a los anterior, la minería ilegal a generado impactos sobre las fuentes de abastecimiento alimentario de las comunidades, así como su bienestar. Estudios han detectado en especies de consumo local como tucunaré, jura jura y mota concentraciones que superan ampliamente los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (0,5 mg/kg). La exposición también ha sido confirmada en muestras de cabello y sangre de comunidades indígenas de Guainía, Vaupés, Amazonas y Putumayo, lo cual plantea un escenario crítico de riesgo para la salud pública y la seguridad alimentaria en la región (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2024)

Figura 80. Títulos Mineros- ANM y Áreas focales de minería ilegal en el Bioma Amazónico Colombiano



Fuente: Adaptado del Geovisor Conflictos Socioambientales, publicado por FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible), 2024.

A continuación se presenta el listado de proyectos mineros que cuentan con trámites de sustracción de reserva forestal de ley segunda de 1959 en evaluación ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

Tabla 19. Relación expedientes de sustracción de reserva forestal en la reserva de la Amazonía

Expediente	Sector	Municipio	Departamento	***Nombre Proyecto***
SRF-00673	Minería	Inírida	Guainia	*Solicitud De Sustracción Definitiva Proyecto Minero Bloque 3, Explotación De Oro Y Sus Concentrados, Dentro Del Polígono De Los Títulos Mineros Lk2-10531, Lk2 11071, Lk2 11181, Lk2 11281, Lk2 11391 Y Lk2 15191*

Fuente: MinAmbiente, 2025

7.1.6. Hidrocarburos

En temas de licenciamiento, de acuerdo con la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, en el área delimitada para la Región Amazónica colombiana hay un

total de 51 proyectos licenciados del **sector de hidrocarburos**, los cuales se ubican preponderantemente hacia el sector occidental de la Región, principalmente en los departamentos de Putumayo y Caquetá. Además, a fecha de corte 08/09/2025 se reporta un proyecto en estado de evaluación por parte de la ANLA, correspondiente al LAV0054-00-2022 (Área de Perforación Exploratoria - APE Nyctibius, Bloque Put 8), del sector de hidrocarburos que, a septiembre de 2025, se encuentra en trámite de evaluación.

Tabla 20. Listado de proyectos licenciados del sector de hidrocarburos por ANLA

Expediente	Sector	Subsector	Proyecto	Etapa	Departamento(s)
LAM5099	Hidrocarburos	Exploración	Bloque De Perforación Exploratoria Tamarin	Desmantelamiento y/o abandono	CAQUETA
LAM4353	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Topoyaco	Operación	CAQUETA
LAM4945	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Topoyaco Norte	Operación	CAQUETA
LAV0027-00-2017	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Nogal	Preconstrucción	CAQUETA
LAM0199	Hidrocarburos	Exploración	Perforación De Pozos Exploratorios Mary West-1 Desarrollo De Pozos Mary 6 Y Miraflor 3, Bloque Santana B.	Operación	CAQUETA, CAUCA, PUTUMAYO
LAM4654	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Ombu Sur Durillo	Operación	CAQUETA, META
LAM5800	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Chipo	Operación	CAQUETA, META
LAM4683	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Kaxan Norte	Desmantelamiento y/o abandono	CAUCA
LAM5505	Hidrocarburos	Exploración	Proyecto Área De Interés Exploratorio Canelo Norte.	Operación	CAUCA, PUTUMAYO
LAM4338	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Ombu Norte	Desmantelamiento y/o abandono	META
LAM3816	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Ombú	Operación	META
LAM4309	Hidrocarburos	Exploración	Área de Interés De Perforación Exploratoria Rio Ariari	Operación	META
LAM5281	Hidrocarburos	Exploración	Perforación Exploratoria Cpo-13	Operación	META
LAM5506	Hidrocarburos	Explotación	Bloque De Explotación De Hidrocarburos Cpe-6 - Área De Desarrollo Fase 1	Operación	META
LAV0002-13	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria CPO -16	Operación	META
LAV0084-13	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria CPO13B	Operación	META
LAM4847	Hidrocarburos	Exploración	Proyecto Área De Perforación Exploratoria Rumiyaco	Desmantelamiento y/o abandono	NARINO, PUTUMAYO
LAM2469	Hidrocarburos	Explotación	Plan De Manejo Ambiental Para Áreas Operativas De La Gerencia Sur (Gsu)	Operación	NARINO, PUTUMAYO
LAM3518	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Oleoducto Transandino	Operación	NARINO, PUTUMAYO
LAM4990	Hidrocarburos	Exploración	Perforación Exploratoria Para Un Área De Interés Localizada Dentro Del Bloque Coatí.	Activo sin operación reciente	PUTUMAYO
LAM0533	Hidrocarburos	Exploración	Bloque Rio Putumayo (Fase Perforación Exploratoria)	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM0542	Hidrocarburos	Exploración	Proyecto De Perforación Exploratoria En El Bloque San Juan, De Los Pozos Exploratorios Pegaso-1, Troyano 1 Y Unicornio-1.	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM2940	Hidrocarburos	Exploración	Área De Interes De Perforación Definida Dentro Del Bloque "B"	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM3276	Hidrocarburos	Exploración	Reentry Pozos Temblon 1 Y Temblon 1x	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM3552	Hidrocarburos	Exploración	Área De Interés De Perforación Exploratoria Las Águilas	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM4402	Hidrocarburos	Explotación	Reactivacion Del Pozo Mecaya 1	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM4650	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Venado	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO

Expediente	Sector	Subsector	Proyecto	Etapa	Departamento(s)
LAM4899	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria La Vega Este	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM6356	Hidrocarburos	Explotación	Área De Explotación O Desarrollo Moquetá	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAV0009-00-2019	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	Área De Desarrollo Vonu Este (Put-1)	Desmantelamiento y/o abandono	PUTUMAYO
LAM2078	Hidrocarburos	Explotación	Bloque De Perforación Exploratoria Cafelina	Operación	PUTUMAYO
LAM3268	Hidrocarburos	Explotación	Fase De Producción Del Pozo Nancy-1	Operación	PUTUMAYO
LAM4011	Hidrocarburos	Explotación	Reactivación Y Workover De Los Pozos Burdine 1, 2, 4 Y 5	Operación	PUTUMAYO
LAM4077	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Maranta	Operación	PUTUMAYO
LAM4113	Hidrocarburos	Explotación	Licencia Ambiental Global Para El Campo Costayaco	Operación	PUTUMAYO
LAM4174	Hidrocarburos	Explotación	Campos Quinde, Cohembí Y Quillacinga	Operación	PUTUMAYO
LAM4479	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Rio Mocoa	Operación	PUTUMAYO
LAM4609	Hidrocarburos	Explotación	Área De Explotación De Hidrocarburos Platanillo	Operación	PUTUMAYO
LAM5025	Hidrocarburos	Exploración	Área De Interés Exploratoria Alea 1848-A	Operación	PUTUMAYO
LAM5887	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria La Cabaña	Operación	PUTUMAYO
LAM7834-00	Hidrocarburos	Transporte y Conducción	Áreas Operativas De La Gerencia Sur Existentes Y En Operación (Orito, Sur, Occidente Y Nororiente)	Operación	PUTUMAYO
LAV0020-00-2017	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Pomorroso	Operación	PUTUMAYO
LAV0056-00-2015	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Cumplidor	Operación	PUTUMAYO
LAV0062-00-2016	Hidrocarburos	Exploración	Área De Perforación Exploratoria Siriri	Operación	PUTUMAYO
LAV0075-00-2015	Hidrocarburos	Explotación	Campo De Producción Mirto Dentro Del Bloque Maranta	Operación	PUTUMAYO
LAV0005-00-2022	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	Área De Desarrollo Cumplidor Norte	Preconstrucción	PUTUMAYO
LAV0033-00-2019	Hidrocarburos	Exploración	Área De Desarrollo Verderon (Put-4)	Preconstrucción	PUTUMAYO
LAV0040-00-2022	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	Área De Desarrollo - Ad Bienparado, Bloque Put 8	Preconstrucción	PUTUMAYO
LAV0042-00-2017	Hidrocarburos	Explotación	Proyecto Colibrí Bloque Put 4	Preconstrucción	PUTUMAYO
LAV0047-00-2023	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	Área De Desarrollo Genesis	Preconstrucción	PUTUMAYO
LAM2070	Hidrocarburos	Explotación	Bloque Moqueta	Operación	PUTUMAYO

Fuente: ANLA, 2025

Para identificar qué resguardos indígenas y consejos comunitarios presentan cruce espacial con proyectos licenciados existentes del sector de hidrocarburos, se efectuó el cruce entre la cartografía oficial de resguardos indígenas y consejos comunitarios, elaborada y publicada por la Agencia Nacional de Tierras (ANT), y la información contenida en la base de datos de la ANLA. Como resultado de este análisis, se identificaron las coincidencias que se relacionan en las siguientes tablas:

Tabla 21. Cruce de consejos comunitarios con proyectos licenciados de hidrocarburos activos

Consejos Comunitarios según la ANT, 2025				Proyectos Licenciados		
NOMBRE	Tipo AA	Nº AA	Fecha AA	Expediente ANLA	Nº AA	Fecha AA
Consejo Comunitario Afro Caimanence	Resolución	ACCTI0071860012150	17/05/2024	LAM0199	300	28/04/1999
Consejo Comunitario Afrodescendiente Juan José Nieto Gil	Resolución	ACCTI 860011857	28/12/2023	LAM2070	800	10/08/2000
	Resolución	ACCTI 860011857	28/12/2023	LAM6356	976	29/08/2014

Consejos Comunitarios según la ANT, 2025				Proyectos Licenciados		
NOMBRE	Tipo AA	Nº AA	Fecha AA	Expediente ANLA	Nº AA	Fecha AA
Consejo Comunitario de Comunidades Negras Nelson Mandela	Resolución	ACCTI0071860012084	17/05/2024	LAM0199	1141	16/05/2006
	Resolución	ACCTI0071860012084	17/05/2024	LAM0199	300	28/04/1999
Consejo Comunitario de negritudes del Corregimiento de Puerto Umbria-Coconecpu	Resolución	ACCTI 868851614	16/11/2023	LAM4077	143	29/01/2009
	Resolución	ACCTI 868851614	16/11/2023	LAV0075-00-2015	7	2/01/2017
Consejo Comunitario Martin Luther King	Resolución	ACCTI 86001522	30/06/2020	LAM0199	300	28/04/1999
Consejo Comunitario Palenque Amazónico	Resolución	ACCTI0071865712076	27/12/2023	LAM0533	1452	27/12/1996

Fuente: Elaboración propia a partir de ANT, 2025 y ANLA, 2025

Tabla 22. Cruce de resguardo indígenas con proyectos licenciados de hidrocarburos activos

Resguardos Indígenas según la ANT, 2025					Proyectos Licenciados			
PUEBLO	NOMBRE	Tipo AA	Nº AA	Fecha AA	Expediente ANLA	Nº AA	Fecha AA	Observaciones sobre la Consulta Previa relacionada
AWA	Resguardo Indígena Awa de Agua Blanca	ACUERDO	250	19/06/2011	LAV0047-00-2023	1066	10/06/2024	Resolución DANCP ST- 0414 del 20 de mayo de 2021
AWA	Resguardo Indígena Awa De Cañaveral	RESOLUCION	14	22/07/2003	LAM2469	410	9/04/2003	
AWA	Resguardo Indígena Awa De Los Guaduales	RESOLUCION	15	22/07/2003	LAM2469	410	9/04/2003	
AWA	Resguardo Indígena Awa La Cabaña	RESOLUCION	277	21/06/2023	LAM4174	937	22/05/2009	
AWA	Resguardo Indígena Awá La Turbia	ACUERDO	246	12/12/2022	LAM0542	762	13/09/2012	
EMBERA CHAMI	Resguardo Indígena Embera Chami de Simorna	RESOLUCION	29	15/09/2005	LAM2469	410	9/04/2003	
EMBERA KATIO	Resguardo Indígena Embera-Katio de La Cristalina	RESOLUCION	113	21/09/1993	LAM2469	410	9/04/2003	
INGA	Resguardo Indígena Inga de Las Brisas	RESOLUCION	46	10/12/1997	LAM0199	300	28/04/1999	Mediante Auto 912 de 19/12/1997 se ordenó consulta con comunidades indígenas.
INGA	Resguardo Indígena Inga de Puerto Limon	RESOLUCION	112	21/09/1993	LAM0199	300	28/04/1999	
INGA	Resguardo Indígena inga de San Antonio Del Fragua	RESOLUCION	96	27/07/1982	LAM0199	300	28/04/1999	
INGA	Resguardo Indígena Inga De San Miguel	RESOLUCION	8	28/04/1992	LAM0199	300	28/04/1999	
INGA	Resguardo Indígena Inga Villa Catalina de Puerto Rosario	RESOLUCION	20	29/06/2000	LAM0533	1452	27/12/1996	

Resguardos Indígenas según la ANT, 2025					Proyectos Licenciados			
PUEBLO	**NOMBRE**	**Tipo AA**	**Nº AA**	**Fecha AA**	**Expediente ANLA**	**Nº AA**	**Fecha AA**	**Observaciones sobre la Consulta Previa relacionada**
INGA		RESOLUCION	20	29/06/2000	LAM4402	1189	19/06/2009	Mediante Auto 1286 del 6 de mayo de 2009, el Ministerio de Ambiente Ordenó la celebración de reunión de Consulta Previa con las comunidades indígenas de Villa Catalina, Resguardo Calenturas, Resguardo Alto Mango, Resguardo Alpamanga, Resguardo Huasipanga, Cabildo Nucanchipa Alta, localizadas en el área de influencia del proyecto. Acuerdos establecidos en la reunión de Consulta Previa realizada el 12 de mayo de 2009
AWA	Resguardo Indígena Ishu Awa	ACUERDO	273	31/01/2012	LAM2469	410	9/04/2003	
KOFAN	Resguardo Indígena Kofan-Inga de Yarinal - San Marcelino, Amaron	RESOLUCION	8	13/05/1998	LAM2469	410	9/04/2003	
KOFAN		RESOLUCION	8	13/05/1998	LAM3276	687	29/04/2005	El Auto 1414 del 26 de julio de 2006 se requirió a la empresa para que adelantara el proceso de Consulta Previa para la ejecución del Reentry, debido a que para la fecha de expedición de dicho Auto ya se habían adelantado actividades en los pozos Temblones 1 y 1X, el Ministerio del Interior decidió ordenar la realización de un proceso de concertación entre las partes
KOFAN		RESOLUCION	8	13/05/1998	LAM4990	715	26/09/2012	Mediante Auto 1638 del 31 de mayo de 2012 el Ministerio de Ambiente ordenó de la reunión de Consulta Previa con las comunidades de San Marcelino, La Raya, Yarinal, Campo Alegre, Acuerdos establecidos en reunion de Consulta Previa realizada el 14 de junio de 2012
NASA PAEZ	Resguardo Indígena Nasa Paez de Jerusalen - San Luis - Alto Picudito	ACUERDO	186	30/09/2009	LAM0199	300	28/04/1999	
NASA	Resguardo Indígena Nasa Tkwima Thewë´Sx	RESOLUCION	316	6/12/2023	LAM2469	410	9/04/2003	
INGA	Resguardo Indígena Nukanchipa Alpa Amukunapa Wasi	ACUERDO	113	28/01/2020	LAM0542	762	13/09/2012	
PAEZ	Resguardo Indígena Paez de El Descanso	RESOLUCION	2	4/04/1997	LAM0199	300	28/04/1999	Mediante Auto 912 de 19/12/1997 se ordenó consulta con comunidades indígenas.
PAEZ	Resguardo Indígena Paez de La Aguadita	RESOLUCION	21	21/06/1994	LAM0199	300	28/04/1999	Mediante Auto 912 de 19/12/1997 se ordenó consulta con comunidades indígenas.
PAEZ	Resguardo Indígena Paez de Nasa Chamb	ACUERDO	263	11/10/2011	LAM2469	410	9/04/2003	
INGA	Resguardo Indígena San Gabriel	RESOLUCION	267	23/03/2023	LAM0199	300	28/04/1999	

Resguardos Indígenas según la ANT, 2025					Proyectos Licenciados			
PUEBLO	**NOMBRE**	**Tipo AA**	**Nº AA**	**Fecha AA**	**Expediente ANLA**	**Nº AA**	**Fecha AA**	**Observaciones sobre la Consulta Previa relacionada**
KOFAN INGA	Resguardo Indígena Santa Rosa Del Guamuez	RESOLUCION	9	13/05/1998	LAM2469	410	9/04/2003	
INGA	Resguardo Indígena Selvas Del Putumayo	RESOLUCION	318	6/12/2023	LAM2469	410	9/04/2003	
SIONA	Resguardo Indígena Siona Santa Cruz De Pinuña Blanco	RESOLUCION	59	29/09/1992	LAM0533	1452	27/12/1996	El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Resolución 1452 del 27 de diciembre de 1996, estableció obligaciones, como resultado del proceso de Consulta Previa.

Fuente: Elaboración propia a partir de ANT, 2025 y ANLA, 2025

Del análisis se concluye que, en el caso de los consejos comunitarios, la totalidad de los proyectos licenciados fueron otorgados con anterioridad a su reconocimiento formal; mientras que, para los resguardos indígenas, aquellos que ya habían sido declarados al momento del licenciamiento surtieron el respectivo proceso de consulta previa. En términos generales, al momento de la expedición de las licencias, la mayoría de los territorios aún no contaban con una figura jurídica.

De igual manera, considerando la información disponible en el Sistema de Transformación para la Conflictividad (STC) de la ANLA, se identifica que los proyectos de hidrocarburos en el sur de la Amazonía y la Orinoquía (Putumayo, Caquetá, Meta y Nariño) presentan una conflictividad asociada a factores sociales, ambientales y económicos que se entrelazan con dinámicas territoriales históricas. En expedientes como Gerencia Sur (LAM2469, LAM7834) y el Oleoducto Transandino (LAM3518) se evidencia la persistencia de conflictos vinculados con contingencias ambientales, derrames de crudo y tensiones relacionadas con la contratación de bienes y servicios. Estos casos permanecen activos en fase Escalada[17], lo que muestra que las medidas de manejo implementadas no han sido suficientes para restablecer la confianza comunitaria ni contener los posibles impactos acumulativos.

Los proyectos en campos como Costayaco (LAM4113) y Área Moquetá (LAM6356) concentran tensiones ligadas a la afectación de fuentes hídricas y suelos, además de la incidencia directa en comunidades indígenas y campesinas. La suma de conflictos socioambientales con problemáticas laborales y de seguridad contribuye a un escenario de conflictividad socioecológica compleja. Ambos expedientes se encuentran en fase Escalada, lo que confirma la dificultad de alcanzar acuerdos

[17] Conflicto en escalada: se caracteriza por una mayor expresión del conflicto, donde las demandas o reclamos de los grupos de valor se hacen evidentes. Durante esta etapa, se observa una polarización de las posiciones y un aumento en la confrontación, lo que intensifica la tensión social. El conflicto adquiere mayor complejidad y extensión, involucrando a más actores y más aspectos contextuales. A pesar de esta intensificación, el conflicto se mantiene dentro del cauce institucional y legal.

sostenibles en el territorio. De manera similar, los proyectos en etapa de preconstrucción, como Área Génesis (LAV0047-00-2023) y Área Nyctibius (LAV0054-00-2022), enfrentan oposición de comunidades indígenas y bloqueos sociales, lo que ya los ubica en fase de Surgimiento[18], reflejando resistencias tempranas que podrían intensificarse si no se gestionan de manera adecuada.

Un aspecto crítico es la concentración de la conflictividad en corredores sensibles, como Puerto Vega – Teteyé (LAM4174, Campos Quinde, Cohembí y Quillacinga), donde se registran bloqueos recurrentes y sentencias judiciales en curso. Estos proyectos se encuentran en fase Escalada, evidenciando que los conflictos han adquirido una dinámica sostenida que articula factores sociales, ambientales y de seguridad. En este mismo corredor, el Área Bienparado (LAV0040-00-2022) también se encuentra en fase Surgimiento, lo que muestra su conexión con las dinámicas de inconformidad territorial más amplias.

En paralelo, algunos proyectos en suspensión, como Bloque El Nogal (LAV0027-00-2017) y Cumplidor Norte (LAV0056-00-2015), generan tensiones derivadas de la incertidumbre frente a la continuidad de operaciones, la falta de información o la percepción de incumplimientos en la relación con las comunidades. Estos se ubican en fase de Surgimiento, dado que los riesgos de conflictividad persisten y podrían evolucionar hacia escalamiento en caso de reactivación.

Finalmente, existen experiencias de desescalamiento parcial en proyectos como Nancy I (LAM3268), Pozos Burdine (LAM4011) y Área Platanillo (LAM4609), donde la atención de quejas, acuerdos comunitarios y ausencia de incidentes recientes han contribuido a reducir la conflictividad. Estos se ubican en fase Desescalada[19], aunque el riesgo de reactivación permanece latente dada la fragilidad social y la memoria de conflictos previos.

De los proyectos anteriormente mencionados, es importante destacar el proyecto Oleoducto Trasandino (LAM3518), el cual tiene como objetivo transportar hidrocarburos (crudo) desde el municipio de Orito (Putumayo) pasando en el departamento de Nariño por los municipios de Córdoba, Puerres, Contadero, Gualmatán, Pupiales, Aldana, Guachucal, Mallama, Ricaurte, Barbacoas y San Juan de Tumaco hasta el Terminal Tumaco sobre el océano Pacífico, desde el cual

[18] Conflicto en surgimiento: se caracteriza por ser el inicio de expresiones de conflictividad más evidentes, momento en el que los Grupos de Valor comienzan a reconocer las diferencias en sus intereses y los actores sociales expresan descontento o preocupación explícita por los posibles impactos ambientales del POA. Esto significa que las discrepancias y tensiones empiezan a consolidarse.

[19] Conflicto en desescalada: Posteriormente puede surgir la desescalada del conflicto, que es la etapa en la cual se logra disminuir la intensidad de este y se logra resolver o trazar una ruta de acción, o, por el contrario, puede darse la necesidad de escalar el conflicto a la Coordinación del Grupo de Participación Ciudadana y Atención al Ciudadano el cual evaluará la situación de conflictividad y determinará el apoyo de la subdirección técnica u otras dependencias de la Entidad.

se comercializa en el mercado internacional. Este oleoducto con una longitud aproximada de 306 Km es de relevancia, ya que facilita el acceso de Colombia a mercados asiáticos y otras regiones, abriendo una vía de salida a través del océano Pacífico. Además, la conexión con Tumaco permite una diversificación de rutas de exportación, lo que hace que el país sea menos dependiente del oleoducto Caño Limón-Coveñas, que tiene su salida por el Caribe.

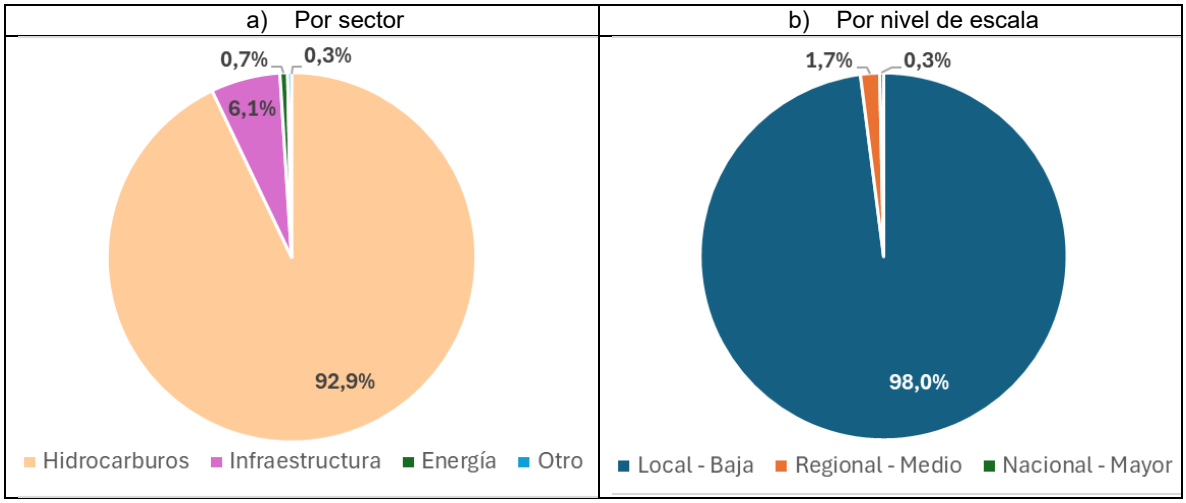
No obstante, este oleoducto ha sido objeto de Perforaciones y válvulas ilícitas en los últimos años. Grupos al margen de la ley extraen el crudo para ser procesado en refinerías clandestinas donde lo convierten en un combustible de contrabando conocido como *"pategrillo"*, que se utiliza en la producción de cocaína o en la minería ilegal, generando perdidas no operacionales de hidrocarburo e incrementando la probabilidad de ocurrencia de contingencias a lo largo del oleoducto. Lo anterior ha generado la suspensión temporal del uso de este oleoducto, tal como lo señala la ANLA en el concepto técnico de seguimiento ambiental No. 8257 del 31 de octubre de 2024, donde se indica que desde el primero de noviembre de 2024 el Oleoducto Transandino se encuentra operando de manera contingente, lo cual fue constatado por dicha autoridad en el marco del seguimiento e identificando:

- El Oleoducto el Oso se está utilizando para evacuar hidrocarburos desde la estación Orito hacia Lago Agrio (Ecuador), como alternativa a otros métodos.
- En la Estación Guamuez no se realiza envío de hidrocarburos por el Oleoducto Transandino, pero se recibe producción de campos cercanos.
- En las Estaciones Alisales y Paramo a la fecha no se reporta transporte de hidrocarburos por el Oleoducto Transandino, pero se ejecutan actividades de mantenimiento.
- En la Terminal Tumaco y PLEM se está acumulando hidrocarburo, pero no hay entrega de estos a buques, debido a un remanente de hidrocarburo que no cumple con el volumen mínimo para comercialización.

Contingencias ambientales

De acuerdo con la base de datos de reportes de contingencias de la ANLA, en la región amazónica se han presentado un total de 296 contingencias registradas entre 2016 y la fecha de corte de 9 de septiembre de 2025, las cuales en un 92% están relacionadas a proyectos de hidrocarburos. Del total reportadas, 290 fueron de carácter local o menor, 5 de carácter regional y una (1) de carácter Nacional o mayor correspondiente a la presentada en el marco del proyecto Área de Perforación Exploratoria Ombú– LAM3816, ocurrida en 2023.

Figura 81. Distribución porcentual de las contingencias presentadas en el Bioma Amazónico para el periodo 2016 - 2025



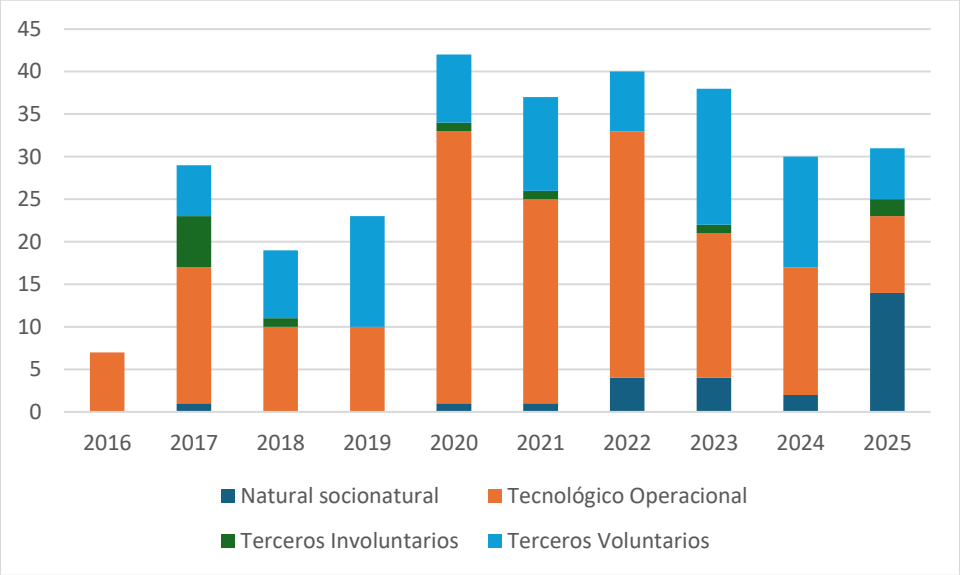
Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir de ANLA, 2025

Estos reportes se clasifican según su origen, lo que permite identificar las causas y orientar la gestión de cada evento. En primer lugar, se encuentran las contingencias de origen natural, asociadas a fenómenos como inundaciones o deslizamientos. En segundo lugar, están las contingencias de origen tecnológico u operacional, vinculadas a fallas en la infraestructura o en los procesos de operación de proyectos licenciados, tales como derrames de hidrocarburos.

Finalmente, se incluyen las contingencias ocasionadas por terceros, las cuales pueden ser voluntarias, cuando obedecen a acciones intencionales como vandalismo o sabotaje, o involuntarias, cuando se originan en accidentes o acciones no planificadas que afectan la operación. En particular, los actos voluntarios de terceros corresponden a emergencias generadas por personal ajeno a las operaciones y que, según la normativa vigente, no están contemplados en ningún instrumento respecto a la responsabilidad de restaurar o reparar los componentes afectados por dichas contingencias.

La siguiente grafica refleja que el riesgo de contingencias ambientales en la región está dominado por factores tecnológicos-operacionales; no obstante, los eventos de origen natural o socionatural, así como los asociados a terceros (voluntarios o involuntarios), muestran una tendencia creciente y contribuyen a diversificar el panorama de amenazas.

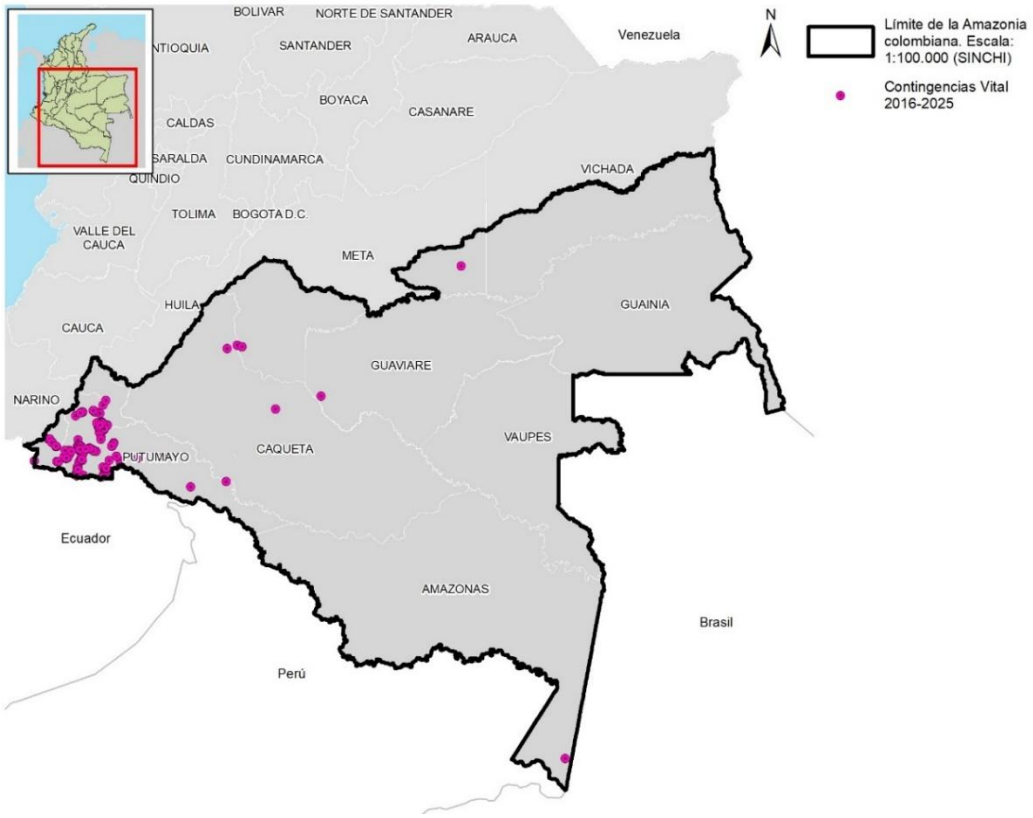
Figura 82. Distribución reporte de contingencias por origen



Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir de ANLA, 2025

En términos espaciales, y en concordancia con su carácter de reportes ante la ANLA, estos se concentran en las áreas licenciadas:

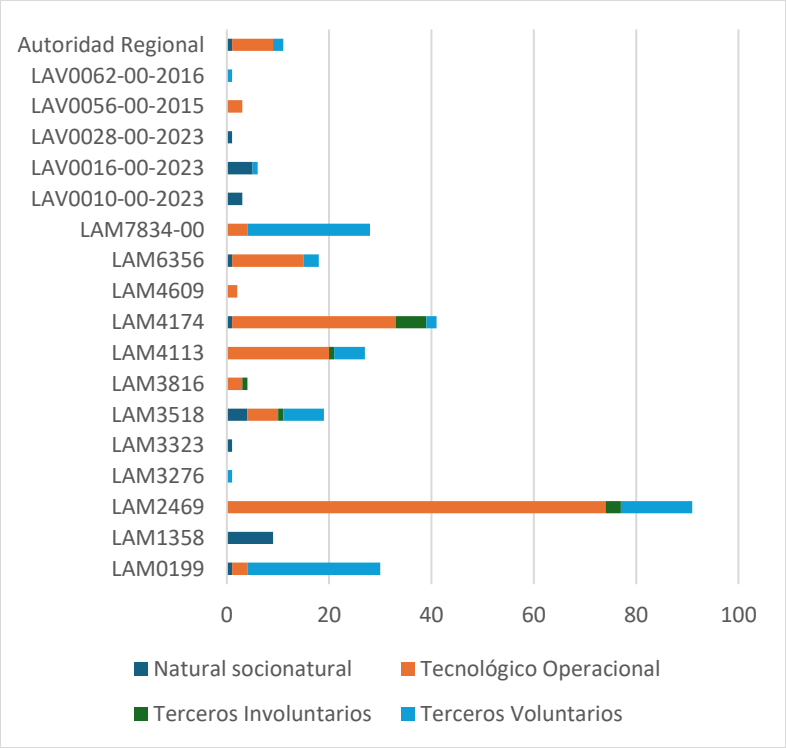
Figura 83. Distribución espacial de reporte de contingencias ANLA 2016-2025



Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir de ANLA, 2025

Los expedientes LAM2469 y LAM4174 concentran el mayor número de contingencias reportadas en la región amazónica. El primero registra cerca de un centenar de casos, con un claro predominio de eventos tecnológico-operacionales, lo que lo convierte en el expediente más crítico. El segundo supera las cuarenta contingencias y se caracteriza por la diversidad de orígenes, ya que además de los tecnológicos, presenta casos socionaturales y ocasionados por terceros, tanto voluntarios como involuntarios, detallados en la siguiente figura.

Figura 84. Distribución reporte de contingencias por expedientes de la ANLA entre 2016-2025.



Fuente: elaboración propia, 2025.

Actuaciones Sancionatorias

En la siguiente tabla se detalla el listado de actuaciones sancionatorias por parte de la ANLA en el sector de hidrocarburos de la Amazonía, con predominio de procesos en curso. Destacándose proyectos reincidentes como Costayaco (LAM4113), Quinde–Cohembí–Quillacinga (LAM4174), Moquetá (LAM6356), Platanillo (LAM4609) y las áreas operativas de la Gerencia Sur de Ecopetrol (LAM2469). En estos casos se observa una sucesión de autos de apertura de investigación, negación o decreto de pruebas y pliegos de cargos, lo que refleja la intensificación de aperturas y pliegos entre 2022 y 2025 que evidencia una tendencia creciente de hallazgos y conflictos regulatorios.

Tabla 23. Listado de 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 Perforacion 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	Desarrollo Y Operación De Las Áreas Operativas De La Gerencia Sur (Orito – Sur – Occidente – Nororiente), Área Operativa Occidente – Polígono Occidente Norte	SAN0021-00-2020	Auto de apertura de investigación No. 3507 del 27 de abril de 2020
		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	Area De Interes De Perforacion 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 sancion No. 201 del 17 de febrero de 2025
LAM3816	Área De Perforación Exploratoria Ombú	SAN0137-00-2020	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 5286 del 14 de julio de 2023
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 quedecreta, 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
LAM4113	Licencia Ambiental Global Para El Campo Costayaco	SAN0060-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9714 del 31 de octubre de 2022
		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

Expediente Permisivo	Proyecto	Expediente Sancionatorio	Ultima Actuación Procesal
		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
LAM4174	Campos Quinde, Cohembí Y Quillacinga	SAN0113-00-2017	Auto que formula pliego de cargos No.6796 del 18 de agosto de 2022
		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
		SAN0761-00-209	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
LAM4479	Área De Perforación Exploratoria Rio Mocoa	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
		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
LAM4609	Área De Explotación De Hidrocarburos Platanillo	SAN0092-00-2016	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9106 del 28 de octubre de 2019
		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 Perforacion 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
LAM4654	Área De Perforación Exploratoria Ombu Sur Durillo	SAN0020-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9696 del 31 de agosto de 2022
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

Expediente Permisivo	Proyecto	Expediente Sancionatorio	Ultima Actuación Procesal
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
		SAN0017-00-2020	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 2607 del 15 de abril de 2025
LAV0062-00-2016	Área De Perforación Exploratoria Siriri	SAN0096-00-2020	Auto que formula pliego de cargos No. 1632 del 27 de marzo de 2024
LAV0075-00-2015	Campo De Producción Mirto Dentro Del Bloque Maranta	SAN0019-00-2021	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 5249 del 13 de julio de 2023
LAM3518	Oleoducto Trasandino - Ota	SAN0049-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 2450 del 18 de abril de 2024

Fuente: ANLA, 2025

7.1.7. Extracción ilegal de madera

La extracción ilegal de madera y la tala selectiva es una actividad antrópica que ocasiona cambios en la distribución de las especies en las coberturas boscosas

La extracción y comercio ilegal de madera en la Amazonía colombiana constituye uno de los motores más significativos de pérdida de bosque. Se estima que cerca del **47 % de la madera comercializada en el país** proviene de circuitos ilegales, equivalente a 2,5 millones de m³ anuales (Mongabay, 2018). Solo en los departamentos de Caquetá, Putumayo y Amazonas se han movilizado más de 359.000 m³, en muchos casos con salvoconductos que presentan inconsistencias en su respaldo técnico y legal (Mongabay, 2018).

Este negocio ilícito alcanza un valor aproximado de **750 millones de dólares anuales**, comparable con las economías ilegales de cultivos ilícitos (InfoAmazonia, 2019). Además, la concentración de este mercado en pocos actores —39 personas movilizaron la mitad de la madera registrada y 10 concentraron el 57 % de los salvoconductos— refleja redes de poder económico y político sostenidas por corrupción y sobornos (Mongabay, 2018; InfoAmazonia, 2019).

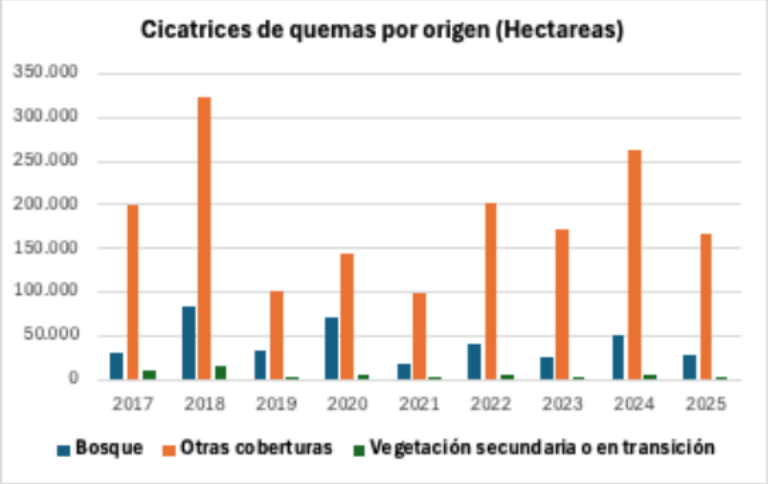
7.1.8. Incendios y Quemas

Según el Instituto SINCHI, las cicatrices de quema corresponden a las marcas o huellas que deja en la superficie del terreno la combustión de la vegetación; en otras palabras, son los rastros visibles en áreas previamente afectadas por el fuego, lo que permite cuantificar la extensión del área impactada. En la Amazonia

colombiana, el SINCHI emplea imágenes satelitales, como las de LANDSAT y MODIS, para identificar y cartografiar estas cicatrices, midiendo cuántas hectáreas resultaron afectadas después de un incendio o quema. Es decir, una cicatriz de quema equivale al área total impactada por el fuego en un periodo determinado. Por su parte, los puntos de calor son anomalías térmicas detectadas por sensores satelitales como MODIS y VIIRS. Estos constituyen aproximaciones a incendios o focos potenciales de fuego, brindando información sobre posibles eventos de quema o incendio en la Amazonia, lo cual contribuye a fortalecer las medidas de prevención y control.

Según el Monitoreo Ambiental de Cicatrices de Quema del Instituto SINCHI, en la Amazonia colombiana entre 2017 y 2025 se reportaron áreas afectadas por cicatrices de quema en diferentes coberturas, incluyendo bosques, vegetación secundaria o en transición y otras coberturas. En el caso de los bosques, el año con mayor superficie impactada fue 2018, con 84.054 ha, seguido de 2020 con 70.607 ha. Para la vegetación secundaria o en transición, 2018 también registró la mayor extensión de cicatrices de quema con 15.170 ha, seguido de 2017 con 9.170 ha. En las demás coberturas, 2018 presentó el valor más alto con 322.417 ha, seguido de 2024 con 262.026 ha. En conjunto, considerando todas las coberturas, los años con mayor superficie afectada fueron 2018 con 421.641 ha y 2024 con 318.035 ha.

Figura 85. Cicatrices de quemas según el origen entre los años 2017 y 2025.



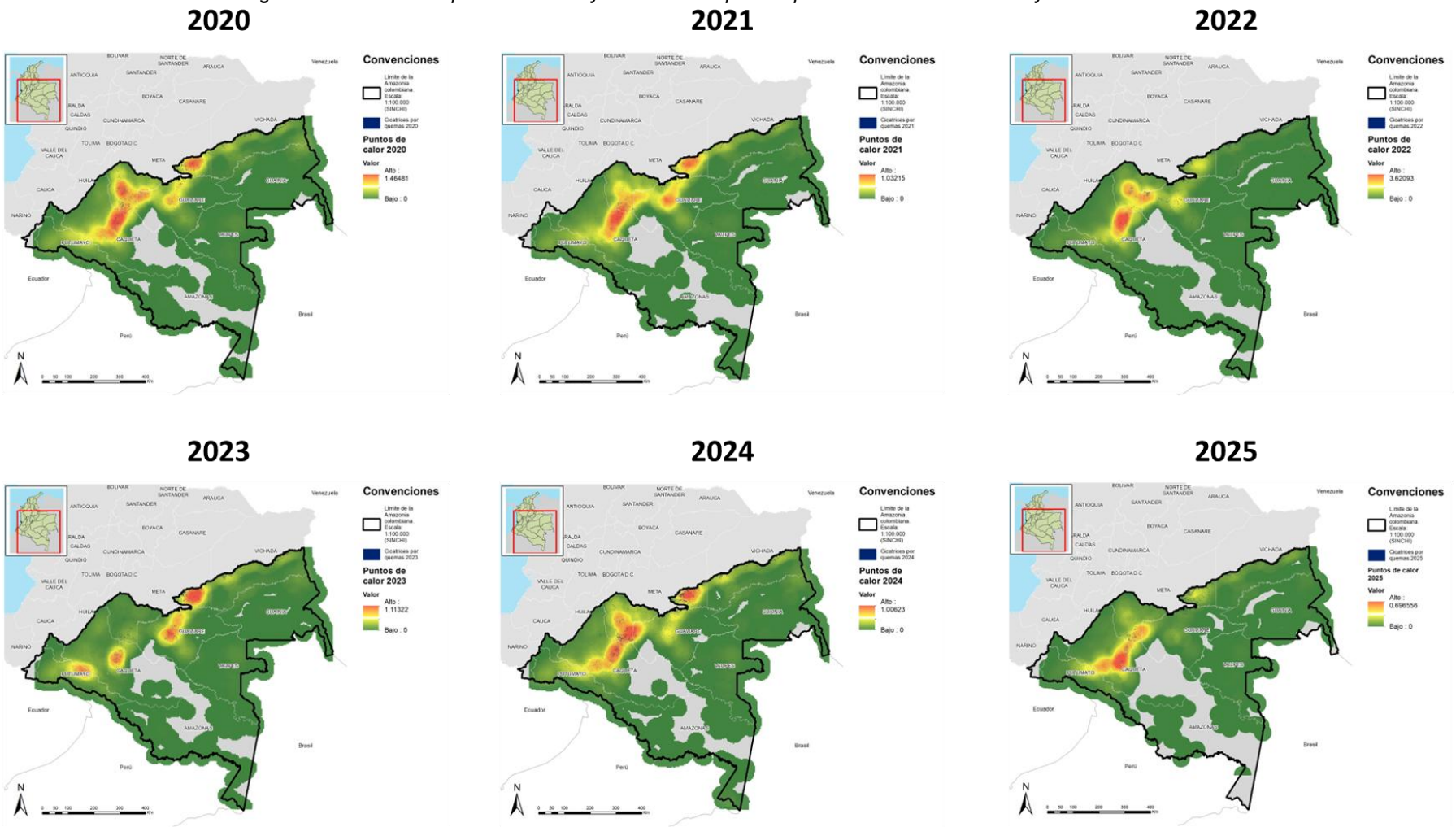
Fuente: Instituto SINCHI, 2022.

Las siguientes figuras muestran la relación entre las cicatrices de quema por incendios y los puntos de calor en la Amazonia colombiana entre 2020 y 2025. En 2020, las cicatrices de quema coincidieron con la alta densidad de puntos de calor, concentrados en Caquetá, Meta y parte del Guaviare. En 2021 se mantuvo esta tendencia, con puntos de calor y cicatrices localizados en los mismos

departamentos. Para 2022, los focos se intensificaron en Caquetá, mientras que en Meta y Guaviare disminuyeron. En 2023, la distribución cambió notablemente, con una mayor concentración en el suroriente del Meta, el centro y norte del Guaviare, y una nueva presencia en Putumayo; sin embargo, no coincidieron con las cicatrices de quema, que se localizaron principalmente en el suroccidente del Meta.

En 2024 se registró un incremento significativo de cicatrices de quema entre Meta y Caquetá, especialmente en el suroriente y suroccidente del Meta, coincidiendo con un aumento de puntos de calor que también se extendieron hacia el norte del Putumayo. Finalmente, en 2025 los puntos de calor se concentraron en el centro de Caquetá y en el suroccidente del Meta, aunque no coincidieron con las cicatrices de quema, que se ubicaron principalmente en el suroriente del Meta.

Figura 86. Densidad de puntos de calor y cicatrices de quemas por incendios entre el 2020 y 2025.



Fuente: SINCHI (2020-2025)

Armenteras et al. (2020) señalan que las cicatrices de quema son un indicador útil para medir la severidad y la extensión espacial de los incendios en la Amazonia colombiana, ya que permiten diferenciar entre perturbaciones naturales y antrópicas. En América Latina, la conversión de la cobertura de la tierra, el mantenimiento de pastos y el establecimiento de áreas para cultivos están estrechamente relacionados con el uso del fuego. Los bosques húmedos tropicales de la Amazonia resultaron particularmente afectados durante las temporadas de sequía entre 1997 y 2015, cuando muchos de los incendios se salieron de control debido a factores socioeconómicos como la expansión de la frontera agrícola y la presencia de cultivos ilícitos. Esta dinámica ha estado intrínsecamente asociada con la deforestación, en la que el fuego constituye la herramienta más efectiva para despejar el suelo.

Los bosques tropicales lluviosos son ecosistemas que, por sus condiciones de humedad, composición y estructura, generalmente inhiben la ignición y propagación del fuego (Armenteras et al., 2020). Sin embargo, esta capacidad se ve alterada por cambios en el uso del suelo, la invasión de pastos y arbustos pirófitos, así como por los efectos del cambio climático. El fuego no solo impacta la vegetación, sino también las comunidades edáficas, que pueden sufrir alteraciones en su composición, densidad y diversidad. Asimismo, se ha evidenciado que los microorganismos del suelo presentan efectos negativos en su abundancia y en la fijación de nitrógeno y fósforo hasta nueve meses después de la perturbación, debido al aumento de las temperaturas en el suelo, la reducción en la calidad del sustrato, cambios en el pH y variaciones micro climáticas posteriores al fuego (Armenteras et al., 2020).

La fragmentación en la Amazonia no solo incrementa la ocurrencia y la intensidad de los incendios, sino que también genera un marcado efecto de borde, ya que los fuegos más intensos tienden a presentarse cerca de los límites de los fragmentos (Armenteras et al., 2020). Esto provoca una serie de cambios en la dinámica de los ecosistemas, mientras que algunas especies de plantas especialistas no toleran los cambios abruptos, otras más generalistas logran adaptarse. Estos procesos, sumados a las modificaciones micro climáticas originadas por actividades antropogénicas, generan condiciones que inducen estrés fisiológico en muchas especies, como ocurre con los anfibios, que son particularmente sensibles debido a sus estrictos requerimientos de humedad. Como consecuencia, cada vez que ocurren incendios, la resistencia ecológica de los ecosistemas disminuye, lo que incrementa la tasa de desplazamiento o mortalidad de las especies (Urbina-Cardona, 2025). Este fenómeno desencadena un efecto en cascada: se crean más

bordes, aumenta la mortalidad y la pérdida de biomasa y carbono se intensifica con el tiempo. En este contexto, los microhábitats también se ven afectados, y tanto la resistencia como la resiliencia de la vegetación se reducen de manera significativa (Urbina-Cardona, 2025).

Cabe resaltar que los regímenes ecológicos de la Amazonia no contemplan el fuego como un disturbio natural, lo que hace que estos ecosistemas sean particularmente sensibles a sus efectos. Esta vulnerabilidad se intensifica porque la combinación entre el efecto de borde y la mayor aridez de los microhábitats favorece la propagación del fuego, condición especialmente crítica en fragmentos pequeños (Urbina-Cardona, 2025). Además, la extensión, el tamaño y el número de incendios se encuentran correlacionados con su intensidad y frecuencia, de modo que, en paisajes con menos incendios, pero con cicatrices de gran tamaño, se espera que la intensidad del fuego sea mayor.

El impacto del fuego en los bosques húmedos degrada su estructura, reduce las reservas de carbono y afecta la vegetación en todos sus estratos. El área basal de plantas pequeñas, medianas y grandes puede disminuir en más del 50% en áreas con alta recurrencia de fuego, aunque estas variaciones dependen de la composición de la vegetación y del régimen de incendios (intensidad, frecuencia, tasa de propagación). Además, el aumento de la disponibilidad de luz y la disminución de la humedad del aire generan un ambiente más seco dentro del bosque, lo que a largo plazo limita el desarrollo de la cobertura arbórea y afecta la riqueza de especies (Candida dos Santos et al., 2020).

Los incendios también alteran la regeneración del bosque a través de la modificación del banco de semillas y el aislamiento de las poblaciones, lo que favorece la proliferación de especies tolerantes al fuego, pioneras de vida corta, gramíneas exóticas y una baja diversidad de especies herbáceas nativas. Este proceso facilita la rápida colonización, pero puede llevar a la desaparición de especies sensibles al fuego (Candida dos Santos et al., 2020). Se prevé que los ecosistemas alterados y degradados presenten menor diversidad, menor funcionalidad ecológica y una reducción en la provisión de servicios ecosistémicos, con el riesgo de extinción local de especies (Potter et al., 2013). En general, los bosques amazónicos no están adaptados para tolerar estrés hídrico ni resistir incendios, especialmente en el caso de individuos jóvenes y especies arbóreas con menor tolerancia (Hoffmann et al., 2012).

7.1.9. Cultivos de uso ilícito

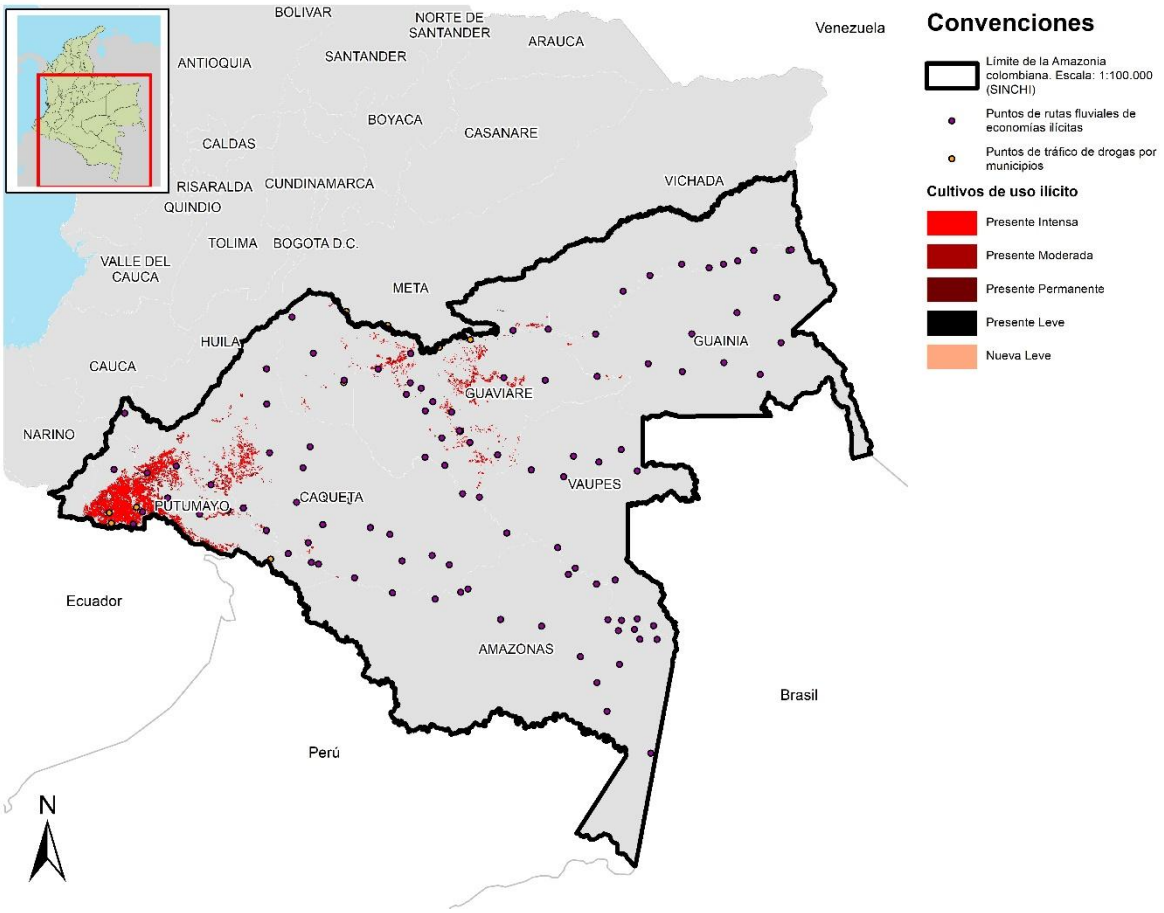
En el Bioma Amazónico Colombiano, los cultivos declarados ilícitos, en particular la coca, han crecido de manera sostenida durante los últimos años, consolidándose como uno de los principales factores de transformación territorial y ambiental. En 2023, cerca del 23% del total nacional de cultivos de coca se concentró en esta región, destacándose el Putumayo como epicentro de expansión con municipios como Puerto Asís (11.725 hectáreas), Valle del Guamuez (9.192 hectáreas) y Orito (8.731 hectáreas). Esta expansión se ha mantenido constante desde la firma del Acuerdo de Paz, pasando de 55.000 hectáreas en 2017 a 58.000 en 2023, impulsada por mayores rendimientos, ampliación de áreas cultivadas y el aprovechamiento de zonas con alta capacidad productiva de coca. (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2023)

Este fenómeno ha configurado un escenario de economías ilícitas fuertemente articuladas con redes de narcotráfico y con estructuras criminales que sustituyeron a las FARC tras la firma del Acuerdo de Paz, como el “Comando de Frontera” y el “Frente Carolina Ramírez”, que han consolidado esquemas de control social y territorial mediante el uso de la violencia, la intimidación y la regulación de actividades económicas.

La problemática también se manifiesta en la expansión de cultivos dentro de áreas de especial valor ambiental, como el Parque Nacional Natural (PNN) La Paya en Putumayo, la Reserva Natural Nukak en Guaviare y la Sierra de la Macarena en el Meta. En 2023 se documentaron 4.828 hectáreas de coca dentro de estas zonas protegidas, siendo La Paya la más afectada. Estos espacios, por su aislamiento geográfico y la limitada presencia estatal, se convierten en refugios estratégicos para actividades ilícitas.

En enclaves como Orito-Vides y Frontera Putumayo se concentran las condiciones que explican la persistencia de esta economía ilícita: acceso a corredores fluviales y fronterizos, disponibilidad de insumos, debilidad institucional y presencia de actores armados que controlan todas las etapas del negocio (cultivo, transformación, tráfico), así como la mejora de procesos productivos que aumentan la eficiencia y la especialización de la producción (ver Figura 87). (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2023).

Figura 87. Cultivos de uso ilícito, puntos de rutas fluviales de economías ilícitas y puntos de tráfico de drogas por municipios que integran el Bioma Amazónico Colombiano.



Fuente: Geovisor Conflictos Socioambientales, publicado por FCDS (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible), 2025.

7.1.10. Conflicto armado, grupos al margen de la ley y actividades ilícitas

El bioma amazónico colombiano enfrenta una fuerte presión por la presencia de grupos armados ilegales que controlan amplias zonas rurales y de frontera. Tras la firma del Acuerdo de Paz en 2016, la salida de las FARC generó un vacío de poder que fue rápidamente ocupado por disidencias como el Estado Mayor Central y la Segunda Marquetalia, además del ELN y las Autodefensas Gaitanistas de Colombia (Clan del Golfo). Estas organizaciones ejercen dominio territorial en departamentos como Putumayo, Caquetá, Meta y Guaviare, vinculándose estrechamente con economías ilícitas como el narcotráfico, la minería ilegal y el tráfico de recursos naturales. En la Tabla, se describen las principales actividades ilicitas, las áreas protegidas donde ejercen control territorial los diferentes actores armados ilegales.

Uno de los impactos más graves se relaciona con el tráfico de fauna silvestre, que se mantiene e incluso se intensifica en la región. En 2022 se reportó la captura de más de 12.600 ejemplares de 434 especies entre ellas tortugas, primates y aves, lo que evidencia la creciente presión sobre la biodiversidad amazónica y la fragilidad de los mecanismos de control frente a estas dinámicas ilegales.

De igual manera, el tráfico ilegal de madera constituye un motor significativo de la deforestación, siendo responsable de cerca del 10% de la pérdida de bosques en Colombia. Los departamentos de Caquetá, Putumayo y Amazonas concentran gran parte de esta actividad, con epicentros en municipios como Cartagena del Chairá, Puerto Leguizamo, Solano y Tarapacá, desde donde se movilizan más de 194 mil metros cúbicos de madera hacia ciudades como Bogotá, Cali, Villavicencio, Bucaramanga y Neiva. A ello se suman las redes transnacionales que operan en la triple frontera entre Perú, Colombia y Brasil, enfocadas en la extracción de maderas finas como cedro, achapo y sangretoro. Estas son procesadas en aserraderos y luego comercializadas tanto en mercados nacionales como internacionales. (Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), 2024)

Tabla **24**. Actividades ilícitas y presencia de actores armados ilegales en los PNN

Área protegida	Grupos al margen de la ley	Cultivos de uso ilícito	Ganadería ilegal	Minería ilegal	Tráfico ilegal de madera	Reportes de hostigamiento a funcionarios
PNN Cordillera de los Picachos (AMEM)	—	Si	Si	—	—	Si
RNN Puinawai	Sí	—	—	—	—	—
PNN Serranía de Chiribiquete	Sí	Si	—	—	—	Sí
PNN Sierra de la Macarena (AMEM)	Sí	Si	Si	—	—	Sí
PNN Tinigua (AMEM)	Sí	Si	Si	—	—	Sí
RNN Nukak	Si	Si		—	—	Si
SF Plantas Medicinales Orito Ingi Ande	Si	Si	—	—	Si	—
Amacayacu	Si	Si	—	Si	Si	Si
PNN Cahuinarí	Si	—	—	Si		Si
PNN Río Puré	Si	—	—	Si	Si	Si
PNN Serranía de los Churumbelos Auka Was	Si	Si	—	Si	—	Si
PNN Yaigojé Apaporis	Si		—	Si	—	Si
Alto Fragua Indi Wasi	Si	Si	—	Si	—	
PNN La Paya	Si	Si	—	Si	Si	Si

Fuente: Observatorio Amazonía – FCDS, 2024.

La violencia asociada a estas estructuras ha dejado un saldo significativo: entre 1990 y 2023 se registraron más de 27.000 incidentes y 33.000 víctimas en la región, incluyendo homicidios, desapariciones forzadas, secuestros y desplazamientos. Además, las áreas protegidas no han escapado a la dinámica del conflicto: parques como La Paya, Nukak y Cahuinarí han sido escenario de intimidaciones a guardaparques, restricciones al acceso, instalación de minas antipersonal y presencia de cultivos ilícitos, reflejando la debilidad de la gobernanza ambiental.

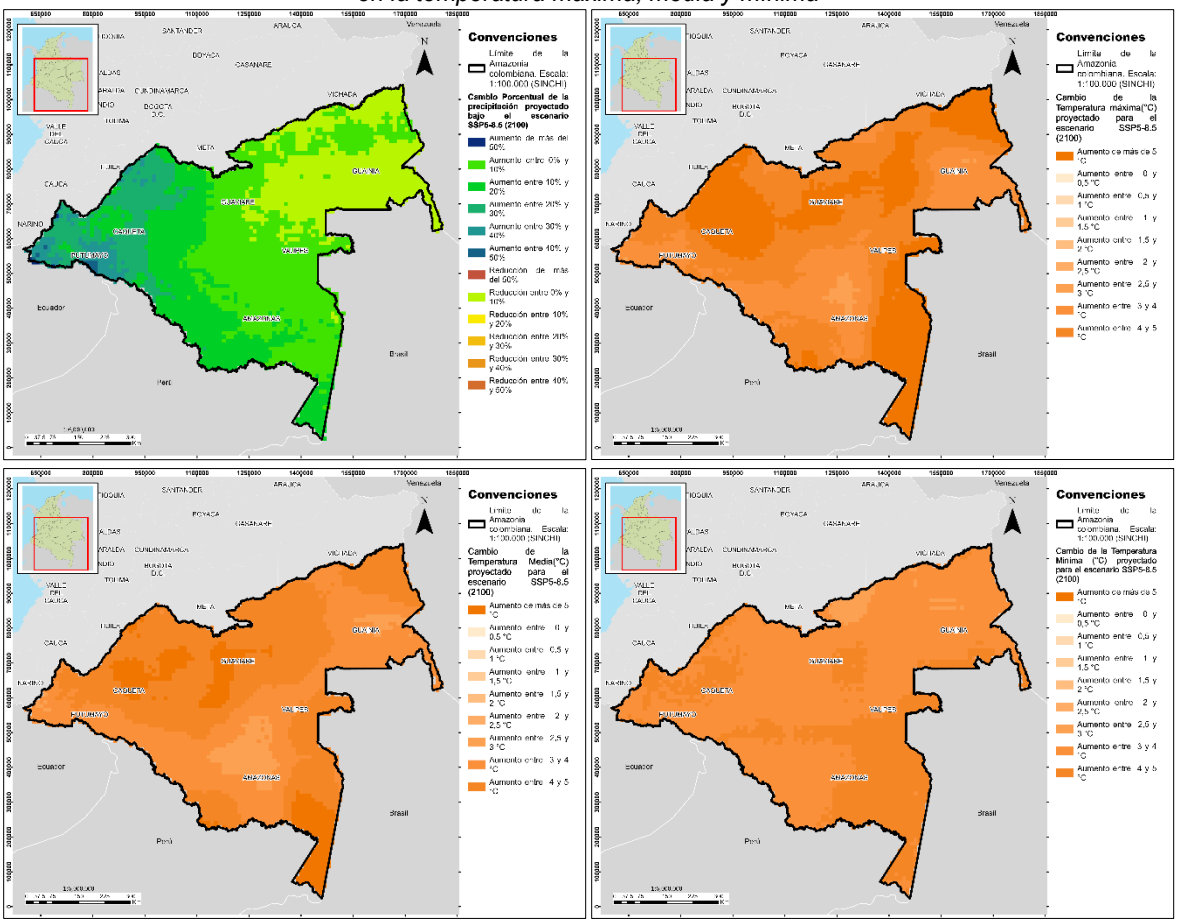
7.2. Escenarios de Cambio Climático

7.2.1. Proyecciones climáticas (SSP) de temperatura y precipitación para el bioma amazónico al 2100

Como parte de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático, el IDEAM ha generado nuevas proyecciones nacionales de clima utilizando los escenarios de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP), que permiten evaluar cómo podrían evolucionar la temperatura y la precipitación bajo distintos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (IDEAM, 2024; O'Neill, y otros, 2017) Entre estos se destacan dos trayectorias de particular relevancia: el SSP3 ("fragmentación"), que asume un alto crecimiento poblacional y bajo desarrollo económico, con menores niveles de educación, fuerte regionalización y escasa conciencia ambiental. Este escenario implica un alto nivel de desafíos tanto para la adaptación como para la mitigación, debido a la debilidad institucional y la limitada capacidad para implementar políticas climáticas efectivas. Por otro lado, **el SSP5 (desarrollo impulsado por combustibles fósiles) plantea un bajo crecimiento poblacional, pero con elevado crecimiento económico y alto desarrollo humano, manteniendo una fuerte dependencia de los combustibles fósiles**; en este caso, el principal reto se concentra en la mitigación, pues el modelo de desarrollo intensifica las emisiones de gases de efecto invernadero.

A pesar de las diferencias en sus supuestos socioeconómicos, ambos escenarios convergen en niveles altos y similares de emisiones hacia mediados del siglo XXI, lo que explica que las proyecciones climáticas de temperatura y precipitación tiendan a asemejarse en ciertos periodos. Para el bioma amazónico, altamente sensible por su rol en el reciclaje de humedad y en la regulación hídrica continental, los cambios proyectados hacia el año 2100 bajo estos escenarios representan un riesgo crítico, pues implican aumentos sostenidos de temperatura y alteraciones en los patrones de precipitación que comprometen tanto la biodiversidad como la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. A continuación, se presentan la distribución espacial de esta información que ilustran estos cambios climáticos al 2100 bajo el escenario SSP5, los cuales constituyen la base para analizar los posibles impactos en la región amazónica.

Figura 88 Proyecciones al 2100 del escenario SSP5-8.5: cambio porcentual de la precipitación y variaciones en la temperatura máxima, media y mínima



Fuente: IDEAM (Cuarta Comunicación de Cambio Climático), 2024.

Las proyecciones climáticas al año 2100 bajo el escenario SSP5-8.5 evidencian cambios profundos en el régimen hidroclimático de la Amazonía colombiana. En primer lugar, se prevé un aumento generalizado de la precipitación entre 0 y 30 %, con focos superiores al 40 % en sectores del piedemonte andino y Putumayo. Este incremento de lluvias, aunque pueda interpretarse como mayor disponibilidad hídrica, representa un riesgo de crecidas, inundaciones y alteraciones en el balance hídrico, comprometiendo tanto la dinámica fluvial como los asentamientos humanos en la región (Marengo et al., 2015; IDEAM, 2021). De forma simultánea, se proyectan aumentos drásticos de la temperatura máxima diaria, en su mayoría entre +3 y +5 °C, con áreas que superan los +5 °C. Esto implica un escenario de mayor estrés térmico, que puede sobrepasar los umbrales de tolerancia de especies amazónicas, alterar los procesos fisiológicos de la vegetación y reducir la capacidad de los bosques para actuar como sumideros de carbono (IPCC, 2021; Lovejoy & Nobre, 2018).

En cuanto a la temperatura media anual, los incrementos se ubican igualmente en rangos críticos de +3 a +5 °C, lo que transforma la estabilidad térmica que caracteriza al bioma amazónico y genera riesgos de degradación ecosistémica. Este calentamiento promedio favorece la intensificación de sequías estacionales, incrementa la evapotranspiración y aumenta la vulnerabilidad a incendios forestales, incluso en la selva húmeda (Aragão et al., 2018; Gatti et al., 2021). Finalmente, el aumento de la temperatura mínima entre +3 y +5 °C refleja noches y madrugadas considerablemente más cálidas, reduciendo la capacidad de recuperación térmica de ecosistemas y poblaciones humanas. Este fenómeno potencia la proliferación de vectores de enfermedades tropicales y afecta directamente el funcionamiento de los ríos voladores que dependen de amplitudes térmicas más amplias (Salazar et al., 2018; Nobre et al., 2016).

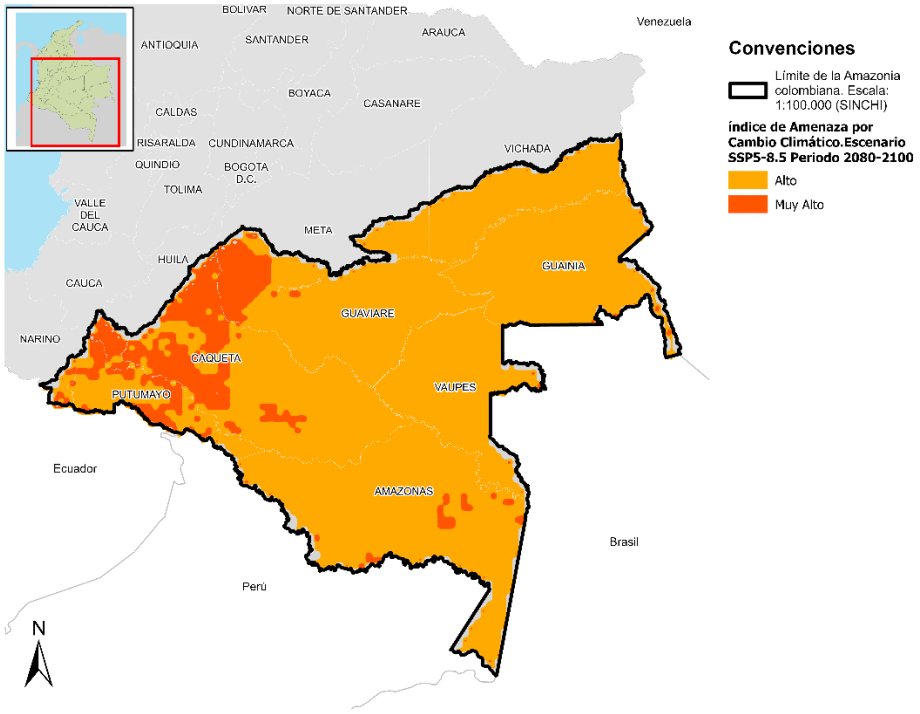
En conjunto, estas proyecciones dibujan un escenario climático para la Amazonía caracterizado por mayores lluvias y un marcado incremento de las temperaturas en todos sus rangos (máximas, medias y mínimas). Esto implica que el bioma amazónico se volverá más húmedo, pero también más cálido, lo cual puede generar condiciones extremas que comprometan la biodiversidad, la funcionalidad de los ecosistemas y los servicios ambientales que regulan el clima regional y global.

La combinación de precipitaciones intensificadas y calor sostenido aumenta la vulnerabilidad de la región frente a fenómenos como inundaciones, incendios, pérdida de hábitats y riesgos para las comunidades locales, acercando al bioma a un posible punto de inflexión ecológico (Lovejoy & Nobre, 2018; IPCC, 2021). De manera particular, el aumento simultáneo de lluvias y temperaturas afecta directamente la dinámica de los **ríos voladores**: por un lado, una atmósfera más cálida puede retener más vapor de agua, pero al mismo tiempo el estrés térmico sobre la vegetación reduce la eficiencia de la transpiración y debilita la capacidad del bosque para reciclar humedad. Esto significa que el flujo de vapor generado en la Amazonía hacia los Andes y el sur del continente podría disminuir y volverse más irregular, comprometiendo la estabilidad climática regional (Staal et al., 2020).

7.2.2. Amenazas por cambio climático

El índice de Amenaza por Cambio Climático integra el cambio porcentual de la precipitación y las variaciones de temperatura máxima, media y mínima, analizados con énfasis en los valores más extremos de estas variables, que elevan la calificación de amenaza. El resultado muestra que en el piedemonte y la franja cordillerana se presentan aumentos de precipitación del 40–50 % concurrentes con incrementos térmicos generalizados, ubicando estos sectores en amenaza muy alta (5); mientras que en la planicie amazónica predominan aumentos pluviales moderados (10–20 %) que, sumados al incremento sostenido de la temperatura en todo el ámbito, elevan la clasificación a amenaza alta. En síntesis, la coocurrencia de máximos pluviales y térmicos explica los picos de amenaza en piedemonte–cordillera, y los aumentos térmicos generalizados sostienen niveles altos en la zona llana (IDEAM, MinAmbiente, PNUD, & GEF-CBIT, 2024).

Figura 89 Índice de Amenaza por Cambio Climático. Escenario SSP5-5.8



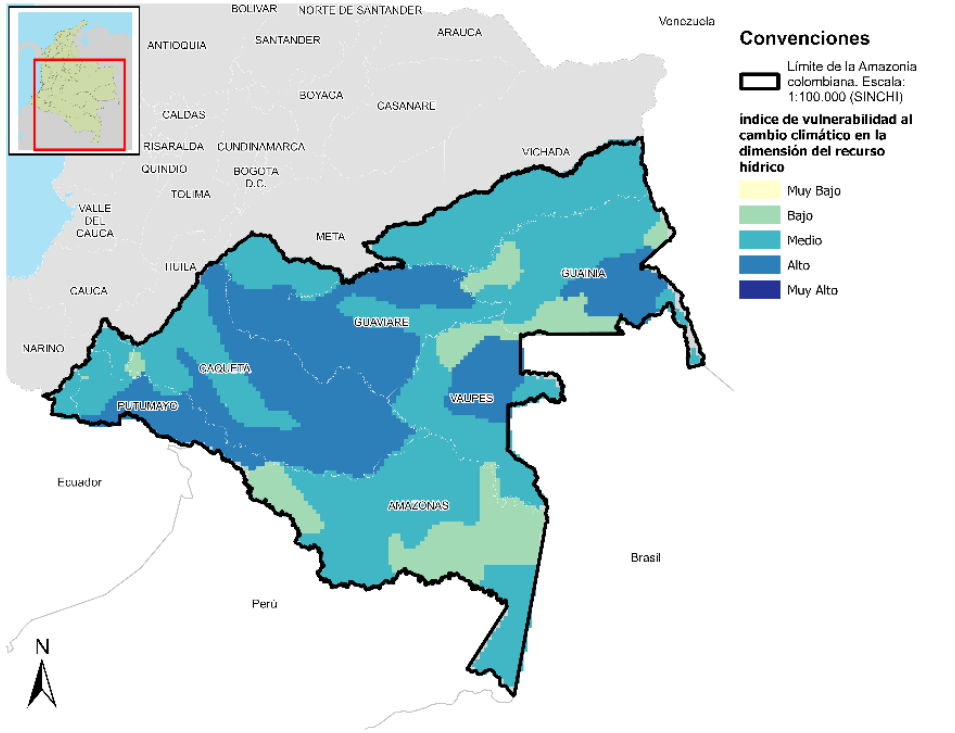
Fuente: IDEAM, 2024.

7.2.3. Vulnerabilidades por cambio climático (recurso hídrico ecosistemas, socioeconómicas)

7.2.3.1 índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico.

El índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico se calculó a partir de los índices del SIIVRA, desarrollados en el marco de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático. Para ello se integraron dos insumos de corte 2019: (i) la sensibilidad, que indica en qué medida un municipio es susceptible al desabastecimiento de agua, considerando factores como la relación entre oferta y demanda, la dependencia de una o pocas fuentes hídricas y la ocurrencia de situaciones previas de racionamiento o desabastecimiento; y (ii) la capacidad adaptativa, que refleja qué tan preparado está el municipio para afrontar esa sensibilidad, en función de su infraestructura de acueducto y alcantarillado, el acceso de la población a agua potable, la inversión municipal en agua y saneamiento, la existencia de planes y programas de gestión del recurso hídrico y el desempeño institucional en el sector (IDEAM, y otros, 2024).

Figura 90 índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión del recurso hídrico.



Fuente: IDEAM, 2024.

La vulnerabilidad final resulta de la combinación de estos dos componentes: es más elevada cuando la sensibilidad es alta y la capacidad adaptativa es baja, y se reduce

cuando, pese a existir sensibilidad, los municipios cuentan con mayores capacidades técnicas, institucionales y de infraestructura para gestionar los riesgos asociados al recurso hídrico.

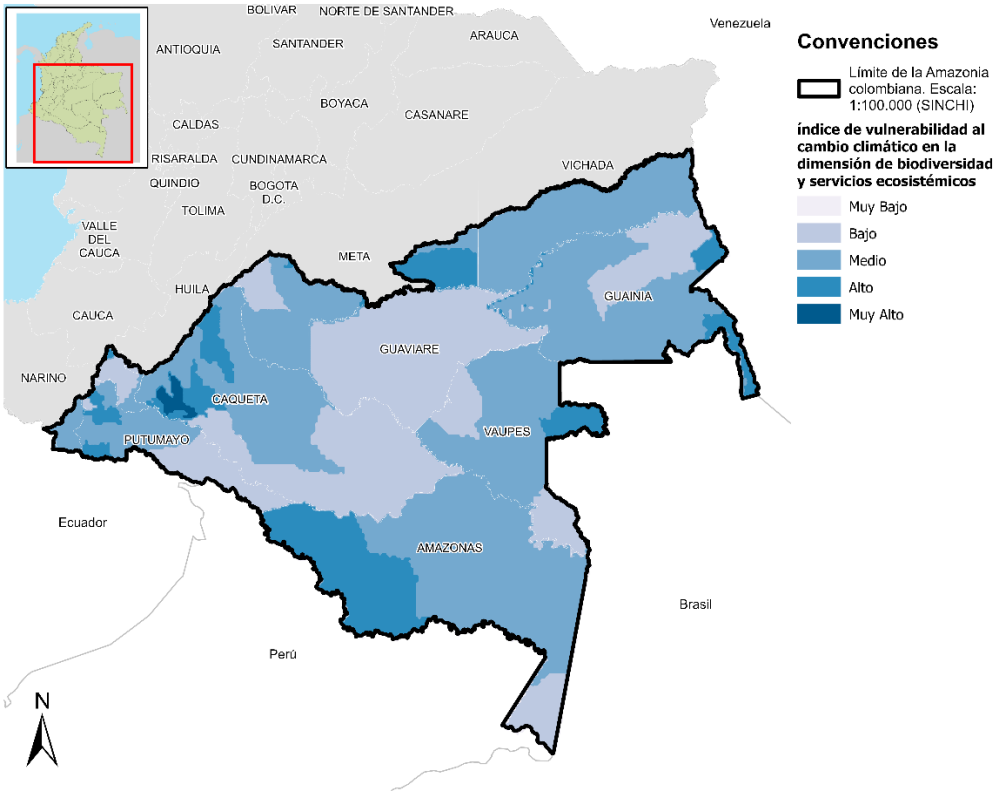
En el área amazónica, los resultados muestran que la sensibilidad se concentra principalmente en niveles medios y altos, lo que refleja una elevada susceptibilidad al desabastecimiento hídrico. La capacidad adaptativa, por su parte, se ubica mayoritariamente en niveles medios y bajos, con poca representación en niveles altos y muy altos. Como consecuencia, la vulnerabilidad final evidencia un predominio de niveles medios y altos, lo que significa que la mayoría de los municipios amazónicos presentan alta vulnerabilidad hídrica frente al cambio climático, derivada de la combinación de una sensibilidad elevada y unas capacidades de adaptación todavía insuficientes.

7.2.3.1 índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos

El índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos se calculó a partir de los índices del SIIVRA, desarrollados en el marco de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático.

Para ello se integraron dos insumos de corte 2019: (i) la sensibilidad, que indica el grado en que los ecosistemas y especies son susceptibles a afectaciones por el cambio climático, a partir de variables asociadas a la integridad ecológica (cobertura de bosque natural, humedales transformados, índice de integridad ecológica, remanencia de coberturas) y a la presión antrópica (tasa de deforestación, huella humana y conflictos de uso del suelo); y (ii) la capacidad adaptativa, que refleja el nivel de preparación de los territorios para conservar la biodiversidad y mantener los servicios ecosistémicos, medida a través de variables de gobernanza y gestión ambiental (presencia de áreas protegidas, territorios étnicos, reservas de la sociedad civil, planes de salvaguardia e inversión en restauración), así como indicadores de desempeño institucional y económico a escala municipal (IDEAM, 2024).

Figura 91 índice de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos



Fuente: IDEAM, 2024.

La vulnerabilidad final surge de la interacción entre estos dos componentes: es mayor cuando la sensibilidad es alta y la capacidad adaptativa es baja, y disminuye cuando, pese a existir sensibilidad, existen mecanismos sólidos de conservación, planificación y gobernanza que permiten contrarrestar las presiones antrópicas y climáticas sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

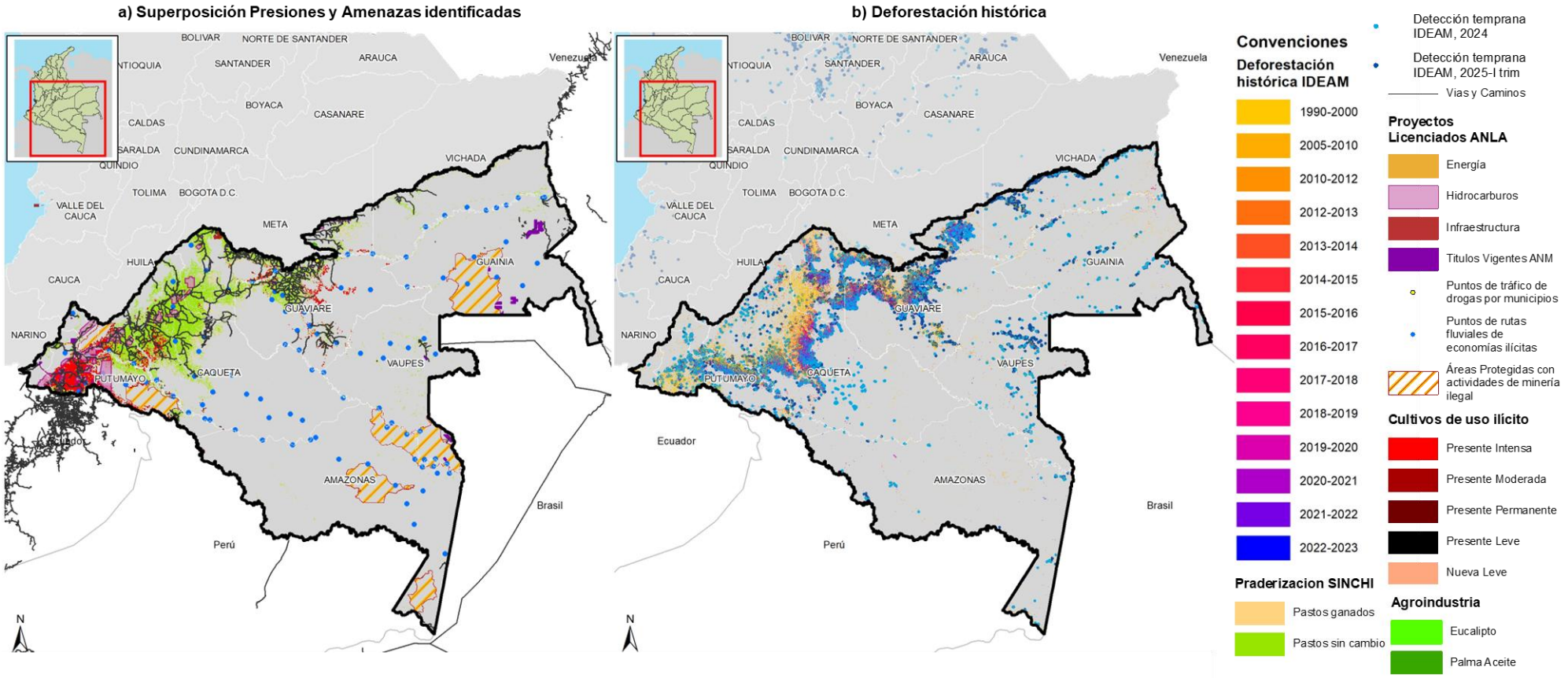
La vulnerabilidad final frente al cambio climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la Amazonía colombiana se clasifica principalmente en niveles medio y bajo, lo que refleja que gran parte del territorio mantiene una integridad ecológica significativa y una provisión estable de servicios ecosistémicos. No obstante, se identifican áreas focalizadas con vulnerabilidad alta y muy alta en el piedemonte de Putumayo y Caquetá, así como en zonas con mayores procesos de transformación, donde la presión por deforestación, cambios de uso del suelo y baja capacidad de gestión ambiental incrementan la susceptibilidad del territorio.

Esto resalta la necesidad de priorizar acciones de conservación y fortalecimiento institucional en estos núcleos críticos. En conjunto, el patrón espacial evidencia que la vulnerabilidad biótica en la Amazonía está fuertemente asociada a los gradientes de transformación ecosistémica y al grado de resiliencia institucional y comunitaria de los municipios para sostener los servicios ecosistémicos que soportan la vida y el bienestar en la región

7.3. Análisis espacial de las presiones y Amenazas identificadas

En la siguiente figura se presenta la espacialización de las principales presiones y amenazas identificadas anteriormente (Figura 92a), evidenciando una marcada correlación con la Deforestación histórica del Bioma Amazónico (Figura 92b). Este patrón refleja cómo en estas áreas confluyen múltiples factores de transformación territorial: la presencia de vías, que facilitan el acceso y la colonización; la localización de proyectos de hidrocarburos y Minería legal e ilegal, cuya operación suele requerir infraestructura vial y, por ende, incrementa la accesibilidad; y los procesos de ganadería extensiva y praderización, que consolidan la conversión del bosque en paisajes agropecuarios (expansión de la frontera agropecuaria).

Figura 92. Superposición de Amenazas identificadas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A estas presiones se suman la tala ilegal, la siembra de cultivos ilícitos y de uso comercial, así como los incendios forestales, muchas veces provocados intencionalmente para abrir espacio a actividades productivas. Estos factores han convertido **la deforestación en un fenómeno multicausal**, que no solo genera la pérdida acelerada de cobertura boscosa, sino que también deteriora los ecosistemas amazónicos colombianos, afectando directamente la biodiversidad, los ciclos hidrológicos y los medios de vida de las comunidades locales.

Detrás de estas causas inmediatas se encuentran múltiples agentes que actúan de manera articulada o paralela. Entre ellos destacan actores locales que realizan prácticas de subsistencia, grandes propietarios que impulsan la ganadería comercial, empresas madereras, mineras y de hidrocarburos que ejercen presión sobre los territorios para actividades extractivas, así como redes de economías ilegales vinculadas a cultivos ilícitos y al tráfico de madera. Estos agentes, a su vez, se ven impulsados por causas subyacentes como la débil presencia institucional, la falta de alternativas económicas sostenibles, la precariedad en la tenencia de la tierra y la demanda creciente de recursos naturales.

De esta forma, la deforestación en la Amazonia no puede ser comprendida únicamente como la suma de acciones aisladas, sino como el resultado de un entramado complejo de causas directas y subyacentes que convergen en dinámicas territoriales de transformación y degradación ambiental. En la siguiente figura se esquematizan las principales causas y agentes que explican este fenómeno.

Figura 93. Causas directas, subyacentes y agentes de deforestación en la Amazonía Colombiana

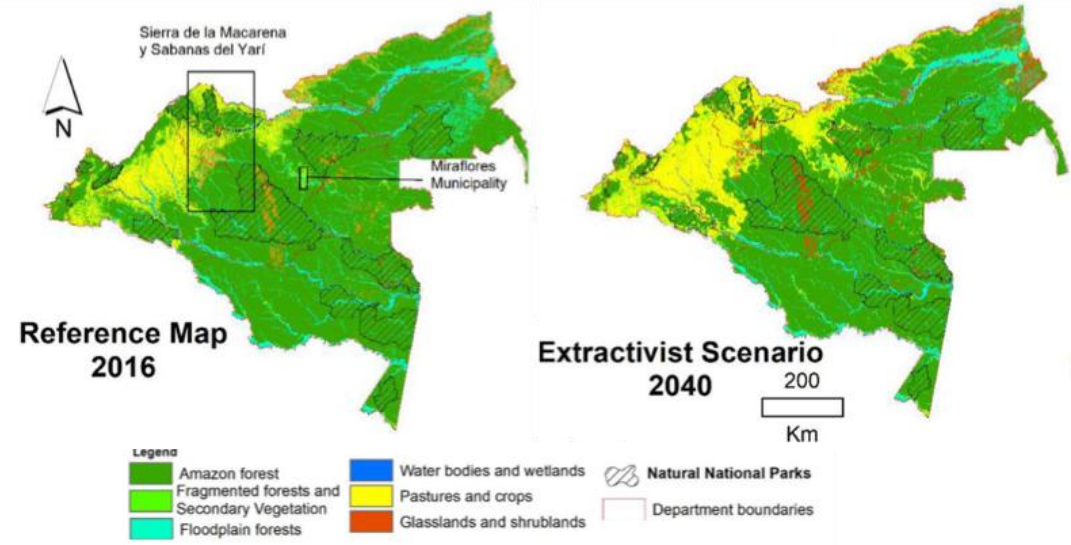


Fuente: Instituto Humboldt, 2024

En síntesis, la convergencia de estas presiones y agentes tiene su expresión más clara en el denominado **arco de deforestación amazónico**, donde se materializan los impactos acumulativos sobre los ecosistemas y las comunidades. Este patrón territorial refleja cómo la suma de factores directos y subyacentes se traduce en una dinámica concentrada de pérdida de bosque, consolidando al arco como el principal frente de transformación ambiental en la Amazonia colombiana.

A lo anterior se suma una perspectiva prospectiva que permite dimensionar la magnitud de los riesgos futuros asociados a la deforestación en el bioma amazónico. De acuerdo con Agudelo et al. (2023), quienes modelaron varios escenarios de cambio de bosques en Colombia para el año 2040, diferenciando entre un escenario sostenible y otro extractivista, se proyecta que bajo el escenario extractivista las pasturas y cultivos se incrementarían en un 117%, junto con un aumento de las áreas de bosques fragmentados, vegetación secundaria y pérdida de bosques, principalmente en el paisaje de montaña del piedemonte andino y en la Sierra de la Macarena. En este escenario se perderían cerca de 4,3 millones de hectáreas (73%), donde la deforestación cercana a los ríos Caguán, Caquetá, Putumayo y Vaupés provocaría la fragmentación y aislamiento de grandes masas de bosque, así como la desconexión con los Andes (Agudelo-Hernández et al., 2023-SINCHI).

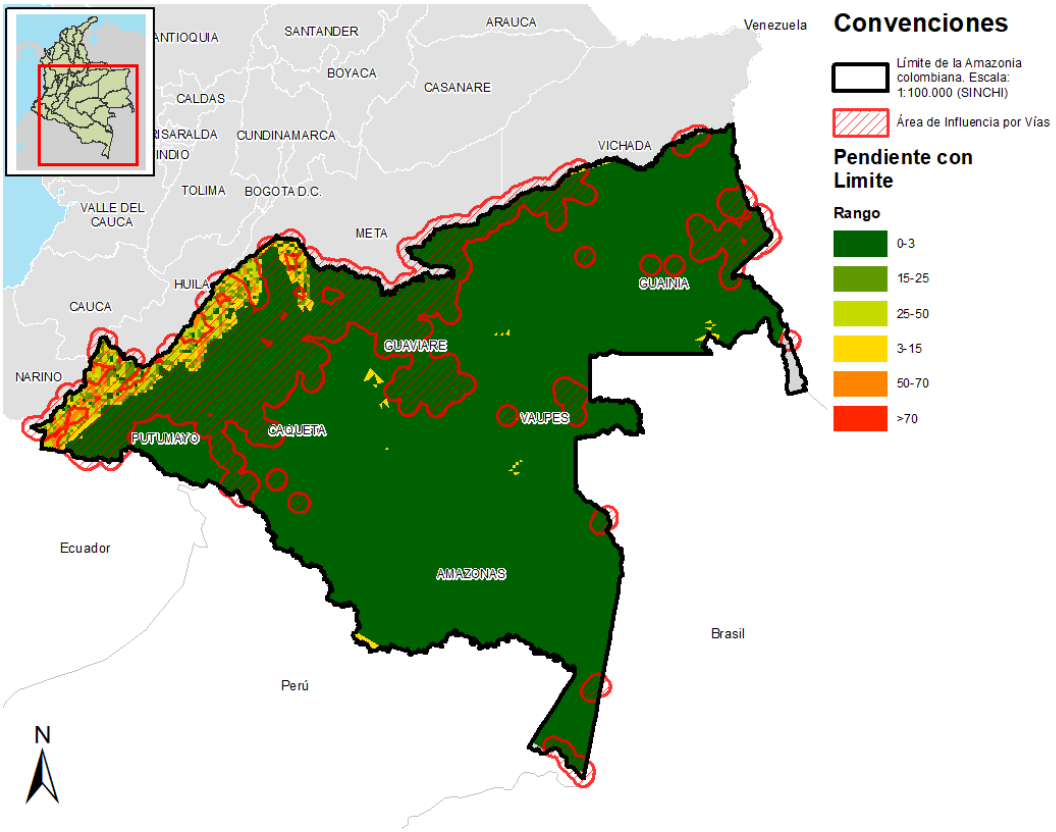
Figura 94. Cambios de la cobertura de la tierra en un escenario extractivista



Fuente: Adaptado de Agudelo-Hernández et al. 2023 (SINCHI).

De manera complementaria, el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) 2023–2027 identifica al piedemonte amazónico —particularmente en Caquetá, Putumayo y Guaviare— como la zona con mayor susceptibilidad a procesos de deforestación, debido a la expansión de la frontera agropecuaria y al desarrollo de infraestructura vial. Según este modelo, cerca de 2,9 millones de hectáreas del bioma amazónico presentan alta probabilidad de deforestación para el periodo 2023–2027 (IDEAM, 2024); el análisis espacial evidencia que las zonas con mayor presión se concentran en pendientes bajas y medias (0–25%).

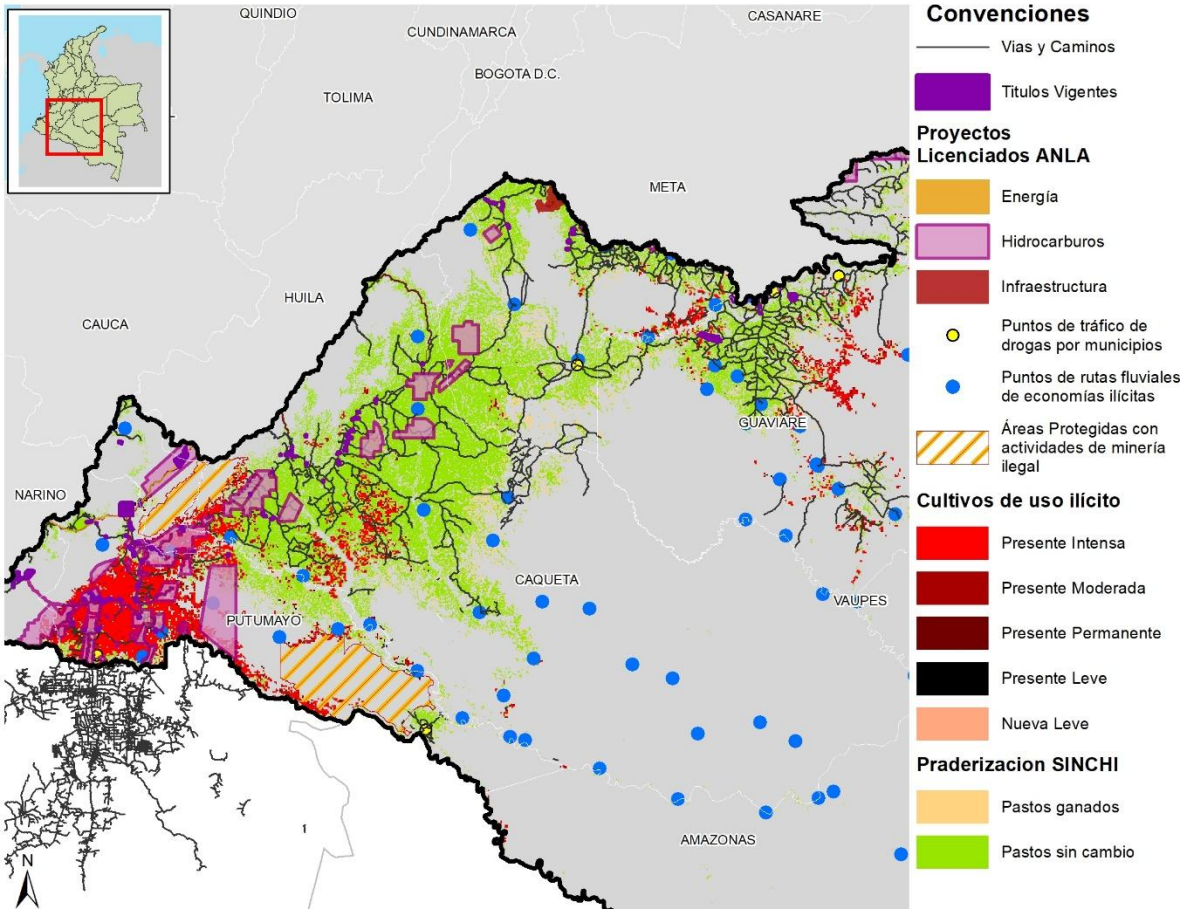
Figura 95. Área de influencia por vías



Fuente: IDEAM, 2024.

En consecuencia, el **corredor que articula a Putumayo con Caquetá y Guaviare** se constituye como un núcleo prioritario de intervención, al concentrar las principales causas directas de deforestación reportadas en la última década, representando territorios estratégicos para la focalización de medidas.

Figura 96. Enfoque en zonas críticas de concentración de presiones en Putumayo y Caquetá



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

En concordancia con lo señalado, la Figura 96 evidencia cómo en los departamentos de Putumayo y Caquetá se concentran zonas de confluencia de presiones donde se ubican enclaves de proyectos de hidrocarburos. Estos se caracterizan por la alta densidad de vías y caminos, la presencia de áreas praderizadas y una marcada presencia de cultivos ilícitos. La interacción de estas dinámicas genera un escenario en el que la apertura de infraestructura, vinculada tanto a proyectos extractivos como a procesos de colonización, no solo facilita el ingreso de nuevos actores, sino que también impulsa la expansión de la frontera agropecuaria y profundiza los procesos de deforestación.

Un ejemplo ilustrativo se encuentra en el numeral 7.1.4. Vías, donde, para un proyecto licenciado por la ANLA, si bien la empresa ejecuta aprovechamientos forestales puntuales sujetos a seguimiento, la apertura inicial de vías por parte del licenciatario termina facilitando su expansión posterior, mediante dinámicas socioeconómicas que trascienden las áreas directamente autorizadas. Este patrón responde a lo que diversos autores han denominado el “fenómeno de espina de pescado” o *fishbone effect* (Arima et al., 2008; Barber et al., 2014), en el cual la

construcción de carreteras induce la proliferación no planificada de vías secundarias y terciarias, expandiendo la deforestación hacia áreas contiguas.

En la Amazonia, este proceso ha sido ampliamente documentado como uno de los principales motores de transformación del paisaje, ya que incrementa el acceso a zonas previamente aisladas, habilita actividades ilegales como la extracción de madera, y fomenta la colonización y la expansión de la frontera agropecuaria (Laurance et al., 2009; Geist & Lambin, 2002). En consecuencia, aun cuando las licencias ambientales contemplan medidas de control sobre los aprovechamientos forestales autorizados, la habilitación de vías industriales actúa como un catalizador de presiones externas que desbordan el alcance de dichos instrumentos regulatorios, profundizando la complejidad del fenómeno de la deforestación en la región.

Adicionalmente, Finer et al. (2008) advierten que la presencia de proyectos de hidrocarburos representa una amenaza crítica para áreas de alta riqueza global de fauna silvestre, especialmente de anfibios, dado que este grupo presenta una elevada sensibilidad ecológica y un alto riesgo de extinción. Una de las preocupaciones centrales señaladas por los autores es que nuevos proyectos de exploración promuevan la proliferación de rutas de acceso, reproduciendo el mismo patrón de expansión de presiones indirectas.

En la Amazonia colombiana, la exploración y explotación de hidrocarburos se concentra principalmente en el departamento de Putumayo, un territorio de especial relevancia por albergar los valores más altos de riqueza de primates silvestres del país (Defler, 2003; Stevenson & Link, 2010). Esta condición lo convierte en un área de alta vulnerabilidad ecológica, no solo por la presión directa de las actividades extractivas, sino también por su papel estratégico como corredor biogeográfico que conecta la Amazonia con los Andes y sostiene procesos esenciales de conectividad ecológica y flujo genético.

8. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A MINERÍA E HIDROCARBUROS

8.1. Minería

La minería en la Amazonía colombiana se presenta en diversas formas, incluyendo actividades extractivas legales e ilegales, de carácter formal, informal y a veces criminal. Estas actividades generan impactos y conflictos de índole ambiental, social, económico e institucional en toda la región; donde, bajo la lógica extractivista, se configuran escenarios de tensión constante entre la conservación del patrimonio natural y cultural, y las expectativas de extracción de recursos, enmarcada en un accionar gubernamental que históricamente ha impuesto decisiones desde el nivel central.

Desde la perspectiva ambiental, la minería es una actividad económica altamente contaminante que afecta la calidad de todas las matrices ambientales. La conflictividad ambiental minera tiene tres motivos principales: las Zonas de Minería Estratégica (ZME) definidas por el gobierno, los títulos mineros legalmente otorgados y la extracción ilícita de minerales (EIM). Estas actividades afectan gravemente áreas de alta sensibilidad ecológica, como Zonas de Reserva Forestal, resguardos indígenas, ecosistemas acuáticos, humedales y complejos de páramos, con una afectación particularmente severa en departamentos como Vaupés y Putumayo. De manera alarmante, se han otorgado títulos mineros incluso dentro de Parques Nacionales Naturales en Vaupés, Caquetá y Guainía. La extracción ilícita, por su parte, se practica en áreas protegidas como el PNN Puinawai y la serranía de Los Churumbelos, así como en territorios indígenas a lo largo de los ríos Cularí e Isaná en Vaupés.

Además, la minería es considerada un factor detonante que, junto a la deforestación y la expansión de la frontera agropecuaria, incrementa la susceptibilidad a desastres naturales como los movimientos en masa. Junto a esto, la minería genera consecuencias complejas y a menudo perjudiciales, donde el fenómeno de la EIM fomenta la creación de enclaves mineros, a menudo asociados a la explotación de oro, y poblados que dependen de esta economía extractiva. Esta dinámica es una fuente importante de conflictos sociales y ambientales, incluyendo conflictos armados por el control del territorio y la renta minera entre grupos ilegales, especialmente en Guainía, Vaupés, Putumayo y Amazonas.

En línea con lo expresado por la Defensoría del Pueblo en su Alerta Temprana 007 de 2024, la minería [ilegal] es "*el delito ambiental más extendido y perjudicial en las regiones de triple frontera de la Amazonía*", donde la EIM, junto a la ganadería extensiva y la tala ilegal, es una de las principales causas de deforestación en zonas de control de facciones disidentes de las antiguas FARC-EP. Junto a esto, la contaminación, particularmente por mercurio, está afectando áreas protegidas, territorios indígenas y reservas de la biosfera, además de poner en riesgo la seguridad alimentaria y la salud de las comunidades étnicas. En Putumayo, los proyectos de cobre en Mocoa han generado tensiones sociales y amenazas contra líderes ambientales, mientras que en Guainía y Vichada la extracción ilícita de oro y tierras raras afecta gravemente el tejido organizativo indígena.

En la frontera con Brasil, la explotación de oro de aluvión en ríos como el Caquetá y el Puré representa una amenaza extrema para pueblos indígenas en aislamiento voluntario como los Yurí y Passé. En todos estos escenarios, facciones disidentes de las FARC, el ELN y redes criminales transnacionales intervienen en la extracción, compra y comercialización del oro, profundizando los riesgos de violencia, desplazamiento y degradación ambiental.

Conforme a las alertas por contaminación elevadas por el ministerio público, la EIM y prácticas ilegales que recurren al mercurio afectan directamente los diferentes componentes ambientales, relacionados principalmente a factores como: 1) composición del yacimiento; 2) falta de conocimiento de técnicas de producción más limpia por parte de los mineros; 3) precio del mercurio y su facilidad de compra, y 4) deficiencias de control y seguimiento por parte de las autoridades competentes.

El mercurio utilizado para concentrar el oro forma una amalgama, qué, al ser procesada se evapora y cae en forma de lluvia en los cuerpos de agua, donde las bacterias reductoras de sulfato lo transforman en metilmercurio (MeHg), un compuesto orgánico bioacumulable y biomagnificable que se configura como un riesgo a la salud humana, donde la principal vía de exposición es el consumo de pescados y mariscos contaminados.

La WWF Colombia y la Alianza Amazónica para la Reducción de los Impactos de Minería de la Oro (AARIMO) (2025), presentaron en su "*Cuaderno de derecho ambiental #2*" un contexto de la minería legal e ilegal, donde se denota lo siguiente:

- En los últimos años se ha observado un crecimiento significativo de la minería ilegal de oro, donde la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), a partir de fuentes primarias y secundarias de información realizó un análisis para comprender la dinámica y la ubicación de la minería ilegal en la Amazonia colombiana, donde se evidencia la minería ilegal con mayor presencia de balsas y dragas mineras en siete (7) ríos amazónicos afectados: Inírida y Guainía (Guainía), Caquetá (Amazonas y Caquetá), Putumayo (Amazonas y Putumayo), Puré (Amazonas), Purité y Cotuhé (Amazonas). Esta expansión también ha impactado la salud de las comunidades locales, donde, tomando como referencia muestras de cabello y de pescados para consumo, los departamentos con niveles más altos de mercurio son Guainía, Amazonas, Caquetá y Vaupés.
- Hay una afectación directa a la fauna local, donde a aves piscívoras y mamíferos acuáticos que consumen grandes cantidades de peces contaminados bioacumulan metilmercurio en sus tejidos, lo cual conlleva efectos devastadores en su salud, afectando su sistema nervioso, su función reproductiva y su capacidad de supervivencia.
- La minería aluvial contribuye a la sedimentación de los ríos, donde, la remoción de grandes cantidades de suelo y vegetación durante el proceso de extracción incrementa la cantidad de sedimentos que se desplazan hacia los ríos y otros cuerpos de agua, generando problemas de turbidez y sedimentación. Este aumento en los sedimentos afecta directamente la salud de las especies acuáticas, ya que los peces y otros organismos que

dependen de aguas claras para localizar alimento o realizar sus actividades reproductivas se ven severamente perjudicados.

- Las comunidades cercanas a las áreas mineras se enfrentan a condiciones de inseguridad, desplazamiento y violencia. Los conflictos generados por la minería ilegal también fomentan la desintegración de las comunidades, que se ven forzadas a desplazarse o a convivir en condiciones de inseguridad y violencia.

En consonancia con el “Informe Nacional: Minería Ilegal y Contaminación por Mercurio en Colombia” de la Procuraduría General de la Nación (2024), la expansión de la minería ilegal ha tenido consecuencias devastadoras para el bioma amazónico y para las comunidades locales, donde este fenómeno no solo ha provocado la degradación de ecosistemas acuáticos y terrestres, sino también una crisis de salud pública debido a la exposición al mercurio, junto a impactos socioculturales vinculados a períodos de violencia y conflictos por la propiedad de la tierra, que a su vez han perjudicado el manejo territorial de los pueblos indígenas, y ha llevado a la pérdida de prácticas y tradiciones milenarias.

8.2. Hidrocarburos

Con el fin de revisar los impactos ambientales de las actividades del sector hidrocarburos no evitables o mitigables que trastornarían irreversiblemente la funcionalidad y los servicios ecosistémicos que presta el bioma amazónico en el área de influencia de los proyectos debe tenerse en cuenta que los proyectos de hidrocarburos tienen asociado una amplia gama de tareas o labores para cada una de las etapas, las cuales implican efectos directos sobre el estado de los recursos naturales renovables.

Bajo un desarrollo normal de la industria del sector hidrocarburos, las actividades asociadas introducen cambios ambientales, socioeconómicos y culturales, en la siguiente tabla se relacionan esas actividades:

Tabla 25. Principales actividades del sector de hidrocarburos

Fase de proyecto	Etapa del proyecto	Actividades principales
Preoperativa	Planificación del desarrollo del campo	Establecimiento bases de diseño para el desarrollo del campo Definición de tecnología de producción Número y características de pozos a perforar (explotación) Requerimientos de instalaciones en superficie Planificación ambiental (impactos, análisis de riesgos, evaluación económica de los impactos, zonificación) plan de contingencias y desmantelamiento
Operativa	Construcción	Ejecución de obras civiles (vías y locaciones de pozos, instalaciones de apoyo, talleres, etc.…) Perforación de pozos Tendido líneas de flujo Construcción de facilidades en superficie (almacenamiento, líneas

Fase de proyecto	Etapa del proyecto	Actividades principales
		de conducción, facilidades de recuperación secundaria y mejorada) Construcción de sistemas de manejo, tratamiento y disposición final Construcción de redes de servicio (agua y energía) Restauración abandono de actividades
	Operación y mantenimiento	Explotación (extracción de los hidrocarburos) Tratamiento en superficie de los fluidos de perforación Manejo, tratamiento y disposición de residuos Mantenimiento de instalaciones Almacenamiento y transporte Venta de productos Restauración de áreas afectadas Actividades de *WORKOVER* Proyectos de reutilización Ejecución de proyectos para incrementar o mantener la producción Monitoreo y seguimiento
Post-operativa	Preparación para el cierre de la operación	Planificación de la atención de derrames de la operación solución de sitios impactados y deudas sociales (informar a las comunidades y autoridades respectivas) Manejo, tratamiento y disposición de residuos (para residuos líquidos según Resolución 631de 2018) Monitoreo y seguimiento
	Restauración y abandono	Desmantelamiento de instalaciones Limpieza y restauración de áreas afectadas Recuperación paisajística Manejo, tratamiento y disposición de residuos Monitoreo y seguimiento Evaluación ex - post Entrega del área

Las actividades de construcción, perforación y operacionales de explotación de hidrocarburos generan diversos impactos ambientales en los recursos naturales renovables (Agua, Suelo y Aire) y los ecosistemas, que corresponden a modificaciones en las condiciones y calidad de los recursos naturales renovables y las dinámicas socioambientales del área donde se desarrollan los proyectos.

Los efectos ambientales negativos de la extracción de hidrocarburos incluyen la transformación de ecosistemas, la contaminación de fuentes hídricas y la emisión de GEI. La actividad tiene impactos en las zonas boscosas, principalmente a través de su infraestructura de transporte y conducción por ductos de hidrocarburos líquidos y gaseosos, la construcción de pozos y facilidades de procesamiento, las áreas de almacenamiento y la construcción o adecuación de vías de acceso a los puntos de exploración, explotación o facilidades centrales de procesamiento del hidrocarburo.

Adicionalmente, las zonas de producción de hidrocarburos suelen convertirse en fuertes polos de atracción de población que busca empleo o provee servicios a los

campamentos petroleros (Dureau y Goueset, 2001[4]), fenómenos de inmigración, modificaciones en el empleo, cambios en las dinámicas económicas y en las dinámicas sociales, entre otras. Este crecimiento poblacional no controlado se traduce en mayores impactos sobre los bosques aledaños a las áreas de explotación (impactos ambientales indirectos de los proyectos de hidrocarburos), los cuales en muchos casos pueden superar el impacto directo del establecimiento del pozo o en general de los proyectos de hidrocarburos (EAE ANA, 2021[5]).

El petróleo como sustancia contaminante

Muchos de los componentes del petróleo son químicamente estables, y no se metabolizan o son excretados parcialmente una vez absorbidos por los seres vivos, que, al formar parte de la cadena trófica, la afectan y restringen la posibilidad de ser aprovechados por el hombre, situaciones continuamente denunciadas por las comunidades que realizan faenas de pesca en los cuerpos hídricos comprometidos. La problemática descrita se acentúa, teniendo en cuenta que los hidrocarburos aromáticos son altamente tóxicos, estos compuestos causan irritación local del sistema respiratorio y excitación del sistema nervioso, algunos pueden ser mutagénicos, carcinógenos o teratogénicos, en especial los aromáticos policíclicos.

En gran parte de los ecosistemas afectados, los derrames de hidrocarburos afectan formas de vida muy diversas y de gran complejidad, causan mortalidad de peces, aves, otras especies menores y aquellas que no son visibles para nuestra vista (fauna microbiológica); adicionalmente, en general, hay una marcada afectación de la comunidad y las actividades antrópicas del área afectada. Esta condición en este medio obliga a revisar y asegurar tanto las labores de explotación como de transporte, que son las etapas en las cuales con mayor frecuencia se presentan las pérdidas de contención en el sector hidrocarburos.

Los impactos de las descargas de petróleo dependen de sus características, las cantidades, las circunstancias del derrame (p. ej., las condiciones climáticas, las características del suelo) y las características específicas del ecosistema (p. ej., cobertura vegetal, quebradas, ríos, humedal). Existe amplia evidencia de que los derrames, incluso, de cantidades relativamente pequeñas de petróleo, como las cantidades comúnmente transportada en vehículos, en aguas o áreas con actividades agrícolas o pecuarias pueden tener impactos adversos significativos en el suelo, la vegetación y la vida silvestre.

Aceleración de la deforestación

La deforestación asociada a la construcción de infraestructura para la explotación de hidrocarburos altera los suelos de la región. La remoción de la capa forestal deja

el suelo expuesto a la erosión, lo que incrementa la sedimentación en cuerpos de agua cercanos y afecta la estabilidad del ecosistema.

Al respecto, resulta relevante el reconocimiento que hace el Instituto Sinchi de la influencia de los proyectos de explotación de los recursos minero-energéticos, dentro de los motores de deforestación del bioma amazónico, sobre lo cual resalta:

> *"En el marco de sus estudios para estabilizar los procesos de colonización y la expansión de la frontera agropecuaria sobre los bosques amazónicos, el Instituto Sinchi ha llevado a cabo diversos estudios sobre los motores de la deforestación. En 2015, se realizó un ejercicio específico para la identificación de los motores, agentes y causas de la deforestación en el departamento del Putumayo, específicamente en el Valle del Sibundoy, abarcando los municipios de Villagarzón y Puerto Leguízamo. Este estudio permitió caracterizar los factores directos e indirectos que impulsan la deforestación en esta región. En 2016, se replicó un ejercicio similar en la zona amazónica del departamento del Meta, centrado en el municipio de Vistahermosa, para profundizar en las dinámicas de deforestación en esta área. Ambos estudios, basados en un enfoque geográfico regional, subregional y local. En estos estudios se incluyó como uno de los motores la actividad de hidrocarburos.*
>
> *El análisis de estos estudios en cuanto a causas directas de deforestación señala que los relictos de bosque están presionados básicamente por la ampliación de los pastos y cultivos y el aumento de la infraestructura minero energética en las zonas de mayor intervención. La ampliación de la infraestructura de los sectores minero y petrolero puede generar nuevas áreas deforestadas, directamente, pero también, parte de esta infraestructura, como las vías, se convierten en mecanismos de ocupación y transformación de los bosques."*

En relación con el fenómeno de deforestación que aqueja al bioma amazónico SINCHI puntualiza:

> "*En el escenario extractivista, donde se considera un incremento y consolidación de este tipo de actividades, se espera la pérdida de 4.3 millones de hectáreas de bosques amazónicos al 2040 respecto al año de referencia 2016. En este escenario, se espera que la deforestación avance cerca a los ríos Caquetá, Caguán y Putumayo, provocando que grandes bloques de bosques continuos se separaran y quedaran aislados. En la región andino-amazónica, se espera un rompimiento de grandes extensiones de bosques a lo largo de la cordillera. Esto ocasionaría que los Parques Nacionales Naturales Cordillera de los Picachos, Tinigua y Sierra de la*

Macarena se dividieran, y se interrumpiera una de las áreas más importantes de conectividad estructural entre los bosques amazónicos y andinos y de estos dos ecosistemas con las sábanas naturales de la Orinoquía."

Fragmentación

De acuerdo con un estudio realizado por el Instituto SINCHI[6]:

"Para el análisis de la fragmentación en la región amazónica colombiana se tuvieron en cuenta múltiples variables, entre las que se destaca la distancia a las áreas de explotación "recursos naturales no renovables" que incluye a la minería y los hidrocarburos. … esta variable fue importante y contribuyó considerablemente en el modelo explicativo de la fragmentación en la Amazonia (Pag. 50, SINCHI 2019b)."

Sobre la explotación de hidrocarburos el documento también menciona

"Las actividades de extracción de recursos naturales no son nuevas en la Amazonia y durante largo tiempo se dieron sin que hubiese una normatividad que las regulara, o bien esta era insuficiente para controlar de manera efectiva la actividad. En algunas zonas, la exploración de hidrocarburos funciona como vector de colonización ilegal y facilita la entrada de empresas mineras en la zona, configurándose así una sinergia entre las dos actividades extractivas y las etapas tempranas de la fragmentación del paisaje. Como se aprecia en la (Figura 49), este motor tiene entre sus causas directas la explotación de hidrocarburos y los pasivos ambientales y conflictos territoriales generados, en particular heredados por la explotación petrolera en el Putumayo, que data de los años 30, pero que tiene mayor desarrollo en la década de los 60 y 70, cuando la normatividad colombiana aún era muy débil, y por tanto no se contaba con los mecanismos de control suficientes y efectivos. La minería hoy día aún no cuenta con una regulación suficiente y efectiva, de tal forma que los pasivos ambientales y sociales siguen siendo una situación común. De igual forma, contribuye una minería artesanal muy informal y sin procedimientos claros para su formalización y el debido cumplimiento de la normatividad ambiental" (SINCHI 2019b)"

Sobre la condición de estos territorios intervenidos, el SINCHI se refiere a este fenómeno identificando la dificultad de recuperar la conectividad ecológica entre estas zonas intervenidas:

"La explotación minera y de hidrocarburos son variables que, aunque no han sido utilizadas en las evaluaciones de conectividad a nivel regional consultadas, se incluyen en la presente propuesta, como parte de los aspectos asociados a la intensidad de uso de la tierra del IEHH (Correa et. al., 2017; Etter et. al., 2006). Lo anterior, teniendo en cuenta que son uno de

los factores identificados que contribuye de manera significativa a la transformación de las coberturas en la Amazonía, afectando el grado de conectividad del paisaje. En el caso de la explotación minera, considerando que los polígonos concesionados son explotados de manera diferencial a lo largo del periodo de actividad de los proyectos extractivos existiendo áreas concesionadas, pero sin aprovechamiento presente, se consideran aquellos polígonos bajo la categoría de "en explotación", de acuerdo a la clasificación de la ANM, que son en los que se generan la mayor cantidad de actividades con impactos sobre las características del medio. En el caso de la explotación de hidrocarburos, dentro de la cartografía consultada se considerarán los elementos correspondientes a pozos en explotación. En ambos casos (minería e hidrocarburos) los polígonos en explotación se consideran con valores máximos de resistencia, y por fuera de ellos los valores de resistencia se establecen asumiendo una relación lineal de carácter inverso entre la distancia (euclidiana) a los sitios intervenidos para la explotación y la resistencia al flujo de organismos. Los valores de la matriz de resistencia resultante para ambos tipos de actividad son reclasificados para obtener tres rangos correspondientes a: Zonas contiguas, Zonas próximas y Zonas Lejanas, correspondientes a diferentes niveles de resistencia"

Impactos sobre el Ciclo Hidrológico Local

- Desecamiento y reducción de caudales: La explotación de hidrocarburos y la construcción de infraestructura (como pozos, locaciones, y carreteras) afectan el ciclo hidrológico local. La deforestación y la alteración de los cauces fluviales para permitir la construcción de infraestructuras viales y de extracción contribuyen al desecamiento de humedales y la reducción de caudales en ríos y quebradas. La menor recarga de acuíferos debido a la pérdida de bosques tropicales puede comprometer la disponibilidad de agua en la región.

-Impacto en zonas de recarga y descarga de acuíferos: Las áreas de recarga (como la formación Ospina) y las zonas de descarga de los acuíferos que se interrelacionan con los ríos Putumayo, Cohembí y San Miguel también podrían verse alteradas. Si la actividad hidrocarburífera interfiere en los procesos naturales de recarga de estos acuíferos, se podría ver afectada la disponibilidad y calidad del agua subterránea, crucial para el abastecimiento humano, agrícola y ecológico.

Afectación de la calidad del agua para consumo humano

La contaminación del agua potable, tanto superficial como subterránea, podría llevar a un deterioro de la calidad de vida de las comunidades indígenas y campesinas de la región. Los altos niveles de contaminación y la presencia de sustancias tóxicas

en el agua, como metales pesados y compuestos orgánicos, representarían un riesgo directo para la salud humana.

De acuerdo con SIAT-AC[7]:

“La principal causa que ha generado tensiones sociales ha sido la contaminación de fuentes hídricas en el Corredor Puerto Vega-Teteyé, asociadas a la actividad de explotación petrolera (Terrae, 2015) a derrames de petróleo por fallas técnicas en las operaciones (ANLA, 2011) y en algunas ocasiones causadas también por grupos armados al margen de la ley (OCHA, 2015). Adicionalmente, se ha generado contaminación de la tierra, de las fuentes hídricas, afectación a las especies vegetales y animales y a la salud humana, situación agravada por el uso de otras sustancias como ha sido el glifosato, debido a la aspersión como una estrategia para atacar los cultivos de coca para uso ilícito. Estas situaciones se han venido presentando desde hace al menos 18 años, generando contaminación de las fuentes hídricas y disminución de fuentes de agua potable. A esto se debe adicionar que se han secado y/o contaminado con crudo, más de 20 nacimientos de agua (Noticias Caracol). Dadas estas situaciones, compañías como Gran Tierra Energy entregan agua con carro-tanque a algunas comunidades, pero no es constante, por lo que esto generó un paro en el 2020 en la Vereda El Cristal (Calle, 2020).”

Migración de fauna y alteración de ecosistemas acuáticos

La alteración de las fuentes de agua y la deforestación contribuyen a la pérdida de hábitats para diversas especies animales y vegetales. La fauna acuática, especialmente los peces que dependen de las aguas de los ríos y humedales se ven afectadas por la contaminación de las aguas y la alteración de sus hábitats naturales. Esto genera un impacto directo sobre la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas acuáticos amazónicos.

En el estudio para la construcción del Sistema de Soporte para toma de Decisiones Chawar, desarrollado por el IAvH[8] (en contrato con la empresa petrolera Gran Tierra Energy), que tiene como objeto “*generar información socio ecológica de utilidad para la elaboración e incorporación de lineamientos para la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con miras a la planificación, el ordenamiento y el manejo del territorio..*” en un área que comprende varios bloques adjudicados a la empresa Gran Tierra Energy en el Putumayo, se resalta el valor que representa para la biodiversidad de estas áreas concesionadas; el estudio identificó que:

> *“3.1 Importancia del área en términos de biodiversidad La importancia de las áreas priorizadas radica tanto en el papel que estas desempeñan como conexión entre los Andes tropicales y la Amazonia como en el hecho de que*

albergan un alto número de especies, entre ellas algunas endémicas, raras y amenazadas. Adicionalmente, dichas zonas se sobreponen con otras consideradas como refugio del Pleistoceno g, incluidas como parte del refugio del Napo, el cual cuenta con una relevancia particular si miramos la biodiversidad en términos genéticos. Esta también puede ser una de las explicaciones a la alta diversidad biológica presente en la zona, que en el caso de los primates (14 especies) y las aves (800-1.000 especies) se considera como la de mayor diversidad de estas especies en el país

En relación con el análisis de sensibilidad ambiental regional la ANLA[9] encuentra que es "*predominantemente moderada, como resultado de la ponderación de los criterios de sensibilidades intermedias o por componentes: hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, geotécnico, medio biótico, medio socioeconómico y de manera transversal cambio climático y licenciamiento ambiental.*", al observar la salida gráfica que entrega la ANLA, para el Putumayo, que es el departamento que alberga la mayor cantidad de proyectos, la sensibilidad presenta las categorías Muy alta, Alta y Moderada, al respecto el reporte anual 2023 de Putumayo de la ANLA encuentra que: "*Predomina en el Bioma Amazónico la sensibilidad Moderada con un 49,45%, seguido de sensibilidad alta con un 38,24%. Lo anterior [es el] resultado de los criterios de sensibilidades intermedias, para el medio abiótico en los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, geotécnico, medio biótico, medio socioeconómico y de manera transversal cambio climático y licenciamiento…*". En el relacionado al componente biótico, según lo identificado por la ANLA, la sensibilidad predominante es muy alta, que en el informe menciona está "…*relacionado a la presencia de ecosistemas en estado crítico (CR), ecosistemas acuáticos con muy baja conectividad y muy alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera*". Algo similar se presenta en el Área de Manejo Especial de la Macarena - AMEM del bioma amazónico, caracterizada con enfoque regional por la ANLA– 2024. En el caso del departamento de Caquetá la sensibilidad general revisada en 2015 se distribuye de forma mayoritaria entre Alta-Alta y Alta-Media.

La ANLA en el Reporte de Análisis Regional Putumayo – 2023, en relación con los elementos ambientales de valor identifica "…*dos elementos ambientales de valor: Servicios ecosistémicos de regulación hídrica y purificación del agua, aprovisionamiento de suministro de agua y mantenimiento de hábitats para especies (subcuenca del río Acaé) y Servicio ecosistémico de regulación hídrica y purificación del agua y áreas de importancia en la conectividad (Subzona hidrográfica del río Mecaya) Se realiza un análisis de impactos acumulativos y/o sinérgicos sobre los VEC, determinado como potenciales categorías la alteración en la calidad del recurso hídrico superficial, la alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial y pérdida y alteración de hábitat*."

Riesgo de impacto al recurso hídrico subterráneo (fuente SGC).

La zona Amazónica colombiana cuenta con muy poca información de carácter hidrogeológico regional, la ausencia de conocimiento para poder desarrollar modelos hidrogeológicos conceptuales y la falta de estudios regionales dificultan la evaluación precisa de los impactos ambientales potenciales de las actividades extractivas por parte de las autoridades.

Por las características del territorio, los principales efectos en lo que respecta a la contaminación de suelos y acuíferos por eventualidades inherentes a la actividad, así como los impactos derivados de la inyección de aguas residuales, constituyen un riesgo en tanto que se carece de referencias apropiadas de control.

Información Geocientífica del Bioma Amazónico (tomada del SGC10)

Para el área de la región amazónica, la información generada por el Servicio Geológico Colombiano - SGC con enfoque sobre el recurso hídrico superficial y subterráneo es de carácter regional (escalas de 1:500.000). Al evaluar la vulnerabilidad geoambiental en relación con impactos ambientales al aire, suelos y aguas por la acción de las actividades extractivas; la información de ocurrencia de aguas subterráneas con la que cuenta el SGC es a profundidades muy someras. En cuanto a los levantamientos cartográficos realizados, a escalas 1:100.000 no permite identificar con precisión unidades geológicas inferiores a 200 m, lo que no permite determinar un acuífero, por lo tanto, no constituye una herramienta suficiente que permita la toma de decisiones adecuadas.

En consecuencia, de acuerdo con el SGC, el conocimiento geológico tanto del suelo como del subsuelo amazónico colombiano es insuficiente, carece de un buen nivel de detalle y representación por no tener las escalas adecuadas, además de que los estudios regionales cubren apenas el 45% de la superficie, que carece, igualmente, de un buen nivel de detalle y representación, lo que conlleva a que no se tenga de información necesaria para la toma de decisiones informadas de política pública y, por tanto, no adecuados para tomas de decisiones en gestión de aguas subterráneas, no adecuados para tomas de decisiones que no se limiten al principio de precaución.

Para la Amazonía colombiana, no se ha evaluado el patrimonio geológico y paleontológico. Apenas cuenta con dos colecciones fosilíferas en Puerto Nariño y, aunque estudios puntuales anuncian la riqueza de microfósiles, la poderosa cobertura vegetal y la dificultad de acceso, ha obstaculizado los hallazgos de especímenes que debieron quedar atrapados en un gran lago, conocido como Lago Pebas, el cual tuvo su máxima extensión hace 13 millones de años y alcanzó a cubrir un área casi del tamaño del actual territorio colombiano.

Adicionalmente, este sector cuenta con el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete que comprende alrededor de 42.680 km2 de los departamentos de Guaviare y Caquetá, el cual, por ley, es una zona de protección. El potencial de este parque para constituirse como objeto de patrimonio geológico es evidente dado sus particularidades geomorfológicas, marcadas por la existencia de rocas sedimentarias subhorizontales con fracturas subverticales, con influencia kárstica debido a la acción de la química levemente ácida de las aguas lluvias a lo largo de millones de años sobre rocas predominantemente arenosas cementadas con sílice.

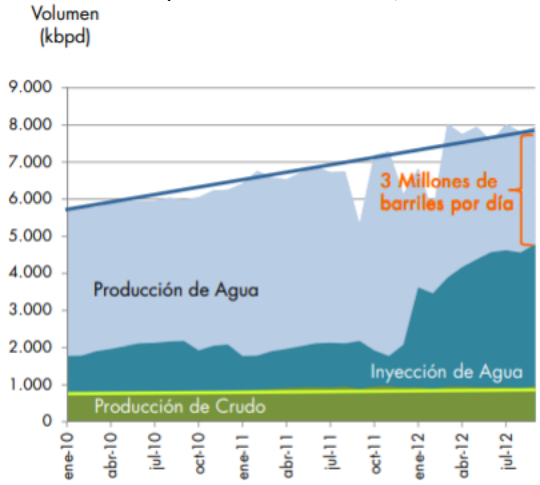
Por otro lado, se tienen estudios de línea base de sismicidad, que permiten identificar el nivel de sismicidad natural y antrópico, hasta la fecha la entidad no ha registrado eventos de sismicidad inducida por la actividad del sector hidrocarburos en esta área.

Riesgo de contaminación de Acuíferos

- Reinyección de aguas residuales al subsuelo: la asociación Colombiana de Petróleos – ACP, 2019[11] menciona que en el país por cada barril - Bbl de petróleo producido en el territorio nacional, se generan 13 Bbl de aguas de producción.

Los campos que hacen parte del Piedemonte Amazónico adolecen de altas tasas de producción de agua, de acuerdo con la ANH se tiene cortes de agua del 90% en promedio; así lo corrobora Ecopetrol[12] que, para la regional Sur informa se reinyecta el 93% del volumen de fluidos producido (agua, gas, petróleo).

Figura 97. Tasas de corte de producción de fluidos, sector hidrocarburos (país)

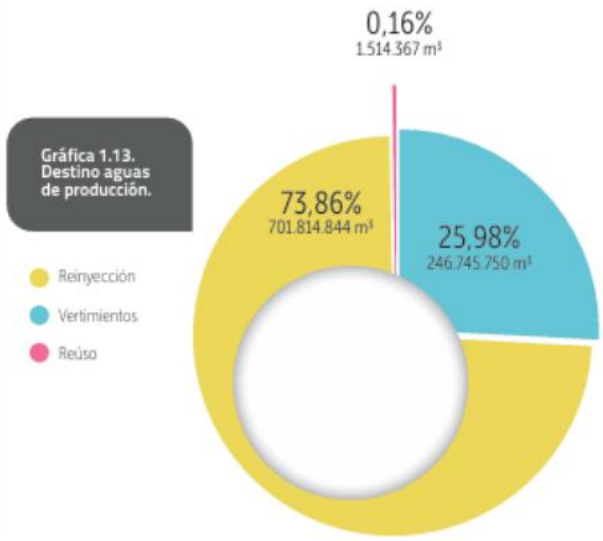


Fuente: Tomado de MinMinas- ANH, 2014 / Acipet, 2013

En ese sentido, uno de los impactos críticos en la región amazónica, derivado de las actividades del sector, es la necesidad de gestionar estas aguas producidas, sea en vertimientos en cuerpos hídricos superficiales, suelos o la reinyección de aguas al subsuelo, práctica común en la industria de hidrocarburos para la recuperación

mejorada (incrementar la producción de hidrocarburos) o para la disposición final. El destino de estas aguas de producción, de acuerdo con ACP (2019[13]) es un 73.9% para reinyección (de los cuales 20% es para Recuperación mejorada y 80% para Disposición Final) , 25,98% para vertimientos y tan solo un 0.16% es reusada.

Figura 98. Destino aguas de producción.



Fuente: ACP, Informe de desempeño Ambiental 2016-2019

Riesgos asociados a la inyección o reinyección para recuperación mejorada o disposición final del agua residual.

- Alteración de la dinámica de los acuíferos y su disponibilidad: La inyección de aguas residuales puede generar una filtración de estos contaminantes a través de formaciones geológicas que conectan acuíferos superficiales y profundos. Esta contaminación transfronteriza entre acuíferos podría afectar fuentes de agua potable y de riego, ampliando el impacto sobre los ecosistemas y las comunidades cercanas a las zonas de extracción.
- Alteración de la calidad del agua: La alteración de los acuíferos y las fuentes de agua superficiales (como ríos y quebradas) debido a la inyección de aguas residuales puede dar lugar a una disminución de la calidad del agua, aumentando los niveles de salinidad, metales pesados, sustancias tóxicas y materia orgánica, lo que impacta negativamente la salud de las comunidades humanas y animales que dependen de estos cuerpos de agua. De acuerdo con el mencionado informe del SGC[14], en la revisión de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) se ha evidenciado reinyección al subsuelo de aguas altamente tóxicas.

Para el corredor Puerto Vega -Teteyé, en jurisdicción del municipio de Puerto Asís, el SGC se encuentra adelantando dos estudios:

- *(1) Caracterización de los Contaminantes orgánicos e inorgánicos de las cuencas hidrográficas del corredor Puerto Vega- Teteyé, Puerto Asís, Putumayo.*
- *(2) "Diagnóstico de información para estudios de geología médica en el Corredor Vial Puerto Vega-Teteyé"*

Es de resaltar que con base en estos estudios, con algunas aproximaciones que pueden dar cuenta conceptualmente, señala el SGC, se ha identificado la materialización del riesgo de contaminación, que las áreas intervenidas por el sector hidrocarburos, presentan suelos con pH más ácidos que las zonas no intervenidas, por lo que hay un riesgo de acidificación de los cuerpos de agua en las zonas con actividad y en hidrogeoquimica, así como de liberación, movilización y dispersión de elementos potencialmente peligrosos como arsénico, cadmio y plomo, entre otros, con afectación al ecosistema y la salud de las poblaciones expuestas.

Lo anterior se plantea, puede deberse a que dichas actividades extractivas han potenciado la exposición y subsecuente meteorización de minerales acidificantes contenidos en las rocas de la región, así como la liberación y oxidación de materia orgánica (de los hidrocarburos) que, a su vez, favorece la formación de complejos organometálicos con efectos ambientales desconocidos.

El riesgo de derrame de hidrocarburos en las actividades de explotación y transporte del sector de hidrocarburos.

Los derrames y o pérdidas de contención en las actividades del sector de hidrocarburos son inevitables, el índice de siniestralidad de la actividad de la industria de hidrocarburos en Colombia muestra que se presentan al año en promedio 427 derrames operacionales de la industria de extracción de hidrocarburos y 18 provienen por contingencias en el transporte por carro tanque[15], sin contar con los eventos de derrames provocados por actos de terceros voluntarios, que agravan de forma ostensible esta situación.

Sobre esta base, se puede considerar inevitable o inherente a la actividad el derrame de hidrocarburos en una etapa de explotación, de manera que los problemas en superficie pueden abarcar el tratamiento y recuperación de áreas que se estima DAASU para el área en hasta de 4 hectáreas año, que puede resultar complejo en áreas inundables.

Los derrames de petróleo ya sean operacionales o generadas por acciones de terceros intencionados, ponen en peligro la salud pública, afectan el recurso hídrico, el suelo, devastan los recursos naturales y perturban la economía local. Los derrames de hidrocarburos tienen un efecto marcadamente negativo en la fauna,

flora y servicios que brinda la naturaleza del área afectada, razón por la cual a la industria petrolera se le exigen altos estándares en la gestión ambiental de los proyectos y deben formular planes de contingencia específicos para la explotación y el transporte de hidrocarburos. Al ser el petróleo una sustancia peligrosa y desarrollarse las labores en áreas con una alta sensibilidad ambiental, la problemática es mayor y se deben entonces adoptar todas las medidas posibles para evitar que este tipo de fenómenos se materialice.

Contaminación de Suelos

-Derrames de petróleo y residuos industriales: Las perforaciones y actividades de extracción de hidrocarburos en la región generan derrames de petróleo y afectaciones asociadas a la gestión de otros residuos contaminantes.

De acuerdo con información consultada, en derrames de hidrocarburos

"*Los compuestos orgánicos ligeros como gasolinas, aceites y petróleo crudo tienden a formar una capa en forma de nata en el nivel freático y se mueven horizontalmente en dirección al flujo del agua subterránea. Los compuestos orgánicos densos, migran hacia la base del acuífero creando una columna a partir de la cual pueden moverse en dirección del flujo del agua subterránea, contaminando así el acuífero en toda su profundidad.*

La presencia de contaminantes en el suelo se ha conceptualizado a través de observaciones indirectas que indican la acumulación de los contaminantes orgánicos en asociación con adsorbentes naturales (Luthy et al. 1997), estableciéndose los siguientes procesos: absorción a la materia orgánica en forma, amorfa o natural o en líquidos de la fase no Acuosa (LFNA), condensada o en polímeros o residuos de combustión, adsorción a superficies orgánicas húmedas (hollín, adsorción en superficies minerales (cuarzo) y adsorción dentro de los micro poros o en minerales (zeolitas).

Elías Munguía y Martínez (1991) en SEMARNAP (1996), concluyeron que las propiedades físicas del suelo más afectadas por derrames de hidrocarburos son:

- *La estructura del suelo debido a la ruptura de los agregados*
- *Aumento de la retención del agua en la capa superficial*
- *El potencial hídrico*

Probablemente el componente más importante del suelo en relación con la persistencia de sustancias tóxicas es la arcilla. La persistencia aumenta cuanto más pequeñas son las partículas debido a que aportan un área superficial mayor para la adsorción de los productos químicos.

Las propiedades químicas del suelo más afectadas por un derrame de hidrocarburos son:

• *Aumento de carbono orgánico, ya que el 75% del carbono del petróleo crudo es oxidable*
• *Disminución del pH, debido a la acumulación del carbono orgánico y generación de ácidos orgánicos*
• *Aumento del manganeso y hierro intercambiable*
• *Aumento del fósforo disponible (SEMARNAP 1996).*

Los efectos tóxicos de los hidrocarburos en el ambiente dependerán de:

• *La cantidad y composición del petróleo*
• *La frecuencia y tiempo de exposición*
• *El estado físico del derrame*
• *Las características del sitio donde sucedió el derrame*
• *Variables ambientales como temperatura, humedad y oxígeno*
• *El uso de dispersantes químicos (está restringido su uso)*
• *La sensibilidad de la biota específica del ecosistema impactado (SEMARNAP 1996*

Los derrames de petróleo afectan directamente los suelos, alterando su estructura y composición química. El contacto con el petróleo puede llevar a la alteración del pH y a la disminución de la fertilidad del suelo, afectando su capacidad para sustentar vegetación y alterando la biodiversidad local.

-Gestión inadecuada de residuos sólidos y lodos: La disposición inapropiada de residuos químicos, los fluidos y cortes de perforación generados en las actividades durante la construcción de pozos, pueden contaminar los suelos cercanos. Esta contaminación tiene impacto en el medio biótico, afectando no solo a la flora local, sino que también puede ser transferida a la fauna, impactando la cadena alimentaria.

Actos ilegales de terceros sobre el transporte por ductos en nuevas áreas

Los fenómenos de atentados contra la infraestructura petrolera en el país se han incrementado significativamente en los últimos años, producto de que los grupos al margen de la ley ya no solo se desarrollan actos terroristas contra la infraestructura, sino que se han incrementado los fenómenos de apoderamiento ilegal de hidrocarburos y de desarrollo de actividades ilícitas de procesamiento del crudo hurtado, en las denominadas refinerías ilegales.

El desarrollo de nuevos proyectos de hidrocarburos en el Bioma Amazónico debería considerar estos riesgos que se pueden materializar con una alta probabilidad, debido al fortalecimiento de los grupos al margen de la ley en zonas alejadas de los centros urbanos del país, a los fenómenos de apoderamiento de crudo que se viene presentando en el departamento del Putumayo, a la proliferación de refinerías

ilegales en las áreas donde se explota y transporta el hidrocarburos en el Putumayo y a la proliferación de los cultivos de hoja de coca, que en el país se benefician del hidrocarburos procesado ilegalmente.

Al desarrollarse nuevos proyectos de explotación de hidrocarburos en el Bioma Amazónico, estos proyectos muy probablemente se puedan ver afectados por las referidas actividades ilegales, dada las dificultades que ha tenido el gobierno en su conjunto para controlarles y minimizarlas en las áreas donde se han manifestado de manera más evidente, como lo son en el Oleoducto Transandino y el Oleoducto Caño Limón Coveñas. En el caso, el petróleo que se produciría eventualmente en el Bioma Amazónico, en su mayoría se transportaría por los referidos oleoductos, lo que agravaría la situación de riesgo para los ecosistemas en las áreas de producción y de transporte.

Se debe considerar en relación con las actividades ilegales que, en particular, las pérdidas generadas por acciones de terceros, ya sea por atentados contra la infraestructura, las acciones de apoderamiento de hidrocarburos que generan frecuentes derrames en el desarrollo de sus labores clandestinas y en particular las labores de refinamiento ilegal del hidrocarburo generan una grave afectación a los ecosistemas y a los recursos naturales de las áreas donde se desarrollan.

En desarrollo de las labores ilegales de apoderamiento de hidrocarburos, se suceden frecuentemente derrames y fugas tanto en el punto donde se ubican las válvulas ilegales, como a lo largo de la conducción a los puntos de recolección o de procesamiento ilegal de los hidrocarburos, como en desarrollo de las actividades de procesamiento ilegal, producto del uso de material e infraestructura inapropiados para la conducción y almacenamiento del crudo.

Los derrames de hidrocarburos durante el procesamiento ilegal de hidrocarburos, tienen una particular incidencia negativa en el recurso hídrico, ya que la infraestructura ilegal habilitada debe ser ubicada cerca a una fuente de agua, dada la demanda del recurso que se tiene para adelantar el proceso de enfriamiento en la actividad de refinamiento, lo que sumado a los permanentes derrames propios de manejar una sustancia peligrosa en actividades clandestinas, que no cumple los requerimientos para su manipulación y almacenamiento, tiene una afectación directa y significativa en la comunidad del área donde se desarrollan este tipo de actividades ilegales, no solo hay afectación y disminución de las actividades de pesca, sino que limita el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en desarrollo de sus actividades diarias, adicional, a los impactos directos en la salud con causa en los contaminantes propios de los hidrocarburos. El proceso de refinamiento ilegal genera un volumen significativo de residuos peligrosos, ya que

solo se aprovechan los hidrocarburos más livianos, los más pesados se descartan en el entorno de las facilidades ilegales habilitadas (alrededor del 30 %).

Estos derrames no son atendidos por las personas que realizan esta actividad ilegal y los hidrocarburos terminan por afectar tanto el recurso hídrico superficial como el subterráneo, generan contaminación de los suelos y afectación de la fauna, flora y a la biodiversidad de las áreas donde se suceden. Actualmente, tampoco son atendidos por el responsable de la infraestructura o el propietario de la sustancia, que se limitan a reparar la infraestructura que interrumpe el flujo y la limpieza de las áreas aferentes al ducto.

En caso de que el gobierno no pueda garantizar la seguridad de las actividades industriales del sector hidrocarburos, es necesario revisar la pertinencia que se desarrollen estas actividades en áreas sensible como el bioma amazónico.

Gobernabilidad de los proyectos de hidrocarburos que se desarrollan al margen de una institucionalidad adecuada

Articulación entre el Sector petrolero y los Entornos Locales[18]

> *En la realidad de las regiones colombianas son pocos los casos donde puede existir una articulación entre el sector y los gobiernos o entidades locales. Esta situación encuentra razones desde legales y jurídicas … …; como de conflictos de intereses, que surgen cuando el sector actúa o participa en los procesos de ordenamiento. Sin embargo, a nuestro juicio la poca articulación es interpretada a través de la yuxtaposición de intereses del propio Estado, quien por un lado genera instrumentos de limitación del territorio contenidos en los POT, basados en argumentos de carácter ambiental o étnico, pero por el otro lado presiona para que este tipo de situaciones se levante ante circunstancias especiales o autorizadas.*
>
> *Un ejemplo de ello es el traslapo entre el decreto 2201 y los POT, cuando el Estado estableció que los planes, planes básicos o esquemas de ordenamiento territorial de los municipios y distritos reglamentados por la ley 388/97 en ningún caso serán oponibles a la ejecución de proyectos, obras o actividades consideradas de utilidad pública e interés social.*
>
> *Estos proyectos, obras o actividades considerados de utilidad pública e interés social, según el Decreto 2201 del 2003, cuya ejecución corresponda a la Nación, podrán ser adelantados por ésta en todo el territorio nacional, de manera directa o indirecta a través de cualquier modalidad contractual, previa la expedición de la respectiva licencia o del correspondiente instrumento*

administrativo de manejo y control ambiental por parte de la autoridad ambiental correspondiente. De igual manera, se podrán ejecutar los proyectos, obras o actividades que sean considerados de utilidad pública e interés social que no requieran de la obtención previa de licencias o demás instrumentos administrativos de manejo y control ambiental.

Estas condiciones han generado de alguna manera polarizaciones dentro del mismo Estado, que han ocasionado que se dificulte una articulación, que permita al sector hacerse partícipe en el ordenamiento territorial de aquellas zonas con presencia de áreas de interés, donde tanto el sector como el Estado de manera previa puedan establecer condiciones de prevención y manejo de efectos territoriales, los cuales históricamente se han presentado, como los casos de los Municipios petroleros del Casanare o el Meta.

La gobernabilidad local19

La actividad petrolera y el proceso de descentralización han sido dos procesos simultáneos y rápidos, que se impusieron sin antecedentes en algunos territorios. La gestión de un municipio o de un departamento requiere tiempo, experiencias, errores, planes, mejoramientos progresivos… Un municipio o departamento es una entidad que se construye poco a poco, no se decreta, sobre todo requiere una población que participe con sus propias expectativas. La creación de una entidad político-administrativa no se hace solamente desde arriba, por la voluntad del Estado, sino también desde abajo, por la contribución de sus habitantes. Pero este segundo aspecto es mucho más lento y complejo que el primero. Se requiere una toma de conciencia, por parte de la población, de la realidad colectiva y de la necesidad de establecer un proyecto colectivo, de construir una historia común. Es contrario al sentimiento de efemeridad que se ha impuesto con el boom petrolero. Las temporalidades de la institucionalización de un ente territorial y del petróleo no funcionan de manera sincronizada sino en desfase. (Gouset, Fournier.2000)

Después de lo expuesto, se demuestra como en Colombia es complejo y poco eficiente el sistema de planificación y coordinación interinstitucional en general, y específicamente, en lo que compete a los desarrollos sectoriales del petróleo. En muchas ocasiones no tiene en cuenta las prioridades y los intereses de las autoridades y los líderes locales para lograr mejorar el impacto de la industria petrolera en las dimensiones económicas, sociales y ambientales. El modelo institucional sigue siendo centralista y esto dificulta una mejor relación, la toma de decisiones ágil y pertinente y un conjunto de

acciones que de manera mancomunada permitan un desarrollo sectorial adecuado en un contexto de desarrollo local sostenible.

Aspectos culturales de la entrada de los proyectos de hidrocarburos en presencia de comunidades étnicas

-Alteración de la estructura social y económica: Las actividades extractivas tienden a alterar la economía local, afectando las formas de vida tradicionales de las comunidades indígenas. La construcción de infraestructura vial y el aumento de la población migrante en la región pueden causar conflictos sociales y culturales, además de cambios en la dinámica económica local. Un estudio[20] menciona que "*Los impactos sociales tienen que ver con la colonización de una amplia franja del piedemonte amazónico en el Putumayo y la Baja Bota Caucana, favorecida por las carreteras construidas por las empresas petroleras; este apoyo indirecto a la colonización favoreció el interés del Estado colombiano por impulsar la colonización amazónica como fórmula para descongestionar las regiones andinas afectadas por el conflicto político entre los partidos tradicionales y por la insuficiencia del minifundio campesino y el resguardo indígena"*

Diversidad sociocultural en las áreas de influencia sectorial21.

La historia de la actividad de hidrocarburos está estrechamente relacionada con la afectación a las comunidades indígenas, sin embargo, este es uno de los impactos menos difundido públicamente en Colombia, hasta que se dio el caso de los U´wa, con el cual se puso sobre el tapete la problemática existente entre minorías étnicas, medio ambiente y petróleo.

A lo largo de la geografía nacional, e incluso mundial, hay una superposición entre petróleo y ecosistemas sensibles, donde tradicionalmente habitan minorías étnicas… Desde comienzos del siglo XX las actividades del sector han sido atractivas para los flujos migratorios que llegan colonizar zonas….

Sin embargo, estos flujos han generado procesos de cambios en patrones culturales y territoriales, arrojando a estas minorías étnicas a la marginalidad y aumento en condiciones de pobreza; entre los casos más notorios se señalan los Bari en el Catatumbo, los Zenú de Córdoba, las etnias Inga, kofán, Siona, Huitoto y Coreguaje en el Putumayo, los Sáliba en el Casanare y los Nukak en el Guaviare y U'was (o tunebos) de Santander y Boyacá.

De acuerdo con el mapa oficial del IGAC, donde se encuentran localizadas las comunidades étnicas de Colombia, en el país hay 475 Resguardos que se extienden en 29.200.244 hectáreas. Así mismo, se relacionan 146 Titulaciones de comunidades negras, con una población aproximada de 321.298 habitantes que están ocupando 4.664.433,740 hectáreas.

Con relación a la población indígena, de acuerdo con el último censo Oficial (DANE 2005) en Colombia viven 81 pueblos indígenas, que comprenden 1.378.884 personas, lo que corresponde al 3,4% de la población total. Estos pueblos se encuentran en regiones tan diferentes como los Andes, las selvas de la Amazonía y del Pacífico, los llanos orientales o la península de la Guajira. De esta población, el 80%, está en la zona andina y en la región del Pacífico. Cada uno de estos pueblos indígenas tiene particularidades culturales, que determinan su cosmovisión y modos de organizar su vida social, política y económica, diversidad cultural que se refleja en la existencia de más de 64 idiomas y de una gran variedad de formas dialectales que se agrupan en 13 familias.

Deterioro de la salud ambiental (humana)22

En la mayoría de las regiones petroleras del país el deterioro de la salud de la población está relacionada con la inadecuada o inexistente infraestructura en saneamiento básico, las malas prácticas agropecuarias y el uso de agroquímicos, lo que aunado incide en el deterioro de la calidad del aire, suelo y agua. Además, con la industria petrolera surgen otros factores que acentúan esta problemática, generando factores de riesgo adicionales para la población o potenciando los ya existentes, derivado de los inadecuados manejos de las actividades (directas o indirectas como voladuras de oleoductos) y de la atracción de población flotante.

Como ya se vio, los flujos migratorios atraídos por la actividad inciden en el deterioro de la salud de las comunidades receptoras. Por otro lado, de acuerdo a lo manifestado por varias organizaciones sociales nacionales e internacionales, a la actividad petrolera se le atribuyen importantes afectaciones en la salud de las poblaciones de su área de influencia directa, derivadas de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos producidos especialmente en la perforación de pozos, derrames del crudo y en las refinerías… pudiendo ocasionar enfermedades del sistema respiratorio, de la piel, gastrointestinales, del sistema nervioso, problemas en la gestación, malformaciones, enfermedades congénitas e incluso varios tipos de cáncer .

Si bien la actividad petrolera ha apoyado a las administraciones locales en el proceso de mejoramiento de la infraestructura, la dotación, recursos humanos y programas en salud, los municipios petroleros muestran unas estadísticas de cobertura y calidad con altos déficits, situación debida en parte a la constante movilidad de población; siempre hay gente nueva que genera una demanda creciente del servicio, esto sin entrar a analizar el déficit creado por las administraciones con el uso inadecuado de los recursos

disponibles para este sector. A esta situación se suma el que en las zonas productoras de petróleo es mucho más alta la proporción de población afiliada al régimen subsidiado en salud que al régimen contributivo, implicando unas mayores necesidades de inversión de las administraciones municipales, que usualmente no se presentan, dando como resultado la agudización de los problemas de salud.

Cambio en los patrones culturales23.

Al analizar la injerencia del boom petrolero en los aspectos culturales de las regiones donde tiene presencia, se deben considerar los siguientes aspectos del contexto nacional en el cual se desarrolló:

A. Desde la década de los 50 se venía realizando una colonización agraria que se extendió hasta finales de los 70. En el 80 y los 90 se da el boom petrolero pasando de un problema agrario no resuelto a procesos de urbanización que tampoco tuvieron y han tenido adecuada respuesta por parte del Estado. De esta manera, los campesinos quedan desruralizados y semiurbanizados con un Estado ausente y débil, permitiendo imponer la violencia y el desgobierno; el resultado es el tránsito de una sociedad eminentemente rural a una urbanizada que se han mezclado en un continuo atraso-modernización .

B. El boom petrolero, se dio simultáneo con otros cambios territoriales como la crisis agropecuaria, la agudización de la violencia, la descentralización y la departamentalización de 1991. A lo que se suma la globalización de todas las esferas de la sociedad, incluyendo la cultural. Si bien la sociedad no es un conjunto coherente ni homogéneo sino una yuxtaposición de grupos y clases con estrategias y aspiraciones divergentes, lo cierto es que en Colombia las regiones petroleras se han vuelto sociedades más fragmentadas, donde coexisten en un mismo lugar referentes temporales, sociales y culturales diferentes.

En Colombia, al igual que en todo el mundo, la fiebre del petróleo transformó la vida de sus gentes, en especial de sus campesinos, quienes abandonaban el campo y sus cultivos para ir tras los campos petroleros; detrás de los hombres llegaban sus mujeres e hijos, quedando los viejos al frente de las actividades agropecuarias, las artesanías y modestas industrias que se habían venido consolidando y que hoy se han perdido en gran parte. Esto se hace evidente en hechos como que en Casanare la explotación petrolera y en general la minería representaba un 24% del producto departamental en 1985 y siete años después su participación en el PIB se aumenta a 45%. En consecuencia, el sector agropecuario decrece de 53% a 28%,

respectivamente. Por su parte en Arauca, el peso del sector agropecuario se redujo hasta llegar al 7.9% en 1993 mientras que el sector minero llegó a generar el 72% del producto interno bruto seccional.

Los movimientos poblacionales que usualmente van detrás de la actividad petrolera han provocado importantes cambios en los patrones culturales de las poblaciones receptoras. Si bien el cambio de mentalidad del campesino tradicional a una mentalidad más urbana es difícil de evitar en un mundo globalizado como el nuestro, si se puede afirmar que, en países como Colombia, la industria petrolera aceleró este cambio de mentalidad y aportó, directa e indirectamente, a la ruptura del equilibrio de las formas de relación ser humano-naturaleza establecidas durante siglos por algunas comunidades campesinas.

El campesino tenía organizado su mundo en una comunidad de intereses vecinales o veredales, articulados autónomamente al municipio. Los lazos familiares, de vecindad y solidaridad posibilitaban los trabajos comunitarios en mingas, estrategia que permite superar el problema de la imposibilidad de pagar mano de obra para realizar los trabajos de siembra y cosecha, así mismo se asegura entre familias y vecinos el trueque de productos para garantizar la seguridad alimentaria.

Por otro lado, la forma de relacionarse con el entorno permitía a los campesinos, al igual que los indígenas, poseer un conocimiento de la biodiversidad del territorio, que usaban racionalmente para la sanación física y espiritual y para el sustento familiar, conocimiento que se va perdiendo con la colonización, el abandono de la tierra, el uso irracional de los recursos, el contacto con otras visiones del mundo y el cambio generacional.

La vivencia de elementos como el territorio y la temporalidad, en el campesino tradicional de las zonas de llanura y pie de monte, se desenvuelven en un espacio de referencia limitado, enmarcado en una relación con el entorno de profundo afecto y una inscripción en el tiempo de larga duración, diferente al foráneo cuya relación con el territorio es utilitarista y de corto plazo.

Pérdida de territorios ancestrales y de identidad de la población indígena24.

Es indiscutible que la actividad ingrese a zonas o espacios étnicos, no solo por su presencia espacial en el suelo colombiano, sino que también influye, la política del estado colombiano frente a la necesidad de explotar los recursos naturales que se encuentren bajo su tutela.

A su vez la entrada o presencia de actividad petrolera en este tipo de territorios, ha supuesto una fuerte sindicación de esta, por los efectos

negativos que ha mostrado la evolución histórica tanto de los territorios como de sus ocupantes. Sin embargo, … …en esta situación se debe considerar el contexto macro-económico del país, en el sentido de incorporar en los anaqueles del análisis, que el estado colombiano durante las décadas de los 50 a los 70, generó fuertes políticas de colonización sobre los territorios denominados nacionales, los cuales comprendían los llanos y la amazonía, situación que tuvo efectos adversos sobre las etnias y sobre la biodiversidad. Un ejemplo de estos efectos de la política, que ayuda a ilustrar el tema, es el caso del Putumayo en la década del 60. En el censo realizado por el DANE en 1956 se separan por primera vez los datos de Puerto Asís de los de Mocoa. La población de Puerto Asís para este año era de 300 habitantes. El siguiente censo realizado en el año 1964 mostró una población de 2902 habitantes de los cuales 2349 eran inmigrantes. En 8 años la población se multiplicó 9,7 veces, con un crecimiento geométrico promedio anual de 372% .

Sin embargo, la actividad petrolera por sí misma no genera los efectos adversos como se afirma en diferentes documentos, pero ella de manera agregada si es un fuerte incentivo para los flujos migratorios, que a la final se convierten en el canal conductor de las afecciones tanto para los pueblos como para el territorio.

Se presenta a continuación un recuento de sucesos que muestran como de manera agregada la presencia de actividad petrolera ha podido generar fenómenos de reducción y problemas de identidad y cultura en los pueblos indígenas, de acuerdo con lo expuesto en el texto titulado El precio del petróleo de Guillaume Fontaine:

Los inicios de las actividades petroleras en Colombia se dan en 1905, bajo la Presidencia de Rafael Reyes. El escenario de esas primicias fue la región del Norte Santander y Barrancabermeja (ex Infantas), en el Magdalena. De pronto, estas operaciones despertaron el interés de Internacional Petroleum Company, filial de Standard Oil of New Jersey, sitios donde estaban localizadas comunidades indígenas.

La segunda etapa fue por el contrato aprobado mediante la ley 80 de 1931, donde a tenor literal en la cláusula 19 de este contrato se decía ¨El gobierno prestará a las compañías contratantes la protección debida para prevenir o repeler la hostilidad o los ataques de las tribus de motilones o salvajes que moran en las regiones que hacen parte de los terrenos materia de este contrato, lo que hará por medio de cuerpos de policía armada o de la fuerza pública en cuanto fuere necesario¨

En la década del sesenta, ingresó una de las compañías petroleras al Putumayo, donde la población de este departamento no superaba los 20.000 habitantes, entre los cuales 18.000 eran indígenas (inga, cofán, siona, huitoto y correguaje). En 1973, la colonización alcanzaba el 60 ó 70% del territorio indígena, generando que los cofán y los inga fuesen desplazados o inmersos dentro de la colonización realizada. En la década del ochenta, una de las empresas operadoras ingresó en la región de Orocué (Casanare), donde los Sáliva todavía no habían legalizado su territorio, generándose un desplazamiento de esta comunidad. y fueron expulsados del área.

El balance de la actividad petrolera muestra cifras que evidencian una serie de fenómenos que son claramente relacionables con la pérdida de identidad (por el ingreso de distintos tipos de vida en el área) y reducción de los territorios y de su población endémica. Según los datos reportados, contrastados con los informes del DANE entre 1956 a 1993, la población indígena ha decrecido en 54% y en cambio, la población mestiza ha aumentado en un 155%. Estas condiciones claramente evidencian que existe una posible correlación con la llegada de colonos atraídos con la actividad petrolera, entre otras actividades y problemáticas existentes en el país. El caso más estudiado en este sentido es de las etnias en Arauca, el cual muestra que con la apertura de la frontera de colonización se presentó una emigración masiva, de tal modo que la población superaba los 137.000 habitantes en 1993 (contra los 107.000 en 1987), de los cuales apenas la cuarta parte eran originarios del departamento (DANE, 1993), donde la población u´wa por ejemplo pasó de 7.235 en 1987 a 5.731 en 1993.

Deterioro de la calidad de vida de las comunidades indígenas25.

Uno de los principales impactos que se generan por la actividad petrolera es la colonización que viene detrás de las trochas y vías construidas por las sísmicas y la construcción de oleoductos; con esta colonización se acabaron los bosques para ampliar la frontera agropecuaria, dando el origen a varios pueblos y caseríos que modifican completamente el hábitat de las comunidades indígenas.

Con la colonización también llegan la ganadería, los cultivos ilícitos y la economía ilegal que acentuaron la problemática de estas comunidades, siendo otro factor de desplazamiento y cambios en los patrones culturales de la población y de deterioro ambiental de sus territorios .

Este fenómeno (aunque no directamente atribuible al sector), produce un deterioro de la calidad de vida de las comunidades indígenas, por lo cual es

señalado como uno de los impactos agregados más relevantes de la actividad petrolera.

En estas condiciones se considera que es válida la presunción sobre la modificación del entorno de los pueblos indígenas que ha supuesto, entre otros, un abandono de prácticas tradicionales económicas, incorporación al mercado de trabajo formal, pérdida de valores de cohesión de grupo. Para fundamentar esta afirmación se recogieron de diversos textos consultados las siguientes evidencias confirmatorias:

La alteración de las condiciones naturales de las aguas de los ríos y los cambios introducidos a ecosistemas terrestres, generaron una completa transformación alimentaria a las comunidades, que, al no disponer de la caza, la pesca, las semillas y la recolección, empiezan a sufrir de desnutrición, que los acorrala y encierra en sus tierras.

Uno de los casos más representativos de esta situación se dio en Arauca con la "Laguna del Lipa", un Gran Santuario del Espacio Cósmico y Centro de Reproducción Cultural y Espiritual de los Guahibos, los Macagüanes, Betoyes y otros pueblos indígenas vecinos. Esta zona era la base de la mayor fuente alimenticia representada en una gran riqueza y biodiversidad de peces, aves, animales de hábito acuático, terrestre y arborícola, junto al majestuoso bosque de galería, rico en biodiversidad. Además, estaban las áreas inundables, esteros y caños aledaños a la laguna que constituían el nicho ecológico de estas especies cubriendo en su totalidad una extensión superior a las 100.000 hectáreas. Junto a estas se encontraban las 715.000 hectáreas de bosque que formaban parte de la Reserva Forestal y Ecológica del Sarare, de igual riqueza en biodiversidad vegetal y animal. Esta laguna fue afectada por el vertimiento a sus canales del agua de formación de la actividad petrolera y con ella toda la oferta alimentaría que antes abastecía a miles de indígenas.

a) Abandono actividades económicas y prácticas tradicionales

La pérdida de los recursos del bosque y de la fauna, obligan al indígena a sembrar nuevos productos y entrar en las presiones del mercado obligándolo a vender su fuerza de trabajo.

Por otro lado, la sugestiva sociedad de consumo que invade sus territorios y que genera la pérdida de las prácticas tradicionales del manejo del entorno y la desaparición de valiosas tradiciones que alimentaban la cohesión del grupo, llevando, especialmente a los jóvenes, a cambiar sus patrones de comportamiento por los de la sociedad que ha colonizado sus tierras. La drogadicción, el alcoholismo y la prostitución se derivan de este impacto.

b) Desintegración Cultural

Uno de los choques más fuertes que se da entre la actividad petrolera y las comunidades indígenas son sus diferencias en la cosmovisión del mundo y la valoración del territorio. Mientras para la cultura occidental el territorio se valora en términos económicos, para las culturas indígenas forma parte integral de lo que son como pueblo y como seres humanos; a través de él median entre lo material y lo espiritual. El territorio es parte integral de la naturaleza, donde no solo se encuentran los recursos materiales que requieren para su mantenimiento físico, recursos que son aprovechados teniendo en cuenta los ciclos de la misma naturaleza, sino donde también están los espíritus de sus muertos y los espíritus sagrados, que les dan la fortaleza espiritual, el conocimiento y la sabiduría necesarias para vivir, defenderse de otro tipo de amenazas del medio y para solucionar los problemas y conflictos de su pueblo. De esta manera, la pérdida del territorio no solo representa la indefensión física de donde vivir y que comer, sino que implica una horfandad espiritual que deja a los pueblos indígenas sin herramientas para defenderse de una cultura que además de desconocer y subvalorar su cultura, lo aparta con violencia de lo que por siglos ha sido de su pueblo.

La desintegración cultural de las comunidades indígenas se gesta desde dos ejes principales: la pérdida del equilibrio de su mundo y la introducción de patrones de otras culturas.

Para los indígenas, el equilibrio del mundo depende de las relaciones de correspondencia que se entretejen entre el medio natural y el medio social. Por esta razón, la protección ambiental siempre fue un asunto importante para los Shamanes y ancianos, cuya sabiduría y rituales daban consejos y recomendaciones tanto en pesca como en la caza. La gente nativa recorría su territorio para mantener y comprender su área, los lugares en los cuales podían cazar y en los que no podían por la presencia de animales jóvenes o en tiempo o lugares de reproducción. Con la llegada de compañías petroleras las fronteras fueron violadas, y extraños ingresaron a los territorios tradicionales generando tal desequilibrio que fue casi imposible mantener la sabiduría tradicional por las detonaciones, los helicópteros y las obras, que alejaron a los espíritus, alteraron los hábitos de los animales y en general los ciclos de la naturaleza y con esto las fuentes de abastecimiento material y espiritual.

Otro de los cambios importantes se produce en la imagen del "hombre", en los conceptos de desarrollo, bienestar y progreso que las compañías traen consigo, y que van permeando la cultura de los pueblos indígenas, en

especial de las nuevas generaciones, produciendo una especie de "transplante en la estructura cultural"; cambios que han creado conflictos al interior de las comunidades y han determinado la relación o dependencia de estas comunidades de las compañías petroleras. "Hasta el momento, se ha implementado una política errónea de concebir el desarrollo indígena desde la perspectiva del Estado y las empresas petroleras, lo que ha generado dependencia y paternalismo en las comunidades indígenas. Esto ha hecho que vivan en una condición de vulnerabilidad por estar presionados para ser incorporados en un proceso de desarrollo que no es el de ellos, pues las comunidades indígenas poseen sus propios conceptos de lo que es el desarrollo".

Otra forma de desconocimiento de la cultura indígena ha sido el intento de algunos funcionarios petroleros de obtener la aceptación de proyectos por mayoría de votos y no por consenso como es la tradición de estos grupos. Manejos irregulares que introducen en estos grupos prácticas corruptas más asociadas a la cultura occidental. Un ejemplo de esto fue el caso de una empresa que comenzó trabajos en un resguardo, donde su pueblo pensaba que iban a tener una mejor situación económica; al hacer sus solicitudes, se les informó que la empresa ya había negociado el permiso para iniciar obras, por cinco bultos de cemento con un cacique.

Disminución y alteración de la dinámica de la población indígena26.

La historia de la industria petrolera en Colombia comenzó en los primeros años del siglo XX, con la Concesión Barco y la Concesión De Mares, localizadas en regiones en ese entonces inhóspitas de la geografía colombiana: las selvas del Catatumbo, refugio ancestral del pueblo Motilón, en límites con Venezuela, y las del Opón Carare, en el Magdalena Medio, que cubrían gran parte del departamento de Santander, en la región del Magdalena Medio, hábitat del pueblo Yariguí.

Desde ese momento, los efectos agregados a la actividad petrolera han irrumpido en los pueblos indígenas, generando cambios en los patrones culturales hasta el punto de reducir presencia poblacional en sus territorios. De otro lado, algunas evidencias particulares, también muestran fenómenos de desplazamiento de la población a zonas inhóspitas que minan la calidad de vida de las etnias.

Aparejada con la ocupación del territorio ha venido una importante reducción de la población, debido a las manifestaciones de resistencia de los indígenas, a las enfermedades y en general a la disminución de su calidad de vida .

Como ya se señaló, esta problemática entre petróleo y territorios indígenas es una constante a nivel latinoamericano y mundial, como se evidencia en el testimonio de un indio COFAN de Ecuador: "Teníamos suficiente cacería y pescábamos sin ninguna dificultad. Manteníamos nuestra propia forma de organizarnos: el contacto de persona - naturaleza, comandado por el Jefe o Curaca, quien era el encargado de dirigir al pueblo. Con la presencia de la empresa petrolera y las empresas que hicieron la exploración sísmica, empezó la intervención irracional de nuestro territorio. Se abrieron carreteras, destruyendo inmensas hectáreas de bosques, incluyendo plantas medicinales y alimenticias. La deforestación irracional por parte de los colonizadores y la contaminación por parte de las compañías madereras y petroleras provocaron la contaminación de nuestros ríos, dando como resultado la exterminación de nuestros peces, la desorientación de los animales de nuestra selva y el abuso sexual de nuestras mujeres".

Esta situación se hace más evidente en los incrementos de los índices de morbilidad. La pérdida de la base alimentaría y el estado de zozobra constante, ha quebrantado el sistema inmunológico de la población indígena, colocándola en una posición de indefensión frente a las endemias y las dolencias nuevas, llevadas hasta ellos por la masa de obreros y colonos advenedizos; las familias se han dispersado cada vez más para rastrear el menguado alimento, perdiendo su capacidad de respuesta a las amenazas comunes, o se han reducido a poblados para malvivir de las dádivas y el subempleo; algunas familias han emigrado y sucumbido en un viaje sin horizonte, y las demás han corrido suerte parecida enfrentando el hambre y la enfermedad .

Igual suerte ha tenido los pueblos indígenas Hitnu (macaguane), Hitanu (Iguanitos), Dome Jiwi (playeros), sikuani y cuiba de Arauca que son los más pobres de Colombia, después de haber sido desplazados de sus tierras y de ser modificadas las condiciones naturales de sus aguas en Caño Limón; estos pueblos también presentan la tasa más alta de la mortalidad infantil entre los indígenas del país.

Entre las enfermedades que afectan a los pueblos indígenas atribuidas a los impactos agregados del petróleo están: asma, leucemia, cáncer, problemas de los ojos y la piel, enfermedades gastrointestinales, tifoidea; enfermedades que aumentan la mortalidad de la población, disminuyendo consecuentemente su tamaño. Por otro lado, las enfermedades desconocidas y de difícil curación para el sistema médico tradicional, además del problema de salud, generan una desvalorización y desequilibrio de los

agentes de salud tradicionales de la comunidad: curanderos, chamanes y expertos en este conocimiento.

Otro factor asociado a la actividad petrolera en territorios indígenas, desde sus comienzos en 1905, se relaciona con denuncias por parte de los pueblos indígenas, organizaciones comunitarias y ONG´s, sobre el uso de la fuerza por parte de algunas empresas como estrategia para liberar sus áreas de interés de esta población. Por otro lado, está la violencia desatada por la presencia de grupos armados en conflicto, que también arremeten contra esta población, en especial cuando están cerca o en oposición a la actividad petrolera. En este escenario, la situación se torna más crítica en nuestro país, debido a las particularidades del conflicto armado, donde se conjugan fuerzas e intereses oscuros de la lucha entre la guerrilla, narcotráfico y paramilitarismo.

Caso de referencia en el contexto, La historia de desarrollo de la industria petrolera, departamento de Putumayo

De acuerdo con reseña recogida en Crudo Transparente. (18 de septiembre de 2019). *Influencia de la actividad petrolera en el Putumayo, 2016-2019.*

La actividad petrolera en Putumayo se remonta a la primera mitad del siglo XX, durante la cual atrajo la atención de la empresa estadounidense Texas Petroleum Company, que inició su exploración en 1942 en busca de hidrocarburos. Fue en 1963 cuando empezó la primera perforación de un pozo productivo por parte de esta compañía, ubicado cerca del rio Orito Pungo; y con ello el periodo en que la Texas administraría el distrito petrolero -Distrito Sur-, cuyo contrato finiquitaría en 1981[1]. Durante ese lapso, la multinacional mantuvo una presencia permanente en el Putumayo.

A raíz de la actividad extractiva se desencadenó un flujo migratorio compuesto por poblaciones que buscaba asentarse en Putumayo para ser partícipes de los beneficios laborales que de ahí se derivaron. Se considera, pues, al petróleo un factor de incidencia en el aumento demográfico, que se registró en un 18% en el año 1964, en el cual, tomando como referencia el año 1951, la población del territorio se había duplicado. Las migraciones resultaron en largas filas de colonos que edificaron sus viviendas sin contar con un título de propiedad. Esta situación tendrá repercusiones en las tensiones territoriales de los años siguientes.

El movimiento demográfico que suscitó la economía petrolera repercutió, a su vez, en la aceleración de la urbanización del Putumayo. A raíz de esto, el Municipio de Puerto Asís, así como varios territorios colindantes con las zonas de actividad de la Texas Petroleum Company – la zona de Orito Pungo-

, sufrieron un aumento poblacional y en ellos se desarrollaron núcleos urbanos.

Los conflictos entre las petroleras y las distintas comunidades en el territorio pueden rastrearse desde la década de 1960. En 1967, colonos que residían por el río Orito denunciaron ante el gobierno que la Texas Petroleum Company estaba limitando sus esfuerzos por asentarse, prohibiendo la construcción de vivienda, pese a que algunos contaran con títulos de propiedad. Entre las acusaciones se decía también que la compañía presionaba a las autoridades encargadas de adjudicar la propiedad para que entorpecieran los procesos. Por su parte, quienes mantenían relaciones laborales con la misma, criticaban las condiciones de trabajo, en cuanto a la alta explotación laboral y las escasas garantías.

El Distrito Sur, comenzó a disminuir sus beneficios luego de 1971. Las repercusiones económicas para el territorio en los años siguientes serían considerables, al ser el petróleo una fuente central de trabajo y flujo económico. Los habitantes que fueron desvinculados de la actividad petrolera se desplazaron a otras actividades de tipo agrario; una porción de esta mano de obra sería parte del capital humano utilizado en los cultivos de coca que en la década siguiente tuvieron un papel central en la economía de la región y en la dinámica del conflicto.

En el año 1971 los resultados de la petrolera fueron elevados, superando los 26 millones de barriles, con una producción diaria de 71.436 barriles. Mientras que, luego de una marcada tendencia de decrecimiento, para 1978 se registraron menos de 10 millones de barriles. Situación que empeoró entrada la década de 1980. En respuesta a las bajas, la Texas Petroleum Company cedió en 1981 los derechos extractivos de la zona a Ecopetrol. A pesar de la disminución en los beneficios, la actividad petrolera continuó siendo un sostén económico de Putumayo, según indica el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD.

Indicadores sobre contingencias en el área causados por (o con relación a) la actividad petrolera

En la Tabla 22 se relacionan las contingencias presentadas en el departamento de Putumayo entre los años 2011 a 2025, los atentados se concentran en épocas anteriores al proceso de paz con las FARC, de 2016 en adelante la mayor incidencia, según la clasificación recibida en el aplicativo y diligenciada por el responsable, es por actividades operativas (falla mecánica o técnica, fuga, corrosión), frente a las que se originan por actos de terceros intencionales (válvula ilícita, Seguetazo, hurto de parte o medio)

Tabla 26. Número de contingencias departamento de Putumayo

Origen del evento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
Atentado	36	65	97	55	26		1		2	1		1	2			**286**
Corrosión		12	13	10	2	6	18	2			2		1	2		**68**
Deslizamiento	1	1		1		3		1		4	3	3	5	4		**26**
Falla Mecánica O Técnica	1	8	6	10	16	6		1	22	12	13	11	7	3		**116**
Hurto De Parte O Medio		1	1	1	5	1	1	2		1	1					**14**
Ilícita (Válvula)	46	9	6	3	11	8	3	1	7	3	5	2	10	8	2	**124**
Fuga	6	5	3	3	7	2	5	9	13	13	11	12	4	4		**97**
Otro	1	1		2					7	1						**12**
Operativa Falla	3	1			2	1	7	16	2							**32**
Por Definir	1		1		2			5								**9**
Seguetazo	17	8	11	9	17	3	12	6	11	1	3		3	3		**104**
Tercero Natural O							1						1			**2**
Volcamiento	1		2	2	2	3		3			1	5		2		**21**
Vaceo De Vehículos			8	6	5			2								**21**
Inyección				2												**2**
Sin Clasificar							1									**1**
Total	**113**	**111**	**148**	**104**	**95**	**33**	**49**	**48**	**64**	**36**	**39**	**34**	**33**	**26**	**2**	**935**

Fuente:

Estado de los recursos naturales renovables en el área

Suelo y agua

En un estudio que adelanta el SGC[16] para el corredor Puerto Vega Teteyé del municipio de Puerto Asís, departamento de Putumayo, hace referencia a un documento realizado por el IAvH de 2020, a partir de la caracterización de suelos y humedales mediante bioindicadores que encontró que: "… *de 37 puntos muestreados para este índice, 9 obtuvieron calidad regular y 18 de calidad mala. En dos puntos, el índice ETP[17] fue de 0, el más bajo posible, pues no se registró la presencia de estos organismos.*

Igualmente, se realizó un análisis a partir de la abundancia de especies vegetales riparias y macrófitas en cercanía de los cuerpos de agua que fueron muestreados en el diseño de monitoreo. Los resultados mostraron que la presencia de distintas coberturas en los puntos estudiados está fuertemente alterada por perturbaciones directas humanas; no obstante, no depende de la presencia o ausencia de contaminaciones por hidrocarburos." Lo que da cuenta de las graves afectaciones al ecosistema que empareja el desarrollo de distintas actividades en el área.

Conflicto social

Son reiteradas las demandas sociales que reclaman respuesta al sector ambiental por la afectación de los proyectos de hidrocarburos en el área del bioma amazónico:

- Se realizan movilizaciones sociales en septiembre de 2016 por afectaciones ambientales, entre otros aspectos.
- El Ministerio de Ambiente mediante la Resolución 1522 de 2016 adoptó un régimen especial para atender "… *acciones puntuales de respuesta a la limpieza, descontaminación y restauración de puntos previamente identificados más afectados por actividades y proyectos de extracción de minerales e hidrocarburos, que requieren revisión del comité, de acuerdo al informe técnico de Corpoamazonia y otras autoridades ambientales competentes.*"

El desarrollo de la actividad de hidrocarburos en la región amazónica no ha ido de la mano con la planeación requerida por parte del gobierno nacional, la ANH al momento de asignar los bloques no realizó análisis preliminares sobre el desarrollo de la industria en el Bioma Amazónico, lo que ha generado todo tipo de problemáticas socioambientales en el territorio. De acuerdo con el IAvH, los impactos generados por la industria de hidrocarburos en esta región no han sido cuantificados y en el corto plazo los ecosistemas y las comunidades han recibido

los impactos directos; esto requiere del Estado una acción preventiva y reparativa de los daños ya ocasionados.

La descontaminación de grandes sectores afectados por prácticas inadecuadas de la industria o ataques contra la infraestructura de transporte de hidrocarburos es una tarea urgente que afecta las especies, los ecosistemas y los modos de vida de las comunidades. (Transiciones socioecológicas. IAvH, 2018).

9. IMPACTOS ACUMULATIVOS ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES EXTRACTIVAS

El bioma amazónico, en las últimas décadas, ha estado sometido a crecientes presiones derivadas de actividades extractivas, particularmente **la explotación de hidrocarburos y la minería**. Estas prácticas, al transformar el territorio y sus recursos naturales, generan impactos ambientales que se manifiestan tanto en el presente como en escenarios futuros, comprometiendo la integridad ecológica y social de la región.

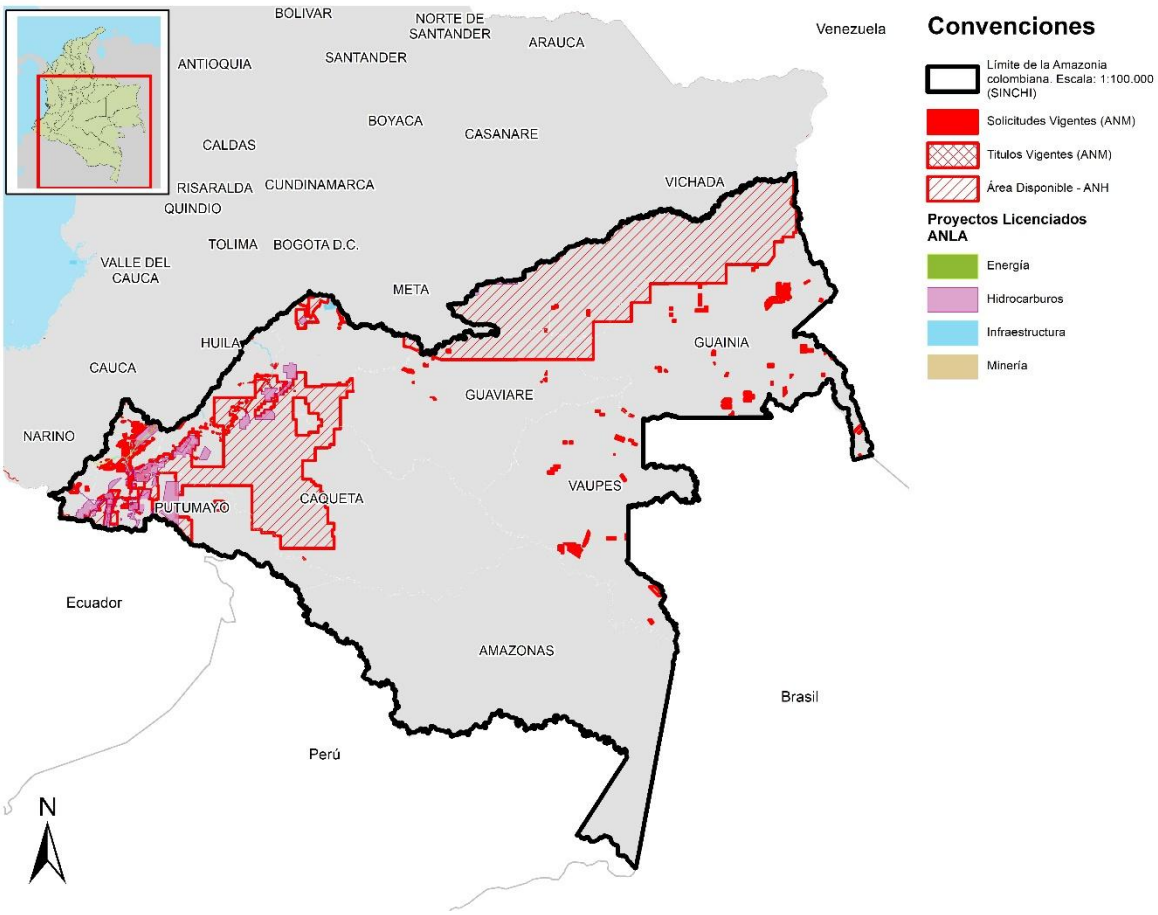
En principio, es importante acotar la definición de impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras y/o actividades, o cuando se suman a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados o razonablemente previsibles (Corporación Interamericana de Inversiones [BID Invest], 2023). En otras palabras, no es más que el efecto incremental, respecto a una base de referencia espacial y temporal, experimentado por un atributo ambiental al considerar, además de los causados por un proyecto en particular, los efectos de otros proyectos pasados, presentes y futuros.

En este contexto, el presente ejercicio tiene como propósito identificar y analizar los factores de deterioro ambiental asociados a dichas actividades extractivas, reconociendo sus efectos sobre el agua, el suelo, la atmósfera, la biodiversidad y las comunidades locales. Con ello, se busca aportar a la comprensión de las dinámicas de transformación del bioma amazónico y resaltar cómo estas actividades extractivas constituyen elementos de amenaza para la biodiversidad, la estructura ecológica y los servicios ecosistémicos.

En relación con los proyectos actualmente vigentes, en la región amazónica colombiana como proyectos presentes se registran 63 proyectos licenciados por la ANLA, de los cuales 51 corresponden al sector de hidrocarburos, distribuidos en los subsectores de exploración (34), explotación – desarrollo (15) y transporte y conducción (2).

Adicionalmente, en cuanto a los escenarios prospectivos (proyectos futuros), se identifican 286 solicitudes vigentes en evaluación realizadas a la ANM, junto con 169 títulos mineros vigentes activos; de estos, la mayor parte corresponde a la explotación de materiales como arenas y gravas de río, y arcillas (sedimentos), pero también algunos minerales metálicos como cobre, oro, plata, platino y wolframio. Además, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) reporta la existencia de 43 bloques prospectivos para el desarrollo de actividades de exploración y explotación de hidrocarburos dentro del Bioma Amazónico.

Figura 99. Distribución de proyectos licenciados de ANLA y Prospectivas Sectoriales



Fuente: Elaborado a partir de información de la ANLA, 2025; ANM, 2025; ANH, 2025.

En dicha medida, y con el objetivo de reducir la incertidumbre en la identificación de impactos ambientales, tanto presentes como futuros, se llevó a cabo un ejercicio de Modelación de Sistemas Complejos (MSC). Este se basa en el análisis de relaciones de causalidad y permite priorizar los impactos ambientales según su capacidad de interactuar con otros impactos (secundarios, terciarios, etc.) y el número de conexiones existentes entre un elemento analizado (ya sea un proyecto o un impacto) y el resto de los elementos considerados, con una mirada centrada en los efectos ambientales potenciales. Dicho ejercicio se estructuró en las siguientes fases, conforme a la propuesta de Martinez, (2013):

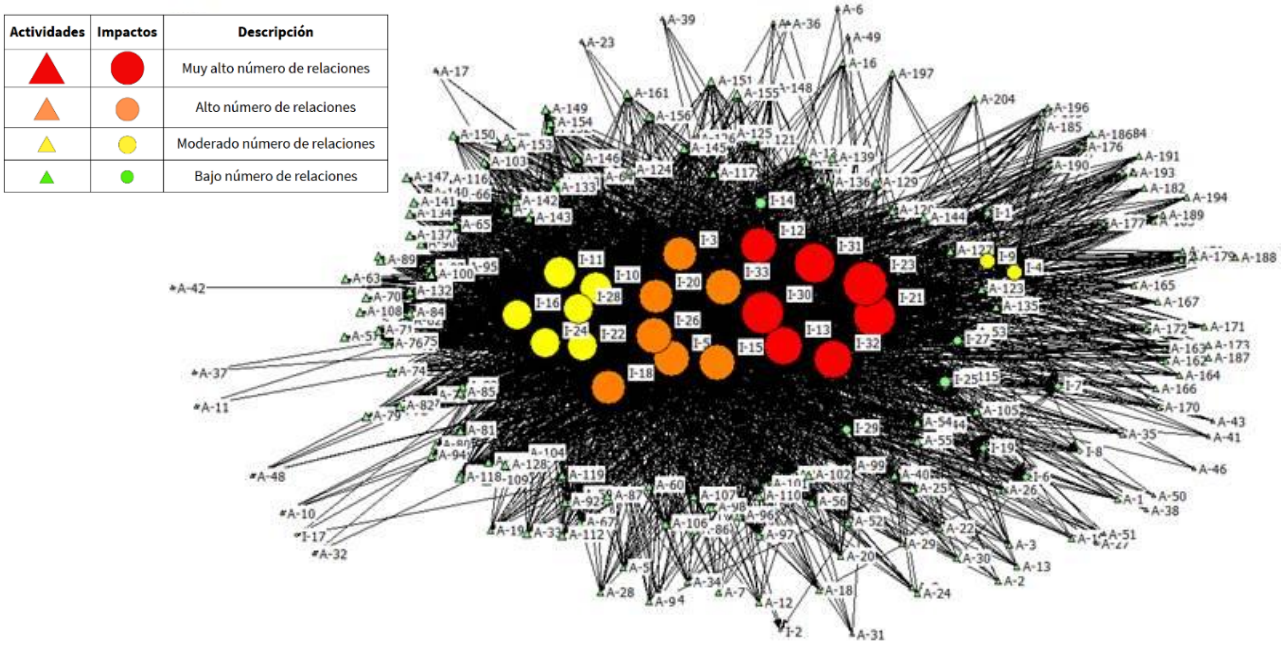
I. Identificación de los proyectos extractivos con potencial de impacto (presentes y futuros).

II. Identificación de los impactos potenciales con base en el instrumento de Jerarquización de Impactos de la ANLA, que categoriza los impactos ambientales (CEI).

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.

Con el fin de facilitar el análisis basado en la Modelación de Sistemas Complejos (MSC), se utilizó el software UCINET 6.0, el cual permite representar gráficamente y analizar las redes generadas a partir de las relaciones de causalidad identificadas en el Bioma Amazónico. Este análisis abarcó tanto la evaluación convencional de actividad–impacto potencial como el análisis impacto–impacto. La siguiente figura presenta los resultados obtenidos, diferenciando los proyectos extractivos (actuales y futuros) y los impactos potenciales mediante la forma de los nodos: triángulos para los proyectos y actividades, y círculos para los impactos. Adicionalmente, el diagrama permite visualizar la priorización de impactos a través del color y tamaño de los nodos, utilizando una escala cromática de verde a rojo, donde el verde representa un menor número de interacciones entre elementos, y el rojo, una mayor densidad de relaciones.

Figura 100. Diagrama de relaciones de causalidad – Modelación de Sistemas Complejos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tal como se observa en la figura anterior, los nodos de mayor tamaño y tonalidad rojiza representan elementos con un alto número de relaciones o interacciones, y

se ubican predominantemente en el centro del diagrama de redes. En contraste, los nodos más pequeños y de tonalidad verdosa indican una menor cantidad de conexiones, situándose en la periferia del gráfico.

La red de causalidad evidencia una estructura de interdependencia entre los impactos ambientales, donde destacan como nodos centrales los asociados a los siguientes impactos: **alteración a la oferta y calidad del recurso hídrico subterráneo (I-12, I-13)**, **alteración a la calidad del recurso hídrico superficial (I-15)**, **alteración en el uso socioeconómico del suelo y de las actividades económicas (I-21, I-26)**, **generación o alteración de conflictos socioambientales (I-23)**, **alteración de ecosistemas y hábitats terrestres (I-30)**, **alteración a comunidades de flora y fauna terrestre (I-31, I-32)**, **alteración a la percepción visual del paisaje (I-20)**, **alteración a la estructura ecológica del paisaje (I-33)** y **alteración a la calidad del suelo (I-18)**. Estos impactos, al encontrarse en el núcleo de la red y presentar mayor número de relaciones, constituyen los ejes articuladores del deterioro ambiental.

Los impactos naranjas se posicionan como elementos de conexión entre las dimensiones físicas y las consecuencias socioambientales, de la siguiente manera:

- **Alteración a la calidad del suelo (I-18)** se relaciona directamente con la degradación de hábitats y con la pérdida de funcionalidad ecológica (I-30, I-31, I-33). La degradación edáfica genera presiones acumulativas que reducen la resiliencia de los ecosistemas.

- **Alteración a la oferta y calidad del recurso hídrico subterráneo (I-12 e I-13)** que constituyen impactos sobre el componente hidrogeológico, se encuentran vinculados de manera indirecta a la alteración de la calidad del recurso hídrico superficial (I-15). La conexión ocurre en la medida de que la sobreexplotación o contaminación de acuíferos repercute en la recarga de cuerpos superficiales, disminuye la disponibilidad hídrica y amplifica la degradación ecológica (I-30, I-31, I-33). A su vez, estas afectaciones pueden alterar la dinámica productiva y económica local (I-26) al comprometer la sostenibilidad de actividades agropecuarias y de abastecimiento de agua para consumo humano.

- **Alteración a la percepción visual del paisaje (I-20)** y **alteración del uso socioeconómico del suelo (I-21)** muestran cómo las modificaciones en la base biofísica se traducen en impactos sobre la percepción social y las actividades humanas, reforzando la conexión entre los nodos rojos ambientales (ecosistemas, agua, flora) y los efectos sobre las actividades económicas (I-26).

- **Generación o alteración de conflictos socioambientales (I-23)** emerge como un nodo clave en la traducción de presiones ambientales hacia el

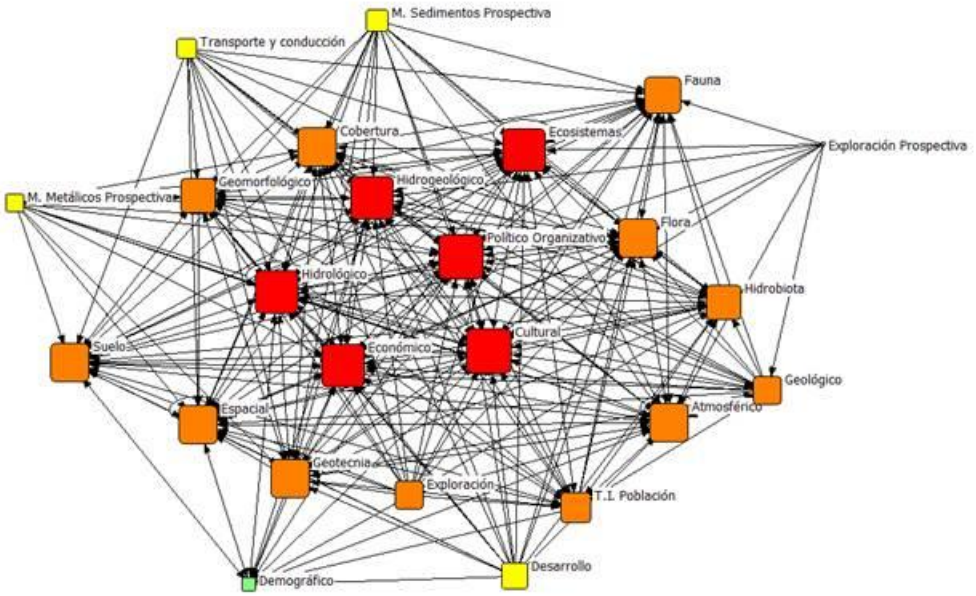
ámbito social. Este impacto se alimenta de las alteraciones en la calidad y disponibilidad del agua (I-12, I-13, I-15), en la pérdida de ecosistemas y flora (I-30, I-31, I-33), y en la modificación de usos del suelo (I-21). La afectación acumulada genera tensiones por acceso a recursos, disputas territoriales y deterioro en las condiciones de vida, desembocando en conflictos socioecológicos que amplifican el deterioro ambiental a través de retroalimentaciones negativas (como sobreexplotación, ocupación desordenada o pérdida de cohesión comunitaria).

De esta manera, los impactos rojos se comportan como las principales alteraciones del sistema, generando un deterioro transversal en la calidad de los recursos naturales y en la estructura ecológica. Los impactos naranjas, en cambio, funcionan como vectores de propagación, facilitando que los cambios biofísicos se traduzcan en efectos visibles sobre el paisaje, el uso del suelo y, finalmente, sobre la sostenibilidad de las actividades productivas.

En síntesis, la red pone de manifiesto que la degradación del agua superficial y subterránea (I-15, I-12, I-13), junto con la pérdida de ecosistemas y comunidades biológicas (I-30, I-31, I-32, I-33), constituye el núcleo del deterioro ambiental. Esta degradación desencadena efectos en cascada que alcanzan al medio socioeconómico (I-21, I-26), mientras que los impactos intermedios (naranjas) explican las rutas de transmisión entre el daño biofísico y las consecuencias sociales y económicas.

Adicional a lo anterior, y como se ilustra en el siguiente diagrama de redes, se identifican los componentes ambientales y sociales con mayor nivel de interacción y presión potencial por efecto de las actividades extractivas, diferenciando entre las que actualmente se encuentran en ejecución (producción de hidrocarburos - desarrollo, exploración de hidrocarburos y transporte y conducción de hidrocarburos) y aquellas que corresponden a escenarios de prospectiva futura (minería de metálicos, minería de sedimentos y exploración prospectiva de hidrocarburos).

Figura 101. Diagrama de relaciones de causalidad por atributos ambientales y sectores económicos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados evidencian que los componentes de **hidrología, hidrogeología, ecosistemas y el medio socioeconómico (económico, cultural y político-organizativo)** son los que reciben un mayor número de conexiones, lo que los posiciona como nodos críticos dentro de la red de interacciones.

En cuanto a las actividades presentes, se observa que la producción de hidrocarburos (desarrollo) ejerce presiones directas sobre el componente hidrológico e hidrogeológico, principalmente por la modificación de flujos de agua superficial y subterránea, la intervención en coberturas y suelos y la alteración de la geodinámica local. Estas afectaciones se traducen en una reducción de la disponibilidad hídrica, riesgos de contaminación y cambios en la recarga de acuíferos.

Asimismo, la exploración de hidrocarburos se relaciona estrechamente con los componentes ecosistémicos y culturales, generando presiones en la integridad de la flora, fauna y comunidades locales, al incrementar la fragmentación y el uso de recursos en áreas de alta sensibilidad ecológica.

Respecto a las actividades futuras, los escenarios de prospectiva minera amplifican las interacciones sobre los mismos nodos críticos. La minería de metálicos muestra una alta conectividad hacia los componentes hidrogeológico e hidrológico, lo que anticipa el potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, con implicaciones directas en la sostenibilidad de acuíferos y la calidad de los cuerpos de agua. La minería de sedimentos se relaciona fuertemente con los ecosistemas

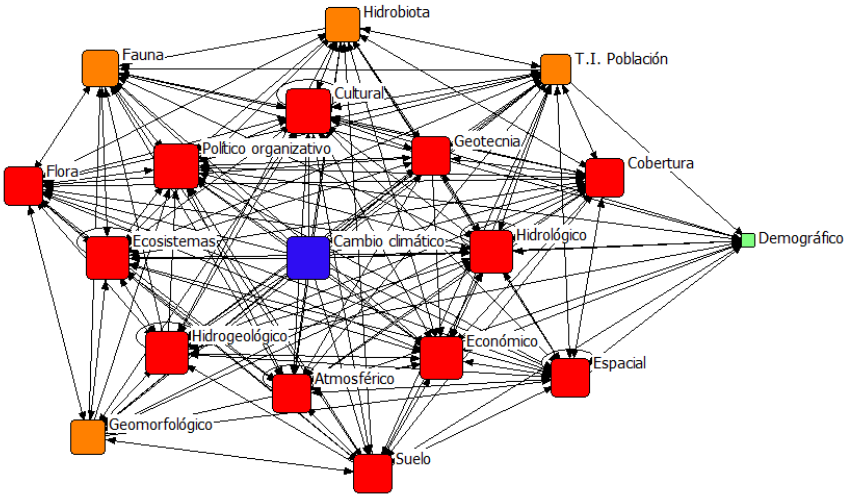
terrestres, intensificando presiones sobre la fauna y la flora, lo que compromete la resiliencia de los ecosistemas amazónicos.

En tanto, la exploración prospectiva de hidrocarburos refuerza presiones sobre los componentes socioeconómicos y culturales, ya que amplía la frontera extractiva hacia territorios de comunidades locales, afectando la organización social y la percepción de seguridad y bienestar.

En síntesis, la hidrología, la hidrogeología, los ecosistemas y el medio socioeconómico emergen como los elementos con mayores presiones y amenazas, tanto desde el punto de vista actual como prospectivo.

Adicionalmente, se evalúa la contribución del cambio climático en el sistema de interacciones de las presiones derivadas de actividades extractivas. El análisis de redes evidencia que el nodo de cambio climático ocupa una posición central en la estructura de interrelaciones ambientales, constituyéndose en un componente transversal que no es únicamente un efecto derivado, sino también un amplificador sistémico que interrelaciona presiones biofísicas (suelo, agua, atmósfera, ecosistemas) con efectos socioeconómicos, culturales y políticos, tal como se muestra en el siguiente diagrama.

Figura 102. Diagrama de relaciones de causalidad para cambio climático



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De este modo, se potencian los impactos en los componentes hidrológico e hidrogeológico, toda vez que amplifica la variabilidad en la disponibilidad del recurso hídrico, afectando tanto los flujos superficiales como los subterráneos. Estas presiones se intensifican por la deforestación, los cambios en cobertura y las actividades extractivas, que alteran los ciclos de recarga y aumentan el riesgo de eventos extremos (sequías, inundaciones).

Asimismo, repercute en los ecosistemas, flora y fauna, ya que la pérdida de resiliencia ecológica reduce la capacidad de amortiguación frente a los aumentos de temperatura y precipitación previstos para el área de análisis, generando un proceso de degradación ambiental. Finalmente, extiende sus efectos hacia los componentes socioeconómico, cultural y político-organizativo, ya que las alteraciones en la base biofísica repercuten en la productividad, en la seguridad hídrica y alimentaria, y en la gobernanza de los recursos, aumentando los conflictos sociales asociados a la gestión ambiental.

En síntesis, el rol del nodo de cambio climático actúa como un amplificador sistémico que transforma presiones locales en efectos de escala regional y global, retroalimenta medios críticos como el hidrológico, hidrogeológico, atmosférico y ecosistémico, reduciendo su estabilidad, lo cual extiende las consecuencias hacia el componente socioeconómico y cultural, aumentando la exposición de comunidades y sistemas productivos.

10. RIESGOS

Con el propósito de establecer un marco conceptual que facilite la interpretación del presente documento, resulta indispensable precisar el concepto de riesgo, establecido en la Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, ya que constituye la base para comprender la interacción entre factores naturales, sociales y ambientales en la configuración del riesgo.

En este sentido, el análisis del riesgo socioambiental en la Amazonía se concibe como el resultado de la interacción entre vulnerabilidades estructurales y amenazas recurrentes, las cuales, al superponerse, configuran escenarios de presión e impacto que requieren especial atención en la gestión ambiental y territorial. En este marco, los impactos acumulativos relacionados con actividades extractivas de minería e hidrocarburos, sumados a los riesgos descritos a continuación, no solo comprometen la integridad ecológica local, sino que también afectan funciones críticas del bioma como regulador climático, sumidero de carbono y refugio de biodiversidad única en el planeta, lo que refuerza la urgencia de atender las causas estructurales.

10.1. Disminución en la oferta hídrica y cambio en la hidro-climatológica continental (Debilitación de fenómeno “ríos voladores”)

El capítulo de *Fenómeno hidrológico Ríos voladores* presenta de manera detallada la dinámica vientos-agua-bosque de la cuenca transfronteriza del Amazonas, concluyendo que este territorio constituye una unidad ecológica determinante para

la regulación de clima, el ciclo del agua continental, la movilización de compuestos y aerosoles biológicos y la biodiversidad. También presenta una acotación del fenómeno a escala del Bioma Amazónico colombiano y su importancia para la oferta hídrica nacional, principalmente en el interior del país, que trasciende a la cordillera de Los Andes, como es el caso del estudio isotópico de los páramos de Chingaza y Sumapaz.

En línea con lo detallado a este punto, la deforestación actualmente es catalogada como el impacto de mayor relevancia en las problemáticas que afectan la cuenca transfronteriza y que deriva de actividades socioeconómicas formales, informales e ilícitas. Sin embargo, pese a que ya constituye un impacto, su aumento o aceleración se presenta como una amenaza potencial latente que podría acumularse al estado actual y afectar el clima y la oferta hídrica del país.

La eficiencia de los ríos voladores depende de la estabilidad térmica e hídrica que caracteriza a la región, entendida como la baja variabilidad en las temperaturas y precipitaciones y el equilibrio entre radiación, humedad y transpiración (Nobre, 2014). Sin embargo, alteraciones significativas en estas condiciones —por deforestación o por cambio climático— reducen la capacidad del bosque para reciclar humedad, debilitan los ríos voladores y ponen en riesgo no solo la resiliencia del bioma amazónico, sino también la regulación climática de Sudamérica (Marengo, Tomasella, Alves, Soares, & Rodríguez, 2015).

En la dinámica de la humedad y la precipitación y la formación de flujos de agua terrestre de los ríos de Sur América, el proceso predominante es la transpiración (flujo biológico) a la evaporación (flujo físico). La funcionalidad de almacenamiento del sistema radicular del bosque amazónico es esencial cuando las lluvias son menos frecuentes, como en el sur de la Amazonía durante la estación seca. Por esta razón, es posible que el comportamiento de la fuente de humedad no persista en un escenario de deforestación. Moraes-Arraut et al. (2012).

El Foro Económico Mundial (2024) ha indicado que aproximadamente 670 millones de habitantes de América Latina dependen del ciclo hidrológico que proveen los ríos voladores de la selva amazónica, “los 400.000 millones de árboles que se calcula que hay en la Amazonia liberan 20.000 millones de toneladas de agua al aire cada día”, sin embargo, la deforestación ha llevado a la selva amazónica a un punto crítico y los cambios en el uso del suelo están afectando los ríos voladores y en consecuencia el suministro de agua para este territorio.

Algunos investigadores como Ferrante et al (2022), sugieren que la interrupción de los ríos voladores, como servicio ambiental, podría derivar en la disminución poblacional y la extinción a corto plazo de especies con alto grado de endemismo en este ecosistema, como son algunos anfibios; así mismo señala que la

deforestación asociada a plantaciones para biocombustibles y expansión minera, y en general el cambio en el uso del suelo, pone en riesgo la supervivencia de algunas comunidades indígenas ubicadas en la Amazonía y podría generar aumento del riesgo de aparición de nuevas pandemias globales.

Autores como (Xiyan Xu, 2022) han efectuado análisis históricos que demuestran que la deforestación ha inducido a un cambio en la humedad de la troposfera inferior y la troposfera media, debido a corrientes de vientos más cálidas que al ascender se encuentran menos cargadas de humedad, afectando los procesos de condensación y posterior precipitación.

(Lemes Murilo, 2023) demostraron a partir de modelos acoplados tierra – atmosfera en escenarios con deforestación total de la Amazonía simultánea al aumento de dióxido de carbono tomando como puntos de control concentraciones de CO2 de 338 ppm y la cobertura forestal del Amazonas durante el periodo de estudio, concluyendo que una disminución de humedad del 22% en la cuenca del río de La Plata (Uruguay – Argentina).

El artículo *Amazon severe drought in 2023 triggered surface water loss* (Souza Carlos, 2024) menciona descensos críticos de importantes tributarios al río Amazonas asociados al evento de Fenómeno del Niño en 2023, sumado a la deforestación, en el cual el río Madeira en Porto Velhom y el río Negro alcanzaron registros mínimos históricos, (56 años en el primer caso y 121 años en el segundo caso). Este estudio describe como la condición de sequía y calor indujo a decretar un estado de emergencia en la Amazonía brasileña, además de señalar otros impactos como los incendios forestales, contaminación por humo, corte de líneas de transmisión e interrupción de algunos servicios de transporte fluvial. Señalan los autores que la pérdida del agua en esta condición de sequía se concentró a lo largo del río Amazonas y el río Negro (tributario del río Amazonas).

Como se ha detallado, el equilibrio en la interacción de los elementos biofísicos de la cuenca transfronteriza del Amazonas repercute en el Bioma Amazónico colombiano de manera que las problemáticas de los países que hacen parte del territorio amazónico de manera inminente tendrán una repercusión de diferentes magnitudes en el ciclo hidrológico de Colombia, y viceversa.

De materializar el riesgo que constituye un avance en la deforestación, un aumento en la presión del recurso hídrico superficial e inclusive involucrar eventos de variabilidad climática o en escenarios desfavorables de cambio climático, las consecuencias no solo impactan el ciclo del agua continental, sino que también constituyen un riesgo para la disponibilidad de agua, el incremento de eventos climáticos extremos de inundación o de sequía, aumento de presión en los

acuíferos, reducción de recarga y un efecto dominó en la seguridad alimentaria nacional.

Por otra parte, la interrupción de los ríos voladores no solo disminuye la disponibilidad hídrica, sino que también modifica los pulsos de inundación que sostienen la productividad de los ecosistemas amazónicos. Estudios recientes muestran que la pérdida de conectividad lateral entre ríos, llanuras de inundación y bosques ribereños compromete procesos ecológicos esenciales como la dispersión de nutrientes, la reproducción de peces migratorios y la regeneración de especies arbóreas dependientes de las crecidas estacionales (Cuesta et al., 2024).

Al reducirse la recarga hídrica continental, se debilita este ciclo de inundación-sequía que constituye el pilar de la biodiversidad amazónica, con consecuencias directas sobre la oferta de alimento, la provisión de hábitats temporales y la resiliencia del sistema frente a perturbaciones climáticas. Por ejemplo, la interrupción de estos procesos alteraría la disponibilidad de agua en la Amazonía y en ecosistemas asociados como la selva atlántica, donde los anfibios son particularmente sensibles a la reducción de lluvias por su dependencia directa del agua para la reproducción (Getirana, 2016; Getirana et al., 2021). En conjunto, estas presiones sinérgicas plantean un escenario crítico para la persistencia de los anfibios amazónicos, cuya pérdida tendría consecuencias ecológicas profundas en el control de invertebrados y en el flujo de energía entre ecosistemas terrestres y acuáticos (Becker et al., 2007, 2010).

La modificación del régimen de humedad inducida por la deforestación y el cambio climático amenaza de manera crítica a grupos biológicos sensibles como anfibios y aves. La disminución en la humedad atmosférica y en la frecuencia de precipitaciones debilita los servicios ecosistémicos de los ríos voladores, provocando declives poblacionales y posibles extinciones de especies con alto endemismo, como ha sido documentado en ranas de la Mata Atlántica cuya diversidad y dinámica poblacional dependen directamente de la humedad transportada desde la Amazonía (Ferrante et al., 2022). Para las aves, los cambios en los patrones de precipitación y en la disponibilidad de agua repercuten en su fenología reproductiva, migración y supervivencia, aumentando la vulnerabilidad de especies forestales ante escenarios de mayor aridez (Sekercioglu et al., 2021). En conjunto, estas alteraciones ponen en riesgo tanto la persistencia de la biodiversidad como la capacidad del bioma amazónico de sostener sus funciones regulatorias a escala continental.

El debilitamiento de un río volador por efectos de la deforestación ya muestra señales de materialización en la misma cuenca del río Amazonas, específicamente

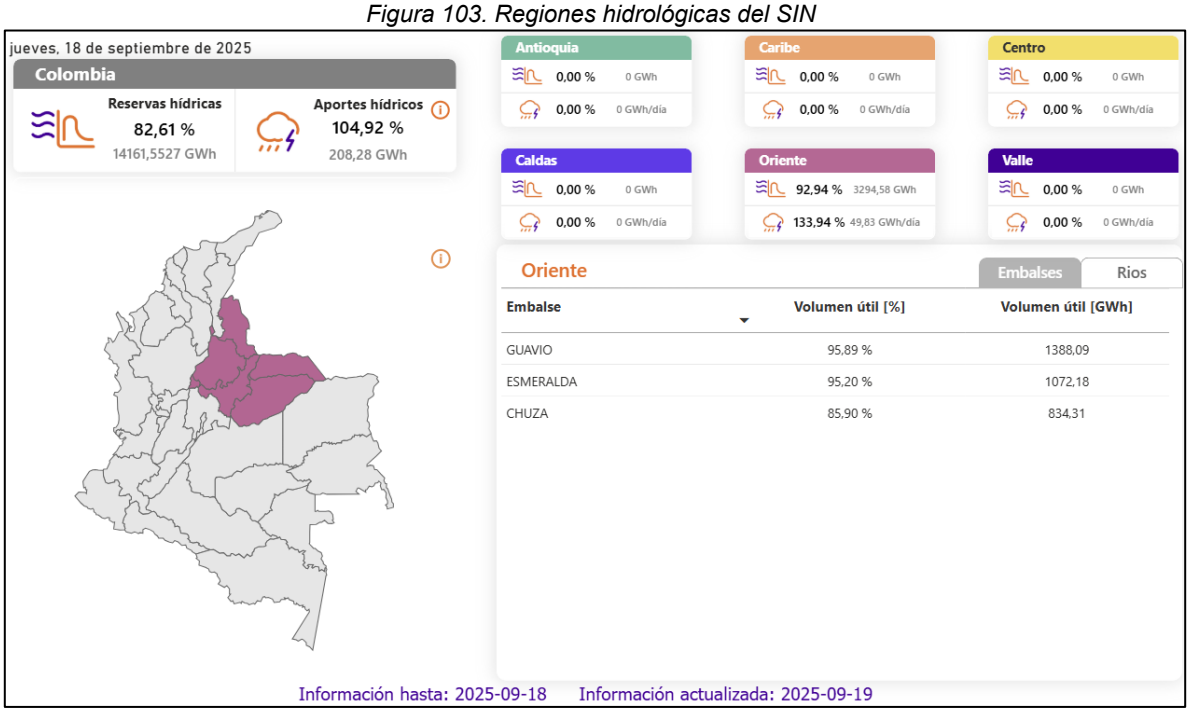
en la zona suroriente, donde se observan grandes focos de deforestación que han incrementado las olas de calor y las sequías prolongadas, afectando incluso flujos de secciones del río que no tenían registros previos de este comportamiento. Estas situaciones evidencian cómo la deforestación del bosque distorsiona el principio natural de mantener una circulación constante del vapor de agua, lo que permite conservar bajas temperaturas, controlar la velocidad del viento y favorecer la recirculación de la humedad necesaria para la lluvia regular en la región. Por lo anterior, se valida la necesidad de la conservación del bioma amazónico colombiano, tomando como referencia los sucesos ya observados en regiones cercanas.

10.1.1. Disminución de aportes hidrológicos para la generación de energía hidráulica y la confiabilidad del Sistema Interconectado Nacional

La orografía y dinámica hidrológica de Colombia ha constituido para el sector eléctrico nacional, que la generación de energía hidráulica se presente como un recurso de alta confiabilidad (UPME, 2015), razón por la cual el 79% de la generación de energía eléctrica nacional actualmente proviene de los proyectos hidroenergéticos.

De acuerdo con la plataforma SINERGOX de XM, los embalses que hacen parte del Sistema Interconectado Nacional, es decir, que hacen parte de las centrales hidroeléctricas que generan energía hidráulica con una capacidad instalada mayor a 20 MW, se administra desde las seis regiones hidrológicas del SIN: Antioquia, Caribe, Centro, Caldas, Oriente y Valle. Como es de esperarse, parte de estos embalses y sus aportes hídricos dependen de los ríos de montaña de la cordillera de Los Andes. Del flanco oriental de la cordillera, depende la región denominada *Oriente*, siendo estos los embalses de Guavio, Esmeralda y Chuza. En la siguiente figura se observan las regiones hidrológicas según el SIN, y la delimitación de la región *Oriente.*

Figura 103. Regiones hidrológicas del SIN

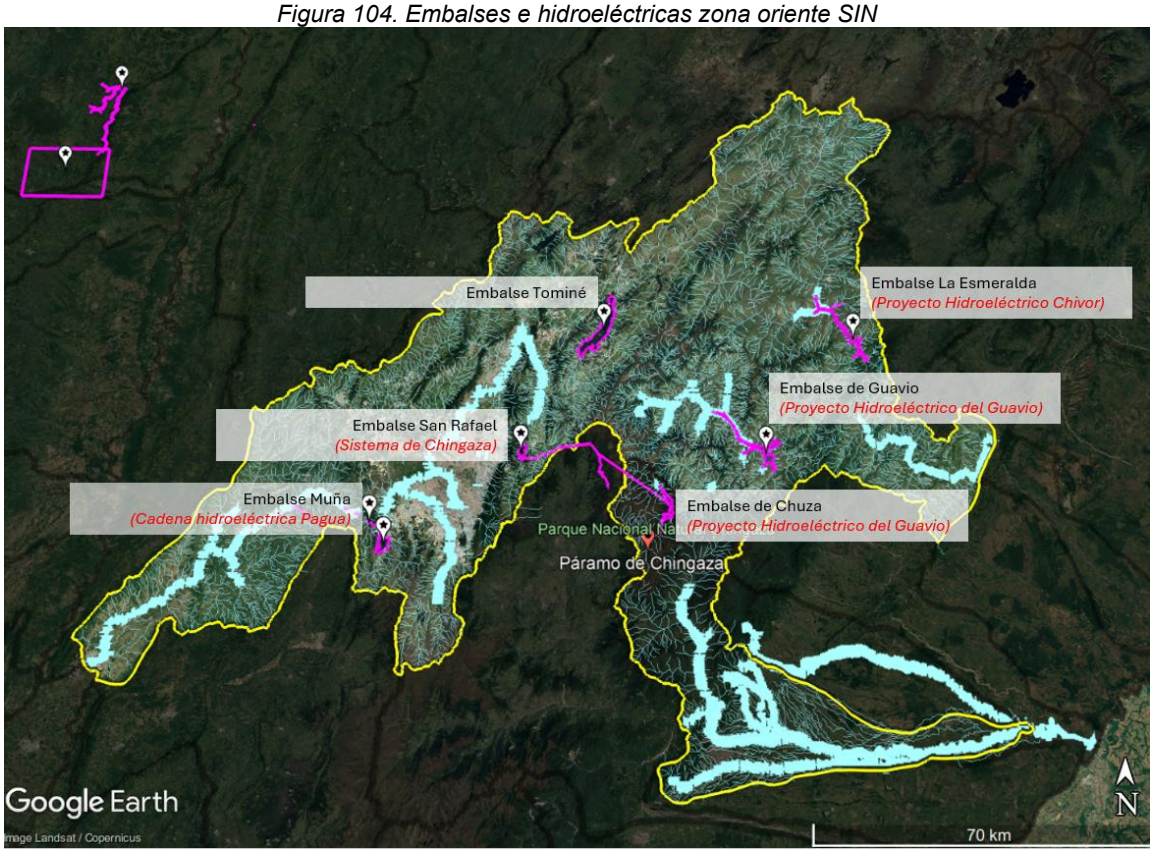


Fuente: Consultado en https://sinergox.xm.com.co/hdrlg/Paginas/Informes/MapaHidrologiaSIN.aspx el 19/09/2025.

En la zona *Oriente* del SIN se encuentran los embalses Guavio (Hidroeléctrica del Guavio), Esmeralda (Central Hidroeléctrica Chivor) y Chuza (Sistema Chingaza); sobre el embalse de Chuza, este trasvasa el recurso hídrico del río Guatiquía (área hidrográfica del Meta) hacia el embalse de San Rafael (subzona hidrográfica del río Bogotá – área hidrográfica Magdalena – Cauca), como parte del funcionamiento de ese sistema. Ahora bien, con respecto al embalse Chuza, este recauda las aguas provenientes del Páramo de Chingaza y de los ríos Chuza y Guatiquía, pertenecientes al área hidrográfica del Orinoco.

En la siguiente figura se observan los embalses (polígono color violeta) y ríos y drenajes (líneas azules). De la figura se destaca: embalses del flanco oriental de la cordillera de Los Andes (lado izquierdo de la figura), conexión embalse de Chuza y embalse San Rafael, proyectos hidroeléctricos a los cuales pertenece cada embalse con excepción del embalse de Tominé de competencia de la CAR.

Figura 104. Embalses e hidroeléctricas zona oriente SIN



Fuente: MADS, 2025 a partir de información secundaria.

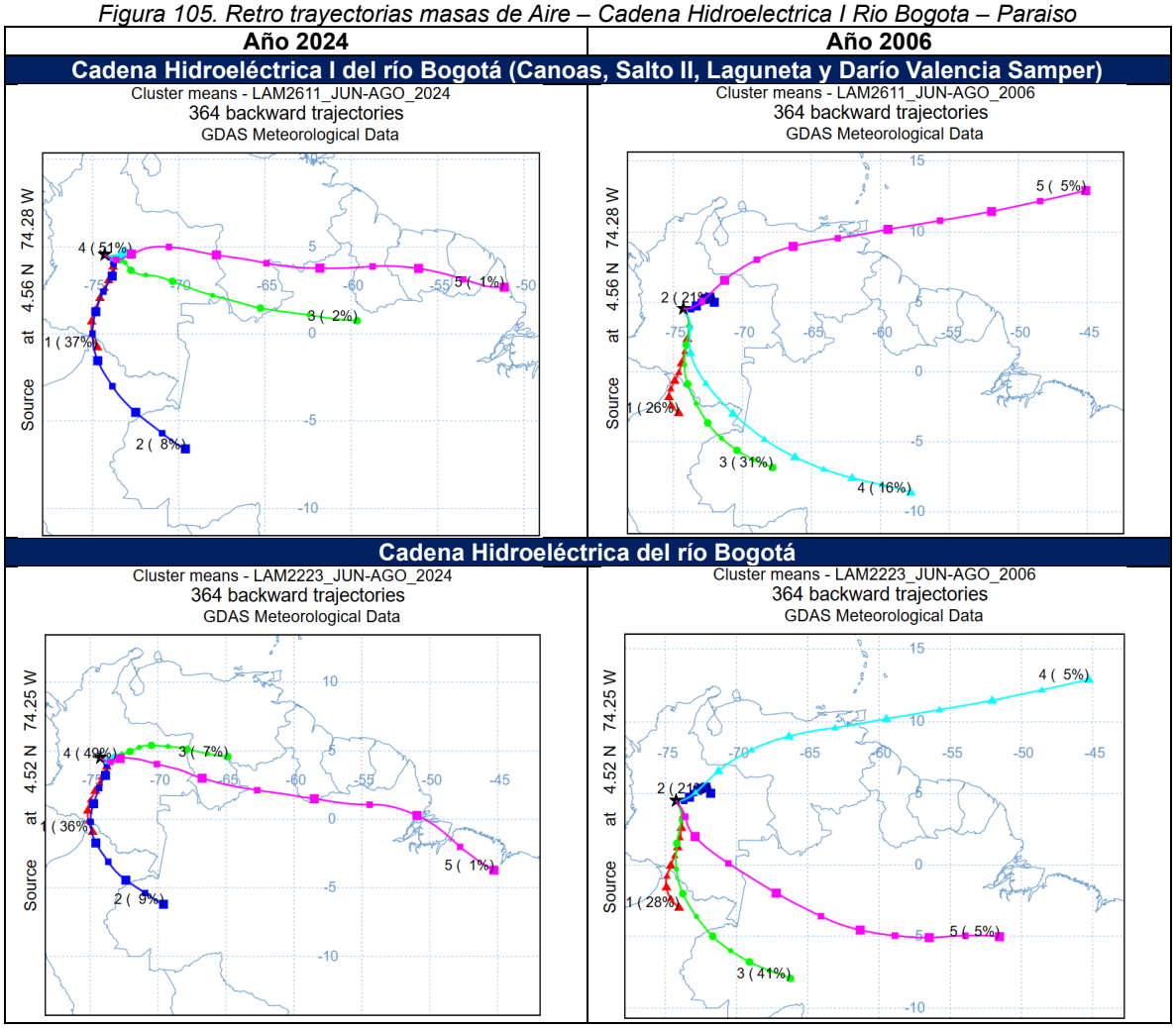
Como se señala en el capítulo de *Fenómeno meteorológico "Ríos voladores",* los estudios como Sánchez et. al (2024) han concluido que el 50% de la fuente de humedad que se precipita sobre el páramo de Chingaza proviene de este fenómeno.

Ahora bien, durante el evento de fenómeno del Niño en Colombia 2023 y 2024, SINERGOX reportó una disminución inusual de los niveles de los embalses del SIN, activando el nivel de alerta de volumen inferior al 27%, lo que constituye un riesgo para el suministro energético nacional. Parte de los embalses con niveles más críticos a nivel nacional fueron el embalse de Guavio y el embalse de Chivor. Por su parte, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) alertó en abril de 2024 que el embalse de Chuza estaba operando al 16,13% de su capacidad.

Si se considera los modelos de flujos de humedad y estudios de hidrología isotópica que son estudiados actualmente por el SGC y el PNN, en un escenario de variabilidad climática como el evento del Fenómeno del Niño que tuvo ocasión entre 2023 y 2024, los flujos reciclados del Orinoco y del Amazonas podrían representar la recarga hídrica de los embalses durante la disminución de precipitaciones ocasionadas por estos eventos.

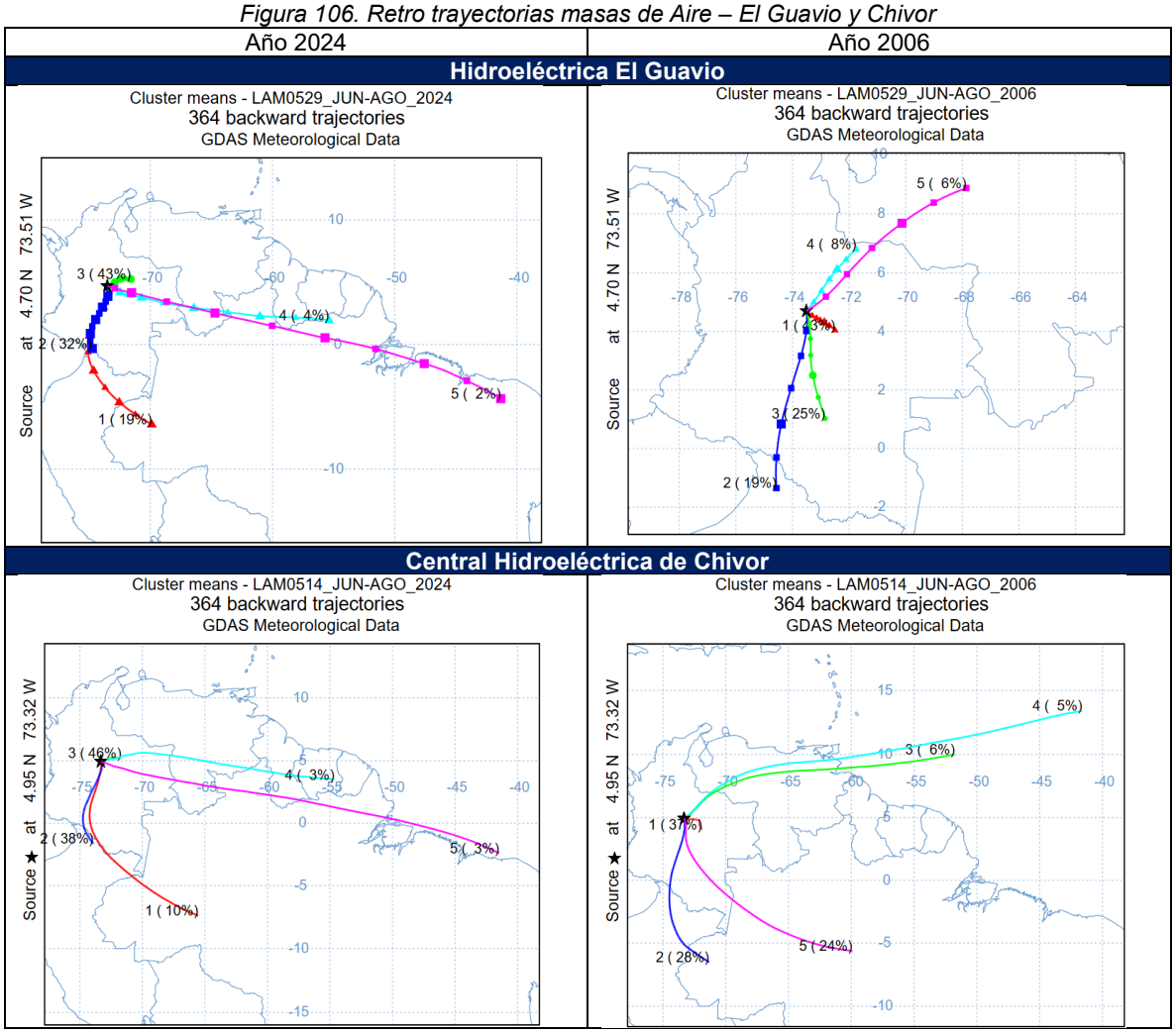
Con base en el modelo de trayectorias en HYSPLIT, el grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de ANLA, efectuó la corrida para los embalses señalados con el objetivo de obtener una aproximación del flujo de las masas de aire.

Figura 105. Retro trayectorias masas de Aire – Cadena Hidroelectrica I Rio Bogota – Paraiso



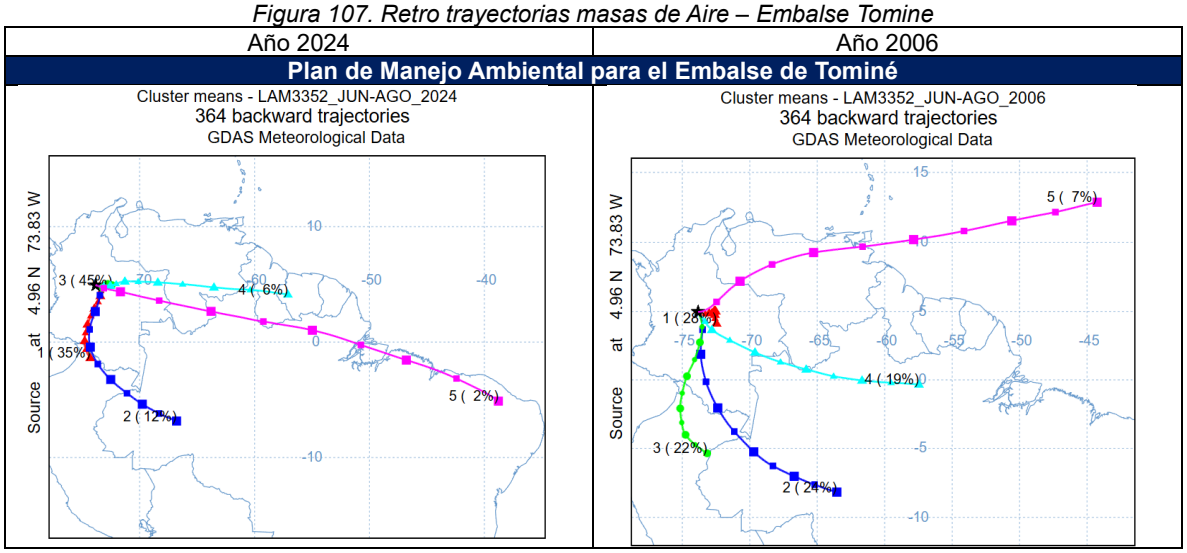
Fuente: MADS; 2025 con información GRCM ANLA, 2025.

Figura 106. Retro trayectorias masas de Aire – El Guavio y Chivor



Fuente: MADS; 2025 con información GRCM ANLA, 2025.

Figura 107. Retro trayectorias masas de Aire – Embalse Tomine



Fuente: MADS; 2025 con información GRCM ANLA, 2025.

De las figuras presentadas se observa que, al comparar los dos cortes analizados (2006 y 2024), se mantiene la predominancia del transporte de masas de aire con componente sur (proveniente de la Amazonia), independiente del sector específico del bioma involucrado. No obstante, entre 2006 y 2024 se evidencia una disminución en la frecuencia del clúster que representa el transporte desde el sur del país. Esta reducción es más marcada para las hidroeléctricas de Canoas, Salto II, Laguneta y Darío Valencia Samper, así como para Paraíso (Cadena de Generación del río Bogotá) y Chivor, donde la contribución del clúster amazónico se ubica en el periodo de referencia en un intervalo aproximado entre 44 % y 73 %.

Desde la perspectiva socioeconómica, la disminución de aportes hidrológicos desde la Amazonía hacia los embalses del Sistema Interconectado Nacional, evidenciada durante eventos de variabilidad climática como el Fenómeno del Niño 2023-2024, constituye un riesgo significativo no solo para la confiabilidad de la generación hidroeléctrica, sino también para las comunidades que dependen de los servicios ecosistémicos del bioma amazónico. social y económico, esta situación puede afectar la seguridad energética, incrementar los costos de acceso a servicios básicos y poner en riesgo actividades productivas locales, como la pesca, la agricultura de subsistencia y la recolección forestal, profundizando la vulnerabilidad de los medios de vida tradicionales. Adicionalmente, los cambios en la dinámica de los “ríos voladores” y la reducción de humedad impactan la biodiversidad, generando posibles pérdidas de especies endémicas sobre los cuales se sustentan prácticas culturales y saberes ancestrales. Estas transformaciones afectan derechos fundamentales de las comunidades, incluyendo alimentación, salud, educación y acceso a un ambiente sano, incrementando su exposición a riesgos socioeconómicos acumulativos.

Si bien la dinámica continental entre la trayectoria del viento y humedad del Bioma Amazónico y la cordillera de Los Andes ha sido documentado y es demostrable desde diferentes ramas de la ciencia, la modelación de trayectorias de HYSPLIT presentada, el estudio de la huella isotópica del páramo de Chingaza y la dinámica de las fuentes de humedad del centro-oriente del país durante eventos del Fenómeno del Niño son indicios de la dependencia de las lluvias de esta zona del país con el bioma Amazónico colombiano. Estos indicios, aunque sustentados en datos, deben ser la pauta para estudios más robustos y detallados, más aún si se concluye que el flujo de humedad proveniente del bioma Amazónico es esencial para contrarrestar los eventos de déficit hídricos como el ocurrido entre 2023 – 2024. El debilitamiento de este fenómeno meteorológico en Colombia puede significar un riesgo inminente frente a la oferta hídrica de Bogotá y la confiabilidad del Sistema Interconectado Nacional, que actualmente depende en mayor proporción de la generación hidráulica.

10.2. Incremento en la Pérdida de biodiversidad y conectividad del paisaje

Teniendo en cuenta la rápida caída en los tamaños poblacionales de varias especies amazónicas en los años recientes, ocasionada principalmente por la degradación de los bosques (WWF 2016, Escobar 2019), la probabilidad de que esto aumente a un mayor número de especies es notable, especialmente si se considera el aumento en la pérdida de cobertura de bosques que se ha observado para el bioma amazónico colombiano. Asimismo, la pérdida acelerada de cobertura forestal —en particular en el Amazonas y sus regiones de transición con los Andes— reduce drásticamente la conectividad ecológica, fragmenta los hábitats y compromete la capacidad de los ecosistemas para moderar las variaciones térmicas e hídricas (Butt et al., 2023).

La degradación de bosques se consolida como la principal causa de pérdida de hábitat para la fauna y flora de la Amazonía ya que las poblaciones no tendrían espacio y recursos suficientes que permitan su viabilidad biológica. Por ejemplo, el réptil *Morunasaurus annularis* (VULNERABLE, departamento del Putumayo), o el árbol *Bertholletia excelsa* “nuez del Pará” (VULNERABLE, departamentos de Vaupés y Amazonas), este último, que a su vez depende de la protección del hábitat de sus polinizadores específicos que son abejas de la subfamilia Euglossinae. Asimismo, incluso con pérdidas de hábitat a menor escala, es probable que se puedan ver afectadas poblaciones de fauna cuya principal amenaza es la distribución muy restringida, como por ejemplo el escarabajo rinoceronte *Megasoma mars* (EN PELIGRO, departamento de Amazonas) o la palma *Oenocarpus circumtextus* (VULNERABLE, departamento de Amazonas), esta última restringida a un área muy pequeña de afloramientos de arenisca en el Cerro Yupatí y áreas aledañas.

Si bien estas afectaciones serían generales para todos los organismos, algunos tendrían impactos mayores o más rápidos. Por ejemplo, numerosas investigaciones sobre insectos acuáticos en la Amazonia se han enfocado en la calidad del agua, dado que estos organismos son altamente sensibles a la pérdida de cobertura forestal y a otras alteraciones de origen antrópico (Hamada et al., 2014). Esta sensibilidad es especialmente evidente en los estadios larvales de órdenes como Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Plecoptera y Odonata (Brito et al., 2020). La disminución de poblaciones de insectos acuáticos ocasionada por la deforestación puede repercutir directamente en la ictiofauna, puesto que las larvas constituyen una fuente esencial de alimento para numerosas especies de peces pequeños y medianos.

Otro ejemplo es la abeja *Melipona eburnea* (VULNERABLE, departamento de Amazonas), cuyos individuos son muy sensibles a la perturbación de su hábitat y la

deforestación generalizada reduce sus sitios de anidación, ya que nidifican en agujeros de árboles vivos o muertos. Por lo cual es probable que el riesgo de cambio negativo sea mayor en grupos más vulnerables a los cambios.

Aunque actualmente la riqueza de especies en el bioma amazónico sigue siendo muy alta, existe una amplia vulnerabilidad a las principales amenazas que en su conjunto aportan a la pérdida y degradación de los bosques, siendo estas principalmente: la extracción de hidrocarburos, la construcción de vías o carreteras, la deforestación, la conversión de hábitats naturales para la agricultura, y la colonización, el sobrepastoreo y los fuegos antropogénicos (Morrone 2017).

Estas afectaciones se traducen en cambios sobre el hábitat de muchas especies, los cuales hacen parte de un sistema complejo que incluye distintos organismos, ambientes y múltiples interacciones ecológicas, que en caso de desbalancearse pueden ocasionar fallas en esta auto catálisis (la riqueza que está generando más riqueza continuamente), ampliando las afectaciones de poblaciones de especies singulares a comunidades y hasta la función del ecosistema (Sombroek 2000; Albert et al. 2011b; Dáttilo and Dyer 2014).

Ejemplo de lo anterior, puede darse al afectarse el hábitat de una única especie, si es que esta resulta ser un eslabón clave del ecosistema. Tal es el caso del “coporo” o “sábalo” (*Prochilodus mariae*), un pez detritivoro y migratorio de quebradas de piedemonte andino y de las cuencas del Orinoco y el Amazonas occidental (Winemiller and Jepsen 1998; Arruda et al. 2017). Así, en caso de darse una afectación directa a las poblaciones de esta especie, cambiaría cualitativamente la estructura de las comunidades acuáticas actuales, medido a través de la acumulación de sedimentos y la composición de los ensambles de algas e invertebrados (Flecker 1996). Estos cambios podrían afectar la presencia de otras especies de peces, como por ejemplo, los peces eléctricos planctívoros (Gymnotiformes), que forman la base de las redes tróficas acuáticas en las cuencas del Amazonas y el Orinoco (Lundberg et al. 1987; Fernandes et al. 2004). Dado que estas redes tróficas son esenciales para sostener las pesquerías regionales de las cuales dependen millones de personas amazónicas como principal fuente de proteína animal (Goulding et al. 2019), se vería también afectadas las actividades económicas de subsistencia.

En la Amazonía colombiana, los anfibios constituyen uno de los grupos más sensibles a la fragmentación y pérdida de hábitat. La deforestación y la alteración de los ecosistemas acuáticos reducen los entornos críticos para su vida, afectando sus ciclos reproductivos y aumentando la incidencia de enfermedades como la infección por el hongo quítrido. Esta situación, sumada a la contaminación y el cambio climático, están provocando un declive significativo en las poblaciones

locales, representando una amenaza directa para muchas especies endémicas y una preocupación ecológica urgente (Pounds et al, 2013; UICN, 2021). La conservación de hábitats conectados y el manejo de amenazas emergentes son esenciales para evitar extinciones masivas en esta región

Ahora bien, en relación con las aves, la fragmentación y la degradación del paisaje en la Amazonía colombiana afectan directamente su diversidad y función. Parches boscosos más pequeños y aislados reducen el hábitat para especies frugívoras, insectívoras y polinizadoras, alterando las interacciones ecológicas y los servicios ecosistémicos que estos grupos sustentan, como la dispersión de semillas y el control biológico de plagas (Miranda et al., 2019; Jacoboski et al., 2020). La expansión de la agricultura y la degradación de áreas naturales favorecen especies generalistas en detrimento de especialistas, incrementando la homogenización biológica y funcional. Los modelos proyectan que las aves, en especial los frugívoros, podrían padecer importantes reducciones en su área de distribución, lo cual afecta la regeneración natural y la resiliencia ecosistémica en la región (Malhi et al., 2004; Díaz-Siefer et al., 2022).

Con respecto a las aves migratorias, la pérdida de áreas de bosque en el Amazonas representa un grave peligro poniendo en riesgo no solo a estas especies sino también la dinámica de múltiples ecosistemas continentales (Bauer y Hoye, 2014; Lennox et al., 2019). La deforestación y degradación del bosque amazónico reducen los hábitats esenciales donde muchas aves migratorias boreales y australes descansan, se alimentan y encuentran refugio temporal durante sus largos viajes (Newton, 2006). Por ejemplo, especies como el Martín pescador grande (*Megaceryle torquata*), que migra desde bosques tropicales y húmedos, dependen de la integridad del Amazonas para completar su ciclo migratorio (Naranjo et al., 2012). La fragmentación y pérdida del bosque amazónico pueden afectar también lugares críticos en Colombia como la Ciénaga Grande de Santa Marta o las sábanas inundables del Orinoco, ecosistemas de origen y descanso de algunas especies y también están en peligro (PNN, 2010; Naranjo et al., 2012; Ruiz-Guerra et al., 2014)

Esta situación no solo pone en riesgo a las aves, sino que afecta al equilibrio ecológico continental, ya que muchas aves migratorias cumplen roles clave en la dispersión de semillas, control de insectos y polinización en diversos hábitats de América, desde bosques templados en Norteamérica hasta sabanas tropicales en el sur (Jorgensen et al, 2006; WWF, 2022; Ayodele, 2025). La alteración del Amazonas puede, por ende, provocar desequilibrios que repercutan en otras regiones, limitando la conectividad entre ecosistemas y comprometido la resiliencia de la biodiversidad a nivel continental.

Mantener sus bosques intactos garantiza no solo la supervivencia de las especies migratorias durante sus desplazamientos, como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y la garza rojiza (*Egretta rufescens*), sino también la estabilidad de ecosistemas en Norteamérica y Sudamérica, que dependen de estas interacciones biológicas intercontinentales (Mestre et al., 2009; Naranjo et al., 2012). La deforestación aumenta el riesgo de alcanzar puntos de inflexión ecológicos irreversibles que afectarían a toda la red de ecosistemas vinculados por estas aves migratorias, por lo que es indispensable implementar políticas robustas y acciones concretas para proteger este invaluable ecosistema.

Por su parte, en la mastofauna, la pérdida y fragmentación de bosques impactan negativamente, especialmente a especies medianas y grandes como los grandes felinos, cuyas poblaciones declinan por la reducción y aislamiento de hábitats adecuados (Rondinini et al., 2011). Estas alteraciones limitan la movilidad y el intercambio genético necesario para la viabilidad de poblaciones, aumentando la vulnerabilidad frente a amenazas adicionales como la caza y el conflicto humano (Rondinini et al., 2011). La conectividad ecológica es vital para garantizar la persistencia y funcionalidad de las comunidades de mamíferos amazónicos (Morales-Martinez, 2021; Suárez-Castro et al., 2021).

Así entonces, el incremento de riesgo de pérdida de la biodiversidad podría darse incluso a nivel continental, debido a que el Amazonas ha funcionado histórica y evolutivamente como una fuente primaria para la biodiversidad de todos los biomas neotropicales (Antonelli *et al*. 2018), por lo cual la deforestación y degradación de los bosques tendría impactos en los ecosistemas tanto de Suramérica como de Centroamérica. En este sentido, el riesgo de pérdida de biodiversidad también se daría en términos de amenaza sobre los procesos evolutivos que han gobernado el origen y mantenimiento de las especies en el Neotrópico.

Implicaciones socioeconómicas de la pérdida de biodiversidad

Desde la perspectiva socioeconómica y considerando la convergencia de las vulnerabilidades estructurales (Pobreza Multidimensional, NBI, débil presencia institucional, entre otros), las presiones y amenazas, y la dependencia de las comunidades de los recursos naturales del Bioma Amazónico Colombiano, los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad se configura en un escenario de alto riesgo que puede tener impactos directos sobre la seguridad alimentaria, medios de vida y la capacidad de adaptación de la comunidades del Bioma Amazónico Colombiano. A continuación, se describen:

- *Seguridad alimentaria y medios de vida:*

La pérdida de hábitat en la Amazonía colombiana, derivada de la deforestación, la degradación de bosques y la fragmentación de ecosistemas, genera impactos directos en los medios de vida de las comunidades locales. La reducción de cobertura forestal afecta especies clave para la subsistencia, como el pez migratorio Prochilodus mariae, el árbol Bertholletia excelsa (“nuez del Pará”) y la palma Oenocarpus circumtextus, así como polinizadores esenciales como abejas de la subfamilia Euglossinae y la abeja Melipona ebúrnea. La disminución de estas especies impacta directamente la pesca de subsistencia, la recolección de frutos y semillas, y otras actividades económicas locales que dependen de los recursos naturales, comprometiendo la seguridad alimentaria y los ingresos de las poblaciones amazónicas (Goulding et al., 2019; WWF, 2016; Escobar, 2019).

La fragmentación de los hábitats y la pérdida de conectividad ecológica también alteran los servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del microclima, los ciclos hidrológicos y el control de sedimentos. Estos cambios incrementan la vulnerabilidad de las comunidades frente a fenómenos naturales, como inundaciones y sequías, y afectan la producción agrícola y ganadera, así como la disponibilidad de recursos pesqueros. La degradación de especies clave puede desencadenar cambios en la estructura de las comunidades acuáticas y terrestres, afectando a otras especies de importancia alimentaria o económica y generando impactos acumulativos sobre los sistemas productivos locales (Butt et al., 2023; Flecker, 1996; Winemiller & Jepsen, 1998).

- *Capacidad de adaptación de las poblaciones amazónicas:*

El cambio climático intensifica los riesgos socioeconómicos derivados de la pérdida de hábitat. El incremento de la temperatura media, la variación en los regímenes de precipitación y la frecuencia de eventos extremos como sequías e incendios afectan directamente la reproducción, migración y supervivencia de especies acuáticas y terrestres, incluyendo peces andinos amazónicos, aves, anfibios y macroinvertebrados acuáticos (Science Panel for the Amazon, 2021; Bogotá-Gregory et al., 2024; Wolfe et al., 2025). Estos cambios repercuten en la disponibilidad de alimentos y en la pesca regional, que constituye la principal fuente de proteína para millones de personas en la Amazonía, comprometiendo la seguridad alimentaria y la resiliencia económica de las comunidades.

En conjunto, la combinación de pérdida de hábitat y cambio climático genera un riesgo socioeconómico elevado, al afectar la subsistencia, los ingresos y la capacidad de adaptación de las poblaciones amazónicas. La dependencia de recursos naturales y la vulnerabilidad frente a alteraciones ecológicas y climáticas hacen que cualquier reducción en la biodiversidad se traduzca directamente en impactos sobre la economía local, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de

las comunidades, reforzando la necesidad de estrategias de conservación y manejo sostenible que integren la protección de ecosistemas con la sostenibilidad socioeconómica (Antonelli et al., 2018; Morrone, 2017).

10.3. Cambio de sumidero a fuente de carbono

Como se identificó en la investigación de (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025) la Amazonía colombiana es uno de los ecosistemas relevantes del planeta para la captura y almacenamiento de carbono, lo que demuestra su capacidad no solo como reserva de biodiversidad, sino también un regulador climático natural que presenta alcances globales, pues ayuda a reducir y contener la concentración de CO2 en la atmósfera.

En cuanto a la dinámica de captura de carbono la selva amazónica colombiana sigue funcionando como sumidero neto, pero con señales de debilitamiento. Según (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), 2025) entre 2000 y 2023, la densidad de carbono en los bosques de tierra firme se mantuvo relativamente estable, con descensos mínimos de 17,6 a 17,5 KtC/km² en áreas como Miritíí Paraná, que es uno de los núcleos más estables de la región. Sin embargo, los bosques inundables, que representan una proporción importante de la Amazonía, han mostrado mayores reducciones, pasando en algunos sectores de 11,1 a 9,7 KtC/km², lo que equivale a pérdidas de hasta un 10 % de carbono en dos décadas.

El informe también identifica un fenómeno de “degradación silenciosa”: más del 70% de la pérdida de carbono ocurre dentro de bosques que permanecen en pie, sin deforestación visible. Este proceso está asociado a factores como apertura del dosel, extracción selectiva de madera, alteraciones hidrológicas y estrés climático. En términos generales, mientras las áreas con protección sólida mantienen su papel como sumideros, las zonas sin control presentan emisiones netas, lo que reduce el potencial de captura regional.

Los resultados muestran que la Amazonía colombiana es un importante sumidero de carbono del continente, por su estado de conservación. Sin embargo, su capacidad de retención está en riesgo por diversos fenómenos como la deforestación, incendios forestales, actividades humanas, cambio climático, entre otros. Esto podría reducir progresivamente su capacidad, generando la posibilidad que la región pase de ser un sumidero para convertirse en una fuente neta de carbono (sistema que libera más carbono a la atmósfera de lo que absorbe), en las próximas décadas.

Lo anterior, significaría que al pasar la Amazonía a fuente neta el balance regional de carbono se invierte y la selva emitiría más CO2 del que captura, lo cual sería una perdida irrecuperable en el balance térmico del planeta e influiría negativamente en los procesos de abastecimiento de agua, conservación de especies y otras dinámicas de la región. Esta situación ya muestra señales de materialización en la misma cuenca del rio Amazonas en la zona sur oriente donde se observa grandes focos de deforestación que han incrementado las olas de calor y sequias prolongadas, demostrando que el bosque puede llegar a funcionar como emisor neto al combinar los efectos de deforestación, incendios forestales, liberación de carbono por suelos expuestos, cambios de uso de suelo, entre otras dinámicas que se observan en un bosque deteriorado. Este cambio distorsiona el principio natural del bosque de retener este gas y pasa a emitirlo acelerando la acumulación de CO2 en la atmósfera. Por tanto, este suceso imposibilitaría cumplir metas climáticas establecidas en el acuerdo de Paris de mantener el incremento de la temperatura media del planeta en un incremento preferiblemente menor a 1.5 °C.

En conclusión, se identifica que una Amazonía emisora de CO2 implicaría en la aceleración del calentamiento global por pérdida del mayor sumidero tropical, esto puede llevar a cambios irreversibles en el clima regional y global; adicionalmente, para Colombia implicaría lluvias más inciertas en el piedemonte amazónico, mayor variabilidad hidrológica y menor confiabilidad de la humedad reciclada desde la Amazonía.

- *Escenario de cambio climático*

El cambio en el uso y silvicultura dados por diferentes actividades antrópicas como el uso de combustibles fósiles entre otras, genera emisiones de gases efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO_2), clorofluorocarbonados (CFC's), óxidos de nitrógeno (NO_x) y metano (CH_4), por tanto, las coberturas boscosas a través de la fotosíntesis tienen la capacidad de asimilar e incorporarla a su estructura (Ordoñez &Masera, 2001). Es así como la emisión a la atmosfera de dióxido de carbono (CO_2) por el cambio de uso del suelo ocupa el segundo lugar a nivel mundial con una fuerte contribución en las zonas tropicales, en donde la contribución en Colombia representan en promedio alrededor del 41% de las emisiones totales del país reportado para el 2018 (107.069 $ktCO_2eq$) y 2021 (96.603 $ktCO_2eq$) mostrando una reducción del 1,55% de las emisiones netas generadas en el sector LULUCF (Sectores de Agricultura Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra) estas emisiones se relacionan principalmente con las actividades de deforestación y degradación del bosque natural sumado a los impactos residuales generados como la pérdida de biodiversidad, conectividad y calidad de los suelos. Por otra parte, las emisiones generadas por la conversión la categoría tierras

forestales a otro tipo de categorías definidas según el IPCC (2006), se evidencian emisiones para el año 2021 en la categoría de pastos se estiman 41.842,75 $ktCO_2eq$, así como cultivos 1.240,94 $ktCO_2eq$, humedales gestionados 1.585,83 $ktCO_2eq$, asentamientos 112,64 $ktCO_2eq$, otras tierras 883,58 $ktCO_2eq$ (IDEAM, Miambiente, DNP, Cancillería, PNUD, Fundación natura, 2024).

Se ha venido evidenciando que la variación climática como el fenómeno del Niño es un factor determinante en la dinámica de emisiones nacionales de GEI debido al aumento de incendios forestales de coberturas vegetales que representan el 0,5% de las emisiones del sector LULUCF, es así que bajo dos escenarios, el primero con implementación de medidas de mitigación para 2025 se proyectan emisiones de aproximadas de 64.511 $ktCO_2eq$ y 2030 (18.347 $ktCO_2eq$) con reducciones representadas en un 9,8% y 21% respectivamente y bajo un segundo escenario sin implementación de las medidas de mitigación se proyectan emisiones para 2025 de aproximadamente 141.743 $ktCO_2eq$ y 2030 (117.938 $ktCO_2eq$) incrementando en 18,5% entre 2021 y 2025 y 24% entre 2025 a 2030 (IDEAM, Miambiente, DNP, Cancillería, PNUD, Fundación natura, 2024).

En cuanto al bioma amazónico debido a su importancia no solo por el almacenamiento y regulación de carbono sino también la capacidad de amortiguación del cambio climático (Baccini et al., 2017). En donde se ha registrado en la amazonia colombiana el carbono almacenado en áreas de territorios indígenas captura de carbono estimada de 3,430 ktC, en áreas de parque nacional natural 1,155 ktC, y en tierras indígenas en parque nacionales naturales 484 ktC y en otro tipo de figura 484 ktC donde se evidencia la función estratégica de áreas de protección las cuales reflejan menores niveles de intervención y degradación. Según estudio realizado por RAISG (2025) evidencia en áreas sin ninguna figura de protección se registran pérdidas de carbono para el año 2023 cercanas a 1.2 ktC/ha mientras áreas con alguna figura de protección como tierras indígenas y parques nacionales naturales las pérdidas de carbono son moderadas aproximadas de 0.4 a 0.6 ktC, lo cual evidencia los procesos de degradación silenciosa que están ligados a procesos de degradación interna del bosque donde el impacto absoluto es significativo e incluso muestra que los mayores reservorios de carbono de la región no están exentos de la degradación progresiva.

Otros autores (Brienen, 2015; Dougfty, 2015; Silva, 2020; Liu, 2017) indican que la Amazonia colombiana está dejando de cumplir su rol como sumidero de carbono debido a las fuertes presiones antrópicas, entendiendo que la Amazonia presenta un flujo de carbono y agua de los ecosistemas donde se estima que la evapotranspiración es responsable de 25 al 25% de la precipitación total, en donde que la perdida de cobertura boscosa aumenta la temperatura y reduce la

evapotranspiración. Debido a las tendencias climáticas donde se referencia mayores estaciones secas haciendo que el bioma amazónico sea más susceptibles a quemas e incendios, en donde se han determinado que después de 30 años el área quemada sigue siendo fuente de CO_2 a la atmosfera en donde el 73% resulto posterior mortalidad y descomposición de los árboles, esta emisión no pudo ser compensada por las adsorciones de CO_2 por la fotosíntesis en el caso de bosques no perturbados en donde el aumento de temperatura y estrés hídrico pueden aumentar la mortalidad de árboles y afectar negativamente la absorción fotosintética, además con temperaturas más altas derivan a mayores tasas de descomposición del carbono almacenado en el suelo en bosque intactos y sin perturbación, donde se evidencia una correlación entre las tendencias climáticas y flujos de carbono entre 2010 y 2018 sugiriendo que dichas interacciones pueden tener efectos a largo plazo en el balance de carbono amazónico, representando un desafío significativo para la estabilidad climática a nivel regional, nacional y global (Gatti et al, 2021).

10.4. Riesgo Asociado Al Cambio Climático

10.4.1. índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico

El Índice de Riesgo Climático en la dimensión del Recurso Hídrico se obtuvo a partir del cruce metodológico entre la Amenaza y la Vulnerabilidad. La Amenaza se define por las condiciones proyectadas de incremento de precipitación y temperatura bajo el escenario SSP5 (Desarrollo impulsado por combustibles fósiles). Este escenario se seleccionó por ser el más crítico, ya que proyecta el mayor aumento de emisiones a finales de siglo, y sus proyecciones climáticas son muy similares a las del SSP3 (futuro de desigualdad regional), lo que asegura que la evaluación del riesgo se base en los escenarios de mayor presión climática y mayor impacto ambiental que intensifican la probabilidad de desabastecimiento y eventos hidrometeorológicos.

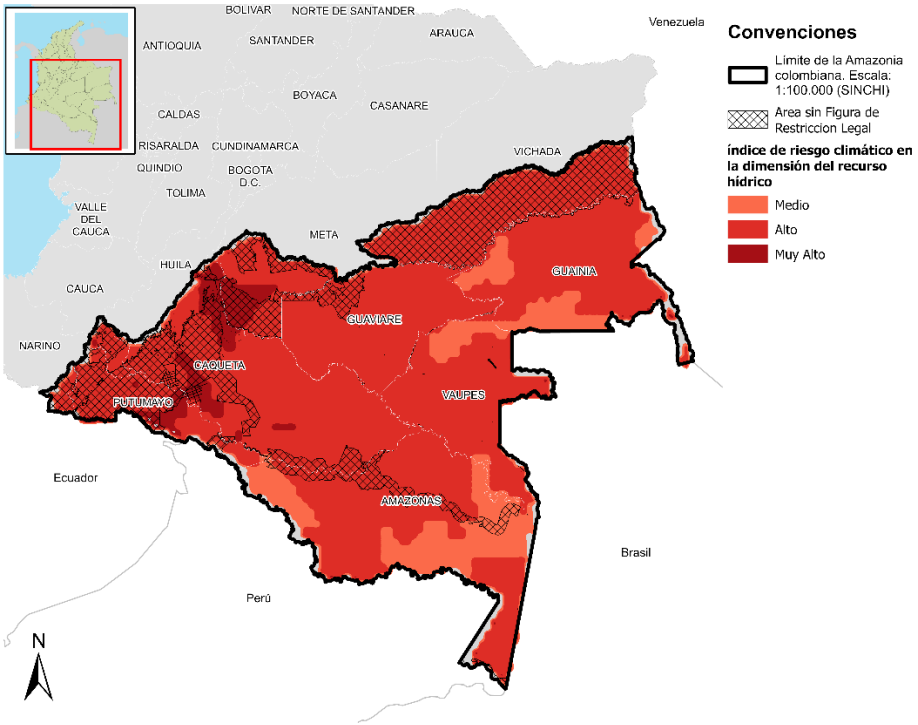
Por su parte, la Vulnerabilidad es el resultado de combinar la sensibilidad de los municipios frente al desabastecimiento hídrico con su capacidad adaptativa de respuesta institucional e infraestructural. Esta metodología, basada en los lineamientos del SIIVRA y la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM, y otros, 2024), permite identificar territorios donde la presión climática y las limitaciones se superponen, elevando consecuentemente el nivel de riesgo. (IDEAM, y otros, 2024).

Los resultados muestran que la mayoría de los municipios amazónicos se ubican en un nivel de riesgo alto, seguido de un grupo importante en riesgo medio, mientras que las áreas clasificadas con riesgo muy alto se concentran en el piedemonte amazónico de Caquetá y Putumayo. En estas zonas confluyen los mayores incrementos de amenaza climática y una vulnerabilidad elevada, lo que eleva de

forma crítica la exposición de las comunidades y ecosistemas. Por el contrario, en regiones como el sur de Amazonas y partes de Guainía se identifican riesgos medios, donde, aunque existe presión climática, la menor densidad poblacional y la mayor cobertura ecosistémica moderan los efectos.

En síntesis, el riesgo hídrico en la Amazonía colombiana se configura principalmente como alto, con focos críticos de riesgo muy alto en áreas de transición entre la cordillera y la planicie amazónica. Esta evidencia resalta la necesidad de priorizar medidas de adaptación diferenciadas, especialmente en los territorios con mayor exposición. En este sentido, la declaración de áreas de reserva en zonas de riesgo alto y muy alto constituye una estrategia clave, ya que permitiría restringir actividades antrópicas que intensifican la presión sobre el recurso hídrico, conservar coberturas naturales que regulan el ciclo hidrológico y fortalecer la resiliencia ecosistémica. De esta manera, se reduciría la vulnerabilidad y se mitigaría el riesgo asociado al cambio climático en la dimensión hídrica

Figura 108 índice de riesgo climático en la dimensión del recurso hídrico SP5



Fuente: IDEAM, 2024.

10.4.2. índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos

El Índice de Riesgo Climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos se obtuvo a partir del cruce metodológico entre la Amenaza y la Vulnerabilidad. La Amenaza se define por las condiciones proyectadas de incremento de precipitación y temperatura bajo el escenario SSP5 para el periodo

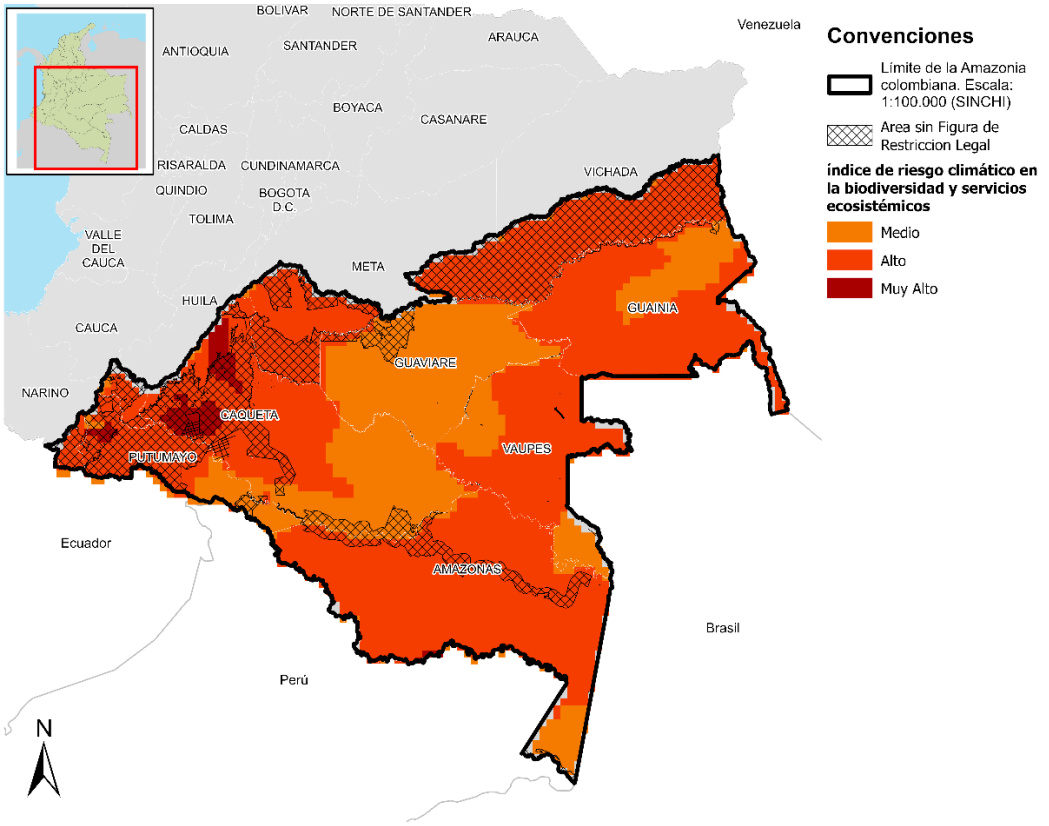
2080/2100. Este escenario fue seleccionado por ser el más crítico, ya que proyecta el mayor aumento de emisiones a finales de siglo, y sus proyecciones climáticas son muy similares a las del SSP3 (futuro de desigualdad regional), lo que asegura que la evaluación del riesgo se base en los escenarios de mayor presión climática que intensifican los procesos de degradación de hábitats y alteración funcional de los ecosistemas.

Por su parte, la Vulnerabilidad es el resultado de integrar la sensibilidad de los territorios frente a la transformación ecosistémica con la capacidad adaptativa institucional y comunitaria para conservar y gestionar la biodiversidad. Esta metodología, basada en los lineamientos del SIIVRA y la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático, permite identificar los territorios amazónicos donde la presión climática y las limitaciones de gestión socioambiental se superponen, generando mayores niveles de riesgo. (IDEAM, 2024).

Los resultados muestran que la Amazonía colombiana se encuentra principalmente en riesgo alto, seguido de extensiones clasificadas en riesgo medio, mientras que las áreas de riesgo muy alto se concentran en núcleos del piedemonte de Caquetá y Putumayo. En estas zonas confluyen las mayores intensidades de amenaza climática y niveles elevados de vulnerabilidad biótica, lo que aumenta críticamente la exposición de los ecosistemas y de los servicios que sostienen. Por contraste, en sectores más conservados del Guainía, Vaupés y sur del Amazonas, aunque la amenaza climática es significativa, la vulnerabilidad se mantiene en rangos medio–bajo, lo que reduce parcialmente el nivel de riesgo.

En síntesis, el riesgo climático sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la Amazonía colombiana se configura como alto de manera generalizada, con focos de riesgo muy alto en áreas de transición entre cordillera y planicie amazónica. Esta situación resalta la necesidad de priorizar medidas de conservación y adaptación diferenciadas. En este sentido, la declaratoria de áreas de reserva en zonas de riesgo alto y muy alto constituye una estrategia fundamental para disminuir el riesgo, al restringir actividades antrópicas que intensifican la presión sobre la biodiversidad, mantener la integridad de los ecosistemas y fortalecer la resiliencia de los servicios ecosistémicos que soportan la vida y el bienestar en la región amazónica.

Figura 109 índice de riesgo climático en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos



Fuente: IDEAM, 2024.

Si bien la deforestación continúa siendo la principal amenaza para la biodiversidad amazónica, el cambio climático emerge como un factor cada vez más determinante en su deterioro. El calentamiento global incide directamente en la distribución futura de la biodiversidad, en la composición de las comunidades ecológicas, en los rangos de distribución de las especies, en sus probabilidades de extinción y en la riqueza local. El Amazonas se perfila como una de las regiones más vulnerables del planeta, dado que más del 90 % de sus especies podrían enfrentar temperaturas sin precedentes hacia el año 2100 (Science Panel for the Amazon, 2021).

La degradación forestal y la pérdida del dosel vegetativo —que actúa como regulador de microclimas internos— intensifican la exposición a factores asociados al cambio climático, incluyendo el incremento en la temperatura media, la modificación de los regímenes de precipitación y la mayor frecuencia de eventos extremos como sequías e incendios (Yao et al., 2024). Estas alteraciones aumentan el riesgo de pérdida de biodiversidad al perturbar la dinámica ecológica de la región, afectando la distribución, abundancia y supervivencia de múltiples grupos faunísticos.

Estudios recientes evidencian caídas en la supervivencia de aves tropicales durante estaciones secas más severas, pérdidas importantes de hábitat en especies dependientes del bosque y cambios estructurales en comunidades de peces en cuencas transformadas por la expansión agrícola y la fragmentación de bosques (Bogotá-Gregory et al., 2022; Wolfe et al., 2025). En particular, aves, peces y anfibios muestran respuestas diferenciales dependiendo de su grado de especialización ecológica y capacidad adaptativa, lo que amplía la vulnerabilidad de la biodiversidad amazónica frente a escenarios futuros de transformación ambiental.

Riesgos en la flora

En los bosques amazónicos se ha venido evidenciando la mortalidad de árboles los cuales no se encuentran ligados directamente a una causa directa, sin embargo muchos individuos han registrado fallos fisiológicos los cuales pueden ser causados por la senescencia, perdida del vigor fisiológico relacionada con el estrés (hídrico, competencia lumínica, ataque de patógenos), así como la falla hidráulica en eventos extremos de sequía afectando a los árboles con las mayores alturas y copas (Chao, 2008).

La sequía es un factor importante en la muerte de los árboles, se ha venido evidenciando que especies adaptadas a la sequía también son vulnerables expresando que estas comunidades de especies de flora están experimentando extremos climáticos que van más allá de las condiciones a las que estas especies están adaptadas, así como se ha registrado cambios en la dinámica de la composición de especies en cuanto al reclutamiento y mortalidad, en donde géneros de especies adaptadas a condiciones secas (*Bertholletia, Brosimum y Pseudolmedia*) se han vuelto más abundantes, mientras se registra la mortalidad de géneros de especies características de zonas húmedas (*Aparisthmium, Fusaea, Inga* y *Mezilaurus*), a nivel estructural se ha observado la abundancia de géneros con alturas de dosel significativas como *Mora, Couratari, Eschwe*ilera y la disminución de géneros como *Ouratea, Aniba, Marlierea* y *Astrocaryum* dominantes del sotobosque.

De igual manera, se ha mostrado la disminución de la abundancia de especies de la familia Arecaceae con especial incidencia en los géneros *Oenocarpus* y *Astrocaryum;* por el contrario el género *Euterpe* ha incrementado significativamente a lo largo de la cuenca amazónica, se ha encontrado que el grupo funcional de especies no pioneras de pequeña altura disminuirán significativamente en un 0.29% por año, mientras otros grupos funcionales como pioneras de pequeña altura, pioneras de grandes alturas y no pioneros altos no mostraran resultados significativos de cambio. Lo anterior muestra un cambio lento en la composición y estructura de la flora amazónica colombiana consistente con los impulsores de cambio climático, estos cambios alteran las tasas de mortalidad de las coberturas

de referencia e implicaciones a nivel ecológico y grupos faunisticos (Esquevel-Muelbert et al., 2020; Andreregg et al.,2019; Tiwari, 2020; Esquivel-Muelbert, 2019).

Riesgos en la ictiofauna

Con respecto a los peces amazónicos, el cambio climático representa una amenaza crítica, un grupo cuya supervivencia depende de la dinámica hídrica y de la conectividad ecológica entre los diversos ecosistemas acuáticos de la cuenca. Estos organismos se sostienen en gran medida de los pulsos de inundación-estiaje (*flood-pulse dynamics*), que regulan la conectividad entre ríos, lagunas inundables y bosques de várzea, además de condiciones químicas clave del agua, como la temperatura, el oxígeno disuelto y la disponibilidad de nutrientes. Investigaciones recientes han destacado que las llanuras inundables cumplen un rol esencial en el mantenimiento de la biodiversidad íctica, al facilitar la dispersión lateral hacia los ríos principales y generar hábitats temporales para la alimentación, el refugio y la reproducción (Junk et al., 2022).

Así, el cambio climático altera estos procesos hidrológicos al modificar la duración, intensidad y sincronización de las estaciones húmedas y secas, lo que repercute directamente en la movilidad, reproducción y supervivencia de muchas especies. Incluso incrementos mínimos de temperatura —especialmente en los peces andinos amazónicos— pueden afectar funciones metabólicas y reproductivas, desencadenando impactos imprevisibles en la estructura de las redes tróficas (Science Panel for the Amazon, 2021). Conforme las aguas se calientan, algunas especies podrían expandir sus rangos de distribución hacia nuevas zonas de la cuenca, mientras que otras verían contraídas sus áreas naturales. Este reacomodamiento genera nuevos escenarios de competencia, depredación e intercambio de patógenos, que elevan el riesgo de extinciones locales o regionales (Farias & Hrbek, 2008).

Aunque algunos modelos proyectan que los peces amazónicos poseen una alta capacidad de dispersión, la realidad es que la mayoría corresponde a especies pequeñas, de baja movilidad y aún poco estudiadas, lo que restringe su capacidad de respuesta ante cambios ambientales acelerados (Castello et al., 2013). A esta limitación intrínseca se suma la deforestación, que disminuye la disponibilidad de agua, interrumpe la dinámica de inundación y debilita la conectividad entre hábitats acuáticos y terrestres. En este contexto, superar ciertos umbrales críticos podría empujar a la Amazonía hacia condiciones más secas, con efectos en cascada sobre la biodiversidad y la funcionalidad ecológica (Nobre et al., 2016).

Estas alteraciones no solo amenazan la persistencia de especies individuales, sino que también comprometen procesos fundamentales, como el suministro de alimento

a otros organismos y el sostenimiento de pesquerías de las que dependen millones de personas en la región (Science Panel for the Amazon, 2021).

Riesgos en la herpetofauna

Los anfibios constituyen uno de los grupos más vulnerables al cambio climático en la Amazonía debido a su fisiología dependiente de la temperatura y la humedad, su piel permeable y sus ciclos de vida estrechamente ligados a cuerpos de agua y microhábitats húmedos (Hof et al., 2011). Incrementos en la temperatura y descensos en la humedad reducen drásticamente la disponibilidad de refugios críticos como la hojarasca húmeda, los troncos caídos, las bromelias y las microcuencas forestales, aumentando su exposición a la desecación y a enfermedades infecciosas como la quitridiomicosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*), cuyo impacto se intensifica bajo condiciones de estrés ambiental (Fisher et al., 2020).

Las proyecciones indican que, con un aumento global de 4 °C, alrededor del 7,5 % de las especies de anfibios estarían expuestas a condiciones térmicas que exceden sus límites fisiológicos, incluso considerando su plasticidad térmica (Ficetola & Maiorano, 2016). En la Amazonía colombiana, la deforestación y la fragmentación intensifican esta vulnerabilidad al reducir la conectividad entre microhábitats húmedos, lo que limita la capacidad de desplazamiento y adaptación de las poblaciones locales. Además, se ha documentado que la expansión agrícola y urbana ha puesto a numerosas especies de anfibios en peligro de extinción, pues la fragmentación del bosque incrementa el aislamiento poblacional e impide la dispersión, incluso en especies con alto potencial de movilidad (Ferrante et al., 2017; Rosa et al., 2021).

Ante estos escenarios, los reptiles amazónicos también se enfrentan a riesgos crecientes derivados de la fragmentación del hábitat y el cambio climático, que impactan sobre la disponibilidad de microhábitats y la regulación térmica necesaria para procesos vitales como la determinación del sexo en especies de tortugas. La alteración ambiental y la disminución de cuerpos de agua afectan la supervivencia de varias especies, especialmente en zonas donde se intensifican actividades antropogénicas, disminuyendo la capacidad de recuperación poblacional (Herrera et al., 2011; Flores Andrade et al, 2022)

Riesgos en la avifauna

En el caso de las aves amazónicas, los efectos del cambio climático se manifiestan principalmente durante la intensificación de las estaciones secas, que reducen drásticamente la supervivencia de especies del sotobosque. Estas aves han evolucionado en ambientes tropicales estables, priorizando la supervivencia adulta y ciclos de vida prolongados. Esta estrategia adaptativa, adecuada para

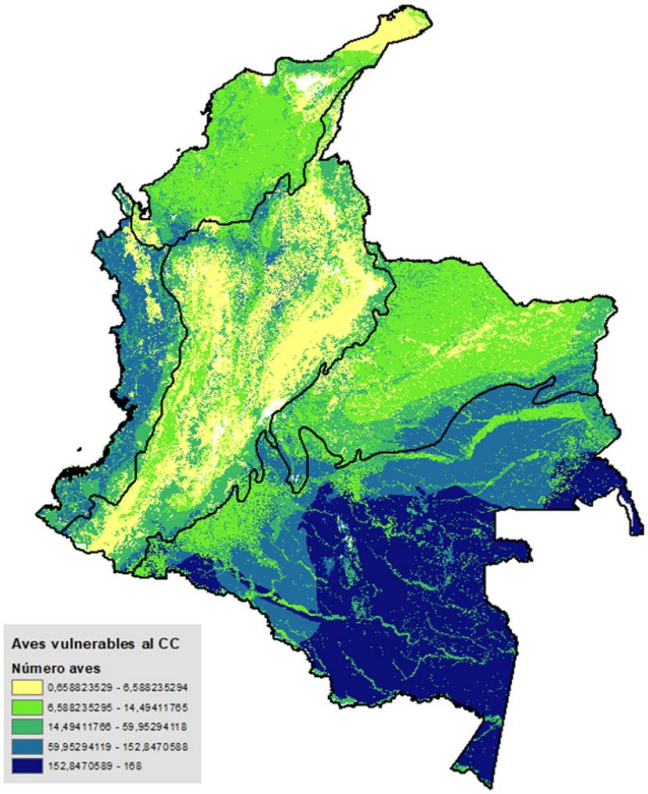
ecosistemas húmedos y constantes, las hace altamente vulnerables a las alteraciones climáticas actuales, donde la supervivencia adulta se ve comprometida por condiciones cada vez más extremas (Wolfe et al., 2025).

El impacto del cambio climático en las aves del sotobosque refleja la interrupción de los microclimas que moldearon evolutivamente sus nichos y estrategias de vida. Las especies insectívoras son particularmente sensibles a la pérdida de humedad, lo que incrementa su estrés fisiológico y las obliga a buscar refugios microclimáticos. Se ha documentado que especies como *Formicarius analis* abandonan áreas más elevadas y abiertas para refugiarse en valles con mayor cobertura vegetal, considerados más estables térmica e hídrica (Wolfe et al., 2025). A esto se suma la reducción de artrópodos en ambientes más secos, lo que disminuye la disponibilidad de presas y compromete aún más su supervivencia. Incluso en bosques prístinos, considerados más resilientes, se han observado estas dinámicas, lo que evidencia que el cambio climático impacta profundamente incluso en ecosistemas aparentemente intactos (Stouffer et al., 2020).

De manera complementaria, el estudio Análisis de biodiversidad en escenarios de cambio climático desarrollado por el Instituto Alexander von Humboldt, mediante el postprocesamiento de BioModelos, analizó la distribución futura de las aves en Colombia bajo diferentes escenarios de cambio climático. Los resultados evidencian que la Amazonía, el Pacífico y las zonas altas de los Andes concentran la mayor cantidad de especies vulnerables, siendo la Amazonía la región más crítica (Figura). En departamentos como Caquetá, Guaviare, Putumayo, Guainía, Vaupés y Amazonas se proyectan entre 139 y 168 especies vulnerables, mientras que en la costa pacífica los valores intermedios oscilan entre 47 y 96, y en el piedemonte andino amazónico los más bajos, entre 19 y 47 especies.

Estos hallazgos confirman la alta susceptibilidad de las aves amazónicas al cambio climático y refuerzan la urgencia de conservar la conectividad ecológica y los corredores biológicos que permitan su adaptación. Asimismo, se ha evidenciado que las variaciones climáticas y la reducción de la cobertura vegetal provocan fluctuaciones en la abundancia de aves entre entornos urbanos y rurales, al alterar los ciclos de floración y fructificación de las plantas, disminuyendo la disponibilidad de recursos tróficos. En este contexto, conservar el bosque amazónico resulta fundamental para garantizar la resiliencia de las comunidades de aves y mantener los servicios ecosistémicos que proveen.

Figura 110 Mapa de la concentración de aves vulnerables y alta vulnerabilidad al cambio climático. Los valores más altos de especies se presentan las zonas de azul (152-168 especies), mientras que los más bajos en amarillo.



Fuente: IAvH -Project supported by National Geographic Society -AI for Earth Innovation Grant, 2021

Riesgos en la mastofauna

Los mamíferos amazónicos enfrentan múltiples amenazas derivadas de la combinación de deforestación y cambio climático. La pérdida de cobertura forestal interrumpe la conectividad ecológica entre áreas núcleo y corredores, lo que restringe el flujo genético y aumenta el aislamiento poblacional (Benchimol & Peres, 2014). Esta situación afecta de manera particular a los grandes mamíferos de dispersión media y larga, como el tapir (*Tapirus terrestris*), el pecarí de labio blanco (*Tayassu pecari*) y los primates de gran tamaño, que requieren extensas áreas continuas de hábitat para mantener poblaciones viables (Azevedo-Ramos & Moutinho, 2018).

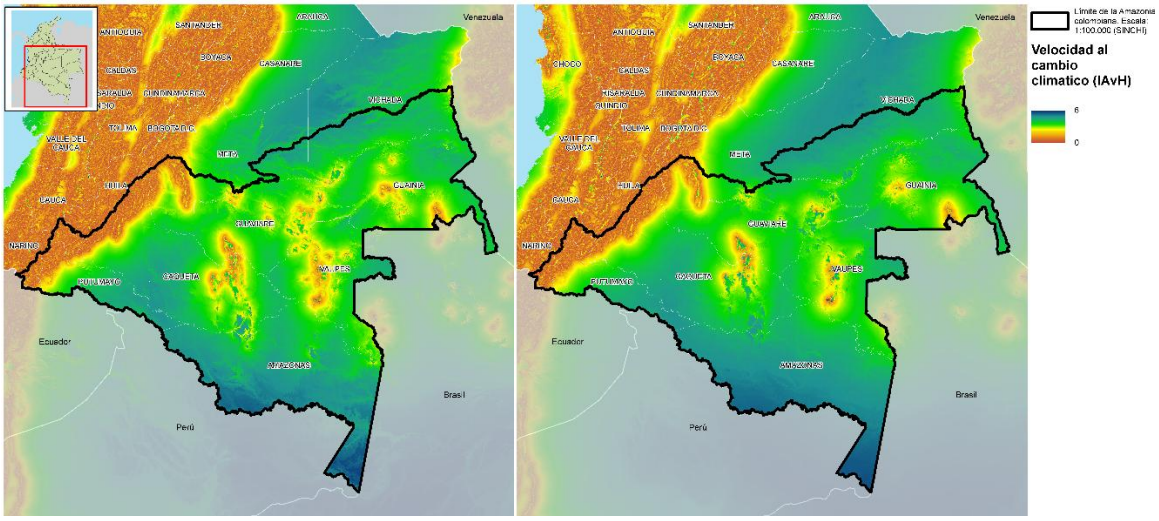
Los cambios en la composición arbórea de los bosques amazónicos, dominados cada vez más por especies tolerantes a la sequía y con mayor mortalidad de especies adaptadas a condiciones húmedas (Phillips et al., 2009), tienen implicaciones directas sobre los mamíferos. Por ejemplo, primates como el mono araña (*Ateles belzebuth*) o el mono churuco (*Lagothrix lagothricha*), que dependen de árboles productores de frutos sensibles a la sequía, podrían enfrentar reducciones en la disponibilidad de alimento y en consecuencia declives poblacionales. Asimismo, mamíferos carnívoros como el jaguar (*Panthera onca*) se

ven afectados de forma indirecta al disminuir la abundancia de presas en ecosistemas más secos y fragmentados.

De este modo, la sinergia entre deforestación y cambio climático compromete no solo la persistencia de especies icónicas, sino también los procesos ecológicos fundamentales —como la dispersión de semillas, la regulación hídrica y el mantenimiento de redes tróficas— que sostienen la biodiversidad amazónica. La evidencia indica que esta interacción está modificando rápida y profundamente la Amazonía colombiana: altera la dinámica hídrica y térmica que sostienen a los peces, reduce la supervivencia y la disponibilidad de recursos tróficos para las aves del sotobosque, y degrada microhábitats críticos para anfibios, reptiles y mamíferos, aumentando con ello el aislamiento poblacional y el riesgo de extinción local. Estas respuestas diferenciadas demuestran que muchas especies, en particular aquellas con baja capacidad de dispersión o con estrategias de historia de vida estrechas, difícilmente podrán reajustarse espacialmente con la rapidez necesaria frente a los escenarios de transformación ambiental proyectados.

Un aspecto clave para evaluar los riesgos asociados al cambio climático es la Velocidad de Cambio Climático (VoCC) (Figura 109), definida como la rapidez y dirección en que las especies deben desplazarse para mantener condiciones ambientales similares a las actuales (Hamann et al., 2015). Las proyecciones hacia 2030, bajo escenarios de bajas (RCP 4.5) y altas emisiones (RCP 8.5), muestran que la Amazonía y el Pacífico presentan las tasas más elevadas de VoCC, con valores de entre 1 y 4 km/año. Esto significa que las especies amazónicas tendrían que desplazarse entre 10 y 40 veces más rápido de lo observado históricamente en ecosistemas templados para ajustarse a las nuevas condiciones climáticas.

Figura 111 Proyección de la velocidad del cambio climático para el año 2030 bajo los escenarios de concentración representativos RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (derecha).



Fuente: IAvH -Project supported by National Geographic Society -AI for Earth Innovation Grant, 2021

En contraste, los Andes exhiben una VoCC menor, convirtiéndose en un potencial refugio climático ante la transformación acelerada de la Amazonía. En este contexto, la conservación de la Amazonía y la implementación de medidas de adaptación resultan indispensables, pero es igualmente crítica la conectividad entre la Amazonía y los Andes. El mantenimiento de corredores ecológicos permitiría a las especies amazónicas acceder a gradientes altitudinales más estables, aumentando sus posibilidades de persistencia. La deforestación y la fragmentación en esta zona de transición amenazan con interrumpir dicha conectividad, reduciendo la capacidad de desplazamiento de las especies y dificultando la conservación de la biodiversidad frente al cambio climático.

En consecuencia, una conservación efectiva requiere acciones integradas y urgentes: proteger y restaurar corredores ecológicos y llanuras inundables que aseguren la conectividad; incorporar escenarios climáticos en la planificación territorial; detener la pérdida de cobertura forestal y gestionar las cuencas para conservar los pulsos de inundación. Solo mediante estas medidas será posible salvaguardar la integridad funcional del bioma amazónico y los servicios ecosistémicos de los que dependen millones de personas (Nobre et al., 2016; Science Panel for the Amazon, 2021; Wolfe et al., 2025).

10.5. Llegada al punto de no retorno “tipping point”

El concepto de punto de inflexión proviene de la teoría de sistemas y alude a aquellos momentos en los que una alteración progresiva en una variable de control conduce a un cambio abrupto en el estado del sistema. Esto significa que presiones acumulativas, aunque pequeñas, pueden desencadenar transformaciones irreversibles (Lenton et al., 2008).

En la Amazonía, este umbral crítico, conocido como *Tipping Point*, se entiende como el límite ecológico a partir del cual el ecosistema pierde su capacidad de autorregenerarse y se desencadenan procesos de degradación irreversible. La literatura científica lo describe como una transición inducida por perturbaciones acumuladas que empujan al bioma hacia estados más secos y abiertos, con riesgo de “sabanización” en amplias zonas (Nobre & Lovejoy, 2018; Boulton et al., 2022). Este cambio no necesariamente se expresa en una sábana tropical homogénea; también pueden emerger escenarios alternativos como paisajes de matorral seco, bosques secundarios degradados o sistemas caducifolios de baja biomasa (Serrao, Nepstad & Walker, 1996; Walker, 2020).

Los mecanismos de transformación están vinculados principalmente a la mortalidad arbórea causada por el incremento del estrés hídrico y térmico, así como a la fragmentación del paisaje, que reduce la conectividad y la resiliencia del bosque (Esquivel-Muelbert et al., 2020; Malhi et al., 2008; IPBES, 2019). En estas

condiciones, el bioma deja de sostener su equilibrio hidrológico y climático y se vuelve más vulnerable a perturbaciones externas.

Entre los factores más determinantes se encuentra la deforestación. Se ha planteado que superar entre un 20–25% de pérdida de cobertura forestal rompe la capacidad del bosque para regular el clima y sostener su régimen de precipitaciones, favoreciendo transiciones hacia ecosistemas más abiertos (Nobre & Lovejoy, 2018; IPCC, 2022). Estudios recientes confirman que incluso con tasas menores ya existen señales de pérdida de resiliencia en la vegetación amazónica, especialmente bajo escenarios de sequías e incendios extremos (Boulton et al., 2022; Hajdu et al., 2025). La Amazonía recicla entre el 25 y el 35% de sus propias lluvias mediante evapotranspiración (Spracklen et al., 2012; Staal et al., 2018), y la pérdida de bosque reduce este mecanismo, disminuyendo significativamente la precipitación local y regional (Zemp et al., 2017).

A este proceso se suman las retroalimentaciones climáticas, en las que temporadas secas prolongadas y menor humedad aumentan la susceptibilidad a sequías e incendios, generando bucles de degradación autoamplificada (Aragão et al., 2018; Brando et al., 2020).

Las consecuencias de sobrepasar este punto de inflexión no se limitan al bioma. La Amazonía, como regulador climático continental y global, podría dejar de funcionar como sumidero para convertirse en fuente neta de carbono, liberando grandes volúmenes de CO_2 y amplificando el cambio climático (Gatti et al., 2021; IPCC, 2022). Aunque los registros geológicos muestran que el bosque amazónico ha sobrevivido a variaciones climáticas pasadas, su resiliencia actual se reduce bajo escenarios de fragmentación y degradación, lo que hace cada vez más probable que se alcance un umbral irreversible (Lovejoy & Nobre, 2018).

Desde una perspectiva **socioeconómica**, el riesgo de punto de no retorno se acentúa al converger con vulnerabilidades estructurales como la pobreza multidimensional, la débil presencia institucional y la dependencia directa de las comunidades amazónicas de los recursos naturales. La deforestación y degradación ambiental amenazan los **medios de vida y la seguridad alimentaria**, al reducir la disponibilidad de alimentos, plantas medicinales y recursos económicos, y al mantener una dependencia de actividades extractivas como la minería y los hidrocarburos, que generan ingresos a corto plazo pero aumentan la vulnerabilidad a largo plazo (The Nature Conservancy, 2020).

Otro efecto crítico es el **desplazamiento y la pérdida de territorio**. La expansión de la frontera agropecuaria, la minería ilegal, los cultivos ilícitos y la explotación hidrocarburífera ejercen presión sobre los territorios colectivos e individuales, generando procesos de despojo y migración forzada. Este fenómeno tiene impactos multidimensionales:

- **Socioeconómico**: limita la capacidad de generar ingresos, incrementa la dependencia de actividades extractivas externas e ilegales y reduce la seguridad alimentaria.
- **Cultural y social**: interrumpe la transmisión de prácticas culturales, saberes ancestrales y la cohesión comunitaria, afectando la identidad y resiliencia de los grupos, especialmente pueblos indígenas.
- **Ecológico:** el abandono de territorios tradicionales puede acelerar la degradación de ecosistemas periféricos y la presión sobre bosques, creando un círculo de retroalimentación que potencia la deforestación y la vulnerabilidad de otras comunidades cercanas

En conjunto, la evidencia científica y socioeconómica muestra que la Amazonía enfrenta un riesgo inminente de acercarse a un punto crítico en un horizonte temporal relativamente cercano. La convergencia de deforestación, cambio climático y presiones antrópicas configura un escenario en el que la transición a ecosistemas no forestales no solo es plausible, sino altamente probable si no se adoptan medidas inmediatas (Nepstad et al., 2008; Lovejoy & Nobre, 2018; Hajdu et al., 2025).

Este panorama resalta la necesidad de **respuestas integrales**: fortalecer la gobernanza territorial, combatir economías ilegales, promover modelos productivos sostenibles y avanzar en programas de restauración ecológica a gran escala. Consolidar una Amazonía con menor deforestación y mayor cobertura vegetal dependerá de sostener los logros alcanzados, anticipar las presiones futuras y garantizar que las comunidades locales sean protagonistas de la protección y uso sostenible de los bosques. Tal como concluyen Agudelo et al. (2023), preservar los bosques intactos que aún cubren el territorio amazónico colombiano y mantener nulo el crecimiento de la deforestación constituye el mejor escenario de conservación.

11. ACCIONES EXISTENTES Y ENFOQUES PARA EL MANEJO DEL RIESGO EN EL BIOMA AMAZONICO

11.1. Contexto

En el marco del cumplimiento de la Sentencia 4360 de 2018 proferida por la Corte Suprema de Justicia —conocida como la Sentencia de la Amazonía—, el Estado colombiano ha asumido el compromiso de garantizar la protección de la Amazonía como sujeto de derechos, promoviendo acciones concretas orientadas a la contención de la deforestación, la restauración ecológica y el impulso de economías sostenibles que fortalezcan la vida y la biodiversidad. Estas acciones son parte de una respuesta estructural al riesgo inminente del denominado punto de no retorno,

el cual pone en peligro la estabilidad ecológica del bioma amazónico, con consecuencias regionales y globales.

En línea con este compromiso, y conforme a lo dispuesto en el artículo 276 de la Ley 2294 de 2023 —Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”—, se creó el Fondo para la Vida y la Biodiversidad. Este instrumento financiero tiene como objetivo principal canalizar recursos para financiar iniciativas estratégicas como el **Plan Integral de Contención a la Deforestación** y la **Estrategia Nacional de Restauración**, dirigidas a la protección de la biodiversidad, la restauración ecológica, el desarrollo de economías sostenibles, y la mitigación de los efectos del cambio climático, con énfasis en territorios ambientalmente estratégicos como la Amazonía colombiana. La cooperación internacional también va en línea con este enfoque de conservar la naturaleza que aún tenemos y recuperar los ecosistemas que hemos perdido.

En el año 2023, en cumplimiento de este marco normativo y estratégico, MinAmbiente elaboró el **Programa Estratégico de Líneas de Inversión de la Amazonía**, el cual fue aprobado por el Comité Técnico del Fondo para la Vida y la Biodiversidad. A partir de dicho programa, MinAmbiente y el SINA, se estructuraron diversos macroproyectos orientados prioritariamente a la contención de la deforestación y la restauración ecológica, alineados con los principios de justicia ambiental, participación territorial y sostenibilidad. A continuación, se presentan los principales macroproyectos formulados en el marco de esta estrategia:

Tabla 27. Listado de proyectos aprobados por el Fondo para la Vida y la Biodiversidad en la Amazonía y que se encuentran en fase de ejecución.

Proyectos	Objeto	Implementador
Implementación de acciones interinstitucionales para la lucha contra la deforestación y otros delitos ambientales asociados en la ecorregión de la Amazonía	Implementar acciones articuladas de contención de estructuras criminales en el marco de la estrategia de lucha contra la deforestación y otros delitos ambientales asociados.	UNODC
Fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental de áreas de bosques naturales, otras coberturas de la tierra y las dinámicas de transformación del territorio -Etapa 1 –nacional	Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para realizar el monitoreo de acuerdos sociales en los 22 Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad de la Amazonía colombiana mediante el sistema MoSCAL-SIATAC, contribuyendo al fortalecimiento del monitoreo ambiental y la conservación de los bosques.	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI

Proyectos	Objeto	Implementador
Intervención integral en los núcleos de desarrollo forestal y de la biodiversidad (NDFYB) en la región de la Amazonía	Reducir la tasa de pérdida de cobertura boscosa en la Amazonía colombiana mediante la implementación de una intervención integral en seis Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB). Esto se logrará a través de acciones que promuevan la conservación de ecosistemas estratégicos, la restauración de áreas degradadas y el fortalecimiento de las capacidades organizacionales y técnicas de las comunidades locales.	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI
Restauración comunitaria de la conectividad Andino-Amazónica para la adaptación al cambio climático y la revitalización territorial en las subzonas hidrográficas cuencas de los ríos Caguán y Orteguaza	Mejorar la integridad ecológica del paisaje Andino-Amazónico mediante procesos comunitarios de restauración que fortalezcan la conectividad ecológica, la funcionalidad y la resiliencia de los ecosistemas en las subzonas hidrográficas de los ríos Caguán y Orteguaza. Esto se logrará a través de la implementación de acciones participativas que involucren a las comunidades locales en la planificación y ejecución de estrategias de restauración y manejo sostenible del paisaje.	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI
Fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental de áreas de bosques naturales, otras coberturas de la tierra y las dinámicas de transformación del territorio -HUMBOLDT	Fortalecer los sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental en Colombia, con énfasis en los bosques naturales, otras coberturas de la tierra y las dinámicas de transformación del territorio. Esto se logrará mediante el desarrollo de herramientas tecnológicas, la integración de información ambiental y la participación de las comunidades locales en los procesos de monitoreo.	Instituto Humboldt
Fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental de áreas de bosques naturales, otras coberturas de la tierra y las dinámicas de transformación del territorio -IDEAM	Fortalecer los sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental en Colombia, con énfasis en los bosques naturales, otras coberturas de la tierra y las dinámicas de transformación del territorio. Esto incluye la implementación de herramientas tecnológicas, la generación de información confiable y la promoción de procesos participativos para la gestión sostenible de los recursos naturales.	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM
Estrategia de implementación del Servicio de Extensión Forestal en la Amazonia Colombiana	Contribuir a la disminución de la pérdida de bosque en la Amazonía colombiana mediante la implementación de un Servicio de Extensión Forestal que fortalezca las estrategias actuales de manejo forestal sostenible.	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI
Intervención integral en los núcleos de desarrollo forestal y de la biodiversidad (NDFYB) en la región de la Amazonía - Núcleo Yaguará II	Aunar esfuerzos técnicos, administrativos, jurídicos, financieros y operativos para la ejecución de acciones en el núcleo de desarrollo forestal y de la biodiversidad llanos de YARÍ YAGUARA II, en el marco del proyecto “intervención integral en los núcleos de desarrollo forestal y de la biodiversidad (NDFyB) en la región de la Amazonía” de acuerdo con la misionalidad del Instituto Humboldt.	Instituto Humboldt
Amazonia Biocultural: Conservación participativa de ecosistemas estratégicos del Bioma Amazónico	La Amazonía Biocultural es una iniciativa de desarrollo sostenible y conservación de paisajes en la Amazonía, enfocada en mejorar la integridad ecológica de áreas protegidas y sus zonas colindantes	Parques Nacionales Naturales de Colombia

11.2 Plan Integral de Contención a la Deforestación

Conforme a lo definido en el Plan Nacional de Desarrollo “Colombia Potencia Mundial de la Vida 2022-2006, el Plan Integral de Contención la Deforestación 2023 – 2026 (PICD), es el marco de gestión integral e intersectorial que en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de la mano con el Sistema Nacional Ambiental (SINA), pueblos indígenas, consejos de comunidades negras, campesinos y las organizaciones de cooperación internacional, que da las bases para que en el año 2026, los 44 Núcleos Activos de Deforestación (NAD) localizados en la Amazonía, Nariño, Chocó, Catatumbo(Norte de Santander), San Lucas (Antioquía, Bolívar y Santander), Sarare (Arauca) y Paramillo (Antioquia y Córdoba), se transformen en 28 Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB). Esta es la apuesta del Gobierno nacional por consolidar la paz, con justicia social y ambiental en áreas de importancia socio-ecológica territorial para alcanzar la meta de reducción del 20% de la deforestación respecto al 2021.

De acuerdo con el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en Colombia persisten 44 Núcleos Activos de Deforestación (NAD), 70% concentrados en el bioma Amazónico, especialmente en los departamentos de Caquetá, Guaviare, Sur del Meta y Putumayo. El 30%l restante en Nariño, Norte de Santander (Catatumbo), Pacífico, Chocó, Cauca, Arauca, Sur de Bolívar y Antioquia. Estas son regiones de gran importancia ecológica y cultural, pero también en donde prevalecen condiciones de marginalización, una precaria y desarticulada presencia del Estado, profundas brechas económicas y sociales, limitado acceso a bienes públicos, barreras de comercialización, inseguridad en los derechos sobre la tierra, altos niveles de pobreza, así como presencia de redes de crimen organizado, cultivos ilícitos y otras economías ilegales que depredan la naturaleza, instrumentalizan las comunidades y perpetúan la guerra, la pobreza y las desigualdades.

El Plan Integral de Contención de la Deforestación - PICD traza el camino para **generar transformaciones socioecológicas** en los territorios que concentran la mayores tasas de deforestación del país, de tal forma que se inicie un proceso de transición económica hacia la consolidación de **comunidades forestales, biodiversas y sostenibles** como modelos de desarrollo rural en áreas de importancia ecológica para el país; capaces de contener la deforestación, reducir las brechas sociales, promover la economía forestal y de la biodiversidad, y posibilitar la consolidación de paz en los territorios**.** EL PICD sentará las bases del desarrollo de una **cultura forestal** como un cambio de paradigma para conservar

la selva en pie, a través de la creación y/o fortalecimiento de los procesos de gobernanza de pueblos indígenas, comunidad negras y campesinos.

El PICD define los acuerdos sociales, la construcción de una agenda ambiental para la paz, el fortalecimiento institucional, la investigación criminal y la fuerza pública como componentes esenciales e íntimamente ligados, para hacer frente a la complejidad del problema de la deforestación y sus causas estructurales. Así mismo, determina como elementos que potencializan el cambio la presencia de organizaciones sociales, la riqueza natural y cultural de los territorios, el interés de cooperantes internacionales y el acumulado de experiencias, conocimientos y herramientas para el diseño de paisajes, economías y comunidades de la biodiversidad existentes en el país. Para la correcta implementación del enfoque del PICD se deberán tener en cuentas las siguientes definiciones:

Núcleo de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB). Es una área identificada por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono SMByC del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM como Núcleo Activo de Deforestación NAD, que además cuenta con una oferta natural de superficie de bosque y que ha sido priorizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para que las comunidades locales, con sus saberes y con el acompañamiento del Estado, implementen acciones de manejo sostenible de los bosques y de la biodiversidad, generando transformación social, económica y ambiental del territorio.

Economía forestal comunitaria y de la biodiversidad. Corresponde al conjunto de acciones por medio de las cuales las comunidades locales, con base en el manejo y uso sostenible de la oferta de los bienes y servicios de los bosques y de la biodiversidad, así como de la implementación de medidas de restauración y reconversión, generan iniciativas asociadas a cadenas de valor como parte de las soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía.

Manejo y uso sostenible de los recursos forestales y de la biodiversidad. Es la planificación y ejecución de prácticas silviculturales para el manejo, uso y aprovechamiento persistente y sostenible de los bienes y servicios de los bosques y de la biodiversidad, garantizando la conservación de los ecosistemas y sus funciones, que permitan a producción de bienes y servicios, sustentándose en la innovación y el conocimiento tradicional.

Concesión Forestal Campesina (CFC). Es el modo por medio del cual la corporación autónoma o de desarrollo sostenible competente otorga a las

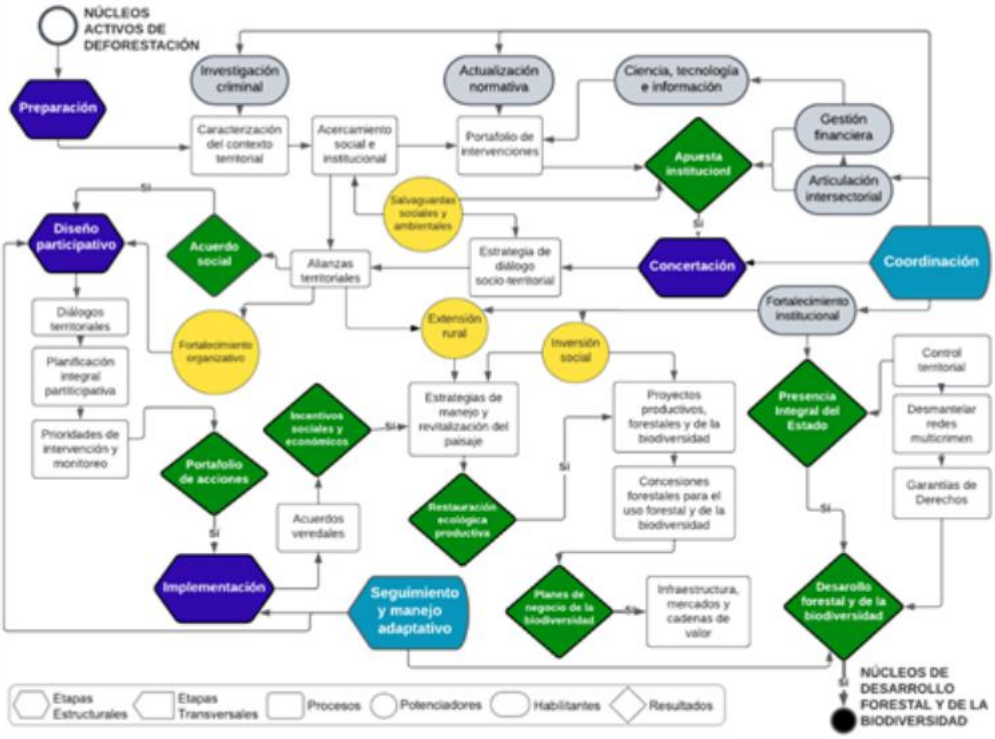
organizaciones campesinas[1], mediante acto administrativo motivado, el derecho al manejo y uso sostenible del recurso forestal y de la biodiversidad en los baldíos de la Nación, ubicados al interior de las Áreas de reserva forestal establecidas por la Ley 2da de 1959 y con acompañamiento del Estado.

11.2.1 Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad en la Amazonia

Los criterios de priorización para identificar áreas portafolio de los NDFyB son: i) el bosque natural remanente, ii) comportamiento de la deforestación, iii) presencia de las comunidades étnicas y campesinas, iv) número de familias potencialmente beneficiadas, v) territorios afectados históricamente por cultivos de uso ilícitos, y vi) accesibilidad al territorio.

La hoja de ruta del PICD traza el camino de cómo pasar de un NAD a un NDFyB con la ejecución de etapas estructurales y transversales para la preparación, concertación, diseño participativo, implementación, seguimiento y manejo adaptativo; que integran un conjunto de procesos, factores habilitantes y potenciadores que permitirán alcanzar los resultados esperados a corto, mediano y largo plazo.

Figura 112 . Hoja de ruta del Plan Integral de Contención de Deforestación.



Fuente: Elaboración propia

Área total de intervención de los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad 8´203.375 hectáreas de intervención donde se implementarán las acciones que darán cuenta del avance en este proceso de transformación: 4.800.816 hectáreas de superficie de bosque en pie y 750.701 hectáreas deforestadas en el periodo 2016-2023 (Tabla 26).

Se presenta el reporte de la superficie deforestada en los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad para el periodo 2016 – 2023. Se evidencia que los NDFyB con mayor deforestación en el 2023 fueron Mapiripán en el Meta con 4,015 hectáreas y la Serranía de San Lucas en el Magdalena Medio con 6.430 hectáreas. Por otro lado, los NDFyB con menos deforestación fueron Orotuyo con 17 hectáreas y el Resguardo de Villa Catalina en Putumayo con 190 hectáreas (Tabla 26).

Tabla 28. Reporte de la superficie deforestada en los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad para el periodo 2016 - 2023.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistemicos
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental
Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono

Plan de Contención de la Deforestación. Reporte Superficie deforestada - Periodo 2016-2023.
Núcleos de Desarrollo Forestal y la Biodiversidad (NDFyB).

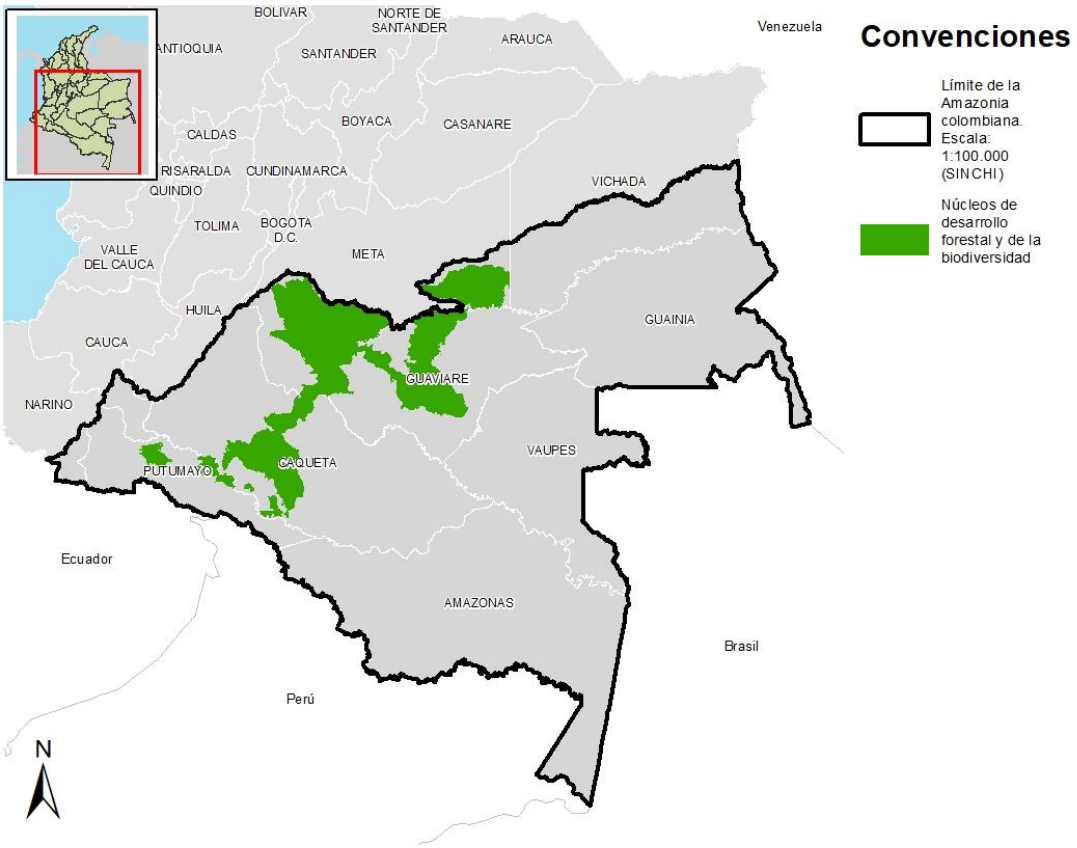
ID	Nombre NDFyB	Área Total (ha)	Superficie deforestada (ha)							
			Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
1	NDFyB Kuway-Nueva York-La Cristalina	264.055	2.988	8.438	7.962	5.864	5.767	4.951	2.634	2.679
2	NDFyB Charras	332.820	1.119	5.551	4.113	2.461	3.199	2.396	2.213	1.419
3	NDFyB Villa Catalina	68.186	393	507	1.146	1.017	943	685	351	190
4	NDFyB Agua Bonita	251.286	464	4.115	6.166	4.174	3.327	3.070	2.882	2.382
5	NDFyB Cuemaní	305.958	4.578	10.973	9.346	6.835	6.241	9.305	4.761	3.406
6	NDFyB Paraíso Amazónico	56.802	186	180	55	271	115	163	147	208
7	NDFyB Mapiripán	642.125	1.149	3.737	5.472	7.009	8.717	9.459	5.161	**4.015**
8	NDFyB Mecaya	131.113	3.459	3.483	2.378	1.186	1.657	1.127	957	981
9	NDFyB El Camuya	157.491	722	3.284	2.343	3.147	4.237	3.909	1.846	577
10	NDFyB Ciudad Yarí	124.698	1.476	7.467	7.691	5.034	4.825	7.163	2.791	2.525
11	NDFyB Llanos del Yarí Yaguará II	198.312	955	2.872	2.345	1.763	2.546	4.110	2.236	1.707
12	NDFyB Chuapal - Manavires	57.588	876	2.883	2.725	1.486	1.762	1.868	834	338
13	NDFyB Angoleta	138.482	3.127	8.086	5.703	4.303	5.285	5.291	1.803	808
14	NDFyB Las Perlas	45.927	439	679	793	555	741	663	438	213
15	NDFyB Solano	204.182	3.473	8.885	6.649	5.094	5.356	5.223	2.519	1.866
16	NDFyB Nueva Ilusión	58.822	523	1.098	956	620	602	786	346	431
17	NDFyB Orotuyo	12.495	145	132	285	104	126	129	42	17
18	NDFyB Los Puertos	6.318	16	41	52	22	2	0	158	235
19	NDFyB Cueva del Jaguar	221.766	1.301	2.969	2.803	2.407	2.001	2.919	1.062	350
20	NDFyB PNN Tinigua	470.128	9.849	7.658	15.635	9.243	9.911	11.701	7.719	1.589
21	NDFyB PNN Sierra de La Macarena	959.177	4.045	10.007	10.100	5.315	8.099	9.024	5.593	1.630
22	NDFyB Miraflores	338.509	104	572	411	1.052	1.035	1.183	1.607	1.049
	Subtotal	**5.046.241**	**41.387**	**93.617**	**95.130**	**68.963**	**76.495**	**85.124**	**48.099**	**28.615**
23	NDFyB Pacífico Norte	410.005	10.847	5.744	2.779	4.974	3.274	2.521	4.047	1.229
24	NDFyB Pacífico Sur	333.603	3.023	2.538	1.126	1.318	1.860	3.318	2.067	624
25	NDFyB Catatumbo	599.216	12.541	3.294	6.361	8.991	8.585	10.712	6.051	3.174
26	NDFyB Serranía de San Lucas	1.369.854	12.306	12.725	10.047	9.357	10.822	8.089	7.391	**6.430**
27	NDFyB Sarare	114.901	1.818	1.724	2.319	1.767	964	1.042	746	486
28	NDFyB Paramillo	329.554	2.869	2.561	1.504	1.590	1.685	1.175	2.067	788
	Subtotal	**3.157.134**	**43.404**	**28.587**	**24.137**	**27.996**	**27.189**	**26.857**	**22.370**	**12.732**
	Total	**8.203.375**	**84.790**	**122.204**	**119.268**	**96.959**	**103.684**	**111.981**	**70.469**	**41.347**

Fuente: IDEAM,2025

11.2.2. Núcleos de Desarrollo Forestal de la Amazonía

Área de intervención de los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad en la Amazonia corresponden a 5´046.241 hectáreas de intervención donde se implementarán las acciones que darán cuenta del avance en este proceso de transformación (Figura 113):

Figura 113. Núcleos de desarrollo forestal sostenible en el bioma amazónico colombiano.



Fuente: Elaboración propia, 2025 a partir de SIAC, 2025 (https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/MADS::gobernanza-forestal-1/about?layer=1)

11.3. Estrategia Nacional de Restauración

Colombia, Potencia Mundial de la Vida ha puesto en el centro de las decisiones a la gente y a la naturaleza. En este contexto, la selva amazónica, particularmente el piedemonte amazónico resulta ser territorio clave que conecta las redes vitales Andino-Amazónicas, Amazónicas-Orinocenses y Pacífico-Amazónicas donde fluye el agua, la biodiversidad, la gente y sus culturas. Redes irrumpidas por las conflictividades ecológicas, sociales y culturales.

Para avanzar en las transformaciones territoriales a través de la revitalización de la naturaleza propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, el Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible construyó **la Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 "Juntos para recuperar la naturaleza perdida**" como un instrumento que busca orientar los procesos de restauración de paisajes y su biodiversidad y como una apuesta nacional por recuperar la funcionalidad de los ecosistemas, incrementar la resiliencia frente al cambio climático, generar economías, revitalizar los territorios y mejorar el bienestar de las comunidades, con una meta nacional de establecer 753.783 nuevas hectáreas de ecosistemas terrestres y marino costeros bajo procesos de restauración, bajo principios y condiciones habilitantes (Figura 114) las cuales generarán un impacto frente a las crisis de cambio climático y biodiversidad que a nivel global se están presentando. Con énfasis, en el trabajo fundamentado en la acción colectiva que permitirá frenar las dinámicas de degradación, a través de la implementación de acciones de restauración a escala de paisaje.

Figura 114. Principios que integran la ENR 2023 – 2026- Fuente: Minambiente 2023



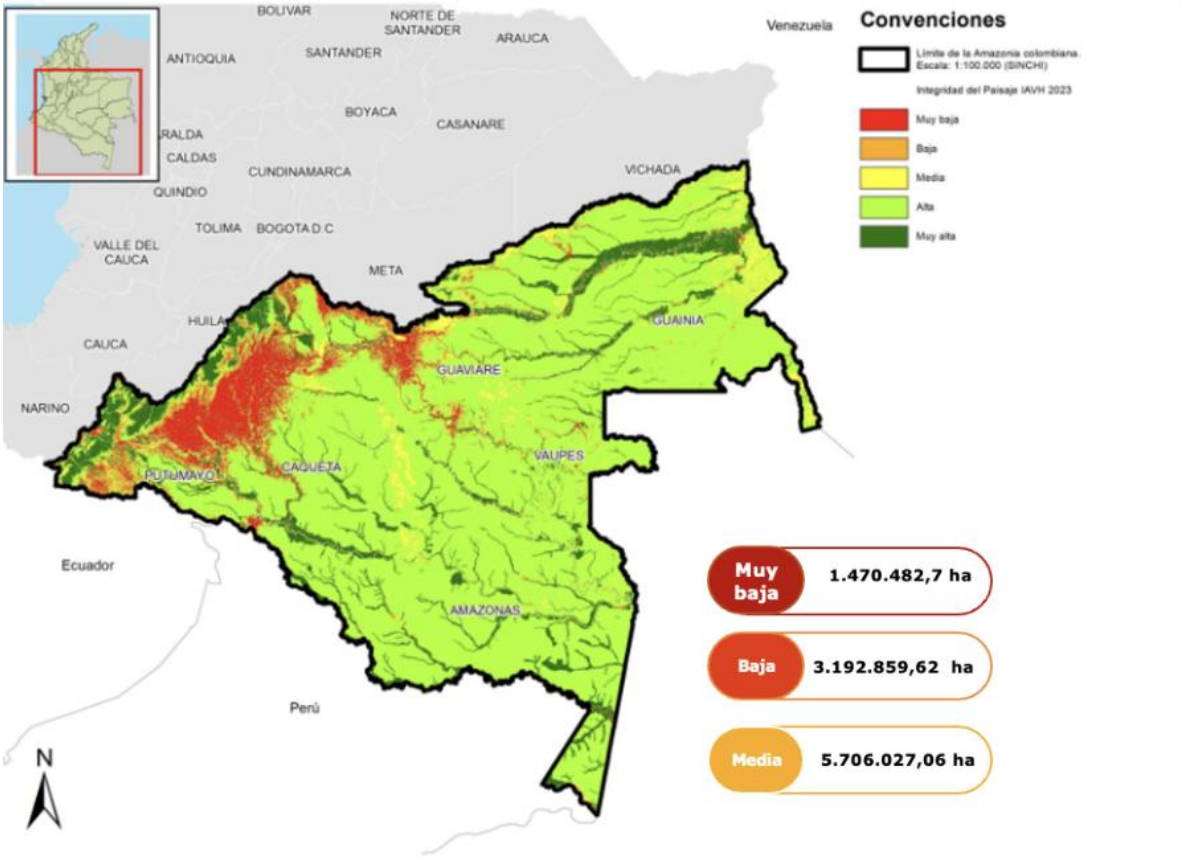
Integridad ecológica de la Amazonía colombiana

La ENR contempla un modelo de integridad ecológica Isaacs y González (2028) que identifica zonas del país con alta transformación ecosistémica, baja conectividad y vulnerabilidad ecológica, priorizando intervenciones que permitan restaurar la continuidad de los hábitats, facilitar el flujo de especies y la recuperación de la biodiversidad en territorios afectados por actividades como los monocultivos, la deforestación o el uso intensivo del suelo. Para la Amazonía colombiana se registra aproximadamente 4.663.341 ha en integridad muy baja y Baja; y 5.706.027 millones de hectáreas en integridad media. (Figura 115) Esta pérdida de integridad del paisaje es sin lugar a duda uno de los problemas socioambientales de mayor relevancia para la región, ya que de la diversidad y conectividad biológica andino-amazónica-orinocense, depende la seguridad hidro climática del país y el planeta.

La alta pérdida de conectividad en los paisajes amazónicos requieren la prioridad de adelantar esfuerzos participativos e incluyentes para el diseño, implementación y seguimiento de estrategias multifuncionales de restauración para recuperar la

conectividad y la integridad ecológica en la que se incluyan la gobernanza y las economías de la biodiversidad reflejadas en beneficios humanos, conservación de la biodiversidad, multifuncionalidad y resiliencia de los paisaje, tal como se establece la ENR 2023-2026

Figura 115. Línea base de integridad ecológica en Colombia y en la ecorregión de la Amazonia.



Fuente: Isaacs y González (2028)

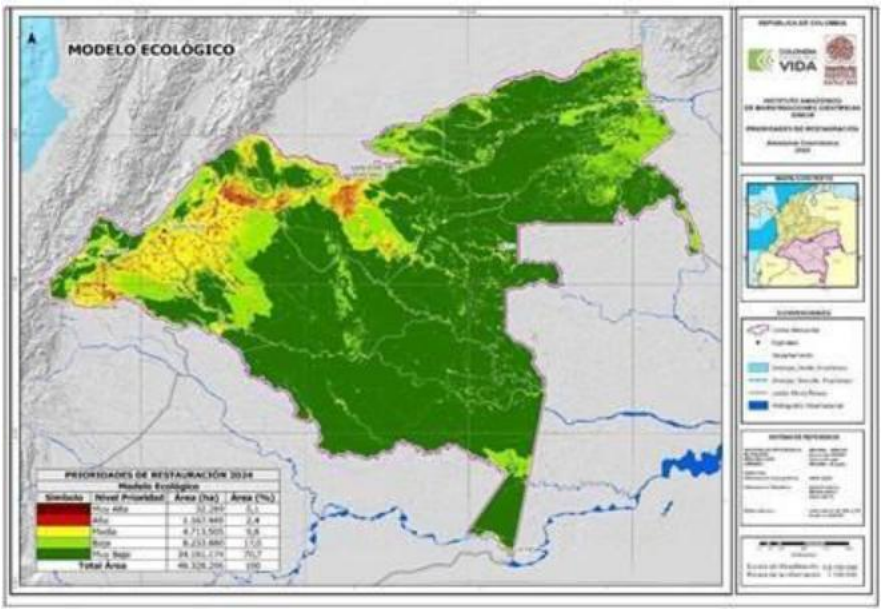
Enfoque de los procesos de restauración para la Amazonía colombiana

Con el objetivo de transitar hacía una Amazonía más sostenible, que garantice el fortalecimiento de la presencia del Estado en el territorio y el fortalecimiento de las gobernanzas locales para la implementación de políticas y estrategias acordes con las particularidades y contextos de este territorio, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible consolida el “Programa Estratégico de líneas de Inversión en la Amazonia para el Fondo para la Vida y la Biodiversidad (FPVB)” en el cual se proponen unas líneas estratégicas para lograr una intervención integral en la región desde el pilar de la construcción participativa de soluciones de la gente y con la gente.

La línea de restauración, desde un enfoque participativo, comunitario y biocultural, propone acciones de establecimiento de acciones de restauración multifuncional, la generación de planes de ordenamiento para la restauración y revitalización productiva, fortalecimiento de capacidades comunitarias para la gestión y apropiación de la restauración, actividades de mantenimiento y monitoreo con el fin de fortalecer la gobernanza ambiental y la base natural para el desarrollo de economías de la biodiversidad.

En este sentido, para el macroproyecto de restauración de mosaicos amazónicos, Ministerio de Ambiente e Instituto SINCHI definieron un modelo ecológico para la identificación y categorización de áreas de importancia para la restauración del paisaje a través de un análisis espacial, que permita ubicar zonas transformadas de alto interés para mejorar procesos ecológicos en la Amazonía (Figura 116).

Figura 116. Resultados, proceso técnico para la definición de áreas prioritarias de restauración para la Amazonia Colombiana, Componente Ecológico.



Fuente: SINCHI.2024

Tabla 29. Resultados priorización Modelo Ecológico por prioridad

PRIORIDADES DE RESTAURACIÓN 2024			
Modelo Ecológico			
Símbolo	**Nivel Prioridad**	**Área (ha)**	**Área (%)**
	Muy Alta	32.289	0,1
	Alta	1.167.449	2,4
	Media	4.713.505	9,8
	Baja	8.233.880	17,0
	Muy Baja	34.181.174	70,7
Total Área		48.328.296	100

Fuente: SINCHI.2024

Los resultados del análisis para el componente ecológico indican que 32.289 hectáreas son de muy alta prioridad y 1.167.449 hectáreas corresponden a la categoría alta, distribuidas principalmente en los departamentos de Guaviare, Meta y Caquetá.

11.4. Proyectos de cooperación de la Amazonia:

GEF Corazón de la Amazonia

El proyecto Corazón de la Amazonía, financiado por el GEF/Banco Mundial y articulado con la DBBSE del Ministerio, centra sus esfuerzos en reducir la deforestación y fortalecer la gestión sostenible de los bosques en zonas estratégicas de la Amazonía colombiana, especialmente en los departamentos de Caquetá, Guaviare, Meta y Putumayo. El proyecto consolida la implementación de acuerdos de conservación y restauración con comunidades campesinas e indígenas, promoviendo alternativas productivas sostenibles como sistemas agroforestales, producción de cacao, caucho y otros productos no maderables. Se avanza en la restauración de áreas degradadas y la protección de corredores ecológicos, así como en el fortalecimiento de las capacidades técnicas de autoridades ambientales y organizaciones comunitarias para el monitoreo y la vigilancia forestal, integrando herramientas tecnológicas y sistemas de alerta temprana para la prevención de la deforestación. Además, el proyecto impulsa la articulación entre actores locales, gobiernos y cooperación internacional, facilitando la inclusión de criterios de conservación en los instrumentos de planificación territorial y el desarrollo de políticas públicas. A través de educación ambiental, campañas de sensibilización y participación comunitaria, Corazón de la Amazonía contribuye a la apropiación social de la conservación y al desarrollo sostenible en la región amazónica.

Rem II Visión Amazonía

El Programa REM Colombia II Visión Amazonía, financiado por el Reino Unido, Noruega y Alemania y orientado técnicamente por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, avanza en la reducción de emisiones por deforestación y en la promoción del uso sostenible de los bosques amazónicos, beneficiando a comunidades locales e indígenas. Se implementan acciones integrales en seis Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB) en Caquetá y Guaviare, involucrando a más de 1.300 familias y gestionando de manera sostenible más de 58.000 hectáreas de bosque. Se formalizaron acuerdos de conservación, se entregaron incentivos económicos (como el Incentivo Forestal Amazónico, con más de 1.000 pagos realizados en 2024) y se fortalecieron capacidades técnicas

mediante la formación de cientos de personas en manejo forestal y transformación de productos. Aunque la deforestación en la Amazonía mostró una reducción récord del 38% en 2023 respecto al año anterior, en 2024 se identificó un incremento, alcanzando 48.047 hectáreas deforestadas en los tres primeros trimestres. El programa también apoya la inclusión de acciones de conservación en los planes de desarrollo locales y fortaleció la gobernanza indígena y la articulación institucional. Estas acciones consolidaron la transformación de núcleos activos de deforestación en territorios de desarrollo sostenible y conservación.

GCF-Visiona Amazonia FAO

El programa GCF-FAO y la estrategia nacional Visión Amazonía. Este proyecto tiene como objetivo principal promover un modelo de Manejo Forestal Sostenible (MFS) que permita la conservación del bosque, la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales y el fortalecimiento de las economías sostenibles en la región.

El proyecto 'Pago por Resultados REDD+ Colombia GCF-Visión Amazonía', financiado por el Fondo Verde del Clima y ejecutado por la FAO junto al Ministerio de Ambiente, consolida su contribución al Plan de Contención de la Deforestación en la Amazonía colombiana. El proyecto fortaleció capacidades nacionales y locales para el monitoreo y control ambiental, promoviendo la gestión sostenible de zonas forestales y el cierre de la frontera agrícola, especialmente en los Núcleos de Desarrollo Forestal de Solano y Bajo Caguán, en Caquetá. Además, impulsó la gobernanza territorial y el liderazgo de los pueblos indígenas en la conservación de los bosques, articulando esfuerzos institucionales y comunitarios para reducir las causas directas e indirectas de la deforestación. Estas acciones permitieron avanzar en la implementación de la Estrategia Nacional REDD+ y complementar las iniciativas del Programa Visión Amazonía, sentando bases sólidas para el uso sostenible de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad amazónica, en beneficio de las comunidades locales y del país.

TEFOS

El Pilar 3 del programa TEFOS del Reino Unido, en coordinación con la DBBSE del Ministerio, enfoca sus acciones en las zonas de Caquetá y Guaviare, buscando estabilizar y reducir la deforestación en áreas críticas. El proyecto fortalece las capacidades de las comunidades locales en prácticas agrícolas y forestales sostenibles mediante procesos de formación, asistencia técnica y pilotos de extensión forestal. Además, promueve la creación de oportunidades económicas innovadoras, apoyando el acceso a mercados y la comercialización de productos sostenibles, incluyendo madera y productos no maderables, a través de asociaciones público-privadas. Se avanzó en la implementación de incentivos para

la conservación, como pagos por servicios ambientales y acuerdos de manejo, que contribuyeron a la protección de los bosques y a la mejora de los medios de vida locales. El programa articula esfuerzos con otros actores del territorio y facilitó la integración de cadenas de valor libres de deforestación, generando alternativas productivas que ayudan a disminuir la presión sobre los bosques. Estas acciones contribuyeron a fortalecer la gobernanza local y sentaron bases para una gestión forestal más sostenible y participativa en los núcleos de intervención priorizados.

GIZ (Probosques II)

Probosques II es un proyecto de cooperación técnica de Alemania el proyecto de la Cooperación técnica La Asociación Campesina Integral Comunitaria Núcleo Número Uno Cartagena del Chairá (ACAICONUCACHA), con el acompañamiento de la DBBSE y el programa Probosques II, avanza en la implementación de su Plan de Manejo Forestal Sostenible sobre cerca de 10.000 hectáreas en Caquetá. El proceso incluyó la formulación participativa del plan técnico y del modelo de negocio, así como la capacitación de la comunidad en el aprovechamiento sostenible de productos maderables y no maderables del bosque amazónico.

Se fortalecieron capacidades técnicas y socio-empresariales, y se diseñaron soluciones innovadoras como el sistema de cable vía forestal para una extracción eficiente y de bajo impacto ambiental. El plan promovió la diversificación productiva mediante el fortalecimiento de cadenas de valor como castaño de monte, copoazú, meliponicultura y madera, integrando criterios de sostenibilidad y rentabilidad. Los análisis financieros confirmaron la viabilidad económica de la iniciativa, con márgenes positivos y una tasa interna de retorno adecuada. Además, se mantiene un diálogo constante con autoridades ambientales y cooperantes, y se exploraron nuevas oportunidades para ampliar la oferta de productos no maderables, contribuyendo así a la sostenibilidad social, económica y ambiental del territorio.

12. CONCLUSIONES

12.1. En el marco del Principio de Prevención

Sobre los impactos acumulativos

- La confluencia de proyectos extractivos, la expansión agropecuaria y las economías ilegales ha convertido la deforestación amazónica en un fenómeno multicausal que supera la capacidad de control de los instrumentos regulatorios vigentes. En departamentos críticos como Putumayo y Caquetá, la apertura de infraestructura vinculada a hidrocarburos y minería actúa como catalizador de presiones indirectas —colonización, tala, cultivos ilícitos e incendios— que intensifican la pérdida de bosque y comprometen la conectividad ecológica. Este patrón, reforzado por el denominado “efecto espina de pescado” asociado a la expansión vial, consolida un escenario de alta vulnerabilidad ambiental y biogeográfica que amenaza de manera estructural la integridad del Bioma Amazónico colombiano.

- A partir del análisis de imágenes satelitales, se ha confirmado que los proyectos de hidrocarburos realizan aprovechamientos forestales y actividades de manejo de vías, frente a los cuales resultan procedentes medidas de compensación y mitigación sujetas a seguimiento por parte de la autoridad ambiental. No obstante, la habilitación de vías secundarias y terciarias al interior del bioma favorece la extracción ilegal de madera y estimula la expansión de la frontera de deforestación más allá de las áreas autorizadas, generando impactos ambientales negativos de difícil control.

- El análisis de Modelación de Sistemas Complejos (MSC) evidencia que las actividades extractivas en curso y las prospectivas de minería e hidrocarburos en el bioma amazónico configuran un entramado de impactos acumulativos que afectan de manera directa el agua superficial y subterránea, al reducir su disponibilidad y calidad; los ecosistemas terrestres, al fragmentar hábitats y disminuir la resiliencia ecológica; y el suelo, al acelerar procesos de degradación y pérdida de funcionalidad. Estas alteraciones, al interactuar entre sí, generan efectos en cascada que alcanzan el medio socioeconómico, con riesgos de cambios en los usos del suelo, tensiones territoriales y conflictos socioambientales.

- La modelación de redes muestra que dichos impactos no ocurren de forma aislada, sino que pueden reforzarse y amplificarse con la incidencia del

cambio climático, el cual incrementa la variabilidad en la disponibilidad hídrica, intensifica eventos extremos y reduce la capacidad de amortiguación de los ecosistemas frente a presiones extractivas. Esta interacción transforma impactos locales en procesos de degradación de mayor escala, con consecuencias sobre la seguridad hídrica, alimentaria y la gobernanza territorial. Ante este escenario, la declaratoria del bioma amazónico como zona de reserva se plantea como una medida preventiva orientada a limitar la expansión extractiva, reducir riesgos acumulativos y fortalecer la capacidad adaptativa frente al cambio climático.

Sobre la biodiversidad y la conectividad ecológica

- La fauna de la Amazonía colombiana enfrenta un riesgo creciente de pérdida de biodiversidad como resultado de la deforestación y la degradación de hábitats, lo que ya evidencia disminución en los tamaños poblacionales de numerosas especies. La fragmentación y pérdida acelerada de cobertura forestal comprometen la conectividad ecológica y afectan tanto a especies endémicas como migratorias, alterando interacciones tróficas y servicios ecosistémicos esenciales. Este riesgo se intensifica con el avance de la frontera de deforestación, amenazando la riqueza taxonómica y funcional de múltiples grupos biológicos, así como la seguridad alimentaria y medios de vida de comunidades locales. La evidencia científica confirma que la presión antrópica incrementará la pérdida de biodiversidad y pondrá en riesgo procesos ecológicos y evolutivos no solo para el bioma sino para la fauna y flora Neotropical y sus efectos en cadena, por lo cual se requieren medidas urgentes que eviten impactos irreversibles en la biodiversidad y el bienestar socioambiental.

Sobre el papel regulador del bioma en el clima regional y global

- El Bioma Amazónico se caracteriza por su baja variabilidad térmica (24–27 °C en promedio multianual), un régimen de lluvias unimodal influenciado por latitud, distancia al mar y orografía, velocidades medias de viento bajas y alta humedad relativa (75–85 %). Estas condiciones lo convierten en un regulador climático que estabiliza las dinámicas regionales, según registros climatológicos históricos. Sin embargo, el cambio climático y las presiones antrópicas podrían transformar este ecosistema de selva húmeda tropical hacia escenarios de sabana tropical, deteriorando sus servicios ambientales.

- La interacción constante entre atmósfera y océanos confirma la relevancia regional del bioma amazónico, pues la evaporación generada en esta zona se extiende hacia países como Argentina, Paraguay y Brasil, evidenciando

su importancia ecosistémica continental. Adicionalmente, se ha validado que la interacción de los vientos del Este con los Andes tropicales transporta vapor de agua hacia las zonas más pobladas de Colombia, particularmente en temporada de junio a agosto, resaltando la necesidad de conservar el bioma como proveedor de agua y mitigador de contaminación atmosférica, dado que también se movilizan contaminantes de incendios forestales que pueden afectar la calidad del aire en ciudades como Bogotá.

Sobre la degradación ecológica y los servicios ecosistémicos

- La Amazonía colombiana enfrenta un proceso sostenido de degradación ecológica, asociado a deforestación, expansión extractiva y fragmentación del paisaje, comprometiendo conectividad, resiliencia y provisión de bienes y servicios esenciales para las comunidades. La evidencia científica advierte riesgos de pérdida irreversible de biodiversidad y deterioro de servicios ecosistémicos vitales, como provisión de alimentos, regulación hídrica y protección frente a eventos climáticos extremos. La declaratoria de la reserva actúa como medida preventiva para preservar la integridad ecológica y asegurar la continuidad de dichos servicios.

Sobre las comunidades locales y su vulnerabilidad socioeconómica

- Las comunidades amazónicas dependen de la biodiversidad y del manejo sostenible de recursos naturales para actividades productivas tradicionales como pesca, agricultura, recolección y artesanías. La presión de actividades extractivas y cambios en el uso del suelo ha reducido la disponibilidad y calidad de estos recursos, afectando la seguridad alimentaria, la economía local y la transmisión de saberes tradicionales.

- Las comunidades presentan altos niveles de pobreza multidimensional, limitada presencia institucional y exposición a dinámicas de conflicto y economías ilegales, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a riesgos ambientales y sociales, generando riesgos de desplazamiento, pérdida de cohesión comunitaria y deterioro progresivo de condiciones de vida.

- Se evidencia una transformación acelerada de los modos de vida tradicionales, con pérdida de conocimientos ancestrales y debilitamiento de la organización social, afectando la identidad cultural y la transmisión intergeneracional de saberes. Bajo el principio de prevención, la declaratoria de reserva se configura como instrumento para detener estas transformaciones, garantizar derechos humanos, fortalecer gobernanza y

resiliencia comunitaria, y asegurar la continuidad de modelos de vida compatibles con la conservación de los ecosistemas.

12.2. En el marco del Principio de Precaución

Sobre el riesgo de debilitamiento de los ríos voladores

- Estudios realizados por distintos autores y por institutos de investigación del Ministerio de Ambiente señalan que hasta un 50 % de la humedad que alimenta la precipitación en la cordillera oriental y en páramos como Chingaza —clave para el suministro de agua del país— podría verse comprometida por amenazas como la deforestación o el cambio climático.
- Durante el Fenómeno del Niño 2023–2024, la humedad proveniente del Bioma Amazónico colombiano probablemente contribuyó a la recuperación de embalses estratégicos como Chivor, Guavio y Chuza. La pérdida de esta fuente hídrica agravaría futuros episodios de déficit, intensificando los conflictos por el uso del agua como recurso vital y energético.

Sobre la función del Bioma Amazónico en la captura y almacenamiento de carbono

- La Amazonía almacena aproximadamente 3,43 gigatoneladas de carbono en biomasa aérea, siendo uno de los sumideros más relevantes del planeta. No obstante, la deforestación, los incendios y el cambio climático amenazan con convertirla en una fuente neta de carbono, lo que comprometería el cumplimiento del Acuerdo de París y afectaría la biodiversidad, el suministro de agua y la estabilidad climática global.

Sobre la conectividad ecológica y la resiliencia climática

- La conectividad del Bioma Amazónico constituye un eje estratégico para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La deforestación asociada a actividades agropecuarias, mineras, ilícitas y de infraestructura fragmenta los hábitats, interrumpe flujos genéticos y ecológicos, y debilita la capacidad adaptativa de especies.

- La zona del arco de deforestación, en la transición Andes–Amazonía, es crítica para la resiliencia frente al cambio climático. Su pérdida compromete la funcionalidad ecológica, la dispersión de especies y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. En este contexto, la conservación de la

conectividad Andes–Amazonía no es solo un asunto de biodiversidad, sino también de estabilidad climática e hídrica regional.

Sobre el cambio climático

- Los análisis de amenazas y vulnerabilidad evidencian un incremento proyectado de precipitación (40–50 % en zonas de piedemonte y cordillera) y aumentos de temperatura de +3 a +5 °C, generando riesgos de desabastecimiento hídrico, deterioro de calidad de agua y pérdida de biodiversidad.
- Ante la magnitud de dichos impactos y la incertidumbre sobre su materialización, el principio de precaución justifica la declaratoria de reserva del Bioma Amazónico, al proteger coberturas boscosas, mitigar eventos extremos y resguardar servicios ecosistémicos claves. Esta medida se alinea, además, con compromisos internacionales como la NDC, los ODS 13 y 15, y la Meta 30x30.

Sobre el riesgo del Tipping Point amazónico

- La evidencia científica señala la posibilidad de alcanzar un umbral crítico o "Tipping Point", a partir del cual la selva pierde su capacidad de autorregeneración y se transforma en un ecosistema degradado. Dada la irreversibilidad de sus posibles efectos —pérdida de biodiversidad, alteración del ciclo hidrológico y liberación masiva de carbono— resulta imperativo aplicar medidas preventivas inmediatas bajo el principio de precaución.

Sobre la gobernanza territorial y los derechos fundamentales

- La falta de mecanismos efectivos de gobernanza incrementa los conflictos socioambientales y la explotación insostenible de recursos. La creación de una reserva de recursos naturales fortalece la institucionalidad y la coordinación interinstitucional, previniendo impactos graves o irreversibles.

- Los cambios en los ecosistemas amazónicos amenazan derechos humanos esenciales como el acceso al agua, la seguridad alimentaria, la salud y un ambiente sano. En consecuencia, la declaratoria de reserva, amparada en el principio de precaución, constituye una acción proporcional y necesaria para proteger estos derechos frente a riesgos de gran magnitud.

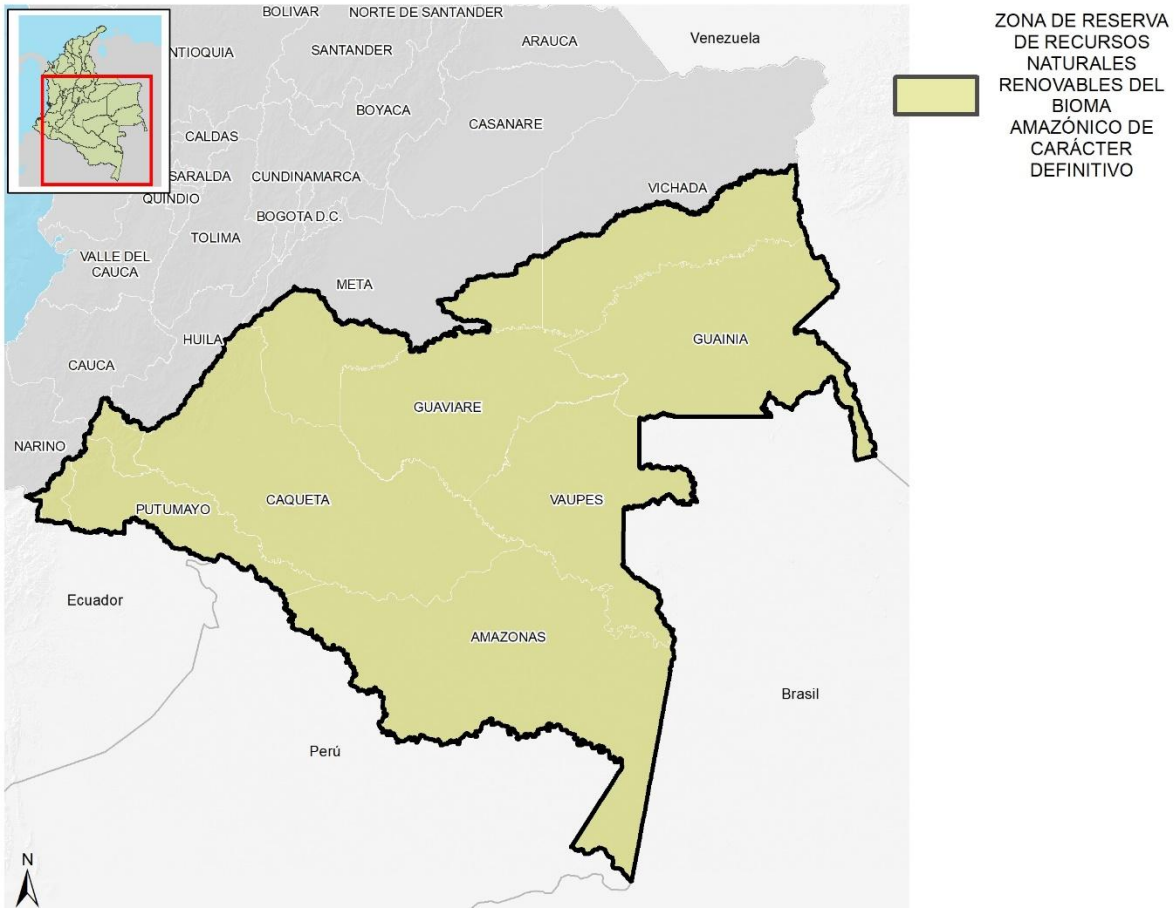
13. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DE PROPUESTA DE ZONA DE RESERVA DE RECURSOS NATURALES DE CARÁCTER DEFINITIVO

La declaratoria de una Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo en la Amazonía constituye una medida indispensable para garantizar la protección integral de este ecosistema estratégico, que representa más del 40% del territorio nacional y desempeña funciones esenciales en la regulación climática, hídrica y en la captura de carbono del continente y del planeta. A pesar de que el 81,9% del bioma mantiene aún cobertura boscosa, la región enfrenta una pérdida acelerada de bosque —788.313 hectáreas entre 2016 y 2023-.

Si bien el bioma amazónico cuenta con figuras de ordenamiento ambiental como las áreas protegidas del SINAP y la Reserva Forestal de Ley 2ª de 1959, se han identificado presiones que comprometen su integridad. En particular, la posibilidad de sustracción en la Reserva Forestal ha permitido la localización de proyectos licenciados por la ANLA y por autoridades ambientales regionales, así como la asignación de títulos mineros. Aunque estas actividades se desarrollan bajo el marco regulatorio vigente, generan condiciones que propician procesos indirectos como la apertura de vías, el aumento de accesibilidad y, en consecuencia, la ampliación de frentes de deforestación. Adicionalmente, cerca del 26% del bioma carece de figuras de protección definitiva, situación que deja extensas áreas expuestas a ocupación irregular y degradación ecosistémica.

En este sentido, la creación de una figura de protección definitiva se fundamenta tanto en criterios científicos y ambientales —conservación de biodiversidad, conectividad ecológica y regulación climática e hidrológica— como en criterios jurídicos establecidos en el Decreto 2811 de 1974, que faculta al Estado para reservar recursos naturales con fines de conservación, restauración y ordenamiento ambiental. Bajo este marco, la delimitación geográfica de la Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables de carácter definitivo corresponderá a la **totalidad del área reconocida como Bioma Amazónico Colombiano**, configurándose como un instrumento necesario para cerrar vacíos normativos, reforzar las restricciones existentes y consolidar la salvaguarda de este bioma frente a dinámicas extractivas y de transformación territorial.

Figura 117. Delimitación de propuesta de Zona de Reserva de Recursos Naturales Renovables del Bioma Amazónico



Fuente: Elaboración propia, 2025

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. (2010). El mal desarrollo: La globalización del extractivismo. Quito: Abya-Yala.
- Armenteras, D., & Rodríguez, N. (2018). Tropical forests and deforestation in the Amazon basin: A review of processes, drivers, and conservation challenges. Environmental Research Letters, 13(3), 033003.
- Auty, R. (2002). Resource abundance and economic development. Oxford: Oxford University Press.
- Aguas Amazónicas. (2023). Especies centinelas de la Amazonia. WWF.
- Agudelo-Hernandez, W. J., Castillo-Barrera, N. C., & Uriel, M. G. (2023). Scenarios of land use and land cover change in the Colombian Amazon to evaluate alternative post-conflict pathways. Scientific reports, 13(1), 2152.
- Amazon Tall Tower Observatory (ATTO). (s.f.). BVOC emissions across the seasons in the Amazon. https://www.attoproject.org/bvoc-emissions-across-the-seasons/
- Anderegg, W., Anderegg, L., Kerr, K., & Trugman, A. (2019). Widespread drought-induced tree mortality at dry range edges indicates that climate stress exceeds species' compensating mechanisms. Glob. Change Biol. 00,1–10.
- Anderson, J. T., Rojas, J. S., & Flecker, A. S. (2009). High-quality seed dispersal by fruit-eating fishes in Amazonian floodplain habitats. Oecologia, 161(2), 279–290.
- ANLA. (2017). Reporte de Análisis Regional del Caquetá. https://www.anla.gov.co/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/reporte-de-alertas
- ANLA. (2021). Reporte de Análisis Regional de las subzonas hidrográficas de los ríos Metica, Guatiquía, Guayuriba y Negro. https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/21-09-2021-reporte-de-analisis-regional-rio-negro-6.pdf
- ANLA. (2023). Actualización del Reporte de Análisis Regional del Putumayo. https://www.anla.gov.co/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/reporte-de-alertas
- ANLA. (2024). Reporte de Análisis Regional Zona Sur del Macizo Colombiano. https://www.anla.gov.co/images/documentos/reportes-alertas/2024-05-16-anla-Reporte-Analisis-Regional-Macizo-Colombiano-2024.pdf
- Antonelli, A., & Sanmartín, I. (2011). Why are there so many plant species in the Neotropics?. Taxon, 60(2), 403-414.
- Aragão, L. E. O. C., Anderson, L. O., Fonseca, M. G., Rosan, T. M., Vedovato, L. B., Wagner, F. H., ... & Silva, C. V. J. (2018). 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. Nature Communications, 9(1), 536. Springer Nature. https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y

- Ardila, G. (2023, noviembre). La Amazonía Colombiana y la descentralización.
- Arima, E. Y., Walker, R. T., Perz, S. G., & Caldas, M. M. (2008). The fragmentation of space in the Amazon basin: Emergent road networks. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 74(6), 699–709. https://doi.org/10.14358/PERS.74.6.699
- Ayodele, A. (2025). Climate change and its effects on bird diversity in tropical ecosystems: A focus on the Amazon Basin and Central America. World Journal of Advanced Research and Reviews, 26(02), 1132-1148. https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.2.1765.
- Baptiste, B., Pineda, A., & Gutiérrez, J. (2017). *Amazonia colombiana: dinámicas socioeconómicas y ambientales de la región*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- Baccini, A., Walker, W., Carvalho, L., Farina, M., Sulla-Menashe, D., & Houghton, R. (2017). Tropical forests are a net carbon source based on aboveground measurements of gain and loss. Science, 358(6360), 230–234. https://doi.org/10.1126/science.aam5962.
- Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza Jr., C. M., & Laurance, W. F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected Áreas in the Amazon. Biological Conservation, 177, 203–209. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004
- Bauer, S., & Hoye, B. J. (2014). Migratory animals couple biodiversity and ecosystem functioning worldwide. Science, 344, 1242552. https://doi.org/10.1126/science.1242552
- Bebbington, A., Hinojosa, L., Bebbington, D., Burneo, M. L., & Warnaars, X. (2008). Contention and ambiguity: Mining and the possibilities of development. *Development and Change, 39*(6), 887–914.
- Bennett, A. F. (1999). Linking landscapes: The role of corridors in wildlife management. IUCN.
- BID Invest. (2023). Guía práctica para la evaluación y gestión de impactos acumulativos en América Latina y el Caribe. https://www.idbinvest.org/es/publicaciones/guia-practica-para-la-evaluacion-y-gestion-de-impactos-acumulativos-en-america-latina
- Bonet, J., & Urrego, J. (2020). *El Sistema General de Regalías: impacto, retos y oportunidades para el desarrollo regional en Colombia*. Banco de la República, Documentos de Trabajo sobre Economía Regional.
- Bock, D., et al. (2020). Beating of the Amazon: Visualizing the Diurnal Cycle of the Amazonian Hydroclimatology. Disponible en: https://virdir.ncsa.illinois.edu/dbock/Amazon_SC20_sonification_narration.mp4

- Bogotá-Gregory, J. D., Lasso, C. A., Jiménez-Segura, L. F., & Taphorn, D. C. (2022). Peces de agua dulce de la Amazonia colombiana: diversidad, biogeografía y conservación. Instituto SINCHI.
- Brawn, J. D., et al. (2023). Avian connectivity and the importance of park corridors in South American forests. Conservation Biology, 37(2), 334-345.
- Briene, R. (2015). Long-term decline of the Amazon carbon sink. Nature 519, 344–348.
- Briene, R. (2015). Long-term decline of the Amazon carbon sink. Nature 519, 344–348.
- Broadbent, E. N., et al. (2008). Deforestation and the fragmentation of habitats in the Amazon Basin. Environmental Research Letters, 3(1), 45-60. https://doi.org/10.1088/1748-9326/3/1/014013.
- Cabrera, A. L., & Willink, A. (1973). Biogeografía de América Latina. Monografía 13, Serie de Biología. Secretaria General de la OEA.
- Cardenas, L., & Salinas, N. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Cientitificas -SINCHI- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232.
- Castaño, N. (2009). La Amazonía frente al cambio climático. Colombia Amazónica.
- Cárdenas, D., González, M. F., Marín, N., Sua, S., & Betancur, J. (2017). Plantas y líquenes del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Revista Colombia Amazónica, 10, 229–250. Instituto SINCHI.
- Chao, K. (2008).Growth and wood density predict tree mortality in Amazon forests. J. Ecol. 96, 281–292 (2008).
- Cifuentes, C., & Cote, M. (2022). Influencia de la deforestación y el cambio climático en la formación de los “ríos voladores de la Amazonia”. Revista Colombia Amazónica, 13.
- Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico – CEDE. (2020). Encadenamientos productivos en Colombia: diagnóstico y oportunidades. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Contraloría General de la República. (2021–2023). Informes de vigilancia sobre el uso del Sistema General de Regalías. Bogotá: CGR.
- Cortéz-Gómez, AMM; Ruiz-Agudelo, CA; Valencia-Aguilar, A; Ladle, RJ Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review Universitas Scientiarum, vol. 20, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 229-245 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia

- Dagosta, F. C., & de Pinna, M. C. (2019). The fishes of the Amazon: Distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. Bulletin of the American Museum of Natural History, 431, 1–163.
- DANE. (2018). Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi
- Dávalos, L. M., et al. (2011). Land-use change and biodiversity conservation in the Amazon. Biological Conservation, 144(11), 2764-2771. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.020
- Denevan, W. M. (1974). El desarrollo y la inminente muerte de la selva del Amazonas. Publication Series (Conference of Latin Americanist Geographers), 3, 73-79.
- De Echave, J. (2009). *Minería y conflicto social en el Perú*. Lima: CIPCA.
- Díaz-Cháux, JT, Velasquez-Valencia, A., Martínez-Salinas, A. y Casanoves, F. (2025). Diversidad funcional y servicios ecosistémicos de las aves en paisajes productivos de la Amazonía colombiana. Diversity, 17 (5), 305. https://doi.org/10.3390/d17050305
- Díaz-Siefer, P.; Olmos-Moya, N.; Fontúrbel, F.E.; Lavandero, B.; Pozo, R.A.; Celis-Diez, J.L. Bird-mediated effects of pest control services on crop productivity: A global synthesis. J. Pest. Sci. 2022, 95, 567–576.
- DNP. (2023, noviembre). La Amazonia colombiana y la descentralización. https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/la-amazonia-colombiana-y-la-descentralizacion.aspx
- Doughty, C. (2015). Drought impact on forest carbon dynamics and fluxes in Amazonia. Nature 519, 78–82.
- Drumond, A., et al. (2014). The role of the Amazon Basin moisture in the atmospheric Branch of the hydrological cycle: a Lagrangian analysis. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 2577–2598. doi:10.5194/hess-18-2577-2014
- DW. (2023). La biodiversidad de árboles impulsa la riqueza de peces en Amazonia. DW Ciencia.
- Eli Tziperman Research Group. (s. f.). Hadley circulation dynamics. Harvard University. https://groups.seas.harvard.edu/climate/eli/research/equable/hadley.html
- Escobar, M., Hoyos, I., Villegas, J., & Nieto, R. (2021). The Importance of Continental Evaporation for Precipitation in Colombia: A Baseline Combining Observations from Stable Isotopes and Modeling Moisture Trajectories.
- Escobar H. 2019. Amazon fires clearly linked to deforestation,scientists say. Science 365: 853 LP – 853
- Esquivel-Muelbert (2019). Compositional response of Amazon forests to climate change. Glob. Change Biol. 25,39–56.

- Esquivel-Muelbert, A., Phillips, O. L., Brienen, R. J. W., et al. (2020). Tree mode of death and mortality risk factors across Amazon forests. Nature Communications, 11, 5515. https://doi.org/10.1038/s41467-020-18996-3
- Fagua, G., Amarillo, A. R. y Andrade, M. G. (1999). Mariposas (Lepidoptera) como bioindicadores del grado de intervención en la cuenca del Río Pato (Caquetá). En G. Amat, M. G. Andrade y F. Fernández (Eds.), Insectos de Colombia, Volumen II, (pp. 286-315). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- FCDS. (2014). Ordenamiento territorial para la zona de influencia del PNN Serranía de Chiribiquete. Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible.
- FCDS. (2017). Corredores de conectividad ecológica en el proyecto Marginal de la Selva. Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible.
- FCDS. (2023). Observatorio Amazonía: Agroindustria en el bioma amazónico colombiano. https://observatorioamazonia.fcds.org.co/.../microficha-agroindustria-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html
- FCDS. (2023). Observatorio Amazonía: Cultivos de uso ilícito en el bioma amazónico colombiano. https://observatorioamazonia.fcds.org.co/.../microficha-cultivos-de-uso-ilicito-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html
- FCDS. (2023). Observatorio Amazonía: Ganadería en el bioma amazónico colombiano. https://observatorioamazonia.fcds.org.co/.../microficha-ganaderia-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html
- FCDS. (2024). Observatorio Amazonía: Deforestación en el bioma amazónico colombiano. https://observatorioamazonia.fcds.org.co/microficha-deforestacion-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html
- FCDS. (2024). Observatorio Amazonía: Grupos al margen de la ley en el bioma amazónico colombiano. https://observatorioamazonia.fcds.org.co/.../microficha-grupos-al-margen-de-la-ley-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html
- FCDS. (2024). Observatorio Amazonía: Minería en el bioma amazónico colombiano. https://observatorioamazonia.fcds.org.co/.../microficha-mineria-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html
- Fedesarrollo. (2021). *Impacto socioeconómico de la industria petrolera en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Ferrante, L., et al. (2022). Effects of Amazonian flying rivers on frog biodiversity. Disponible en: https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.14033
- Ferrante, L., Fearnside, P. M., & Barbosa, R. I. (2023). Amazonian “flying rivers” and their importance for rainfall in South America. Environmental Conservation, 50(1), 1–10. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/S0376892923000016

- Ferrante, L., Fearnside, P. M., & Barbosa, R. L. (2023). Effects of Amazonian flying rivers on frog biodiversity and populations in the Atlantic rainforest. Conservation Biology.
- Ferreira do Rosario, F., Custodio, E., & Cardoso da Silva Jr., G. (2016). Hydrogeology of the Western Amazon Aquifer System (WAAS). Journal of South American Earth Sciences.
- Finer, M., Jenkins, C. N., Pimm, S. L., Keane, B., & Ross, C. (2008). Oil and gas projects in the western Amazon. PloS One, 3(8), e2932.
- Finer, M. (2025, abril). Carbono en la Amazonía (parte 4): Áreas protegidas y territorios Indígenas. MAAP #225. https://www.maapprogram.org/es/carbono-amazonia-parte4/
- Finer, M., Jenkins, C. N., Pimm, S. L., Keane, B., & Ross, C. (2008). Oil and gas projects in the western Amazon: Threats to wilderness, biodiversity, and indigenous peoples. PLoS ONE, 3(8), e2932. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002932
- Fittkau, E. J. (1969). The fauna of South America. In Biogeography and ecology in South America (Vol. 2, pp. 624-650).
- Flores Andrade, B., Verdezoto Carvajal, M., Simbaña Punina, J., & DomínguezGaibor, I. (2022). No Title. Green World Journal, 5(1), 006. https://doi.org/10.53313/gwj51006
- Forman, R. T. T. (1995). Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press.
- Frailey, C. D., Lavina, E. L., Rancy, A., & Souza Filho, J. P. D. (1988). A proposed Pleistocene/Holocenelake in the Amazon basin. Acta Amazonica, 18(3-4), 119-143.
- Galeano, G., & Bernal, R. (2010). Palmas de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 688.
- García, C. (2019). Regalías y desarrollo territorial en Colombia: una evaluación de su impacto. *Revista de Economía Institucional, 21*(41), 223–245.
- García, N. (2007). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 5: Las Magnoliáceas, las Miristicáceas y las Podocarpáceas. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt -CORANTIOQUIA - Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 236 p.
- Gatti, L. V., Basso, L. S., Miller, J. B., Gloor, M., Gatti Domingues, L., Cassol, H. L. G., Tejada, G., Aragão, L. E. O. C., Nobre, C., Peters, W., Marani, L., Arai, E., Sanches, A. H., Corrêa, S. M., Anderson, L., Von Randow, C., Correia, C., Crispim, S. P., & Neves, R. (2021). Amazonia as a carbon source linked to

deforestation and climate change. Nature, 595(7867), 388–393. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6
- GBIF.org. (2025, septiembre 9). GBIF Occurrence Download. https://doi.org/10.15468/dl.uf9aqx
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. BioScience, 52(2), 143–150. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2
- Gentry, A. H. (1982). Neotropical floristic diversity. Annals of the Missouri Botanical Garden, 69(3), 557-593.
- González, J., Cubillos, A., Chadid, M., et al. (2018). Caracterización de las principales causas y agentes de deforestación a nivel nacional 2005-2015. IDEAM – MinAmbiente – ONU-REDD.
- González-Orozco, C. E. (2021). Biogeographical regionalisation of Colombia. Phytotaxa, 484(3), 247-260.
- Gudynas, E. (2012). Estado compensador y nuevos extractivismos. *Nueva Sociedad, 237*, 128–146.
- Hacón, S., Rivera, G.A., Rodrigues, Y.E., Viscarra, F.E., Andreazzi, C.S., Winck, G., Galaz, V., Nascimento, N., Sacueana, P., Mena, C.F. (2024). Salud en la Amazonía: Desafíos Ambientales, Sociales y Económicos. Policy Brief. Panel Científico por la Amazonía, Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, Nueva York, EE. UU.
- Hajdu, L. H., Meesters, A. G. C. A., Dolman, A. J., & Friend, A. D. (2025). Deforestation Could Push Amazonia Close to a Tipping Point. Geophysical Research Letters, 52(15). https://doi.org/10.1029/2024GL108304
- Hausmann, R., & Hidalgo, C. (2011). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping paths to prosperity*. Harvard University.
- Hernández-Camacho, J., Walschburger, T., Ortiz, R., & Hurtado, A. (1992). Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. Acta Zool. Mex., Vol. Esp., 3-24.
- Hernández-León, S. (2021). Jaguars and their genetic connectivity in the Amazon. Journal of Wildlife Conservation, 28(4), 456-469.
- Herrera, B.; Paaby, P.; Muñoz, C. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con énfasis en áreas silvestres protegidas: síntesis del estado del arte 2009-2011; Costa Rica, 2013
- Hirschman, A. O. (1958). *The strategy of economic development*. Yale University Press.
- Holter, P. y Scholtz, C. H. (2007). What do dung beetles eat? Ecological Entomology, 32(6), 690-697. https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00915.x.
- Hoorn, C., & Wesselingh, F. P. (2010). Amazonia: Landscape and species evolution. Wiley-Blackwell.

- Hoyos, I. (2017). Transporte de humedad atmosférica en Colombia: origen, variabilidad y acople con fenómenos climáticos globales. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/
- IDEAM. (2015). Zonificación climática del bioma amazónico adaptada del modelo Caldas-Lang (Aldaz-Kahn). Informe técnico. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (2021). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (2024). Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (2022). Informe del estado de la calidad del aire de 2021. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Estado-de-la-calidad-del-aire
- IDEAM. (2013). Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/MEMORIAS-MAPA-ZONIFICACION-HIDROGRAFICA.pdf
- IDEAM. (2014). Regionalización de Colombia según la Estacionalidad de la Precipitación Media Mensual. http://archivo.ideam.gov.co/.../Regionalizacion+de+la+Precipitacion+Media+Mensual/
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022* (464 pp.). Bogotá, D. C.: IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Estudios-nacionales-del-agua
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2024). El SIIVRA como herramienta para los análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2024). Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM & SINCHI. (2006). Zonificación climática de la Amazonía colombiana (clasificación Caldas-Lang adaptada). Publicación institucional. Bogotá, Colombia.
- IDEAM & SINCHI. (2006). Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente en la Amazonía Colombiana.
- IDEAM, MinAmbiente, PNUD, & GEF-CBIT. (2024). Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia.

- IDEAM, MINIAMBIENTE, DNP, CANCILLERIA, PNUD, FUNDACIÓN NATURA (2024). Primer informe bienal de transparencia de Colombia. Bogotá D.C, Colombia. pp 357.
- INGEOMINAS. (2007). Atlas de aguas subterráneas de Colombia. Bogotá.
- INGEOMINAS. (2011). Mapa de permeabilidades de Colombia en escala 1:500.000. Bogotá.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2022). Cicatrices de Quema. SIAT-AC. Recuperado de https://siatac.co/cicatrices-de-quema/ SIAT-AC
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2023). Cálculo de los factores de emisión para los sumideros forestales de carbono. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2018). Informe sobre la deforestación en la Amazonía colombiana en 2017. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2016). Especies de Fauna Reportadas en los Libros Rojos de Colombia. https://doi.org/10.15472/jj2yfb.
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
- IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatenes Species: Clusia rubescens-https://www.iucnredlist.org/species/164659094/182971901.
- IW:LEARN. (2022). The Invisible Giant: Understanding, protecting and managing the Amazon Aquifer System.
- Jacoboski, L.I.; Hartz, S.M. Using functional diversity and taxonomic diversity to assess effects of afforestation of grassland on bird communities. Perspect. Ecol. Conserv. 2020, 18, 103–108
- Jézéquel, C., et al. (2020). A database of freshwater fish species of the Amazon Basin. Scientific Data, 7(96).
- Jézéquel, C., Tedesco, P. A., Darwall, W., et al. (2020). Freshwater fish diversity hotspots. Conservation Biology, 34(4), 956-965.
- Jorgensen, S., Xu, L., & Costanza, R. (Eds.). (2016). Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC Press.
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106, 110–127.
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Wittmann, F., Schöngart, J., & Parolin, P. (2023). Amazonian floodplain forests: Ecophysiology, biodiversity and sustainable management. Springer

- Killeen, T. J. (2007). Amazon biodiversity and land use in Colombia. Conservation Biology, 21(2), 257-268.
- Lacher, TE; Davidson, AD; Fleming, TH; Gómez-Ruiz, EP; McCracken, GF; Owen-Smith, N; Peres, CA; Vander Wall, SB. (2019) The functional roles of mammals in ecosystems, Journal of Mammalogy, Volume 100, Issue 3, 23 May 2019, Pages 942–964, https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy183
- Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime Author(s): Ane A. Alencar, Paulo M. Brando, Gregory P. Asner and Francis E. Putz Source: Ecological Applications, September 2015, Vol. 25, No. 6 (September 2015), pp. 1493-1505
- Laurance, W. F., Goosem, M., & Laurance, S. G. (2009). Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. Trends in Ecology & Evolution, 24(12), 659–669. https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009
- Leite, R. N., & Rogers, D. S. (2013). Revisiting Amazonia under the Neotropical paradigm. Journal of Biogeography, 40(12), 2234–2248.
- Lemes, M., & González-Carrillo, S. (2023). Impacts on South America moisture transport under Amazon deforestation and 2 °C global warming. Science of The Total Environment.
- Lennox, R. J., Paukert, C. P., Aarestrup, K., Auger-Méthé, M., Baumgartner, L., Birnie-Gauvin, K., … Cooke, S. J. (2019). One hundred pressing questions on the future of global fish migration science, conservation, and policy. Frontiers in Ecology and Evolution, 7, 167–175. https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00286
- Lenton, T. M., Held, H., Kriegler, E., et al. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. PNAS, 105(6), 1786–1793.
- Li, X. H. (2019). Technology and equipment development in laser-induced fluorescence-based detection of biological aerosols. Journal of Biosafety and Biosecurity, 1(2), 113-122.
- Liu, K. (2017). Contrasting carbon cycle responses of the tropical continents to the 2015–2016 El Niño. Science 358, eaam5690.
- Lopez-Gallego, C. & Morales M. (2020). Ayenia klugii. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T164906521A176524595. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T164906521A176524595.es. Accessed on 12 September 2025.
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2018). Amazon tipping point. Science Advances, 4(2), eaat2340.
- López Miranda, Y, Tovar Márquez, J y Álvarez García, D. (2023). La diversidad de la familia Araneidae (arachnida: araneae) en Colombia: una actualización del listado de especies. (https://libros.cecar.edu.co/index.php/CECAR). Corporación Universitaria del Caribe – CECAR. Disponible en: https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/10001

- Luna Sarmiento D A (2023): Arácnidos de la cuenca media del río Putumayo, el Encanto, Amazonas - Expedición Binacional. v2.1. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI. Dataset/Occurrence. https://doi.org/10.15472/flfqwt https://doi.org/10.15472/flfqwt
- Malhi Y, Wright J. Patrones espaciales y tendencias recientes en el clima de las regiones de selva tropical. Philos Trans R Soc B Biol Sci. 2004;359: 311–329. pmid:15212087
- Marengo, J. A., Tomasella, J., Alves, L. M., Soares, W. R., & Rodriguez, D. A. (2015). The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. Geophysical Research Letters, 38(12), L12703. https://doi.org/10.1029/2011GL047436
- Martinez, B. (2013). Análisis de la Incertidumbre en los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia desde los Sistemas Complejos. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia.
- Mendonça, F. P., Magnusson, W. E., & Zuanon, J. (2005). Relationships between habitat characteristics and fish assemblages. Copeia, 2005(4), 751–764.
- Mestre, L. A. M., & Bierregaard, R. O. (2009). The role of Amazonian rivers for wintering ospreys (Pandion haliaetus): clues from North American band recoveries in Brazil between 1937 and 2006. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 44(3), 141–157. https://doi.org/10.1080/01650520903178380
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023a). Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 “Juntos para Recuperar la Naturaleza Pedida”. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/03/ENR_3032025-1.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Ambiente]. (2023). Plan Integral de Contención a la Deforestación 2023 – 2026. Ambiente. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/03/Plan-Integral-Contencion-Deforestacion-2023-2026.pdf
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2023). *Perfil Exportador – Putumayo*. Bogotá: MinCIT.
- Miranda LS, Imperatriz-Fonseca VL, Giannini TC (2019) Impacto del cambio climático en las funciones ecosistémicas proporcionadas por las aves en el sureste de la Amazonia. PLoS ONE 14(4): e0215229. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215229
- Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., & Lasso, C. A. (2006). Peces de la cuenca del río Orinoco. ICN – Humboldt.
- Moraes-Arraut, J., Nobre, C. A., Barbosa, H. M., Obregon, G., & Marengo, J. (2012). Aerial rivers and lakes. J. Climate, 25, 543–556.

- Morales-Martinez, Darwin M.. (2021). Mamíferos (Mammalia) de la Amazonia colombiana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 45(175), 474-488. https://doi.org/10.18257/raccefyn.1318
- Morrone, J. J. (2017). Neotropical biogeography: Regionalization and evolution. CRC Press.
- Mu, Z., Li, J., et al. (2022, mayo). An overview of the isoprenoid emissions from tropical plant species. Frontiers in Plant Science, 13, 833030.
- Narváez, L. A. B. (2022). Dinámicas y conflictos por acaparamiento de la tierra en la Orinoquía y Amazonía colombiana. Revista Kavilando, 14(1), 2022.
- Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia.
- NASA. (2025, septiembre 9). Dióxido de carbono: signos vitales. https://climate.nasa.gov/en-espanol/signos-vitales/dioxido-de-carbono/
- Nepstad, D. C., Stickler, C. M., Soares-Filho, B., & Merry, F. (2008). Interactions among Amazon land use, forests and climate. Philos. Trans. R. Soc. B, 363(1498), 1737–1746.
- Newton, I. (2006). Can conditions experienced during migration limit the population levels of birds? Journal of Ornithology, 147(2), 146-166.
- Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A. L., Escobar, F., Favila, M., Vulinec, K., y Network, T. S. R. (2007). Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. Biological Conservation, 137(1), 1-19. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.023.
- NOAA Ocean Exploration. (s.f.). How does the ocean affect climate and weather on land? https://oceanexplorer.noaa.gov/ocean-fact/climate/
- Nobre, A. D. (2014). O Futuro Climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica. ARA / CCST-INPE / INPA. http://www.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2014/11/The_Future_Climate_of_Amazonia_Report.pdf
- Nobre, C., Encalada, A., Anderson, E., & Neves, E. G. (2021). Science panel for the Amazon: Amazon Assessment Report 2021: executive summary.
- Nobre, C. A., Sampaio, G., Borma, L. S., Castilla-Rubio, J. C., Silva, J. S., & Cardoso, M. (2016). Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. PNAS, 113(39), 10759–10768. https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113
- Noss, R. F. (1991). Landscape connectivity and conservation. Conservation Biology, 5(2), 242-248.
- Noss, R. F., & Cooperrider, A. (1994). Saving nature’s legacy: Protecting and restoring biodiversity. Washington, DC: Island Press.

- Ordoñez, J & Masera, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. Madera y bosques 7(1):3-12.
- Osorno-Muñoz, M., Caicedo-Portilla, J. R., Lynch, J. D., & Gutiérrez-Lamus, D. L. (2022). Lista anotada de los anfibios y reptiles de la cuenca media y alta del río Apaporis. Revista Colombia Amazónica.
- OTCA. (2021). Atlas de Vulnerabilidad Hidroclimática de la Región Amazónica. https://otca.org/wp-content/uploads/2021/09/Atlas-de-Vulnerabilidad-Hidroclimatica-web.pdf
- OTCA. (2018). Análisis Diagnóstico Transfronterizo Regional de la Cuenca Amazónica (ADT). https://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/Analisis-Diagnostico-Transfronterizo-Regional-de-la-Cuenca-Amazonica-ADT.pdf
- OTCA & SHI S.A.S. (2015, diciembre). Caracterización hidrogeológica conjunta del Sistema Acuífero Transfronterizo Tabatinga - Leticia. Medellín.
- O'Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., ... & Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. Global Environmental Change, 42, 169–180. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004
- Painter, M., et al. (2008). Agriculture and deforestation in the Amazon. Environmental Science & Policy, 11(5), 451-475.
- Pan, Y., et al. (2011). Biodiversity and ecosystem services in the Amazon region. Science, 331(6016), 254-259.
- Parques Nacionales Naturales. (2010). Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta. https://www.parquesnacionales.gov.co/wp-content/uploads/2020/10/plan-de-manejo-sff-cienaga-grande-de-santa-marta.pdf
- Pineda, A. (2020). Economías regionales en la Amazonía: estructuras productivas y desafíos de sostenibilidad. *Revista de Economía Institucional, 22*(42), 171–198.
- Pounds, A.; Savage, J.; Bolaños, F. «Incilius periglenes». Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2013.
- Poveda, G., Jaramillo, L., & Vallejo, L. F. (2009). Seasonal precipitation patterns along pathways of South American low-level jets and aerial rivers. Water Resources Research, 45(4), W04418. https://doi.org/10.1029/2008WR007529
- Poveda Jaramillo, G. (2011). El papel de la Amazonía en el clima global y continental: impactos del cambio climático y la deforestación. https://repositorio.unal.edu.co/items/ed80186a-7340-4e34-9d5a-c4f923370908
- Poveda, G., Jaramillo, L., & Vallejo, L. F. (2014). Seasonal precipitation patterns. Water Resour. Res., 50, 98–118.

- Poveda, G., et al. (2009). Ecological connectivity and its importance for ecosystem services. Global Environmental Change, 19(3), 371–379.
- Poveda, G. (2024). Ríos voladores amazónicos. Disponible en: https://blogs.elespectador.com/
- Pöhlker, C., Huffman, J. A., & Pöschl, U. (2012). Autofluorescence of atmospheric bioaerosols: fluorescent biomolecules and potential interferences. Atmospheric Measurement Techniques, 5(1), 37–71.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2021). Informe Nacional de Desarrollo Humano en Colombia. Bogotá: PNUD.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2024). Informe de Desarrollo Humano 2024: La dependencia del país y de los territorios de los hidrocarburos y el carbón en Colombia. Bogotá: PNUD.
- Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. (s.f.). Coordinador Internacional: Dr. Gonzalo Halffter. Instituto de Ecología, México.
- RAISG. (2025). Diagnóstico de datos de carbono en la Amazonía Colombiana. Bogotá: RAISG.
- RAISG – Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (2025). Diagnostico de datos de carbono en la Amazonia Colombiana.
- Ramos-Artunduaga, Jonathan, Londoño-Carvajal C, Carlos Andrés, & Marín-Uribe, Mario Alejandro. (2021). Mariposas asociadas a bosques en Solano, Caquetá, Amazonia Colombiana (Lepidoptera: Papilionoidea). Biota colombiana, 22(2), 56-69. Epub July 29, 2021.https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a03
- Rangel, O. (2008). Vegetación, palinología y paleoecología de la amazonía colombiana. Diversidad biótica VII. ICN – UNAL.
- Ringuelet, R. A. (1975). Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina. Ecosur, 2.
- Rodríguez, C. A., & Suárez, A. R. (2019). Amazonia colombiana: Dinámicas territoriales. Ideas Verdes.
- Rojas, M., et al. (2014). Evaluación de la conectividad ecológica en la Amazonía colombiana. SINCHI Report, 32, 1-50.
- Rondinini C, Marco MD, Chiozza F, Santulli G, Baisero D, Visconti P, Hoffmann M, Schipper J, Stuart SN, Tognelli MF, Amori G, Falcucci A, Maiorano L, Boitani L. 2011. Global habitat suitability models of terrestrial mammals. Proc. R. Soc. Lond. 366(1578): 2633-2641. doi: https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0113
- Roubik, D. y Hanson, P. (2004). Orchid bees of tropical America: Biology and field guide. Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Ruiz-Guerra, C., Eusse-González, D., & Arango, C. (2014). Distribución, abundancia y reproducción de las aves acuáticas de las sabanas inundables de

Meta y Casanare (Colombia) y sitios prioritarios para la conservación. Biota Colombiana, 15(Supl. 1), 137-160.

- Sachs, J., & Warner, A. (2001). The curse of natural resources. *European Economic Review, 45*(4–6), 827–838.
- Salazar, L. F., Nobre, C. A., & Oyama, M. D. (2007). Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. Geophysical Research Letters, 34(9), L09708. https://doi.org/10.1029/2007GL029695
- Santos-Heredia, Carolina, Villalobos-Moreno, Alfonso, Gallego-Ropero, María Cristina, Castro-Marín, Daiana, Cardozo-Rueda, Arnol, Vanegas-Alarcón, David Andrés, & Rojas-Molina, Jairo. (2024). Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea), abejas (Hymenoptera: Apidae) y escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de tres coberturas vegetales en Convención, Norte de Santander, Colombia. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 28(1), 175-193.
- Saura, S., et al. (2014). A multi-scale connectivity approach for landscape ecology and conservation. Ecological Applications, 24(8), 2132-2145.
- Sánchez, J., et al. (2024). Evaluación de los transportes de flujos y balance de humedad en el páramo de Chingaza. XXXI Congreso Latinoamericano de hidráulica.
- Sánchez, J. H. (2024). Estado socioeconómico del bioma amazónico colombiano a la luz de la COP 16 (Documento CEDE No. 2024-27). Universidad de los Andes.
- Sánchez, F., & Velasco, A. (2018). Recursos naturales, enclaves extractivos y desarrollo territorial en Colombia. *Cuadernos de Economía, 37*(75), 77–108
- Science Panel for the Amazon. (2021). Executive summary of the Amazon assessment report 2021. United Nations SDSN. https://www.theamazonwewant.org
- SINCHI. (2019). Informe de gestión 2019. https://ierna.sinchi.org.co/
- SINCHI. (2015). Zonificación de áreas prioritarias para restauración. Bogotá.
- SINCHI. (2016). Informe sobre la deforestación y sus motores en la Amazonía colombiana. Bogotá.
- SINCHI. (2018). Evaluación de la conectividad ecológica en la Amazonía colombiana utilizando especies focales. Bogotá.
- SINCHI. (2023). Informe sobre la biodiversidad íctica de la Amazonia colombiana. Bogotá.
- SINCHI. (2024). Núcleos de desarrollo forestal y de la biodiversidad. https://siatac.co/nucleos
- Serrao, E. A. S., Nepstad, D., & Walker, R. (1996). Upland agricultural and forestry development in the Amazon. Ecological Economics, 18(1), 3–13.

- Servicio Geológico Colombiano. (2015). Modelo Hidrogeológico de Inírida. Bogotá.
- Servicio Geológico Colombiano. (2016). Modelo Hidrogeológico de San José del Guaviare. Bogotá.
- Servicio Geológico Colombiano – Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2025). Estudios del ciclo del agua en Chingaza.
- SGC. (2023). Mapa Geológico de Colombia 2023.
- SGC & PNN. (2025). Estudio de isotopía de aguas en el páramo de Chingaza.
- SHI S.A.S. (2023, octubre). Evaluación hidrogeológica, de vulnerabilidad y de riesgo en Leticia (Colombia) y Tabatinga (Brasil).
- SiB Colombia. (2025, septiembre 10). Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. https://colecciones.biodiversidad.co/
- Silva, C. (2020). Estimating the multi-decadal carbon deficit of burned Amazonian forests. Environ. Res. Lett. 15, 114023.
- SINCHI. (2022). Dinámicas socioambientales en la Amazonia 2022. https://ierna.sinchi.org.co/informe/06-dinamicas-sociambientales-en-la-amazonia-2022/
- SINCHI. (2014). Conocimiento tradicional: clave para el desarrollo sostenible en la Amazonia colombiana.
- SINCHI. (2021). Anillo de poblamiento en la Amazonia colombiana. https://sinchi.org.co/anillo-de-poblamiento-en-la-amazonia-colombiana
- SINCHI. (2022). Población, territorios y ciudades sostenibles 2022. https://ierna.sinchi.org.co/informe/11-poblacion-territorios-y-ciudades-sostenibles-2022/
- Sioli, H. (1984). The Amazon and its main affluents. In H. Sioli (Ed.), The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin (pp. 127–165). Springer.
- Suárez-Castro, Andrés F., Ramírez-Chaves, Héctor E., Noguera-Urbano, Elkin A., Velásquez-Tibatá, Jorge, González-Maya, José F., & Lizcano, Diego J.. (2021). Vacíos de información espacial sobre la riqueza de mamíferos terrestres continentales de Colombia. Caldasia, 43(2), 247-260. https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85443
- Theobald, D. M. (2006). Connectivity: A review of recent work and methods. Conservation Biology, 20(1), 56-65.
- Tiwari, R. (2020).Photosynthetic quantum efficiency in south-eastern Amazonian trees may be already affected by climate change. Plant Cell Environ. https://doi.org/10.1111/pce.13770 (2020).
- TNC. (2016). Informe sobre la deforestación en la región Amazónica y sus principales causas. The Nature Conservancy.

- UICN, G. de especialistas en anfibios de la C. de la Esplendida rana venenosa Available online: https://www.iucnredlist.org/species/55201/54344718 (accessed on Nov 11, 2021).
- UNAL Medellín. (2021, enero 28). Los ríos voladores de Suramérica: una maravilla en peligro. https://fcds.org.co/los-rios-voladores-de-suramerica-una-maravilla-en-peligro/
- UNESCO. (2007). Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas: evaluación preliminar.
- UNODC. (2023). Monitoreo de los territorios con presencia de cultivos de coca 2023. Resumen Ejecutivo. Bogotá.
- Uriel Murcia García, N. Q. (2016). ¿Vamos a detener la praderización en la Amazonía? Revista Colombia Amazónica. https://sinchi.org.co/files/publicaciones/revista/pdf/9/6...pdf
- Val, A. L. (2019). Adaptations of fishes to tropical rivers and floodplains. Brazilian Journal of Biology, 79(2), 183–192.
- Val, A. L., & Almeida-Val, V. M. F. (1995). Fishes of the Amazon and their environment: Physiological and biochemical aspects. Springer.
- Val, P., Figueiredo, J., Melo, G., et al. (2021). Geological history and geodiversity of the Amazon. Amazon assessment report, 1-41.
- Van der Ent, R. J.-D. (2010, septiembre 22). Origin and fate of atmospheric moisture over continents. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2010WR009127
- Vanegas, S. (2017). Conectividad funcional en la ecología del movimiento. Revista Colombiana de Ecología, 19(3), 111-120. Bogotá, Colombia: Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS).
- Vargas Cuervo, G. (2017). Indicadores geológicos y geomorfológicos asociados a pinturas rupestres del PNN Serranía de Chiribiquete. Revista Colombia Amazónica, 10.
- Vargas-Guardiola, O. (2025). Generación de un modelo hidrogeológico conceptual en Puerto Nariño, Amazonas.
- Vásquez, C. (2024). Pérdida de conectividad y deforestación en la Amazonía colombiana. Ecological Insights, 25(2), 45-59.
- Vision Amazonia. (2024). Logros y avances de los núcleos de desarrollo forestal. https://visionamazonia.minambiente.gov.co.
- Walker, R. T. (2020). Collision Course: Development Pushes Amazonia Toward Its Tipping Point. Environment, 63(1), 15–25.
- Wang, H. L. (2024). Regional to global distributions of biogenic volatile organic compound emission from 2001 to 2020. Atmospheric Chemistry and Physics, 24, 3309–3345. https://doi.org/10.5194/acp-24-3309-2024

- World Economic Forum. (2024). Qué son los ríos voladores y cómo les afecta la deforestación. https://es.weforum.org/stories/
- WWF (2016) Living Amazon Report 2016. Gland, Switzerland: World Wide Fund for Nature.
- WWF Colombia. (2022). Amazonía en crisis: la pérdida de bosques amenaza a la región y al planeta. https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/amazonia-en-crisis-la-perdida-de-bosques-amenaza-a-la-region-y-al-planeta
- Xu, X., Zhang, X., Wang, J., et al. (2022). Deforestation triggering irreversible transition in Amazon hydrological cycle. Environmental Research Letters, 17(5).

15. ANEXOS

15.1. Limite cartográfico Bioma Amazónico
15.2. Listado Comunidades Étnica - ANT
15.3. Matriz de Impactos