

INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES 2021





**INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y
LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
2021**

GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de Colombia

FRANCIA ELENA MÁRQUEZ MINA
Vicepresidenta de Colombia

MARÍA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

SANDRA PATRICIA VILARDY QUIROGA
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

FRANCISCO JAVIER CANAL ALBÁN
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Consejo Directivo

MARÍA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

FRANCISCO JAVIER CANAL ALBÁN
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

SEBASTIÁN CAMILO CARRANZA TOVAR
Director de Cambio Climático y Gestión del Riesgo

FERNEY CAMACHO
Director de Infraestructura - Ministerio de Transporte

PAOLA RICAURTE AYALA
**Asesora de la Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Departamento Nacional de Planeación**

SANDRA LILIANA MORENO MAYORGA
**Directora de la Dirección Técnica Geoestadística - Departamento Nacional
de Estadísticas (DANE)**

HECNEY ALEXCEVITH ACOSTA
Director general - Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora general

JUAN FERNANDO ACOSTA MIRKOW
Secretario general

FABIO ANDRÉS BERNAL QUIROGA
Subdirector de Hidrología

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales

MARÍA YULI GONZÁLEZ GONZÁLEZ
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

TC. JORGE GIOVANNI JIMÉNEZ SÁNCHEZ
Subdirector de Meteorología

MY. DIANA CAROLINA RUEDA DIMATE
Jefe de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas

CÉSAR AUGUSTO SÁNCHEZ WALDRON
Jefe de Oficina Asesora de Planeación

JUAN DAVID GARCÍA CASTAÑO
Jefe de Oficina de Informática

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUÁREZ
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

MARÍA EUGENIA PATIÑO JURADO
Jefe de Oficina de Control Interno

ALEXIS TIGREROS ORTIZ
Jefe de Grupo de Comunicaciones y Prensa

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Coordinación técnica:

Ideam: Luis Alexander Benavides Pardo

Invemar: Milena Hernández-Ortiz

IIAP: Zoraida Quesada Martínez

IAvH: Luz Adriana Moreno González

Sinchi: Ana María Franco Maya

Producción técnica y editorial - Ideam

Luis Alexander Benavides Pardo

Coordinación editorial

Andrés Felipe Tapiero Ríos

Diseño editorial y diagramación

Luisa Fernanda Rodríguez Arias

Fotografía carátula

Foto tomada por Diego Lobo (2019)

<https://unsplash.com/es/fotos/DueV8yBZiZI>

ISSN: 2346-1586 (En línea).

Cítese como: Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi. (2023). *Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2021*. Ideam.

**Publicación aprobada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
Septiembre del 2023, Bogotá, D. C., Colombia**

Distribución gratuita

Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial

o totalmente citando la fuente. Su reproducción total o parcial debe ser autorizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam.

Equipo técnico

Coordinación técnica IEARNR 2021

Ideam: Luis Alexander Benavides Pardo

Invemar: Milena Hernández-Ortiz

IIAP: Zoraida Quesada Martínez

IAvH: Luz Adriana Moreno González

Sinchi: Ana María Franco Maya

Producción técnica y editorial

Ideam: Luis Alexander Benavides Pardo

Autores por capítulo IEARNR 2019

Capítulo 1

Ideam: Luis Alexander Benavides Pardo

Capítulo 2

Ideam: María Constanza Rosero Mesa, Claudia Nicol Tetay Botia, Carolina Vega Viviescas, Jenny Paola Marín Salazar, Juan Gabriel Osorio Osuna, Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Helmer Alexis Guzmán López, Wendi Yurani Garzón Herrera, Juan Manuel Rincón Riveros y Ana María Hernández Hernández.

Humboldt: Jaime Burbano-Girón, Investigador, María Alejandra Molina Berbeo, César Gutiérrez Montoya, Cristian Alexander Cruz-Rodríguez, José Manuel Ochoa Quintero, Ronald Antonio Ayazo Toscano, Dorotea Cardona Hernández, Erika Nathalia Salazar Gómez.

Sinchi: Clara Patricia Peña-Venegas, Daniel Castro, Dairon Cárdenas López (Q.E.P.D), Nicolás Castaño Arboleda, Sonia Mireya Sua Tunjano, Andrés Barona Colmenares, Misael Rodríguez Castañeda, Nórida Marín y Sebastián González Caro, Mariela Osorno Muñoz, José Rancés Caicedo Portilla, Doris L. Gutiérrez Lamus, Diego Andrés Carantón Ayala, Natalia Atuesta Dimian, Darwin Manuel Morales Martínez, Luis Fernando Jaramillo Hurtado, Christian Daniel Martínez Rodríguez y Sonia Sua Tunjano.

IIAP: Eric Yair Cuesta Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Reimer Rengifo Ibargüen, Luis Eladio Rentería Moreno, Yiskar Damian Murillo Asprilla, Luis Javier Mosquera Ramos, Kritzzia Jocelin Copete Murillo, Giovanny Ramírez Moreno, Kleyder Enrique Copete Garrido, Didier Alexander Tobón Rentería, Mayra Y Lady Vargas Porras, Zoraida Quesada Martínez, Yirlesa Murillo Hinestroza, Mayra Yaneth Becerra Chalá y Yiskar Damian Murillo Asprilla; Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico. Línea Caracterización de Ecosistemas Estratégicos.

Capítulo 3

Ideam: Aura María Bustillo Mendoza, Hugo Armando Cendales Prieto, Juan Gabriel Osorio Osuna, Jenny Paola Marín Salazar, María Constanza Rosero Mesa, Claudia Nicol Tetay Botía y Carolina Vega Viviescas, Julián David Páez Saavedra, Ana María Bernal Vásquez y Ana María Hernández Hernández, Adriana María Zapata Maya y Jorge Orlando Mendoza Ruiz, Anyela Villada Villada, Ana Derly Pulido, Sandra Isabel Granados, María Alejandra Medina, Sebastián Espitia Cano, David Andrés Monroy, Maryeni Enríquez, José Lenin Morillo, Laura Camila Casas, Rafael Chaparro, Carlos Felipe Torres Triana, Luciana Gómez Palencia, Héctor Moreno Quitian, Diana Manrique Luna, Juan David Turriago García, Lizeth Jimena Robayo Rocha, Luis Enrique Caicedo Navarro, Luis Alejandro Sánchez Pulido, Natalia Uscátegui Ruiz, Sandra Mireya Fajardo y Edilneyi Zúñiga Avirama.

Invemar: Alexander Girón, Fabián Escobar Toledo, Sarith Salas Castro y Mario Rueda, Wilmar Andrés Mosquera Ardila, Wilberto Pacheco Paternina y Constanza Ricaurte Villota, David Morales Giraldo y Marco González Arteaga.

Sinchi: Sebastián Londoño Camacho y Juan Felipe Guhl Samudio, Uriel Gonzalo Murcia, Jorge Eliecer Arias Rincón y José Luis Rodríguez Acero, Luis Eduardo Acosta Muñoz, Delio Mendoza Hernández, Pablo Emilio de la Cruz Nassar y Luis Arcángel Juragaro.

Capítulo 4

Ideam: Reinaldo Sánchez López, Javier Otero García, Juan Camilo Ramírez Gómez, Edson Urrego Marroquín, Lina Rocío Viasús Figueredo, José Alejandro Salamanca García, Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas, Kelín Johanna Gómez Hernández y Eliana Marcela Mendoza Hernández, Jorge Luis Ceballos Liévano, José Alejandro Ospina Niño, German Andrés Merchán Arévalo y Yina Paola Nocua Ruge; Edersson Cabrera Montenegro.

Invemar: Tania Liceth Córdoba Meza, Lizbeth Janet Vivas y Cristián Camilo Ruíz, Andrés Felipe Acosta Chaparro, Laura Sánchez Valencia, Johanna Vega Sequeda, Diana Isabel Gómez López y David Alejandro Alonso Carvajal, Amanda Selene Rojas Aguirre, Sebastian Herrera Fajardo, Juan Camilo Rodríguez Atará y Alexandra Rodríguez, Edgar Arteaga Sogamoso y Julián Franco Angulo.

Humboldt: Liliana Corzo, Susana Rodríguez-Buriticá, Diego Ochoa, María Fernanda Batista, Shan He, Anne Virnig, Di Zhang, Claudia Fonseca, Marion Marigo, Oscar Venter, Scott Atkinson, Jamison Ervin y Hernando Garcia. (Institución, Programa, Área: Investigador independiente PNUD-contratista; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-; Universidad del Norte de Columbia Británica).

Capítulos 5 y 6

Estos capítulos fueron consolidados a partir de las contribuciones y recomendaciones de diferentes autores en representación de los Institutos Humboldt, Invemar, Sinchi, IIAP e Ideam, quienes han brindado sus aportes de acuerdo con los contenidos presentados a lo largo del informe.

Agradecimientos y reconocimientos en orden de aparición de los contenidos

Por su colaboración y contribuciones con algunos apartes presentados en este informe:

A la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, Áreas Operativas del Ideam y Laboratorio Calidad Ambiental del Ideam.

A colaboradores del SiB Colombia por facilitar los íconos gráficos para la construcción de las gráficas.

Al grupo de Flora del Instituto SINCHI, bajo el liderazgo de Dairon Cárdenas (Q.E.P.D) por la información aportada. El Instituto SINCHI agradece y reconoce hoy a Dairon que, a través de su investigación y la confianza construida con las comunidades, logró llegar a los lugares más inhóspitos de las selvas amazónicas. Sus aportes al conocimiento de la flora del país y en particular al de la Amazonia colombiana son incalculables.

Al Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes "ACABA" y a la comunidad de Santa Cecilia, por todo su apoyo y aporte durante todas las etapas del proyecto.

A todos los establecimientos con reporte oportuno al RUA manufacturero, por su compromiso en el diligenciamiento y envío de la información dentro de los términos establecidos y a los profesionales y técnicos de las 38 corporaciones autónomas regionales y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos, por el proceso de seguimiento a través de trabajo en campo.

A los profesionales, funcionarios y contratistas del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo de la Subdirección de Estudios Ambientales, Oficina de Informática y la Oficina de Comunicaciones del Ideam, por el aporte de conocimientos técnicos, estadísticos e informáticos, con el firme propósito de generar información confiable, consistente y oportuna.

Agradecemos en primera instancia a los lectores por su interés en conocer la naturaleza de los bifenilos policlorados (PCB) y los resultados alcanzados durante el proceso de actualización en el seguimiento a las existencias y a la gestión de equipos con PCB en Colombia, tomando como referencia el 2020, ya que esto facilita al Ideam dar a conocer la información técnica que genera; a los usuarios por su empeño con el cumplimiento de los requisitos enmarcados en la norma y en las diferentes fases necesarias para el compendio de los datos, ya que esto permite la síntesis de la información para obtener los indicadores, facilita evidenciar el avance en el cumplimiento de las metas definidas en el Convenio de Estocolmo y permite la generación de los informes nacionales de PCB. A los profesionales de las corporaciones autónomas regionales y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos por su ímpetu en la labor de seguimiento al cumplimiento del reporte oportuno y la calidad de los datos correspondientes a cada equipo o desecho que reportan los propietarios, así como por su trabajo en campo y la oportuna respuesta a las comunicaciones y solicitudes enviadas por el Ideam. Al subdirector de Estudios Ambientales encargado, Constantino Hernández Garay, así como a los profesionales de planta y contratistas que hacen parte de la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam, quienes de una u otra manera brindaron su valioso apoyo durante todo el proceso. Un agradecimiento especial a la coordinadora del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, Ana María Hernández Hernández, y al profesional de la Subdirección de Estudios Ambientales Julián David Páez Saavedra por su orientación, conocimiento e incondicionalidad que sirvieron de soporte a la gestión y consecución de este informe. Por último, se extiende un reconocimiento especial a la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible por su apoyo permanente al Ideam en todo lo relacionado con el manejo de los PCB en Colombia, así como la gestión en lo relacionado al Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo.

A Elizabeth Riaño - Investigadora (R) - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.

A los investigadores que hacen parte del programa de "Modelos de funcionamiento y sostenibilidad del Instituto Sinchi", quienes con sus contribuciones y conocimientos de los indicadores del monitoreo ambiental que se realiza en la Amazonia colombiana para conocer el estado de los recursos naturales y los ecosistemas, hicieron posible la generación del presente informe.

A las Autoridades Tradicionales Indígenas, líderes y dinamizadores locales de comunidades indígenas y a las AATI del Departamento del Amazonas como guías espirituales y liderazgo en el proceso investigativo que hoy permite contar con los Indicadores de Bienestar Humano Indígenas (IBHI), ha recorrido un camino abierto desde el año 2003 consolidando resultados hasta el 2020; reconocemos sus aportes en conocimiento y en las discusiones que se adelantaron en diferentes espacios. Fueron muchos quienes contribuyeron a "hacer amanecer" este pensamiento de vida desde distintos bancos de sabiduría y desde distintos ámbitos de experiencias, pero sin lugar a dudas con lo mejor de sus intenciones y capacidades.

Al - Programa de Geociencias Marinas y Costeras del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". Los resultados fueron obtenidos en el marco del Convenio Interadministrativo 572 entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con supervisión de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y el Programa de Geociencias Marinas y Costeras de INVEMAR. El politólogo PhD. José Manuel Mojica contribuyó a la ejecución del proyecto para identificación de alternativas EcoRRD en las comunidades. Agradecimientos a la Asociación de Mujeres de Sound Bay, y a los representantes de instituciones y comunidades que participaron en los talleres en San Andrés, Bahía Solano y La Bocana.

A Juan Camilo García, Laboratorio Nacional de Suelos, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.; Roy González Martínez, Investigador Adjunto, Ciencias Básicas de la Biodiversidad - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos - IAvH; Laboratorio Fertilidad de Suelos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; Ana Celia Salinas Martín, subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental, Ideam.; Fabio Bernal, Subdirección de Hidrología, Ideam.; Julieta Serna, Subdirección de Meteorología, Ideam.; Nidia Cristina Mayorga, grupo Suelos y Tierras, Ideam ; Nubia Traslaviña, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Liz Johanna Díaz Cubillos, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Patricia León, Grupo Sistema de Información Ambiental, Ideam; Kelín Johanna Gómez Hernández, Ideam – Pasante; Eliana Marcela Mendoza Hernández, Ideam – contratista.

A Aguas y Aguas de Pereira, Alcaldía Municipal de Güicán, Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdeguias), Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán (Asguinturg), Association of Polar Early Career Scientists (APECS, Colombia), Chemonics International Inc. Colombia, Corporación Cumbres Blancas Colombia, Heidi Sevestre. Glacióloga, Francia, Jairo Alexander López Rodríguez. Estudiante de pasantía de la Universidad Nacional de Colombia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, Parque Nacional Natural El Cocuy, Parque Nacional Natural Los Nevados, Pueblo indígena U'WA, Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima, Unión Temporal Operación Nevados (UTON), Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).

A la REDCAM; este trabajo se desarrolló en el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM, integrada por las corporaciones autónomas regionales y desarrollo sostenible de los departamentos costeros de Colombia: CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCO, CVC, CRC y CORPONARIÑO, coordinada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR y co-financiada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

A la IAEA; la información presentada son resultados de las actividades desarrolladas en el año 2021 por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del BPIN Misional Resolución 61 y 176 de 2021, y los proyectos RLA 7025 y COL 7004 financiados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés).

Al Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM- ; Impact Observatory; National Geographic Society; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) y la University of Northern British Columbia por el equipo conformado con el IAvH.

De manera especial, queremos extender un reconocimiento a Yolanda Gonzáles Hernández, quien en el periodo 2018-2022 fue la directora del Ideam, por su confianza en la construcción y consolidación de este informe; a Constantino Hernández Garay, quien en el 2022 tenía a cargo la subdirección de Estudios Ambientales; a Ana María Hernández Hernández, coordinadora del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, y a Ronald Ricardo Cifuentes Sánchez, profesional de este mismo grupo, en el cual se anidó el informe y se gestionó su fase final.

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1	1. GENERALIDADES	38
	1.1 Contexto socioeconómico	39
	1.1.1 Características poblacionales	39
	1.1.2 Características económicas	42
	1.2 Generalidades Plan Nacional de Desarrollo - PND	53
	1.3 Contexto de políticas ambientales e iniciativas con participación de Colombia	60
1.4 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS	76	
1.5 Estructura del Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC	79	
CAPÍTULO 2	2. ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	86
	2.1 Agua	92
	2.1.1 Estado del recurso hídrico superficial	92
	2.1.1.1 Panorama nacional	93
	2.1.1.2 Análisis por áreas hidrográficas	95
	2.2 Atmósfera	108
	2.2.1 Comportamiento de la anomalía de la temperatura media	108
	2.2.1.1 Análisis de la Anomalía Anual	108
	2.2.1.2 Análisis de la Anomalía Mensual	110
	2.2.2 Comportamiento del índice de precipitación	112
	2.2.2.1 Análisis del Índice de Precipitación Anual	112
	2.2.2.2 Análisis del Índice de Precipitación Mensual	114
	2.2.3 Calidad del aire y desarrollo sostenible	116
	2.2.3.1 Resultados indicadores de seguimiento	118
	2.2.3.2 Índice de la Calidad del Aire – ICA	123
	2.3 Biodiversidad	133
	2.3.1 Estado de conservación de los Páramos en Colombia	133
	2.3.2 Estado de conservación y transformación de los Humedales en Colombia	138
	2.3.3 Los herederos de Mutis: estado de las colecciones botánicas en Colombia	143
	2.3.4 Organismos del suelo de la Amazonia colombiana	148
	2.3.5 Flora de la Amazonia colombiana	154
	2.3.6 Fauna de la Amazonia colombiana	158
	2.3.7 Caracterización ecológica y ambiental del cerro Alto Utría, jurisdicción del PNN Utría – municipio de Bahía Solano y cerro el Retoño, territorio del Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes “ACABA”	165
2.3.8 Diversidad y estado de conservación de los humedales del Chocó Biogeográfico: Caso humedal Caño Negro en río Sierpe en territorio colectivo de Acaba en el municipio del Medio Baudó – Chocó.	173	
2.3.9 Monitoreo de la calidad fisicoquímica y biológica del río Quito, como herramienta de análisis de los efectos temporales del disturbio minero, en el municipio de Río Quito	188	

CAPÍTULO 3

3. FACTORES Y POTENCIALIDADES DE TRANSFORMACIÓN	198
3.1 Análisis ambientales sectoriales a nivel nacional	202
3.1.1 Concesiones de agua y permisos de vertimientos reportados en el Sistema de Información del Recurso Hídrico	202
3.1.2 Comportamiento del sector manufacturero de acuerdo con información declarada en el Registro Único Ambiental (RUA) 2021	209
3.1.2.1 Demanda de Agua	211
3.1.2.2 Agua residual vertida	213
3.1.2.3 Generación de residuos sólidos no peligrosos	215
3.1.2.4 Consumo de energía eléctrica	220
3.1.2.5 Emisiones atmosféricas fuentes fijas	222
3.1.3 Residuos peligrosos en Colombia en 2021	225
3.1.4 Seguimiento a las existencias y gestión de equipos con Compuestos Bifenilos Policlorados en Colombia 2020	234
3.1.4.1 Ubicación de equipos contaminados con PCB a nivel nacional	240
3.1.4.2 Aprovechamiento de metales (enfoque a economía circular)	242
3.1.5 Emisiones y absorciones nacionales de GEI para la serie de tiempo 1990 – 2018 y Carbono Negro para la serie 2010 – 2018	243
3.1.6 Pesca de arrastre industrial nacional de camarón	250
3.1.6.1 Indicador de abundancia relativa de camarón	250
3.1.6.2 Indicador de talla media de captura	252
3.1.6.3 Indicador de la proporción de fauna acompañante	254
3.2 Análisis socioambientales en las regiones y territorios	256
3.2.1 Características poblaciones en la Amazonía colombiana	256
3.2.1.1 Avances del diagnóstico socioambiental de los pueblos indígenas de la Amazonia colombiana – Reseña	256
3.2.1.2 Aportes al balance anual del estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana año 2021	259
3.2.1.2.1 Contexto Amazonia Colombiana	260
3.2.1.2.2 Situación ambiental de la Amazonia colombiana	261
3.2.1.2.3 Cambios generales de coberturas de la tierra	261
3.2.1.2.4 Tasa media anual de pérdida de bosques TMAPB	263
3.2.1.2.5 Tasa media anual de praderización TMAP	264
3.2.1.2.6 Tasa media anual de degradación de Bosques TMADB	266
3.2.1.2.7 Puntos de Calor	267
3.2.1.2.8 Reporte anual	268
3.2.1.2.9 Reporte Mes/Año	269
3.2.1.2.10 Reporte por sensor	270
3.2.1.2.11 Reporte por Departamento/Año	271
3.2.1.2.12 Cicatrices de Quema	272
3.2.1.2.13 Reporte anual	272
3.2.1.2.14 Reporte Mes/Año	273
3.2.1.2.15 Reporte por departamento / año	273
3.2.1.2.16 Reporte por cobertura afectada	274
3.2.1.2.17 Módulo de seguimiento al cumplimiento de los acuerdos locales de conservación del bosque MoSCAL	276
3.2.1.2.18 Variable de línea base	277
3.2.1.2.19 Índice de conservación de bosque	280
3.2.1.2.20 Sistema de información ambiental de la amazonia colombiana SIAT – AC	281
3.2.1.3 Indicadores de Bienestar Humano Indígena (IBHI): Departamento del Amazonas	284
3.2.1.3.1 Resguardos indígenas y conservación de la biodiversidad	288
3.2.1.3.2 Gobierno propio, cultura y control social	288
3.2.1.3.3 Población, diversidad étnica, el idioma propio y la educación	288
3.2.1.3.4 La autonomía alimentaria de los pueblos indígenas	288
3.2.1.3.5 Servicios públicos y salud en los resguardos indígenas	289

CAPÍTULO 4	3.3 Dinámicas naturales	291
	3.3.1 Dinámica oceanográfica en la franja costera del departamento del Magdalena	291
	3.3.2 Estado actual de las zonas identificadas como críticas por erosión costera en el país	297
	3.3.2.1 Departamento del Magdalena	298
	3.3.2.2 Departamento del Valle del Cauca	299
	3.3.3 Soluciones basadas en ecosistemas para la adaptación al cambio climático con énfasis en el manejo de la erosión costera en Colombia	300
	4. EVIDENCIAS DE TRANSFORMACIÓN	304
	4.1 Suelos y su proceso de degradación	308
	4.1.1 ¿En dónde se encuentran las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia?	308
	4.1.2 La desertificación una amenaza para las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia	315
4.2 Glaciares colombianos y su proceso de derretimiento	320	
4.2.1 El comportamiento del clima y los glaciares	321	
4.2.2 Superficie y cambio de la cobertura glaciar en 2021	324	
4.2.3 Balance de masa glaciar como señal de transformación	328	
4.3 Tendencias de ecosistemas marinos y costeros	332	
4.3.1 ¿Playas seguras? Análisis de las condiciones sanitarias de las aguas marinas y costeras utilizadas para baño en Colombia, año 2021	332	
4.3.2 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2021	339	
4.3.3 Estado de los pastos marinos en Colombia 2021	344	
4.3.4 Estado de los bosques de manglar en Colombia 2021	347	
4.3.5 ¿Cuál es la dinámica de la integridad del bosque de manglar en la CGSM?	352	
4.3.6 ¿Cuál es la dinámica de la cobertura del bosque de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta en las últimas décadas?	355	
4.3.7 Composición y densidad de microalgas potencialmente nocivas en la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano	358	
4.4 Mapeo de áreas esenciales para el soporte de la vida -ELSA- en Colombia	363	
4.5 Evaluación del riesgo de extinción de árboles y arbustos endémicos de Colombia	368	
CAPÍTULO 5	5. RECOMENDACIONES Y ALTERNATIVAS DE DESARROLLO	374
	5.1 Agua	376
	5.2 Atmósfera	377
	5.3 Suelos	378
	5.4 Biodiversidad	379
	5.5 Ecosistemas marinos y costeros	380

CAPÍTULO 6	5.6 Glaciares	381
	5.7 Transversales	382
	6. CONTRIBUCIONES DEL IEARNR A RETOS DE PAÍS	386
	6.1 Iniciativas nacionales	388
	6.1.1 Otras iniciativas nacionales	389
	6.2 Iniciativas internacionales	394
	6.2.1 Contribuciones del informe con algunos acuerdos multilaterales de medio ambiente (Amuma)	395
	6.3 Otras contribuciones	396

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1. Características poblacionales de Colombia	39
Figura 2. Principales características poblacionales de Colombia	41
Figura 3. Producto Interno Bruto (PIB) con datos ajustados por efecto estacional y calendario	42
Figura 4. PIB total a precios corrientes - Participación porcentual del producto interno bruto por departamento 2021pr	44
Figura 5. Producto Interno Bruto departamental por habitante a precios corrientes 2021 pr en millones de pesos	45
Figura 6. Tasa de crecimiento del PIB en Colombia y en otros referentes (2011-2021)	50
Figura 7. Afectación de personas por eventos recurrentes (2011-2020).	51
Figura 8. Mapa nacional de riesgo por cambio climático.	51
Figura 9. Índice de huella humana (1970 vs. 2015)	52
Figura 10. Metas y Objetivos del Pacto por la Sostenibilidad	54
Figura 11. Metas y Objetivos del Pacto por la Sostenibilidad de Océanos	56
Figura 12. Metas y Objetivos del Pacto o por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja	58
Figura 13. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del agua	60
Figura 14. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales de la Biodiversidad	62
Figura 15. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales de los suelos y bosques	64
Figura 16. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del medio marino y costero	66
Figura 17. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del cambio climático	68
Figura 18. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales de las ciudades sostenibles	70
Figura 19. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales de las sustancias químicas y los residuos	72
Figura 20. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales transversales	74
Figura 21. Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS	76
Figura 22. Distribución de las tendencias por objetivo para Colombia (2021)	78
Figura 23. Estructura conceptual SIAC	80
Figura 24. Subsistemas SIAC – SIA	82
Figura 25. Subsistemas SIAC – SIPGA	84

Capítulo 2

Figura 26. Oferta y calidad del agua por área hidrográfica	90
Figura 27. Variación mensual de la oferta hídrica en términos de escorrentía, año 2020	93
Figura 28. Variación anual de la oferta hídrica promedio por área hidrográfica en términos de escorrentía, año 2020	94
Figura 29. Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Amazonas, año 2020	95
Figura 30. Variación del caudal anual en los ríos Caquetá y Putumayo, años 2019-2020	96
Figura 31. Escorrentía promedio del área hidrográfica Caribe, año 2020	97
Figura 32. Variación del caudal anual en los ríos del área hidrográfica Caribe 2019-2020	98
Figura 33. Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Magdalena - Cauca, año 2020	99

Figura 34. Variación del caudal anual en el río Cauca, años 2019-2020	100
Figura 35. Comportamiento del ICA en el río Cauca, año 2020	100
Figura 36. Variación del caudal anual en el río Magdalena, años 2019-2020	101
Figura 37. Comportamiento del ICA en el río Magdalena, año 2020	102
Figura 38. Comportamiento del ICA en el río Bogotá, año 2020	102
Figura 39. Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Orinoco, año 2020	104
Figura 40. Variación del caudal anual en el río Meta y afluentes durante el 2019-2020	105
Figura 41. Variación del caudal anual en el río Guaviare y afluentes durante el 2019-2020	105
Figura 42. Escorrentía promedio del área hidrográfica Pacífico, año 2020	106
Figura 43. Variación del caudal anual en el río Güiza, Mira y Pasto durante el 2019-2020	107
Figura 44. Índice de la Anomalía Anual de la Temperatura Media para el año 2021	109
Figura 45. Mosaico de la Anomalía Mensual de la Temperatura Media durante el año 2021	110
Figura 46. Índice de la Precipitación Anual en porcentaje para el año 2021	113
Figura 47. Mosaico del Índice de Precipitación Mensual durante el año 2021	114
Figura 48. Instrumentos de planificación y de política al mejoramiento de la calidad del aire	117
Figura 49. Seguimiento del cumplimiento del OI3 de la OMS para PM10 y PM2,5, años 2017-2021	119
Figura 50. Índice de calidad del aire	123
Figura 51. Índice de calidad del aire para partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), año 2021	124
Figura 52. Índice de calidad del aire para partículas menores a 2,5 micras (PM _{2,5}), año 2021	126
Figura 53. Proporción de áreas de conservación de los Páramos de Colombia	134
Figura 54. Coberturas naturales, secundaria y transformada de los Páramos de Colombia	135
Figura 55. Área de complejos de páramos registrados dentro de alguna categoría de protección entre el año 1938 y 2018	136
Figura 56. Área de páramos dentro de alguna categoría de protección por año	136
Figura 57. Cambio proporción cobertura de páramo	137
Figura 58. Porcentaje de área de tipo de humedal a nivel nacional	139
Figura 59. Proporción de figuras de protección en los Humedales	140
Figura 60. Coberturas naturales, secundaria y transformada en la distribución de los Humedales en Colombia	141
Figura 61. A) Número de especímenes catalogados y porcentaje de representatividad de los grupos biológicos custodiados en las colecciones botánicas de Colombia; el grupo biológico denominado "Microorganismos" tiene una representatividad menor al 1%. B) Número de especímenes catalogados y su porcentaje de representatividad de los subgrupos biológicos registrados dentro del grupo biológico de "Plantas" en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas	145
Figura 61.1. Porcentaje de avance en A) catalogación, B) sistematización y C) identificación taxonómica de los especímenes custodiados en las colecciones botánicas de Colombia	146
Figura 62. Número de especímenes tipo custodiados y porcentaje de representatividad en las colecciones botánicas colombianas	146
Figura 63. Macrofauna edáfica de suelos amazónicos	150
Figura 64. Pérdida de macrofauna edáfica en suelos amazónicos por deforestación	151
Figura 65. Cambios en la comunidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociados a la deforestación	151
Figura 66. Recuperación de macrofauna edáfica a través de la regeneración natural de zonas deforestadas	152
Figura 67. Áreas de muestreo en el año 2021-Amazonia colombiana (Fuente: Grupo de Investigación en Flora de la Amazonia colombiana-2021)	155
Figura 68. Mapa de colecciones botánicas del Herbario Amazónico Colombiano COAH a la fecha (Fuente: Grupo de Investigación en Flora de la Amazonia colombiana-2021)	156
Figura 69. Localidades con información de todos los grupos de fauna silvestre	159
Figura 70. Localidades con información de anfibios y reptiles	160
Figura 71. Localidades con información de aves	161

Figura 72. Localidades con información de mamíferos	162	Figura 101. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Caribe. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras	205
Figura 73. Localidades con información de fauna de uso	163	Figura 102. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Magdalena - Cauca. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación	206
Figura 74. Ubicación geográfica de cerro Utría en el municipio de Bahía Solano	166	Figura 103. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Magdalena - Cauca. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras	206
Figura 75. Ubicación geográfica del cerro El Retoño en el municipio de Medio Baudó	167	Figura 104. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Orinoco. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación	207
Figura 76. Familias de mayor riqueza de especies registradas en el cerro Utría	167	Figura 105. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Orinoco. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras	207
Figura 77. Representatividad de los reptiles y anfibios registrados para el cerro de Utría	168	Figura 106. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Pacífico. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación	208
Figura 78. Oophaga solanensis; herpeto más abundante en el cerro de Utría	168	Figura 107. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Pacífico. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras	208
Figura 79. Oophaga solanensis; herpeto más abundante en el cerro de Utría	168	Figura 108. Histórico de establecimientos que reportan información en la plataforma del RUA Manufacturero	210
Figura 80. Crax rubra; ave amenazada en categoría vulnerable que se encuentra en el cerro Utría, Bahía Solano, Chocó	169	Figura 109. Demanda de agua utilizada durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021	211
Figura 81. Neomorphus geoffroyi; ave amenazada en categoría vulnerable que se encuentra en el cerro Utría, Bahía Solano, Chocó	169	Figura 110. Demanda de agua	212
Figura 82. Psarocolius cassini; ave endémica que se encuentra en el cerro Utría, Bahía Solano, Chocó	140	Figura 111. Agua residual vertida durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021	213
Figura 83. Riqueza de especies para cada orden de mamíferos terrestres asociados al cerro Utría, Bahía Solano, Chocó	140	Figura 112. Agua residual vertida	214
Figura 84. Representatividad en número de individuos de Ordenes de macroinvertebrados asociados a fuentes hídricas del cerro Utría, Bahía Solano, Chocó	141	Figura 113. Generación de residuos sólidos no peligrosos durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021	215
Figura 85. Familias de mayor riqueza de especies registradas en el cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó	141	Figura 114. Generación de residuos sólidos no peligrosos	216
Figura 86. Representatividad de los reptiles y anfibios registrados para el cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó	172	Figura 115. Aprovechamiento de residuos no peligrosos a nivel departamental	217
Figura 87. Representatividad específica de órdenes de mamíferos terrestres asociados al cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó	172	Figura 116. Tratamiento de residuos no peligrosos a nivel departamental	218
Figura 88. Dasyprocta punctata, mamífero abundante del cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó	172	Figura 117. Disposición final de residuos no peligrosos a nivel departamental	219
Figura 89. Ubicación del humedal de Caño Negro, Medio Baudó	174	Figura 118. Consumo de energía eléctrica durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021	220
Figura 90. Especies de plantas más abundantes	184	Figura 119. Consumo de energía eléctrica	221
Figura 91. Ubicación geográfica de puntos de monitoreo sobre el río Quito.	189	Figura 120. Distribución de la carga emitida de dióxido de azufre (SO ₂)	222
Figura 92. Panorámica de las zonas de monitoreo impactadas por actividad minera en la parte media y baja del río Quito	189	Figura 121. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de dióxido de azufre (SO ₂) en la industria manufacturera	223
Figura 93. Comportamiento de las variables sólidos suspendidos (mg/l) y turbiedad (FAU) en puntos monitoreados sobre el río Quito	190	Figura 122. Distribución de la carga emitida de partículas suspendidas totales (PST)	223
Figura 94. Análisis de componentes principales (ACP) para la ordenación de datos entre puntos muestreo, variables fisicoquímicas y años. P: punto de muestreo con número de 1 a 6, 1: muestreos Año 2014: muestreos Año 2014	192	Figura 123. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de Partículas Suspendidas Totales (PST) en la industria manufacturera	224
Figura 94. Análisis de componentes principales (ACP) para la ordenación de datos entre puntos muestreo, variables fisicoquímicas y años. P: punto de muestreo con número de 1 a 6, 1: muestreos Año 2014: muestreos Año 2014	192	Figura 123.1. Distribución de la carga emitida de óxido de nitrógeno (NO _x)	224
Figura 95. Análisis Box plot tendencia central y dispersión de grasas y aceites, fosfatos, turbidez y SST por año; valores p de Mann Whitney con un nivel de confianza del 95% teniendo en cuenta como factores de discriminación el año de muestreo	193	Figura 124. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de Óxidos de Nitrógeno (NO _x) en la industria manufacturera	225
Figura 96. Composición taxonómica de macroinvertebrados con respecto a los monitoreos realizados en 2014 y 2021 en el río Quito	195	Figura 125. Establecimientos que reportaron información en el registro de generadores de residuos peligrosos 2015 -2021	227
Figura 97. Índice de Riesgo (HQ) de consumo de pescado para especies registradas en 2014 y 2021 en el río Quito y sus principales afluentes. La línea roja punteada representa el valor límite de referencia del índice	196	Figura 126. Transmisión de reportes del Registro de generadores de residuos peligrosos (2012 – 2021)	227
Capítulo 3		Figura 127. Generación de residuos peligrosos en Colombia 2012-2021	228
Figura 98. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Amazonas. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación	204	Figura 128. Principales 5 departamentos con mayor generación respel 2021 que reportan el 58% de la generación (t)	229
Figura 99. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Amazonas. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras	204	Figura 129. Generación de residuos peligrosos por departamento 2021 (t)	229
Figura 100. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Caribe. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación	205	Figura 130. Municipios de mayor generación respel 2021 (t)	230
		Figura 131. Principales 10 corrientes de residuos peligrosos más generadas en 2021 (t)	230
		Figura 132. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final de RESPEL 2019 -2021 (t)	232
		Figura 133. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final total 2.019-2.021 (%)	232
		Figura 134. Histórico del reporte de equipos en el Inventario Nacional de PCB	236
		Figura 135. Porcentaje de transmisión (%)	236
		Figura 136. Cumplimiento con la meta definida para el 2020 por departamento	237
		Figura 137. Porcentaje de equipos retirados por departamento	238
		Figura 138. Porcentaje de eliminación por departamento	239
		Figura 139. Ubicación de equipos contaminados con PCB a nivel nacional	241
		Figura 140. Cantidad de materiales aprovechados por Departamento en toneladas (t) año 2020	242

Figura 141. Participación promedio histórica por módulo IPCC en el total de emisiones de GEI	244	Figura 176. Interfaz aplicación de monitoreo ambiental a nivel municipal https://aplicaciones.siat.ac.co/vistahermosa/	283
Figura 142. Tendencia de emisiones y absorciones de GEI agregadas por módulo IPCC para la serie 1990 a 2018	245	Figura 177. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la franja costera del departamento del Magdalena.	292
Figura 143. Emisiones y absorciones de GEI por departamento	246	Figura 178. Promedios mensuales multianuales de la velocidad del viento para las estaciones Punta Betín del INVEMAR, la estación Simón Bolívar del IDEAM y la base de datos ERA5 del C3S	293
Figura 144. Emisiones departamentales de Carbono Negro	248	Figura 179. Precipitación acumulada mensual para el año 2021 en la estación Aeropuerto Simón Bolívar del IDEAM, la base de datos global ERA5 y promedio climatológico mensual (2014-2021) de la estación Aeropuerto Simón Bolívar.	293
Figura 145. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo – CPUE en las pesquerías de camarón de aguas someras (a) y camarón de aguas profundas (b) en el Pacífico colombiano	251	Figura 180. Precipitación acumulada mensual para el año 2021 en la estación Aeropuerto Simón Bolívar del IDEAM, la base de datos global ERA5 y promedio climatológico mensual (2014-2021) de la estación Aeropuerto Simón Bolívar.	293
Figura 146. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo – CPUE de la pesquería de camarón de aguas someras en el Caribe colombiano	251	Figura 181. Climatología mensual de la magnitud y dirección de las corrientes superficiales para la zona oceánica y costera del departamento del Magdalena. Modeladas mediante CROCO (ROMS-AGRIF)	294
Figura 147. Variación interanual de la talla media de captura +/-Desviación estándar (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla de madurez (TM)	253	Figura 182. Promedio multianual de la temperatura y dirección del viento en las estaciones de medición a lo largo de la franja costera del departamento del Magdalena para A) época seca, B) época de transición y C) época húmeda	295
Figura 148. Variación interanual de la talla media de captura +/-Desviación estándar (TMC) de las hembras de camarón rosado (<i>Penaeus notialis</i>) en el Caribe colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla de madurez (TM)	253	Figura 183. Promedio multianual de la salinidad y las corrientes en las estaciones de medición a lo largo de la franja costera del departamento del Magdalena para A) época seca, B) época de transición y C) época húmeda	295
Figura 149. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (a) y el Caribe colombiano (b). PRL: Punto de Referencia Límite	255	Figura 184. Barreas blandas implementadas en playa Salguero. A y B. Estado de la barrera en marzo 2022. C, D y E. Características morfológica de la playa en abril de 2022.	298
Figura 150. Resguardos indígenas de la Amazonia colombiana	258	Figura 185. Procesos erosivos de la playa frente a la base militar de la Tercera Brigada del Ejército Nacional.	299
Figura 151. Localización de la amazonia colombiana	260	Figura 186. Registro de los talleres con las comunidades en las localidades de a) Sound Bay, San Andrés Isla, b) Bahía Solano, Choco, c) La Bocana, Buenaventura, Valle del Cauca.	301
Figura 152. Mapa de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana en los 17 municipios priorizados 2021	261		
Figura 153. Localización de las áreas con pérdida de bosques en el periodo 2020-2021 17 municipios priorizados	263		
Figura 154. Tendencia de pérdida de áreas de bosques (ha/año) desde 2002 al 2021 en los 17 municipios priorizados	264		
Figura 155. Localización de las áreas praderizadas en el periodo 2020-2021 en los 17 municipios priorizados	265		
Figura 156. Tendencia de la Tasa media anual de praderización (ha/año) periodo 2002 – 2021 en los 17 municipios priorizados	265		
Figura 157. Mapa localización de bosques degradados en el periodo 2020-2021 para 17 municipios priorizados	266		
Figura 158. Tendencia de cambio de áreas de bosques fragmentados (ha/año) periodo 2002 – 2021 en los 17 municipios priorizados	267		
Figura 159. Localización de puntos de calor clasificados por sensor para el año 2021	267		
Figura 160. Mapa de densidad de puntos de calor detectados por los sensores MODIS y VIIRS en el año 2021	268		
Figura 161. Puntos de calor registrados desde el año 2000 al 2021	269		
Figura 162. Puntos de calor registrados por meses desde el año 2016 al 2021.	269		
Figura 163. Puntos de calor por departamento desde 2016 a 2021	271		
Figura 164. Mapa cicatrices de quema en la Amazonia colombiana para el año 2021	272		
Figura 165. Área ha de cicatrices de quema en la Amazonia colombiana desde 2017 a 2021.	272		
Figura 166. Cicatrices de quema en la Amazonia colombiana por mes desde 2017 a 2021.	273		
Figura 167. Área de cicatrices de quema mensual por departamento para el año 2021	274		
Figura 168. Área de cicatrices de quema según su origen desde 2017 a 2021	275		
Figura 169. Área de cicatrices de quema por departamento y origen para el año 2021	275		
Figura 170. Mapa de localización de las Asociaciones MoSCAL	276		
Figura 171. Número de predios por rango de conservación de bosque y periodo	281		
Figura 172. Página principal portal SIAT-AC	281		
Figura 173. Página principal portal datos abiertos SIAT-AC	282		
Figura 174. Interfaz aplicación conservación de superficie de bosque, https://siat.ac.co/moscal-mapas/	282		
Figura 175. Interfaz Reporte coberturas de la tierra 1:100.000, https://siat.ac.co/coberturas-100k/	283		
		Figura 187. Mapa de la zonificación de las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia	310
		Figura 188. Mapa de la zonificación de las tierras secas y subhúmedas secas del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	312
		Figura 189. Mapa de la zonificación de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación para el área continental de Colombia	317
		Figura 190. Mapa de zonificación de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	318
		Figura 191. Precipitación en alta montaña 2021. Estación Las Brisas, 4133 m s.n.m. PNN Los Nevados	322
		Figura 192. Temperatura ambiente diaria. Estación Meteorológica Móvil de Altitud. PNN Los Nevados	322
		Figura 193. Comportamiento Precipitación por rangos altitudinales en el Parque Nacional Natural El Cocuy	324
		Figura 194. Temperatura ambiente promedio, estación Laguna la Plaza en el Parque Nacional Natural El Cocuy	324
		Figura 195. Evolución del área glaciar de los actuales nevados colombianos desde 1960 a 2021	326
		Figura 196. Distribución de los valores de temperatura diaria sobre el glaciar durante el año 2021. Glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras	326
		Figura 197. Distribución durante el año 2021 de los valores de temperatura diaria sobre el glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras	327
		Figura 198. Balance de masa del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras durante el año hidrológico 2021	328
		Figura 199. Balance de masa multianual del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras	328

Capítulo 4

Figura 200. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2021. Glaciar Santa Isabel sector Conejeras	329	Figura 217. Tendencia promedio de las variables de densidad de vástagos y presencia de <i>Labyrinthula</i> spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para el PNN CRSB.	346
Figura 201. Espesor promedio anual de la nieve medida en cada campaña de campo. Glaciar Santa Isabel sector Conejeras	329	Figura 218. Tendencia de las variables de densidad de vástagos y presencia de <i>Labyrinthula</i> spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para el PNN Tayrona	347
Figura 202. Balance de masa del glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán durante el año hidrológico 2021	330	Figura 219. Estaciones de monitoreo de manglar y su estado de acuerdo con la variable "Densidad" del ICTBM en el departamento Archipiélago en los años 2016-2019-2020 (San Andrés) y 2018-2019-2020 (Providencia y Santa Catalina): Figuras de gráficos circulares con la proporción de estaciones de acuerdo con la calificación del estado de la Densidad. En Providencia se observa la estación de Santa Catalina en gris porque no presentó árboles que medir	349
Figura 203. Balance de masa multianual del glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán	330	Figura 220. Estaciones de monitoreo de manglar y su estado de acuerdo con la variable "Área basal" del ICTBM en el departamento Archipiélago en los años 2016-2019-2020 (San Andrés) y 2018-2019-2020 (Providencia y Santa Catalina): Figuras de gráficos circulares con la proporción de estaciones de acuerdo con la calificación del estado del Área basal	350
Figura 204. Espesor promedio anual de la nieve medida en cada campaña de campo. glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán	330	Figura 221. Tendencia histórica (2016-2021) de la condición del estado de los manglares en las estaciones de monitoreo de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en términos de la densidad de árboles (a y c) y el área basal del bosque (b y d). Los colores del fondo de cada figura corresponden a la condición del estado estructural del manglar: "Muy bueno" (verde oscuro), "Bueno" (verde claro), "Regular" (amarillo) y "Pobre" (rojo)	351
Figura 205. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2021. glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán	331	Figura 222. Serie histórica del Indicador de Integridad Biológica de Manglares para las estaciones monitoreo permanente en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Fuente: Elaboración propia	354
Figura 206. Tendencia del número de playas turísticas evaluadas entre 2001 y 2021 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, de acuerdo con el criterio de calidad para coliformes termotolerantes para uso recreativo de contacto primario (200 NMP/100 mL, Minambiente, 2015). Las líneas punteadas muestran la tendencia histórica	333	Figura 223. Índice de extensión del manglar en la CGSM. Los círculos rojos representan las pérdidas y los círculos verde las ganancias de cobertura de manglar estimados a escala 1:50.000, mientras los triángulos negros representan las ganancias de cobertura estimados a escala 1:25.000. Los círculos azules representan las coberturas de manglar estimadas a escala 1:50.000, mientras que los amarillos indican la cobertura del manglar estimadas a escala 1:25.000	357
Figura 207. Muestreros realizados en el año 2021 en las playas turísticas de los departamentos del Caribe y Pacífico colombiano y estado de cumplimiento (cumple / no cumple) del criterio de calidad para coliformes termotolerantes para uso recreativo de contacto primario (200 NMP/100 mL, Minambiente, 2015).	334	Figura 224. Densidades fitoplanctónicas (cél. L ⁻¹) medidas mensualmente entre abril y septiembre de 2021, en las estaciones de Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), Boca de la Barra (LBA) y Ciénaga la Luna (CLU).	360
Figura 208. Tendencia del número de playas turísticas evaluadas entre 2006 y 2021 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, de acuerdo con el valor de referencia para Enterococos fecales para aguas de baño de uso recreativo bandera azul (100 UFC/100 ml de EFE; Unión Europea, 2006). Las líneas punteadas muestran la tendencia histórica	336	Figura 225. Abundancias relativas (%) medidas mensualmente en BLA y CLU (CGSM) entre abril y septiembre de 2021	360
Figura 209. Muestreros realizados en el 2021 en las playas turísticas de los departamentos del Caribe y Pacífico colombiano y estado de cumplimiento (cumple / no cumple), de acuerdo al valor de referencia para enterococos fecales para aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE; Unión Europea, 2006)	337	Figura 226. Densidad y abundancia relativa del fitoplancton registrado en la Bahía Chengue (BCH) y Bahía de Santa Marta (Boya 2) en febrero y septiembre del 2021.	361
Figura 210. Localidades de monitoreo coralino y el comportamiento histórico de la condición de las estaciones según el índice de condición-tendencia ICTAC para el Caribe colombiano: A. PNN Old Providence McBean Lagoon, B. Estaciones de la isla de Providencia (Coralina), C. PNN Tayrona, D. Varadero, E. PNN Corales del Rosario y de San Bernardo (Sector Islas del Rosario) F. PNN Corales del Rosario y de San Bernardo (Sector Islas de San Bernardo)	340	Figura 227. Densidad y abundancia relativa de géneros potencialmente nocivos de fitoplancton registrados en la Bahía Chengue (BCH) y Bahía de Santa Marta (Boya 2) en febrero y septiembre del 2021.	361
Figura 211. Tendencia promedio general observada a través del tiempo de las condiciones ICTAC observadas en la totalidad de las estaciones de la región Caribe continental entre los años 2014 y 2021. Representación de los colores así: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable	341	Figura 228. Densidad de dinoflagelados bentónicos en número células por gramo de peso húmedo de sustrato (cél. g ⁻¹ p.h), observados en Bahía Chengue (BCH) y Laguna Chengue (LCH), entre enero septiembre de 2021	362
Figura 212. Localidades de monitoreo coralino y el estado de sus estaciones en el año 2021 según el índice de condición-tendencia ICTAC para el Pacífico colombiano: A. PNN Utría, B. PNN Gorgona y C. SFF Malpelo (Elaborado por LABSIS en 2021)	342	Figura 229. Densidad de dinoflagelados bentónicos, a nivel de género, en número células por gramo de peso húmedo de sustrato (cél. g ⁻¹ p.h), observados en Bahía Chengue y Laguna Chengue, entre enero septiembre de 2021	362
Figura 213. Tendencia promedio general observada a través del tiempo, del ICTAC observados en la totalidad de las estaciones de la región Pacífico entre los años 2014 y 2021. Representación de los colores: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable	343	Figura 230. Mapeo de Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida en Colombia -ELSA-	365
Figura 214. Estaciones de monitoreo de pastos marinos y el estado de sus estaciones según el indicador de condición- tendencia ICTPM (1. Densidad de vástagos y 2. Presencia del hongo <i>Labyrinthula</i> spp.) en el Caribe colombiano durante el 2021. A1-A2. Promedio de Chengue, Neguanje y Cinto; B1-B2. Promedio de Rosario e Isla Mangle; C1-C2. Promedio de Mauricio's Bay y Oyster Creek; D1-D2 Promedio de Camp, McBean Coralina y San Felipe (Mapa elaborado por LABSIS-INVEMAR en 2021)	345	Figura 231. Priorización de acciones de protección por departamento	366
Figura 215. Tendencia promedio de las variables de densidad de vástagos y presencia de <i>Labyrinthula</i> spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para las estaciones de Camp, San Felipe y McBean.	345	Figura 232. Mapeo de las áreas esenciales de soporte a la vida	367
Figura 216. Tendencia promedio de las variables de densidad de vástagos y presencia de <i>Labyrinthula</i> spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para el PNN OPMcBL en la isla de Providencia.	346	Figura 233. Entidades responsables de las temáticas para Colombia	367
		Figura 234. Número de especies de árboles y arbustos endémicos en las categorías de lista roja	368
		Figura 235. Datos relevantes generales del número de sp totales	369
		Figura 236. Número de especies de arbóreas y arbustivas endémicas y endémicas amenazadas por departamento	370

Índice de Tablas

Capítulo 1

Tabla 1. Crecimiento real anual del PIB por tipo de gasto (corregido por estacionalidad y efectos calendario, base 2015)	43
Tabla 2. Producto Interno Bruto por actividad económica para el 2021 (preliminar) - Base 2015	46
Tabla 3. Metas trazadoras nacionales para los ODS en Colombia	77

Capítulo 2

Tabla 4. Anomalías de la temperatura media 2020	108
Tabla 5. Consolidado de indicadores nacionales de calidad del aire	118
Tabla 6. Evolución del indicador de seguimiento para PM10 y PM2,5, años 2017-2021	119
Tabla 7. Listado de las 10 colecciones botánicas más grandes del país	147
Tabla 8. Géneros y especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares reportadas para la Amazonia colombiana	149
Tabla 9. Resumen diversidad de fauna registrada en la Amazonia Colombiana por el Instituto Sinchi. LB = Línea Base a 2020 y nuevos registros a 2021	164
Tabla 10. Comparación del estado del humedal Caño Negro con estándares de calidad de agua	177
Tabla 11. Macroinvertebrados encontrados en la laguna Caño Negro	178
Tabla 12. Composición taxonómica del fitoplancton presente en la laguna Caño Negro	180
Tabla 13. Composición y abundancia de la avifauna asociada al humedal Caño Negro	185
Tabla 14. Listado de especies de mamíferos terrestres registrados en la ciénaga Caño Negro	186
Tabla 15. Descripción de puntos de monitoreo río Quito	188
Tabla 16. Concentración media de mercurio encontrado en musculo de peces presente en el río Quito	196

Capítulo 3

Tabla 17. Departamentos con mayor demanda de agua en la producción manufacturera	211
Tabla 18. Departamentos con mayor volumen de agua residual vertida en la producción manufacturera	213
Tabla 19. Departamentos con mayor generación de residuos no peligrosos en la producción manufacturera	215
Tabla 20. Departamentos con mayor generación de residuos no peligrosos en la producción manufacturera	220
Tabla 21. Generación de residuos peligrosos de actividades del sector de hidrocarburos 2019 -2021 (t)	231
Tabla 22. Emisiones y absorciones GEI agregadas por módulo IPCC para la serie 1990 a 2018 (kt CO ₂ eq)	244
Tabla 23. Emisiones de CN agregadas por módulo para la serie 2010 a 2018 (Kt de CN)	245
Tabla 24. Coberturas de la tierra de los periodos 2020 al 2021 en los 17 municipios priorizados	262
Tabla 25. Puntos de calor de la Amazonia colombiana mes/año de 2016 a 2021	270
Tabla 26. Total de puntos de calor presentes en la Amazonia por sensor para los meses de los años 2016 a 2021	270
Tabla 27. Total de puntos de calor registrados en la Amazonia por departamento desde 2016 a 2021	271

Tabla 28. Área (ha) de cicatrices de quema mensual por cobertura afectada durante el 2021	274
Tabla 29. Área (ha) de las Asociaciones con acuerdos de conservación	277
Tabla 30. Área (ha) de bosque para las Asociaciones con acuerdos de conservación	278
Tabla 31. Índice de conservación de bosque (%) para las Asociaciones con acuerdos de conservación línea base 2017 II	280
Tabla 31.1. Índice de conservación de bosque (%) para las asociaciones con acuerdos de conservación línea base 2019 II	280
Tabla 32. Dinamizadores locales participantes.	284
Tabla 33. Autoridades Indígenas participantes	285
Tabla 34. Asociaciones indígenas participantes.	286
Tabla 35. Componentes armónicos de marea registrados en el mareógrafo para la zona costera del departamento del Magdalena.	296
Tabla 36. Proyectos identificados en Sound Bay	301
Tabla 37. Ecosistemas para proteger y restaurar en Bahía Solano	302
Tabla 38. Ecosistemas para proteger y restaurar en La Bocana	302

Capítulo 4

Tabla 39. Distribución y descripción de las Tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia.	311
Tabla 40. Leyenda de las tierras Subhúmedas secas y secas Archipiélago de San Andrés y Providencia, Ideam 2022	314
Tabla 41. Distribución y descripción de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación para el área continental de Colombia	318
Tabla 42. Susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	319
Tabla 43. Evolución del área glaciar en Colombia entre 2020 y 2021	325
Tabla 44. Evolución del área glaciar en Colombia desde mediados del siglo XIX	325
Tabla 45. Condición de estado según el ICTAC de los valores registrados para cada una de las variables del índice, observadas por áreas de la región Caribe continental en el año 2021. Representación de los colores así: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable.	340
Tabla 46. Condición de estado según el ICTAC de los valores registrados para cada una de las variables observadas por áreas de la región Pacífico en el año 2021. Representación de los colores así: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable.	341
Tabla 47. Escala de interpretación del Indicador de Integridad Biológica de Manglares – IBlm	352

Índice de fotografías

Capítulo 2

Fotografía 1. Imagen panorámica del humedal Caño Negro	175
Fotografía 2. Color de las aguas del Caño	176
Fotografía 3. Imagen del humedal Caño Negro, Municipio del Medio Baudó, Chocó	177
Fotografía 4. Representante de la Clase Insecta del humedal Caño Negro	184
Fotografía 5. Desarrollo de actividad minera sobre el río Quito mediante el uso de dragas	191
Fotografía 6. Practicas mineras mecanizadas sobre el río Quito	194

Capítulo 3

Fotografía 7. Panorámica del glaciar El Cóncavo en el sector Laguna Grande de la Sierra, Parque Nacional Natural El Cocuy. Imagen tomada por una cámara de fotoseguimiento diario	320
--	-----

Capítulo 4

Fotografía 8. Actividad de monitoreo glaciar en el PNN Los Nevados, sector Conejeras	321
Fotografía 9. Las bajas temperaturas y alta humedad atmosférica durante La Niña 2021, impactaron algunos equipos de monitoreo glaciar como esta cámara de fotoseguimiento	321
Fotografías 10 a y 10 b. Izquierda: Superáramo (al fondo) cubierto por granizo durante un evento de precipitación influenciado por La Niña en agosto de 2021. Derecha: Superpáramo cubierto de nieve después de dos días de precipitación y temperaturas bajas en abril de 2021 en el PNN Los Nevados, sector Conejeras	323
Fotografía 11. Vegetación de superpáramo durante un evento de precipitación sólida en agosto de 2021	323
Fotografía 12. El contenido de ceniza volcánica sobre la superficie del glaciar Santa Isabel ha incrementado el derretimiento del hielo. Glaciar Santa Isabel, PNN Los Nevados	327
Fotografía 13. Este pequeño glaciar (glaciarete) denominado Otún Sur, estaba próximo a extinguirse a finales de 2021, PNN Los Nevados	327
Fotografía 14. La baliza o estaca hincada e inmóvil sobre el glaciar, muestra la acumulación de nieve entre febrero (izquierda) y julio de 2021 (derecha). Glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán	331
Fotografía 15. Aspecto ofrecido por el páramo en el PNN El Cocuy después de un evento de precipitación sólida el 11 de enero de 2021, asociado a un frente húmedo proveniente del oriente colombiano	331
Fotografía 16. Recuperación del manglar en el sector de Km22, complejo de Pajarales. La imagen superior corresponde al mes de abril y la imagen inferior al mes de noviembre de 2021	357
Fotografía 17. Estaciones de muestreo de microalgas potencialmente nocivas en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano. A. Bahía Chengue; B. Bahía de Santa Marta (boya 2) y C. La Boca de la Barra (CGSM) y D. Ciénaga la Luna (CGSM)	359

Siglas y acrónimos

AA	Autoridades ambientales	CDMB	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
AATI	Asociación de Autoridades Tradicionales Indígenas	CE	Conductividad Eléctrica
AbE	Adaptación basada en Ecosistemas	Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Acaba	Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes	CER	Conducta Empresarial Responsable
ACEMT	Atención Curativa de Enfermedades por Métodos Tradicionales	CERS	Reducciones certificadas de las emisiones
ACITAM	Asociación de Cabildos Indígenas del Trapecio Amazónico	CGSM	Ciénaga Grande de Santa Marta
ACIYA	Asociación Capitanes Indígenas Yaigoje Apaporis	CH₄	Metano
ACP	Análisis de componentes principales (o PCA, por su sigla en inglés)	CHIRPS/IRE	Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data modificado para Colombia
ADC	Áreas Demandadas para Cultivos	CI	Captura incidental
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Uses / Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra por sus siglas en inglés.	Ciacol	Colección Ictiológica de la Amazonia Colombiana
AGB	Dinámica de la biomasa aérea estimada para las parcelas permanentes recensadas	Cifor	Center for International Forestry Research
AIA	Áreas de interés ambiental	CIISB	Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología
AIPEA	Asociación de Cabildos Indígenas de La Pedrera	CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
AIZA	Asociación Indígena Zona Arica	CIMPUM	Consejo Murui - Indígena del Pueblo
AMB	Área Metropolitana de Bucaramanga	CIMTAR	Cabildo Indígena Mayor de Tarapacá
Amuma	Acuerdos multilaterales de medio ambiente	Cites	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá	CITMA	Consejo Indígena del Territorio Mirití Paraná Amazonas
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	CLU	Ciénaga la Luna
APEMT	Atención Preventiva de Enfermedades por Métodos Tradicionales	CMC	Carboximetilcelulosa
APC	Abundancia de Peces Carnívoros	CMFT	Cobertura macroalgas frondosas y cespitosas
APH	Abundancia de Peces Herbívoros	CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
Ascoba	Asociación de Consejos Comunitarios y Organizaciones del Bajo Atrato	CMS	Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres
ASOAINAM	Asociación de autoridades indígenas tradicionales de Tarapacá	CN	Carbono negro
Asocasan	Consejo Comunitario Mayor del Alto San Juan	CO	Captura objetivo
Asopesca	Asociación de Pescadores de Riosucio	CO₂	Dióxido de carbono
AT	Autoridades Tradicionales	CO₂eq	Dióxido de Carbono equivalente
ATD	Alertas Tempranas de Deforestación	COAH	Herbario amazónico colombiano
AZICATCH	Asociación Zonal Indígena de Cabildos y Autoridades Tradicionales de La Chorrera	Codechocó	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó
BCH	Bahía Chengue	COINPA	Consejo Indígena de Puerto Alegría
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
BPC	Biomasa de Peces Carnívoros	Comac	Colección de Macroinvertebrados Acuáticos de la Amazonia Colombiana
BPH	Biomasa de Peces Herbívoros	Conaldef	Consejo Nacional de Lucha contra la Deforestación
BPIN	Banco de Proyectos de Inversión Nacional	Conasa	Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental
BSM	Bahía de Santa Marta	CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
BTR	Biennial Transparency Report / Informe Bienal de Transparencia por sus siglas en inglés.	COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
BUR	Biennial Update Report / Informe Bienal de Actualización por sus siglas en Inglés.	Coralina	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
BWWP/Col	Biological Monitoring Working Party para Colombia	Corantioquia	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
C	Carbono	Cormacarena	Corporación Autónoma Regional de la Macarena
CA	Conflictos ambientales	Cornare	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Rionegro y Nare
CAM	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena	Corpamag	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
CAP	Camarón de aguas profundas	Corpoamazonia	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía
CAPIUL	Cabildo Indígena	Corpoboyacá	Corporación Autónoma Regional de Boyacá
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	Corpocaldas	Corporación Autónoma Regional de Caldas
Carder	Corporación Autónoma Regional de Risaralda	Corpocesca	Corporación Autónoma Regional del César
Cardique	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique	Corpochivor	Corporación Autónoma Regional de Chivor
CARs	Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible	Corpochocó	Corporación Autónoma Regional del Chocó
Carsucre	Corporación Autónoma Regional de Sucre	Corpoguajira	Corporación Autónoma Regional de La Guajira
CAS	Camarón de aguas someras	Corpoguavio	Corporación Autónoma Regional del Guavio
CAS	Corporación Autónoma Regional de Santander	Corpomojana	Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y el San Jorge
CCV	Cobertura de Coral Vivo	Corponariño	Corporación Autónoma Regional de Nariño
CDA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico	Corponor	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
CDB	Convenio de la Diversidad Biológica. por sus siglas en inglés	Corporinoquia	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia
		Corpourabá	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá

Cortolima	Corporación Autónoma Regional del Tolima	FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
CPUE	Captura por unidad de esfuerzo	FP	Flujo de Población
CR	Peligro crítico, por sus siglas en inglés	FTCM	Protocolo Relativo a las Fuentes Terrestres de Contaminación Marina
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico	FT-IR	Transformada de Fourier - Espectroscopia infrarroja
CRA	Corporación Autónoma Regional del Atlántico	GBIF	Global Biodiversity Information Facility
CRC	Comisión de Regulaciones de Comunicaciones	GEF	Grado de Educación Formal
CRC	Corporación Autónoma Regional del Cauca	GEI	Gases efecto invernadero
CRIMA	Asociación Consejo Regional Indígena del Medio Amazonas	GIBSE	Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos
CRQ	Corporación Autónoma Regional del Quindío	GNSS	Global Navigation Satellite System
CSB	Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar	GWh	Gigavatio-hora
CSBN	Cambio en la superficie cubierta por bosque natural	H	Húmedo
CTE	Coliformes termotolerantes	HMA	Hongos formadores de micorrizas arbusculares
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca	IAEA	Organismo Internacional de Energía Atómica, por su sigla en inglés
CVPV2018	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018	IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
CVS	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge	IBHI	Indicadores de Bienestar Humano Indígena
D	Descarte	IBI	Índice de integridad biológica
DA	Determinantes ambientales	IBIm	Indicador de Integridad Biológica del Manglar
DADSA	Departamento Administrativo Distrital de Sostenibilidad Ambiental	ICA Agua	Índice de Calidad del Agua
Dagma	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente	ICA Aire	Índice de Calidad del Aire
Damab	Establecimiento Público Ambiental de Barranquilla	ICA NFS	Índice de Calidad Ambiental de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos Americanos
Damcra	Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos	ICAM	Índice de Calidad de las Aguas Marinas y Costeras
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	ICAM PFF	Índice de Calidad de las Aguas Marinas y Costeras para la preservación de la flora y fauna
DAP	Diámetro a la altura del pecho	ICAU	Índice de Calidad Ambiental Urbana
DBO5	Demanda biológica de oxígeno	ICEA	Importancia Cultural de Especies Alimenticias
DE	Diversidad Étnica	ICES	Ciudades Emergentes y Sostenibles
DNP	Departamento Nacional de Planeación	Icomi	Índice de contaminación por mineralización
DQO	Demanda Química de Oxígeno	Icomo	Índice de contaminación por materia orgánica
DS	Disponibilidad de semillas	Icotro	Índice de Contaminación Tráfico
DSAS	Digital Shoreline Analysis System	ICTAC	International Confederation for Thermal Analysis and Calorimetry
DWB	Dynamic Water Balance	ICTAC	Índice de Condición-Tendencia de Áreas Coralinas
E. Coli	Escherichia Coli	ICTbm	Índice de condición tendencia de bosques de manglar
EAD	Especies Alimenticias Disponibles	ICTPM	Índice de condición tendencia de pastos marinos
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono	Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
ECLAC	Economic Commission for Latin America and the Caribbean	IDTm	Indicador de Captura de Peces Comerciales en Amazonia por debajo de las tallas reglamentarias
Eco-RRD	Soluciones basadas en Ecosistemas	le	Indicador de extensión de manglar
EFE	Enterococos fecales	IEARNR	Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables
EIA	Estudios de Impacto Ambiental	IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
EICDGB	Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión en Bosques	IIAP	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John von Neumann"
ELA	Línea de Equilibrio Altitudinal, por sus siglas en inglés	INGEI	Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero
EMN	Empresas Multinacionales	INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales Brasil
EN	Categoría de amenaza en peligro	INS	Instituto Nacional de Salud
ENE	Este-noreste	Invemar	Instituto de Investigaciones Marinas Costeras "José Benito Vives de Andrés"
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular	IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, por su sigla en inglés
ENSO	El Niño-Oscilación del Sur, por sus siglas en inglés	IPPU	Industrial Processes and Product Use / Procesos industriales y uso de productos por sus siglas en ingles.
EPA	Environmental Protection Agency	IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas
EPA	Establecimiento Público Ambiental de Cartagena	IUA	Índice de Uso del Agua
EPAB	Establecimiento Público Ambiental de Buenaventura	IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
Epabar	Establecimiento Público Ambiental "Barranquilla Verde"	IVI	Índice de Valor de Importancia
ERA	Evaluaciones Regionales del Agua	Labsis	Laboratorio de Sistemas de Información
ETC	Especies Tradicionales Cultivadas	LBA	La Boca de la Barra
ETCC	Número de especies Transformadas para consumo inmediato y/o conservación	LC	Línea de Costa
FA	Fauna acompañante	LRPCI	Listas Representativas de Patrimonio Cultural Inmaterial
FA/CO	Relación fauna acompañante/captura objetivo	MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FAN	Floraciones algales potencialmente nocivas	MCP	Monitoreo Comunitario Participativo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés	MDL	Mecanismos de Desarrollo Limpio
FAU	Unidades de atenuación de Formazin	MEI	Multivariante ENSO Index
FIRMS	Sistema de Información sobre Incendios para la Gestión de Recursos		
FMPEIR	Fuerzas motrices-presión-estado-impacto-respuesta		

MER	Muestreos Ecológicos Rápidos
MF	Lunisolar quincenal
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mindefensa	Ministerio de Defensa
MIZC	Manejo Integrado de las Zonas Costeras
MJO	Oscilación Madden & Julian, por sus siglas en inglés
MM	Lunar mensual
MO	Materia Orgánica
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MoSCAL	Sistema de Monitoreo a Acuerdos Locales de Conservación de Bosque
MWh	Megavatio-hora
N	Número de individuos
N₂O	Óxido Nitroso
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, por su sigla en inglés
NCR	No se requiere carbón
NCSP	Nivel de cubrimiento de servicios públicos
NDC	Nationally Determined Contributions / Contribución Determinada a Nivel Nacional por sus siglas en inglés.
NE	Noreste
NMP	Número más probable
NNE	Nor-noreste
NO₂	Nitritos
NO₃ o N-NO₃-	Nitratos
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, por su sigla en inglés
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOWPAP	Plan de Acción del Noreste del Pacífico
NT/PT	Nitrógeno total y Fósforo total
OCADE	Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OD	Oxígeno Disuelto
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OM	Monóxido de carbono
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización no gubernamental
ONI	Oceanic Niño Index
ONS	Observatorio Nacional de Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPIAC	Organización de Pueblos Indígenas de la Amazonia
OVM	Organismos Vivos Modificados
P	Peso
PAMT	Partos Atendidos por Medicina Tradicional
PANI	Asociación de Indígenas de Mirañas y Boras del río Cahuinarí
PAT	Porcentaje de Autoridades Tradicionales
PATR	Porcentaje de Áreas Transformadas
PB	Periodo de Balance
PCB	Policlorobifenilos. Compuestos Bifenilos Policlorados, por su sigla en inglés
PCE	Prácticas Culturales Estratégicas
PCI	Patrimonio Cultural Inmaterial
PDT	Prácticas Deportivas Tradicionales
PEN	Plan Estadístico Nacional
PFNM	Productos Forestales No Maderables
PGAU	Política de Gestión Ambiental Urbana
pH	Potencial de Hidrógeno
PHN	Plan Hídrico Nacional
PI	Problemáticas Internas
PIB	Producto Interno Bruto

PIC	Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de Comercio Internacional
PID	Población Indígena Desnutrida
PIP	Población que Práctica el Idioma Propio
PIRMA	Programas Institucionales Regionales de Monitoreo de Cantidad y Calidad del Agua
PISA	Política Integral de Salud Ambiental
PM₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros pero más grandes que 2,5 micrómetros de diámetro
PM_{2,5}	Partículas menores a 2,5 micrómetros de diámetro
PMAA	Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNAOCI	Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNGIBSE	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos
PNGIRH	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
PNMB	Productos no maderables del bosque
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNNCRSB	Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo
PNNT	Parque Nacional Natural Tayrona
PNUMA	Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PO₄ o P-PO₄³⁻	Fosfatos
POMCA	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográfica
PONAL	Policía Nacional de Colombia
PORH	Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico
PRL	Punto de referencia límite
PSA	Pagos por servicios ambientales
PSBN	Proporción de la superficie cubierta por bosque natural
PSCI	Política de Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial
PST	Partículas suspendidas totales
PTM	Parcelas temporales de muestreo
Ramsar	Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
Redcam	Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia
REDD+	Programa de Deforestación y Degradación Evitada
RENARE	Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
REP	Responsabilidad extendida del productor
RESPEL	Residuos peligrosos
RGC	Región del Gran Caribe
RNC	Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas
RR.BB.	Registros biológicos
RRBB/ha	Índice de registros biológicos por hectárea
RTIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
RUA	Registro Único Ambiental
RUV	Registro Único de Víctimas
S	Riqueza o número de especies
SA	Solar Anual
SAF	Sistemas agroforestales
SAMP	Subsistema de Áreas Marinas Protegidas
SAO	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
SAT	Sistemas de Alerta Temprana
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente
SE	Sureste
SEN	Sistema Estadístico Nacional
Sepec	Sistema de Información del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano
SIA	Sistema de Información Ambiental
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia
SIAM	Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia
SIATAC	Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana

SIAT-PC	Sistema de Información Ambiental Territorial del Pacífico Colombiano
SiB Colombia	Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia
SIG	Sistema de Información Geográfica
Simcoba	Sistema de monitoreo de las coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
Sinchi	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi
SINGEI	Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
Sipein	Sistema de Información Pesquera de Invemar
Sipga	Sistema de Información para la Planeación y Gestión Ambiental
SIRH	Sistema de Información del Recurso Hídrico
SISAIRE	Subsistema de Información sobre Calidad del Aire
SISMAC	Sistema de Información y Soporte al Monitoreo de Arrecifes Coralinos
SIUR	Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables
SMBByC	Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia
SNGRD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
SNIF	Sistema Nacional de Información Forestal
SO	Suroeste
SOI	Southern Oscillation Index
SPAW	Protocolo Relativo a las Áreas Protegidas y Vida Silvestre en la Región del Gran Caribe
Spincam	Red de Información del Pacífico Sur en apoyo a la Gestión Integrada de Áreas Costeras
SPNN	Superposición con Parques Naturales Nacionales
SPTs	Sistemas de producción tradicionales
SSA	Solar semi-anual
SST	Sólidos Suspendidos Totales
SVCA	Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire
TD	Tasa de deforestación
TDS	Sólidos disueltos totales
TIWA	Cabildo Indígena
TM	Talla de madurez
TMADB	Tasa media anual de degradación de los bosques
TMAP	Tasa media anual de praderización
TMAPB	Tasa media anual de pérdida de bosque
TMC	Talla media de captura
TMM	Talla media de madurez
TRIX	Índice de Estado Trófico
TSBF	Tropical Soil Biology and Fertility
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UAESPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales
UARIV	Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas
NDT	Degradación Neutral de la Tierra
UFC	Unidades formadoras de colonias
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la
UNFF	Desertificación en los países afectados por Sequía grave o Desertificación
	Foro de Naciones Unidas sobre los Bosques
UNGRD	Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
VES	Inspección por Encuentro Visual
VIIRS	Visible Infrared Imager Radiometer Suite
VU	Categoría de amenaza Vulnerable
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza, por su sigla en inglés
ZCIT	Zona de Confluencia Intertropical
ZNI	Zonas No Interconectadas

Símbolos, unidades y abreviaturas

%	porcentaje	MF	lunisolar quincenal
(,)	coma, usada para decimales; separa la parte entera de la parte decimal.	mg	miligramo
(.)	punto, usado para unidades o enteros como miles o millones.	Mg ha-1	megagramos sobre hectárea
(<)	menor	mg/l	miligramos por litro
(=)	igual	ml o mL	mililitros
(>)	mayor	mm	milímetro
(≥)	mayor o igual	MM	Lunar mensual
(°)	grados, dirección	mm e.a.	milímetros equivalentes de agua
°C	grados Celsius	mm/s	milímetros por segundo (velocidad)
µg	microgramos	Mm³	millones de metros cúbicos
a	año	mmp	miles de millones de pesos
Abr	abril	NE	noreste
Ago	agosto	NNE	nor-noreste
cel. g-1 P.H o cel/g P.H	densidad como número de células (cél.) g-1 peso húmedo (P.H) de hojas de Thalassia testudinum	Nov	noviembre
cel. L-1 o cel/L	densidad como células por litro	Nro.	número
cm	centímetro	O	oeste
cm/s	centímetros por segundo (velocidad)	Oct	octubre
cm²	centímetros cuadrados	org	organismos
d	día	org/cm²	organismos por centímetro cuadrado
D	densidad de vástagos	org/mil	organismos por mililitro
Dic	diciembre	p. e.	por ejemplo
Dpto.	departamento	P.H.	Peso húmedo
ENE	este-noreste	PCA	Análisis de Componentes Principales
Ene	enero	pH	Potencial de Hidrógeno
FAU	Unidades de Atenuación de Formazin	ppm	partes por millón
Feb	febrero	s	segundo
g	gramo	S	riqueza o número de especies
g/100m²	gramos en 100 metros cuadrados	SA	solar Anual
gwh	gigavatio hora	SE	sureste
h	hora	Sep	septiembre
ha	hectárea	SO	suroeste
hab	habitante	sp	especie
hc	altura comercial	spp	especies
hg	hectogramo	SSA	solar semi-anual
ht	altura total	t	tonelada
Ind/100m²	individuos en 100 metros cuadrados	t/barco	toneladas por barco
i. e.	in exempla (latín), en ejemplo o por ejemplo	t/día	toneladas por día (fuera de puerto)
Jul	julio	tC/ha	toneladas de carbono por hectárea
Jun	junio	tm	toneladas métricas
kg	kilogramo	TSM	temperatura superficial del mar
km	kilómetro	up	unidades ponderadas
km²	kilómetros cuadrados	UPS	unidades prácticas de salinidad
kt	Kilotonelada	Wh	watt hora
l o L	litro	µg/g Hg	microgramos/ gramos de Mercurio
m	metro	µg/l	microgramos por litro
m s.n.m.	metros sobre el nivel del mar		
m/año	metros por año		
m/s	metros por segundo (velocidad)		
m²	metros cuadrados		
m³	metros cúbicos		
m³/s	metros cúbicos por segundo		
Mar	marzo		
May	mayo		

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1. Generalidades

Ideam: Luis Alexander Benavides Pardo. Esta compilación 2021 presenta datos e información entre otros del DANE, DNP, Banco de la República, PNUD e Ideam.

Este primer capítulo presenta una actualización de cifras e indicadores del contexto socioeconómico de Colombia para el 2021; lo anterior, a partir de la estructura de información reportada en los informes previos, año 2019 y año 2020. El propósito es facilitar el seguimiento e interpretación de los indicadores y de otros referentes de información socioeconómica y ambiental, manteniendo la mirada sobre las principales iniciativas — nacionales e internacionales — de carácter ambiental implementadas o en las que participa Colombia entre otros componentes ambientales.

Entonces, mantenemos la presentación de algunos indicadores socioeconómicos como el Producto Interno Bruto - PIB, frente a información que da cuenta del contexto ambiental del país y así dar a los lectores elementos de referencia que les permita ampliar el panorama e interpretación de la información presentada a lo largo del informe; el propósito es facilitar la comprensión y aprovechamiento de datos, indicadores e información para inferir algunas de las relaciones sociedad - naturaleza.

Los desarrollos presentados por el DANE en el marco del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica – SCAE en relación a la CSA¹, y en el Sistema de Información de Economía Circular – SIEC² no tiene aún en este informe una presentación, ni una referencia explícita; el propósito es hacer un abordaje en el ámbito de los indicadores ambientales³ y otros componentes del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC⁴ coordinado por el Ideam.

¹ La Cuenta satélite ambiental (CSA) tiene como objetivo general medir en unidades físicas y monetarias, de forma sistémica y para cada período contable, la variación de los stocks de los activos ambientales, las interacciones entre el ambiente y la economía, dentro de la economía y de la economía al ambiente. De forma paralela y en coherencia con el Sistema de Cuentas Nacionales, la cuenta satélite mide el esfuerzo de los diferentes sectores económicos para conservar, mitigar o proteger el medio ambiente. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta-satelite-ambiental-csa>

² <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/economia-circular>

³ Los indicadores ambientales que calcula el IDEAM abarcan un amplio espectro de temáticas y fenómenos, no sólo de índole biofísica, sino también de aquellos que reflejan las relaciones de la sociedad con su entorno ecosistémico. En tal sentido, y con el propósito de facilitar su búsqueda, permitiendo además un análisis más intuitivo, el IDEAM ha organizado sus indicadores por temáticas como se puede observar en el siguiente link: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/consulte-los-indicadores-ambientales>

⁴ <http://www.siac.gov.co/#sistemas>

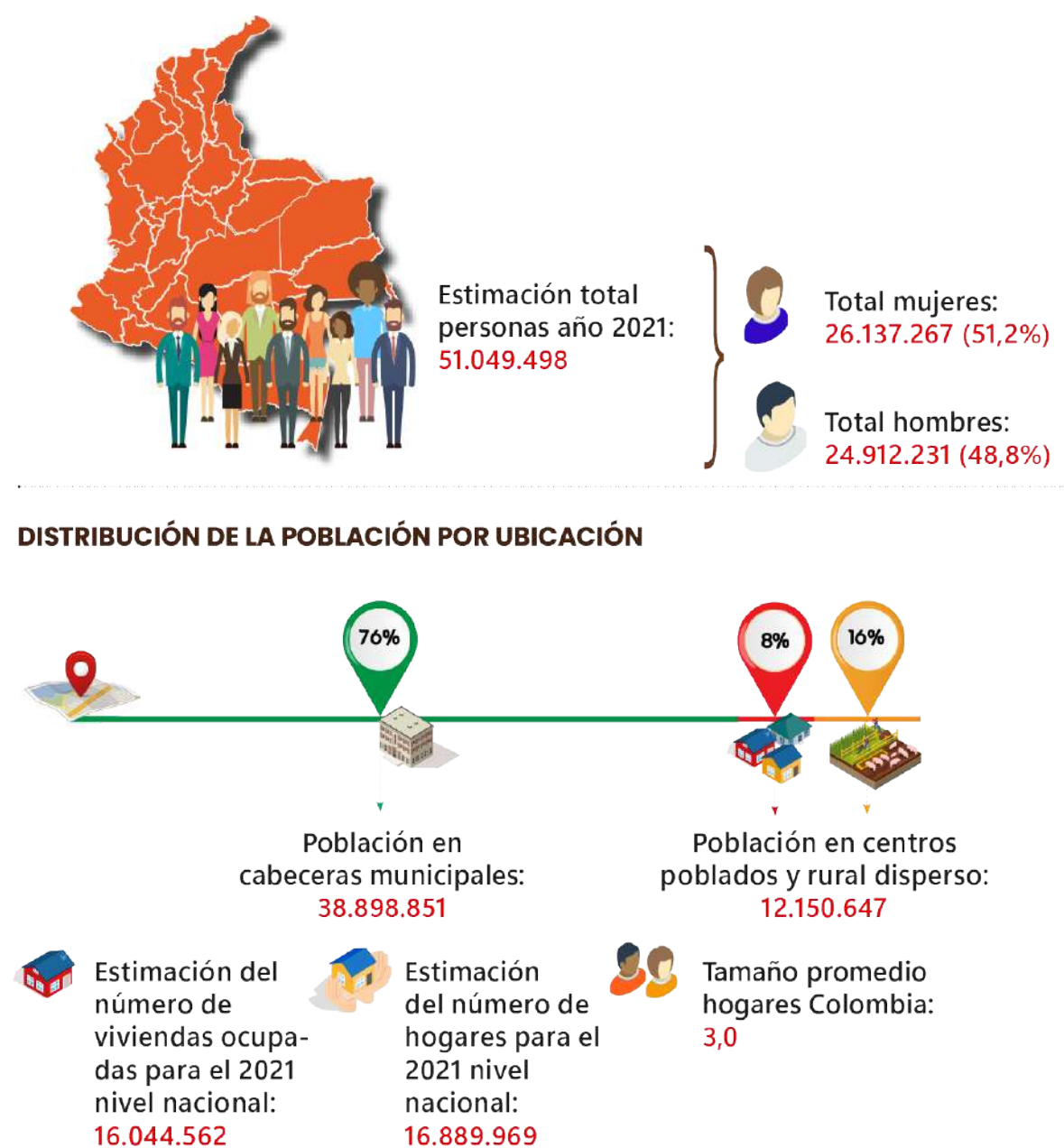
1.1. Contexto socioeconómico

A continuación, se presenta información de manera sintética y gráfica, en algunos casos acompañada con datos estadísticos representativos para comprender el contexto socioeconómico de Colombia. Esta información es muy útil para el lector, ya que le facilita la interpretación de algunos de los indicadores ambientales presentados en los siguientes capítulos de este Informe. Cabe resaltar que el estado y las dinámicas de los recursos naturales renovables no pueden analizarse desde el enfoque exclusivamente ambiental, sino que deben hacer parte de un análisis integral que contemple a su vez las características socioeconómicas más relevantes de los territorios.

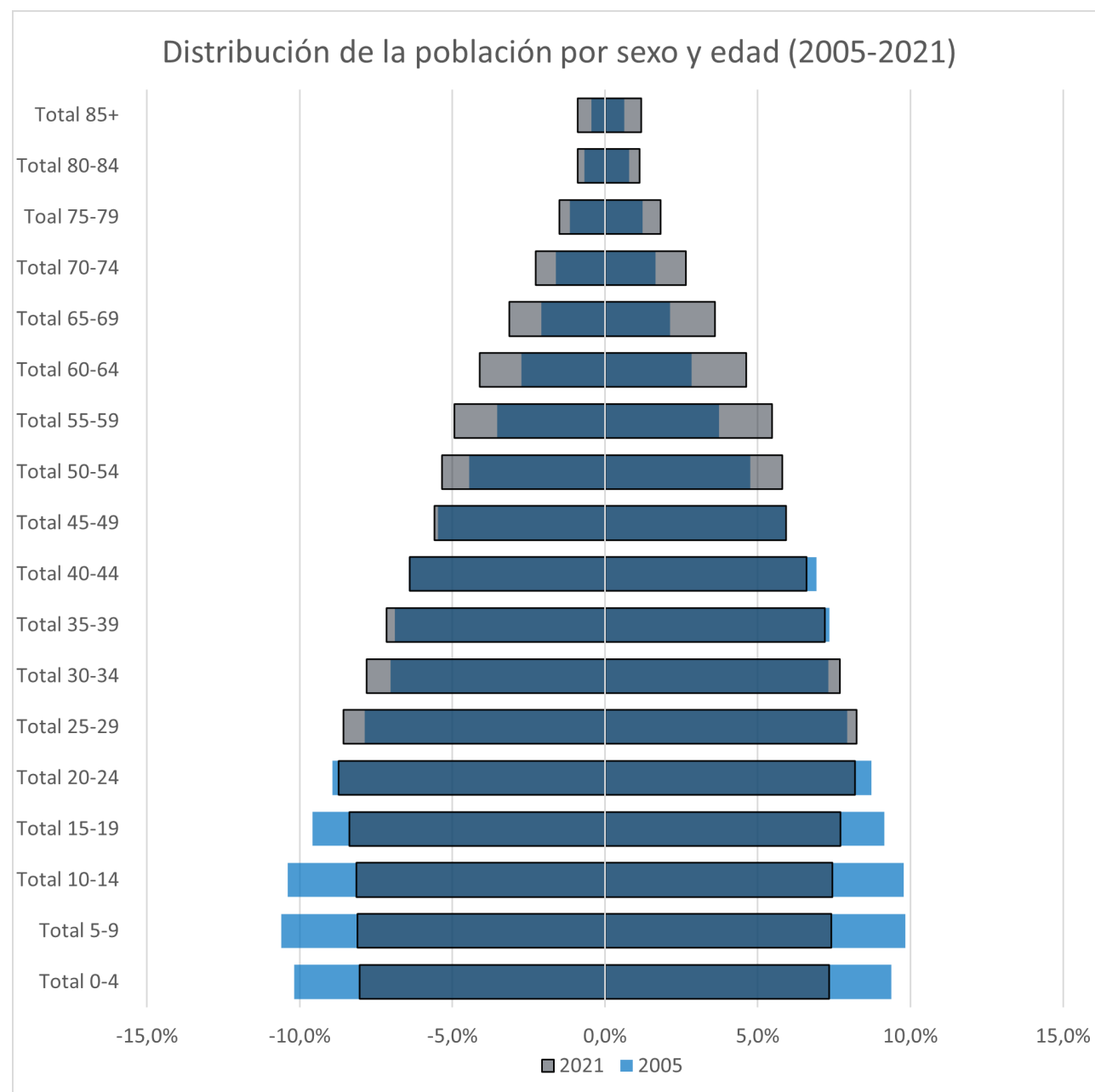
1.1.1. Características poblacionales

De acuerdo con las proyecciones realizadas por el DANE para el 2021, a partir del censo de población y vivienda realizado en el 2018, las principales características poblacionales de Colombia son las siguientes (Figura 1.):

Figura 1. Características poblacionales de Colombia



Fuente: Elaborado a partir de datos del DANE (2018).

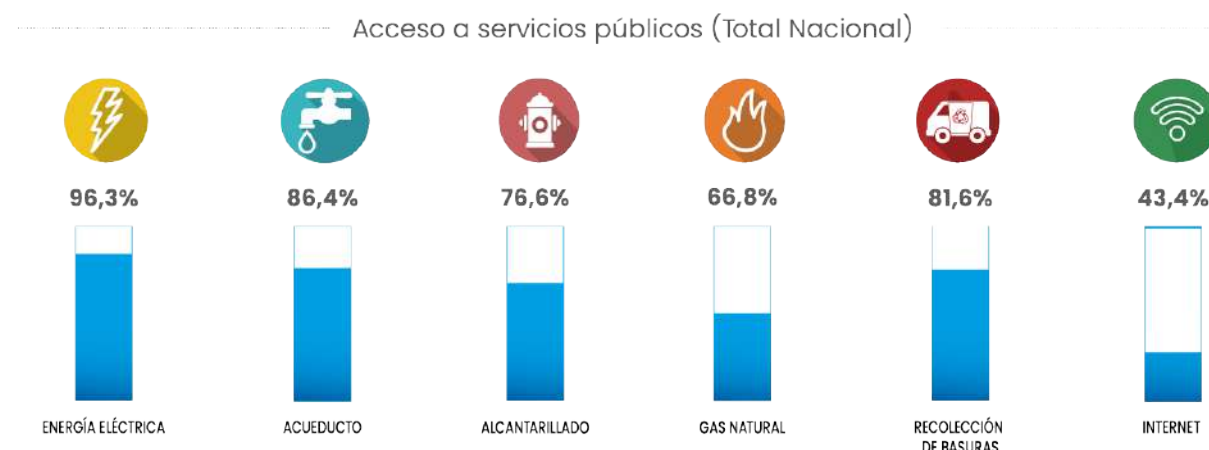


Fuente: Elaborado a partir de datos del DANE (2018)⁵.

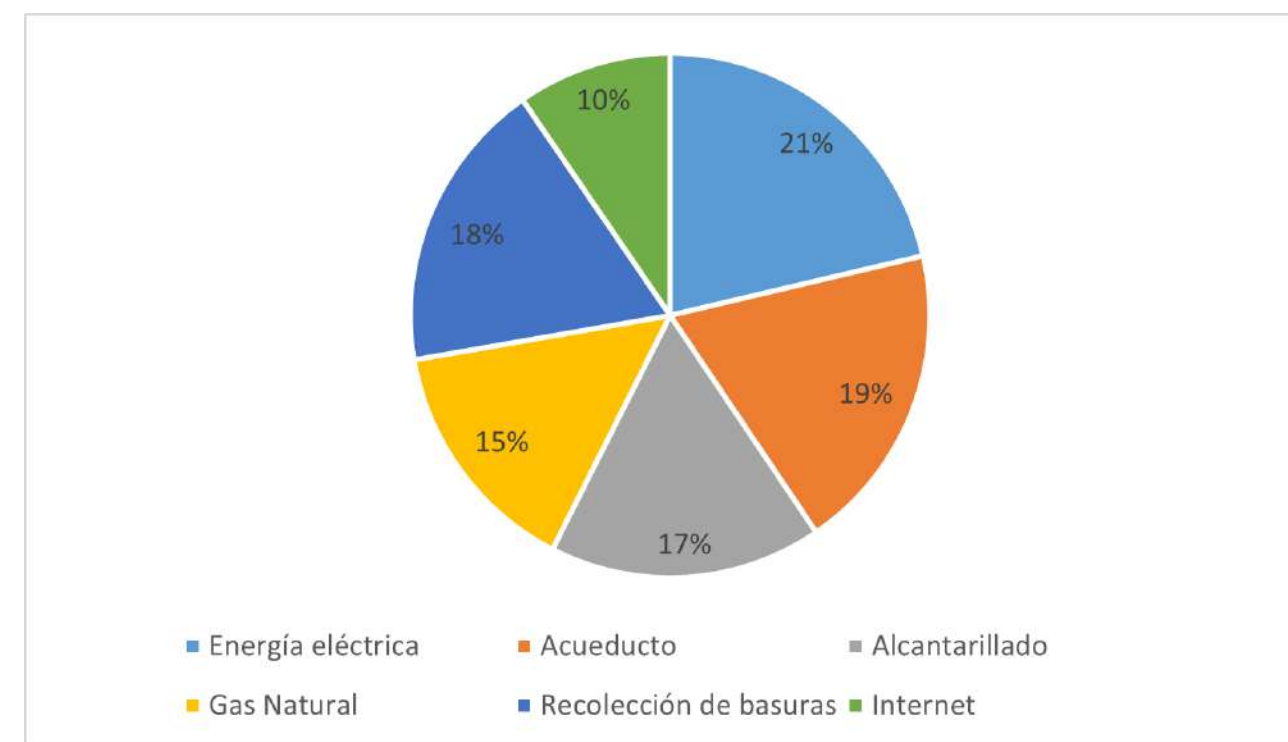
Según los datos consolidados del DANE (Figura 1, Figura 1.1, Figura 2 y Figura 2.2), del total de los habitantes el 51,2% son mujeres y el restante 48,8% hombres. En el rango corto de 20 a 24 años se ubica el mayor porcentaje de la población con un 8,45%; en el rango amplio de 15 a 30 años se concentra más de la mitad de la población del país con una estimación del 52,1%; según estas proyecciones estimadas por el DANE, se infiere que los menores de 14 años representan aproximadamente un cuarto de la población de Colombia y uno de cada diez habitantes se estima tiene más 64 años de edad.

⁵ <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-viviendas-y-hogares>

Figura 2. Principales características poblacionales de Colombia



Fuente: Elaborado a partir de datos DANE (2022).



Fuente: Elaborado a partir de datos DANE (2022).

Se estima que, por cada 100 personas menores de 29 años, hay 20 personas mayores de 64 años en el país.

- De acuerdo con las cifras, se estima del total de la población de mujeres, el mayor intervalo está en edades entre los 25 a 29 años (8,24%), seguido por las de 20 a 24 años (8,19%) y, en tercer lugar, mujeres entre los 15 a 19 años de edad (7,71%).
- En cuanto a los hombres, se estima que la mayor concentración se encuentra en edades entre los 20 a 24 años (8,72%), seguido entre los de 25 a 29 años (8,57%) y, luego entre los de 15 a 19 años de edad con el 8,37% del total de la población de hombres.
- El DANE estima que el rango con mayor concentración de la población está entre los 30 a 49 años con un 27,18% del total del país.

1.1.2. Características económicas

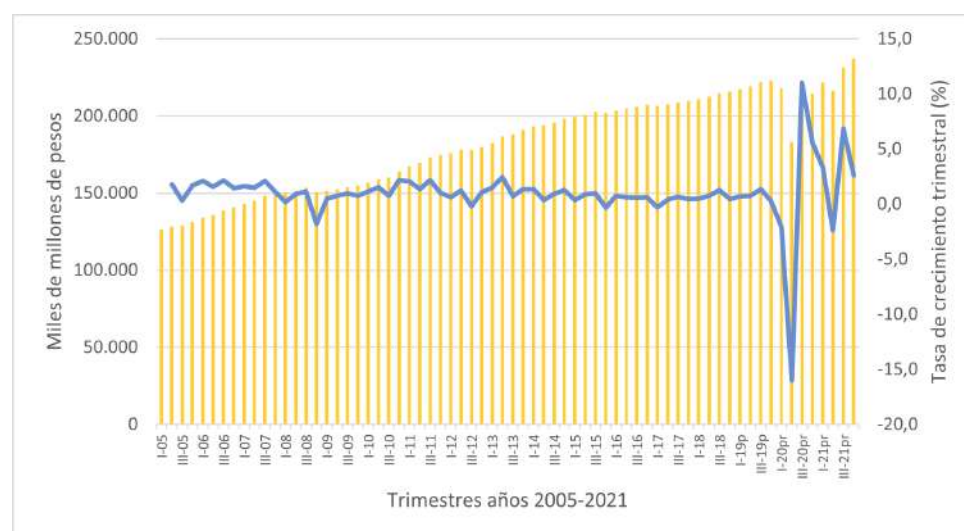
Entre 2020 y 2021 el escenario macroeconómico en Colombia cambió de manera sustancial. Mientras que algunas de las consecuencias de la pandemia del Covid-19 quedaron atrás, persisten problemas y desequilibrios que en la actualidad constituyen difíciles retos para la política económica. Lo primero que cabe destacar es el ritmo de recuperación de la actividad económica. Después de una contracción del PIB del 7,0% en 2020, la economía colombiana se expandió 10,6% en 2021, superando los pronósticos de expertos, y se ubicó entre las más dinámicas de la región. Este rebote de la actividad económica fue liderado por el fortalecimiento de la demanda interna, impulsada por el consumo total y, en menor medida, por la expansión de la formación bruta de capital. La demanda externa neta redujo este impulso, debido a un aumento más rápido de las importaciones que de las exportaciones. Gracias a este buen desempeño, al finalizar 2021 se alcanzó un nivel del PIB superior al de prepandemia. Esto se reflejó en una mejora del mercado laboral que, sin embargo, ha sido más lenta que la de la actividad productiva. Hasta diciembre se había recuperado cerca del 80% de los empleos perdidos entre febrero y abril de 2020. (Banco de la República, 2022a).

El control de la inflación se convirtió en un reto para el país, luego de reducirse al 1,61% en 2020 como resultado del debilitamiento de la demanda, a partir de mayo de 2021 adquirió una tendencia creciente que la llevó al 5,62% al cerrar el año. La mayor inflación internacional y el consiguiente incremento de los costos de producción se ha reflejado en un aumento importante de la inflación de alimentos, cuya variación en doce meses superó el 23% en febrero. También se presentaron factores internos relacionados con los problemas de orden público y el bloqueo de vías en mayo y junio de 2021, que generaron escasez de insumos y perjudicaron los procesos productivos a mediano plazo en algunas ramas de actividad. Otro factor de presión sobre los precios al consumidor ha provenido de la mayor inflación de los bienes y servicios regulados, como resultado de los incrementos de los precios de la energía en el ámbito internacional, que indujeron incrementos de las tarifas de transporte urbano, electricidad, gas y combustible para vehículos, a lo cual se agregó el desmonte gradual de los alivios a las tarifas de los servicios públicos, que el Gobierno concedió durante el período crítico de la pandemia. (Banco de la República, 2022a).

Estas presiones sobre los precios se dieron en el contexto de un fortalecimiento de la demanda interna, en especial desde mediados de año, al registrar una expansión anual del 13,3% en 2021, lo cual compensó con creces la contracción del 7,5% observada en 2020. La notable recuperación del producto interno bruto (PIB) en el curso de 2021, que se aproximó a su nivel potencial, una inflación superior a la meta, y la ampliación del déficit de la cuenta corriente a niveles que reflejan importantes excesos de demanda con respecto a la producción nacional, condujeron a iniciar una nueva fase de la postura de política monetaria. Como parte del proceso de normalización, la tasa de interés de política aumentó desde 1,75% en septiembre del año 2021 a 4,0% en enero de 2022. (Banco de la República, 2022a).

De acuerdo con el informe presentado por el Banco de la República (Banco de la República, 2021a) y las “Cuentas nacionales trimestrales” del Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2022a), se encuentran las siguientes variaciones del PIB para nuestro país:

Figura 3. Producto Interno Bruto (PIB) con datos ajustados por efecto estacional y calendario



Fuente: Elaborado a partir de datos DANE (2022).

Desde el punto de vista de la oferta, las ramas de producción que más contribuyeron al crecimiento en 2021 fueron el comercio, transporte y alojamiento; la industria manufacturera; la administración pública y defensa, educación y salud; las actividades artísticas, de entretenimiento y recreación; y las actividades profesionales, científicas y técnicas. En contraste, el sector agropecuario, la minería y la construcción, que son actividades que tradicionalmente hacen un aporte importante al crecimiento, continuaron rezagadas en su desempeño frente a los sectores más dinámicos (Banco de la República, 2022a).

Desde la óptica del gasto, la actividad económica se vio impulsada por el fortalecimiento de la demanda interna, la cual se expandió un 13,3%, debido principalmente al consumo de los hogares, que aumentó un 14,6% en 2021 frente a la caída del 5,0% observada en 2020, al utilizar los excesos de ahorro acumulados durante el período más crítico de la pandemia y como respuesta a la flexibilización de las restricciones a la movilidad.

A este dinamismo también contribuyó el aumento de las remesas de trabajadores y la abundante disponibilidad de crédito a tasas de interés reales históricamente bajas. El buen desempeño del consumo privado se complementó con un elevado dinamismo del consumo público. La formación bruta de capital también alcanzó una recuperación importante, al crecer un 9,9% en 2021, aunque sin alcanzar los niveles previos a la pandemia, dada la fuerte contracción que sufrió este componente del gasto en 2020 y el menor crecimiento observado en las actividades de construcción pública y privada en el período más reciente, lo cual ha contrarrestado el fuerte dinamismo de la inversión en maquinaria y equipo. (Banco de la República, 2022a).

El crecimiento de las importaciones en 2021 superó ampliamente el de las exportaciones (27,5% vs. 14,2%), lo que, al ampliar el déficit comercial del país, se reflejó en un crecimiento del PIB algo menor que el incremento observado de la demanda interna. (Banco de la República, 2022a).

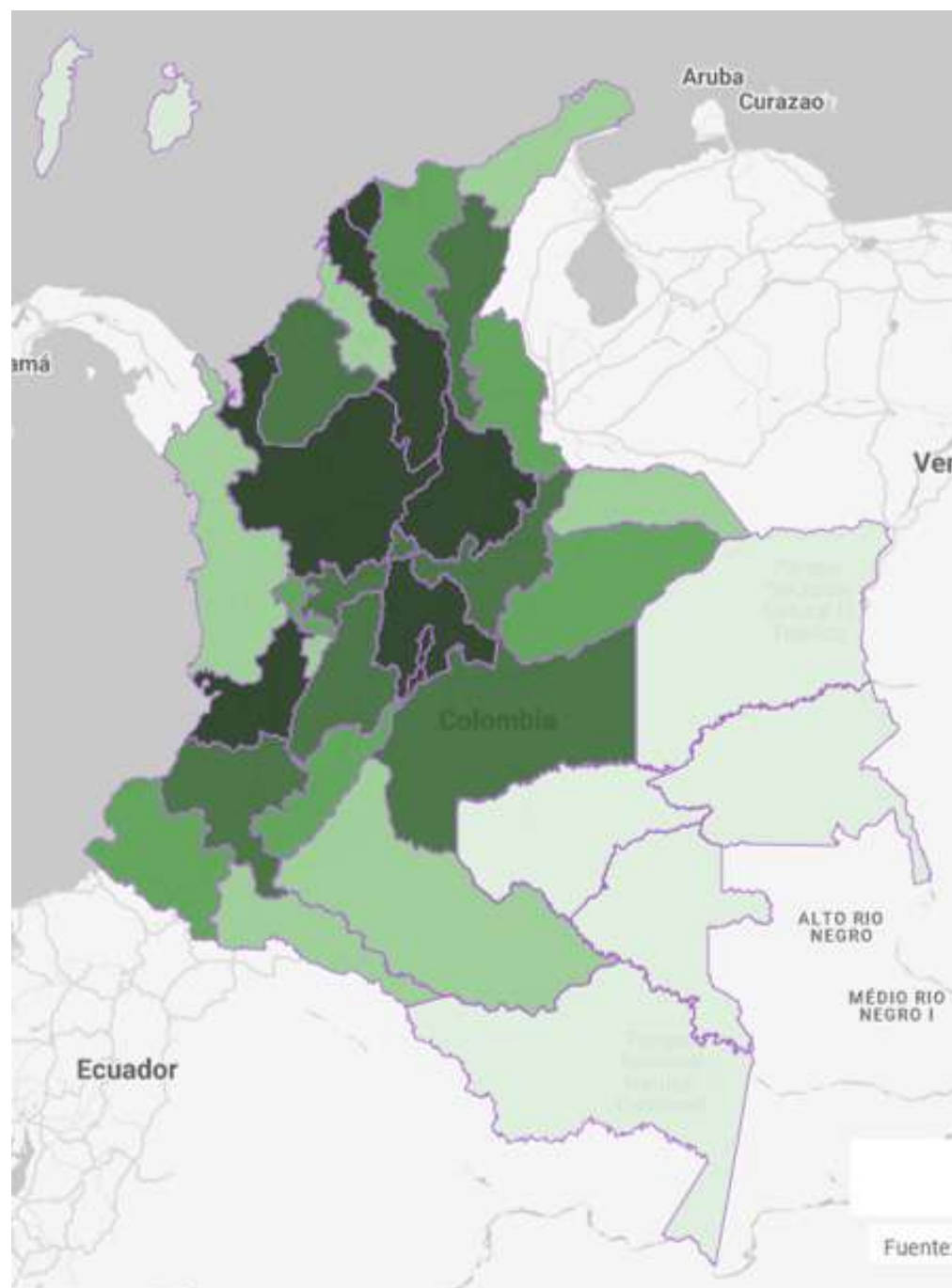
Tabla 1. Crecimiento real anual del PIB por tipo de gasto (corregido por estacionalidad y efectos calendario, base 2015)

	2020	2021				2021
	Año completo	I trim.	II trim.	III trim.	IV trim.	Año completo
Gasto de consumo final	-4,2	2,9	22,9	19,0	13,2	14,1
Gasto de consumo final de los hogares	-5,0	2,1	25,1	20,1	13,4	14,6
Bienes no durables	5,6	1,8	5,6	7,3	3,3	4,5
Bienes semidurables	-17,7	14,8	103,8	48,5	26,8	40,7
Bienes durables	-7,5	12,8	50,2	21,9	12,5	22,0
Servicios	-7,9	0,1	28,5	23,4	18,0	16,7
Gasto de consumo final del gobierno general	-0,6	6,3	14,2	15,1	12,7	12,1
Formación bruta de capital	-20,5	0,9	30,0	6,9	7,0	9,9
Formación bruta de capital fijo	-23,3	-1,3	36,3	10,3	8,1	11,2
Vivienda	-30,3	13,9	36,7	18,5	25,1	22,6
Otros edificios y estructuras	-30,9	-16,1	22,6	-6,1	-2,4	-3,0
Maquinaria y equipo	-13,4	8,2	51,8	18,5	7,3	19,0
Recursos biológicos cultivados	-1,8	10,9	6,4	1,6	1,6	5,1
Productos de propiedad intelectual	-10,8	0,6	12,8	14,8	13,7	10,2
Demanda interna	-7,5	2,0	23,9	17,4	12,3	13,3
Exportaciones	-22,7	-8,6	16,1	24,3	31,2	14,2
Importaciones	-20,5	0,2	47,1	39,5	31,4	27,5
PIB	-7,0	2,1	17,5	13,3	10,7	10,6

Fuente: DANE, reportado en Banco de la República (2022a).

Para 2021pr, el PIB nacional es 1.177.225 miles de millones de pesos, a precios corrientes. Los departamentos con mayor PIB son Bogotá D. C. y Antioquia con 298.268 y 176.451 miles de millones de pesos, respectivamente; al sumar el PIB del Valle del Cauca se concentra la mitad del PIB nacional; si se le suman las siguientes 3 economías en participación (Santander, Cundinamarca y Atlántico), juntas representan el 67% del PIB de Colombia. Por su parte, los departamentos con menor PIB son Guainía y Vaupés con 431 y 323 miles de millones de pesos, respectivamente. (DANE, 2022b)

Figura 4. PIB total a precios corrientes - Participación porcentual del producto interno bruto por departamento 2021pr



Fuente: DANE, Geovisor web (2022).

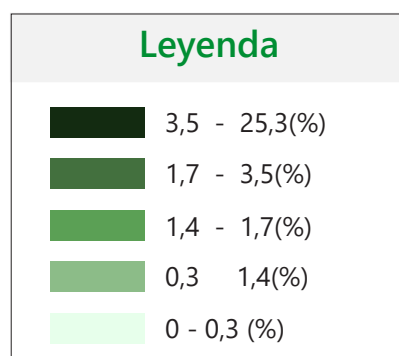
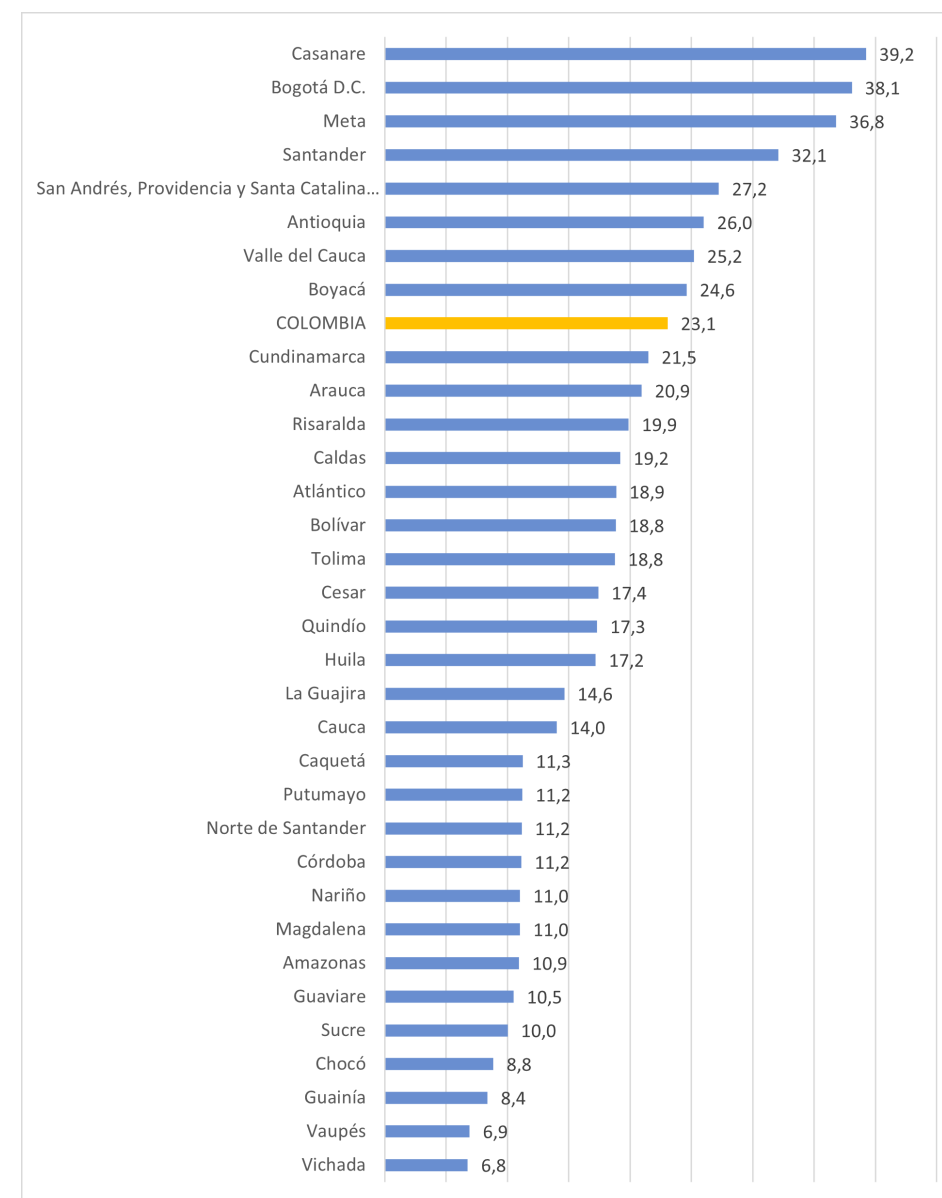


Figura 5. Producto Interno Bruto departamental por habitante a precios corrientes 2021 pr en millones de pesos



Fuente: DANE (2022a).

Para el 2021, el PIB nacional por habitante es 23,1 millones de pesos. Los departamentos que registrarán un PIB por habitante mayor al nacional son: Casanare, Bogotá, D.C., Meta, Santander, Archipiélago de San Andrés-Providencia y Santa Catalina, Antioquia, Valle del Cauca, Boyacá (DANE, 2022b).

El valor agregado nacional presenta un crecimiento de 10,4% en 2021pr con respecto al 2020p; las actividades económicas que presentan un mayor crecimiento de acuerdo con su contribución son: comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida⁶ con 20,9% , seguido de la industria manufacturera con 16,4% y la administración pública y defensa, educación y salud⁷ con 7,6%. Bogotá D.C, Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Santander impulsan el crecimiento de estas actividades. (DANE, 2022).

⁶ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

⁷ Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.

Tabla 2. Producto Interno Bruto por actividad económica para el 2021 (preliminar) - Base 2015

Clasificación Cuentas Nacionales	Secciones CIU Rev. 4 A.C. 12 agrupaciones	Concepto	2021 ^{Pr}				Total	Participación
			I	II	III	IV		
	A	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	19.405	20.041	22.724	24.806	86.977	7,39%
	B	Explotación de minas y canteras	11.554	13.742	16.798	20.545	62.640	5,32%
	C	Industrias manufactureras	30.051	29.750	36.724	39.060	135.586	11,52%
	D + E	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental	9.498	9.410	10.347	11.746	41.002	3,48%
	F	Construcción	13.715	13.005	13.391	15.493	55.603	4,73%
	G + H + I	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; Transporte y almacenamiento; Alojamiento y servicios de comida	46.986	44.985	54.778	62.787	209.536	17,81%
	J	Información y comunicaciones	7.357	7.606	7.985	8.814	31.762	2,70%
	K	Actividades financieras y de seguros	12.846	12.867	13.321	13.714	52.749	4,48%
	L	Actividades inmobiliarias	24.535	24.588	24.851	25.268	99.241	8,43%
	M + N	Actividades profesionales, científicas y técnicas; Actividades de servicios administrativos y de apoyo	17.377	18.382	19.584	22.881	78.224	6,65%
	O + P + Q	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; Educación; Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales	35.689	42.453	43.939	54.728	176.808	15,03%
	R + S + T	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; Actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio	7.783	7.953	8.387	9.340	33.464	2,84%
B.1b		Valor agregado bruto	236.794	244.784	272.830	309.182	1.063.591	90,39%
D.21-D.31		Impuestos menos subvenciones sobre los productos	28.485	22.610	31.854	30.154	113.103	9,61%
B.1b		Producto interno bruto	265.280	267.394	304.685	339.336	1.176.694	100,00%

Fuente: DANE, Cuentas nacionales

^{Pr}preliminar^Pprovisional

Actualizado el 15 de febrero de 2022

*Calculado a partir de los valores a precios corrientes. (pr) preliminar
Fuente: DANE, Cuentas nacionales (2022).

Vocación productiva por región⁸

En Bogotá D.C., las actividades económicas que explican el comportamiento registrado son comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida⁹ (16,7%); industria manufacturera (19,8%) y administración pública y defensa, educación y salud¹⁰ (6,2%).

En la región Central¹¹, las actividades económicas que explican el comportamiento registrado son comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida¹² (23,3%); industria manufacturera (18,6%) y administración pública y defensa, educación y salud (8,3%).

En la región Oriental¹³, las actividades económicas que explican el comportamiento registrado son comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida¹⁴ (21,1%); industria manufacturera (15,5%) y administración pública y defensa, educación y salud¹⁵ (8,6%).

En la región Caribe¹⁶, las actividades económicas que explican el comportamiento registrado son comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida¹⁷ (28,1%); industria manufacturera (16,9 %) y administración pública y defensa, educación y salud¹⁸ (8,1%).

En la región Pacífica¹⁹, las actividades económicas que explican el comportamiento registrado son comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida²⁰ (19,7 %); industria manufacturera (10,6 %) y administración pública y defensa, educación y salud²¹ (7,4 %).

En la región Amazonía - Orinoquía²², las actividades económicas que explican el comportamiento registrado son comercio al por mayor y al por menor, transporte, alojamiento y servicios de comida²³ (11,6 %); administración pública y defensa, educación y salud²⁴ (7,3 %) y agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (5,6 %).

⁸ La agregación por regiones corresponde a la presentada por la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH).

⁹ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

¹⁰ Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.

¹¹ Antioquia, Caldas, Caquetá, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima.

¹² Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

¹³ Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander y Santander.

¹⁴ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

¹⁵ Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.

¹⁶ Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, San Andrés, Providencia y Santa Catalina y Sucre.

¹⁷ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

¹⁸ Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.

¹⁹ Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca.

²⁰ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

²¹ Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.

²² Amazonas, Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y Vichada.

²³ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida.

²⁴ Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.

En materia de empleo, en el curso de 2021 se mantuvo la tendencia de recuperación del mercado laboral iniciada en el segundo semestre de 2020, aunque con una dinámica inferior a la observada en la actividad económica, especialmente en los últimos meses del año. El promedio de doce meses de la tasa de desempleo para el total nacional en 2021 se ubicó en el 13,7 %, inferior en 2,2 puntos porcentuales (pp) al promedio de 2020 (15,9 %). Igualmente, la tasa de desempleo para el total nacional se redujo del 13,4 % al 11,0 % entre diciembre de 2020 y el mismo mes de 2021 en la serie original. No obstante, este último registro siguió siendo mayor a la correspondiente tasa de desempleo del 9,5 % observada en diciembre de 2019. De esta manera, a pesar de los avances logrados en el mercado laboral durante 2021, no se logró retornar a los niveles de desempleo que existían antes de la pandemia. (Banco de la República, 2022a).

Otro aspecto importante del mercado laboral es el comportamiento de la participación laboral, la cual se mantuvo estable en 2021 para el agregado nacional en un nivel cercano al 60 %, y en las zonas urbanas permaneció alrededor del 63 %, niveles ambos inferiores a los prepandemia (63 % y 66 %, respectivamente). La participación laboral no aumentó como reacción a las pérdidas masivas de empleo en jefes de hogar, un fenómeno que se conoce como el efecto del trabajador adicional. Esto se explica por el fuerte impacto de la pandemia sobre la inactividad de las mujeres que se vieron obligadas a dedicar más tiempo a oficios del hogar y al cuidado de sus hijos menores por el cierre de las instituciones educativas. (Banco de la República, 2022a).

Finalmente, según cifras desestacionalizadas, en el cuarto trimestre de 2021 la tasa de desempleo para el total nacional se ubicó en el 12,5 %, aunque con una diferencia importante según género. El desempleo de las mujeres en el total nacional durante dicho período se ubicó en el 16,4 %, y el de los hombres en un 9,7 %, lo que significa una brecha de género de 6,7 pp. No obstante, la tasa de desempleo de las mujeres viene mostrando una tendencia a la baja, mientras que la de los hombres continúa relativamente estable, lo cual contribuye a revertir parcialmente la notoria ampliación de la brecha de género que se observó durante la pandemia. (Banco de la República, 2022a).

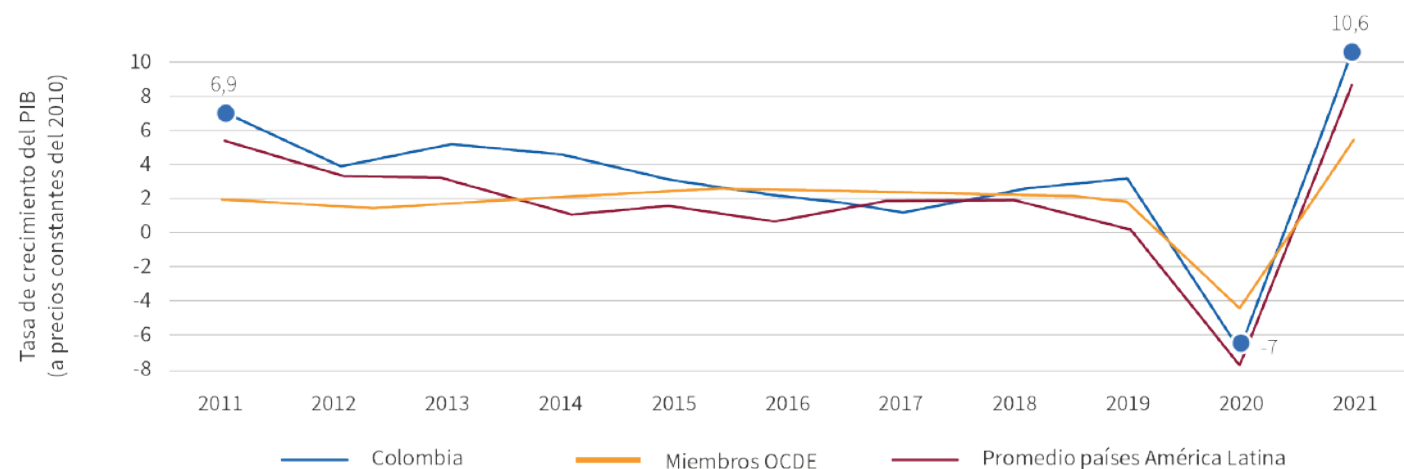
Una década de desaceleración y una crisis que pocos preveían

Colombia se ha caracterizado históricamente por tener un entorno macroeconómico estable, lo que ha permitido tasas de crecimiento favorables e incluso superiores a otras de países de América Latina y el Caribe y países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). No obstante, el crecimiento ha sido muy vulnerable a los precios de las industrias extractivas, dada la gran dependencia del país del sector minero-energético.

Al igual que otras economías exportadoras de bienes primarios, la economía colombiana se benefició del boom de commodities a principios del siglo e incluso se mostró relativamente resiliente durante la crisis económica global del 2008. Sin embargo, desde mediados de la década pasada, el crecimiento se vio nuevamente afectado por la caída de los precios internacionales de los commodities. De hecho, antes de la pandemia por COVID-19 y sus consecuencias socioeconómicas, la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) era casi la mitad del indicador al inicio de la década (3,2% en 2019 frente a 6,9% en 2011). Asimismo, la tasa de crecimiento económico anual promedio de la década del 2000 fue de 4%, mientras que, en la última década, hasta 2019, fue de 3,6%).

La tendencia se profundizó con la pandemia y en 2020 la tasa de crecimiento económico se redujo a niveles nunca registrados en el país (gráfico 3.1). Sin embargo, vale la pena señalar que en 2021 se observó una fuerte recuperación.

Figura 6. Tasa de crecimiento del PIB en Colombia y en otros referentes (2011-2021)



Tomado de: Informe sobre desarrollo humano para Colombia | Cuaderno 1: Evolución de los últimos 10 años en desarrollo humano; con base en datos del BM (2022).

Nota: Para promover el desarrollo humano en Colombia es fundamental abordar las dinámicas del medio ambiente, el cambio climático y la biodiversidad, pues el aumento de las capacidades de las personas deberá ir acompañado de un alivio en las presiones planetarias (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020))

Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. 2022.

Aumentaron las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), fuente del cambio climático, aunque menos que en la década del 2000

La variabilidad climática²⁵ experimentada por el mundo en las últimas décadas como consecuencia del aumento en emisiones de GEI tiene efectos desfavorables tanto para los ecosistemas como para las personas. En los últimos años, Colombia no ha sido ajena a estos fenómenos y ha experimentado efectos y consecuencias heterogéneas a lo largo del territorio nacional, lo que afecta considerablemente más a algunas regiones²⁶.

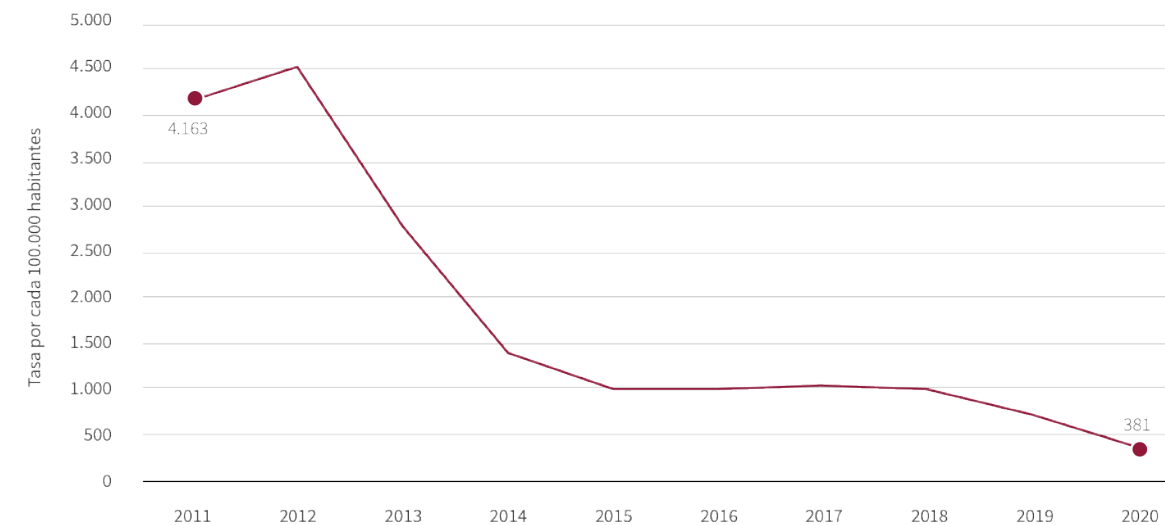
No obstante, la tasa de personas afectadas por eventos recurrentes²⁷ disminuyó en un 90,8% entre 2011 y 2020, lo cual indica avances en la adaptación a estos eventos para evitar consecuencias fatales (figura 7).

²⁵ De acuerdo con el IDEAM, la variabilidad climática se refiere a las variaciones y desviaciones del estado medio del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de los fenómenos meteorológicos determinados. Esta se puede dar como consecuencia de procesos naturales dentro del sistema climático, o a variaciones consecuencia de factores externos, como la huella por la actividad humana.

²⁶ Como, por ejemplo, el huracán Iota, que tuvo efectos devastadores sobre las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

²⁷ Por evento recurrente se entiende todo aquel asociado a inundaciones, avenidas torrenciales y remoción en masa, excluyendo eventos atípicos.

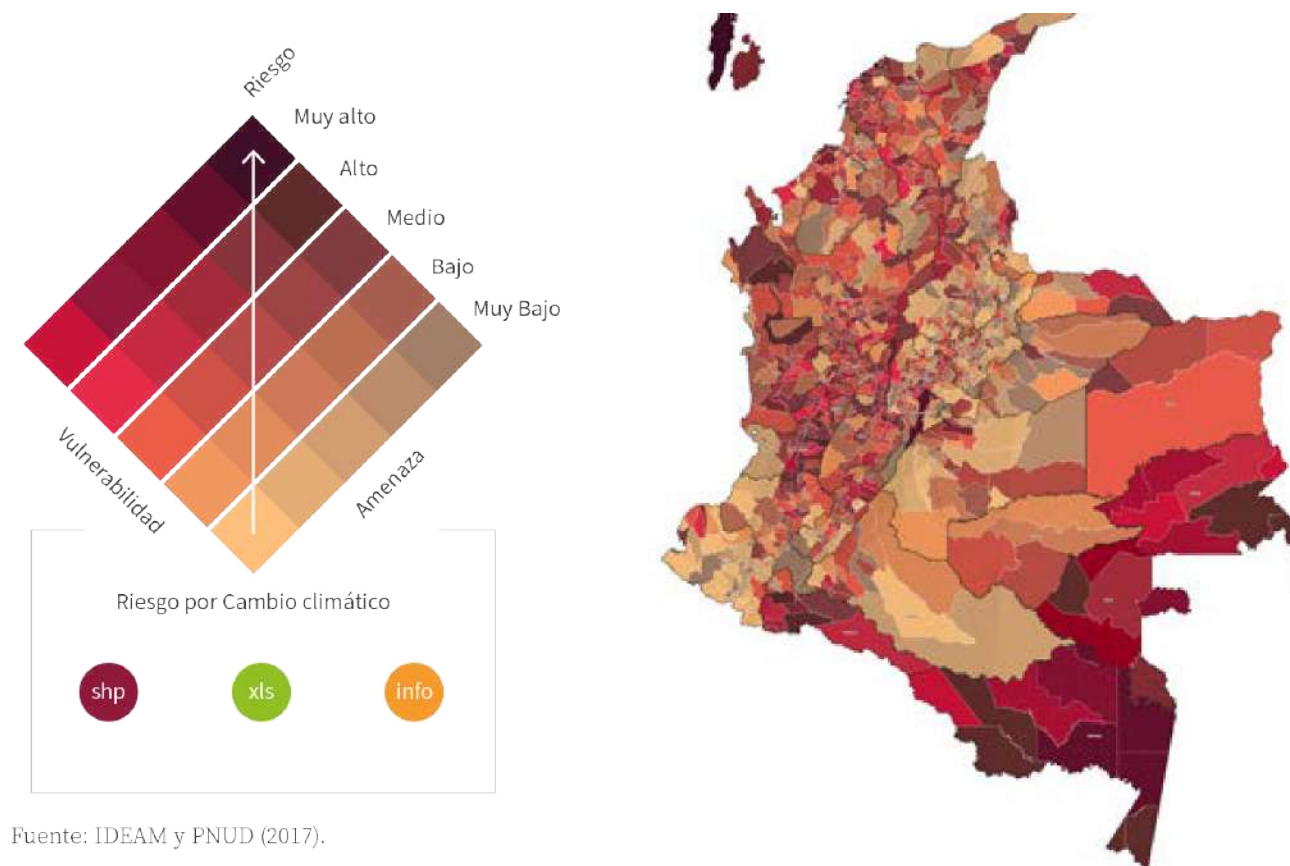
Figura 7. Afectación de personas por eventos recurrentes (2011-2020).



Tomado de: Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2022).

Como lo indica la figura 8, todos los departamentos y municipios de Colombia presentan algún tipo de riesgo ante el cambio climático: el 47% del país (184 municipios) presenta valores catalogados con Riesgo Alto y Muy Alto (IDEAM y PNUD, 2017). Pero también, a 2021, 28 departamentos contaban con planes integrales (adaptación y mitigación) frente al cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Figura 8. Mapa nacional de riesgo por cambio climático.



Fuente: IDEAM y PNUD (2017).

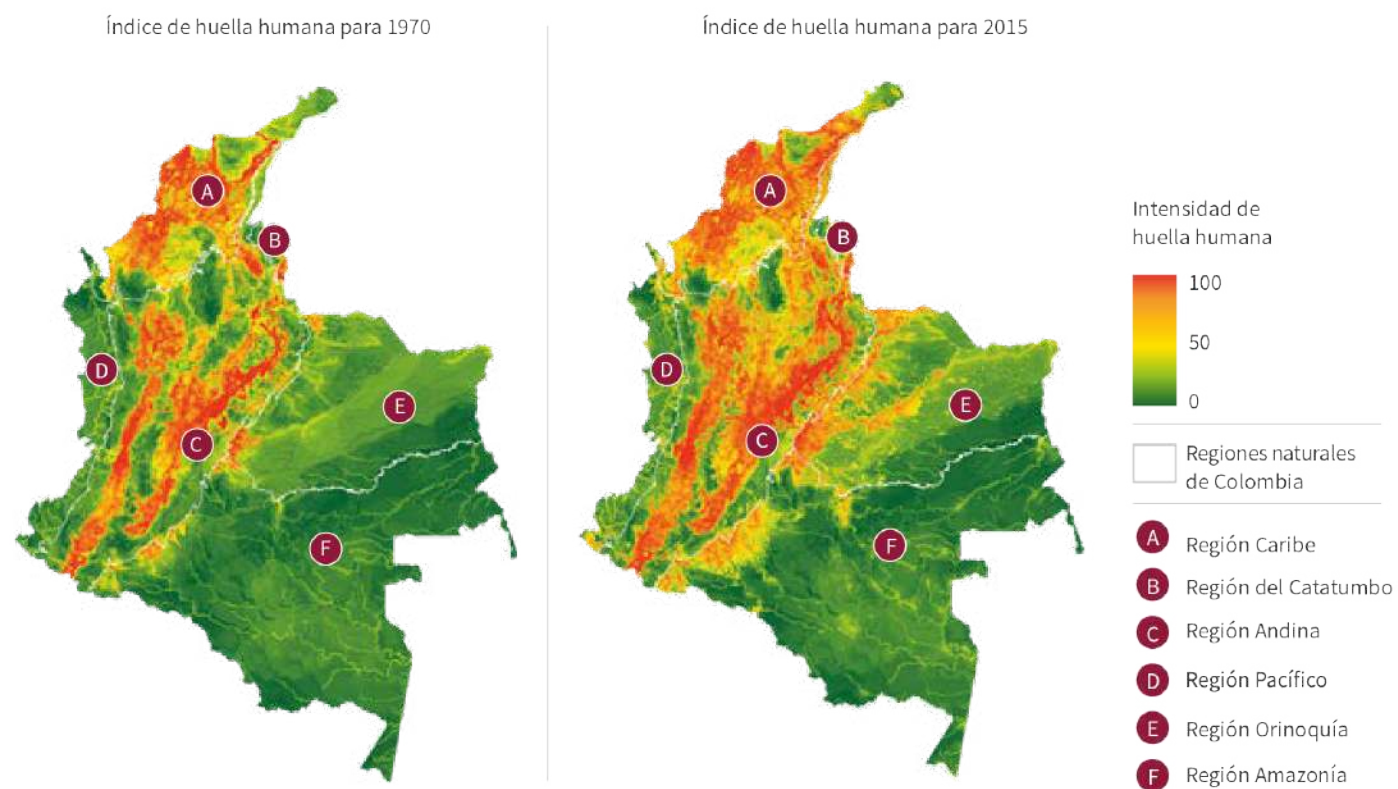
Tomado de: Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2022).

Asimismo, el IDEAM (2018) reporta que hay 391 municipios susceptibles a desabastecimiento de agua en el país, repartidos entre 24 departamentos. Esto resulta alarmante a la luz de que el estrés hídrico puede resultar en impactos negativos en seguridad alimentaria, salud humana y biodiversidad, y afectar los medios de subsistencia de las poblaciones más vulnerables (Unesco, 2020).

En particular, el uso inadecuado de la tierra, la compactación, la contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la erosión, el mal riego y la deforestación son las principales causas del deterioro del suelo en el país. Los efectos de la degradación del suelo son diversas y tienen graves consecuencias: de la calidad del suelo depende gran parte de la seguridad alimentaria del país, la calidad de las fuentes hídricas y de dar soporte a los seres vivos y a los ecosistemas.

El IGAC también ha indicado que cerca del 40% del territorio nacional ya padece de algún grado de erosión (por efectos naturales o por intervención humana), y que el 15,6% del territorio está afectado por la sobrecarga de cultivos y ganadería extensiva (sobrecapacidad). Asimismo, de acuerdo con el índice de huella espacial humana (IHEH)²⁸, los principales cambios se ubicaron principalmente en las regiones Andina (estados de Antioquia, Cauca y Valle del Cauca), Amazonía (Amazonas, partes de los estados de Meta, Guaviare y Putumayo) y Orinoco (Casanare y partes de los estados de Meta y Vichada) (Correa Ayram et al., 2020) (figura 9). De acuerdo con lo anterior, es evidente la importancia de desarrollar sistemas productivos agropecuarios que también sean capaces de regenerar las condiciones ecosistémicas.

Figura 9. Índice de huella humana (1970 vs. 2015)



Tomado de: Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2022).

²⁸ El IHEH permite cartografiar la intensidad del impacto antrópico acumulado sobre los ecosistemas terrestres, indicando en orden ascendente el grado de contribución a la huella humana. En la medida en que el IHEH se incrementa, mayor es la presión humana sobre los ecosistemas. El índice se construye a partir de tres dimensiones: 1) intensidad del uso del suelo, 2) tiempo de intervención sobre los ecosistemas y 3) vulnerabilidad biofísica.

1.2. Generalidades Plan Nacional de Desarrollo - PND

El Plan Nacional de Desarrollo - PND es la hoja de ruta que establece los objetivos de cada gobierno, fijando programas, inversiones y metas para un cuatrienio específico. Además, permite evaluar sus resultados y garantiza la transparencia en el manejo del presupuesto (DNP, 2020).

El actual PND para el periodo 2018-2022 fue expedido mediante Ley 1955 de 2019 y denominado "Pacto por Colombia, pacto por la equidad". Este plan cuenta con 13 planes transversales y 9 planes regionales.

Para efectos de contexto de este informe, se destacan a continuación las principales características de dos pactos transversales y uno regional, ya que son los que tienen mayor relación —de manera directa o indirecta— con los contenidos presentados aquí. Los pactos en mención son:

"Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo"

"Pacto por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja"

"Región Océanos: Colombia potencia bioceánica"

A continuación, se presentan los objetivos y principales metas de cada uno de ellos:

Figura 10. Metas y Objetivos del Pacto por la Sostenibilidad

Pacto por la sostenibilidad

Producir conservando y Conservar produciendo

El Pacto por la sostenibilidad busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente que asegure los recursos naturales para las futuras generaciones



METAS

Reducir las emisiones de gases efecto invernadero en:

36 millones de tCO₂ eq equivalente a transformar todos los vehículos de gasolina del país a carros eléctricos



Reducir deforestación de gases efecto invernadero en:

30% con respecto al escenario actual. Se evitará la deforestación de un área equivalente al municipio de Yopal (Casanare)



Duplicar las hectáreas con sistemas productivos sostenibles y de conservación*

Hoy	Meta
701 mil hectáreas	1.4 millones hectáreas



* Restauración, sistemas agroforestales, manejo forestal sostenible

Todos los departamentos del país implementan acciones para **adaptarse al cambio climático**



OBJETIVOS

- Implementar estrategias e instrumentos económicos para que los sectores productivos sean más sostenibles, innovadores y reduzcan los impactos ambientales con un enfoque de economía circular

- Promover el conocimiento en la comunidad sobre los riesgos de desastres y el cambio climático para tomar mejores decisiones en el territorio

- Frenar la deforestación y otros crímenes ambientales a partir del control territorial y genera nuevas oportunidades económicas sostenibles a nivel local.

- Fortalecer las instituciones ambientales, la investigación y la gestión pública, al tiempo que se propicia el diálogo y la educación ambiental en los territorios



Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

Figura 11. Metas y Objetivos del Pacto por la Sostenibilidad de Océanos

Región Océanos

Colombia potencia bioceánica

Reconocer el potencial de desarrollo que representan los océanos como motor de crecimiento y equidad, aprovechando la ubicación estratégica del país entre el Pacífico y el Atlántico.


OBJETIVOS

- 1.**

Fortalecer la gobernanza y la institucionalidad para la administración integral de los océanos
- 2.**

Optimizar la conectividad, la infraestructura y la logística entre mar y Tierra e impulsar el desarrollo productivo
- 3.**

Incrementar el conocimiento, investigación, innovación y apropiación social



METAS



Mejoraremos integralmente la infraestructura física de 2 accesos marítimos.



5 nuevas sedes construidas y modernizadas para el ejercicio de la autoridad marítima.



3 nuevas estaciones de control de tráfico marítimo instaladas y en operación.



Implementación de 9 acuerdos para el aprovechamiento local de plásticos y otros materiales reciclables en municipios costeros.

Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

Figura 12. Metas y Objetivos del Pacto o por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja

Pacto por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja

Más actividades artísticas y culturales y desarrollo de nuevos emprendimientos productivos para la consolidación de las industrias creativas y culturales.



METAS

Aumentar cinco veces las personas beneficiadas por programas de **formación artística y cultural**.



HOY 2.048 personas
META 11.291

Elevar a **4,4** el promedio de **libros leídos** al año por la población de 12 años y más.



Tener casi cinco veces más proyectos y estímulos **artísticos y culturales** para los ciudadanos.

HOY 2.921 personas
META 16.593



Aumentar el crecimiento del valor agregado de los sectores de la **economía naranja**.



HOY 2,9%
META 5,1%

OBJETIVOS

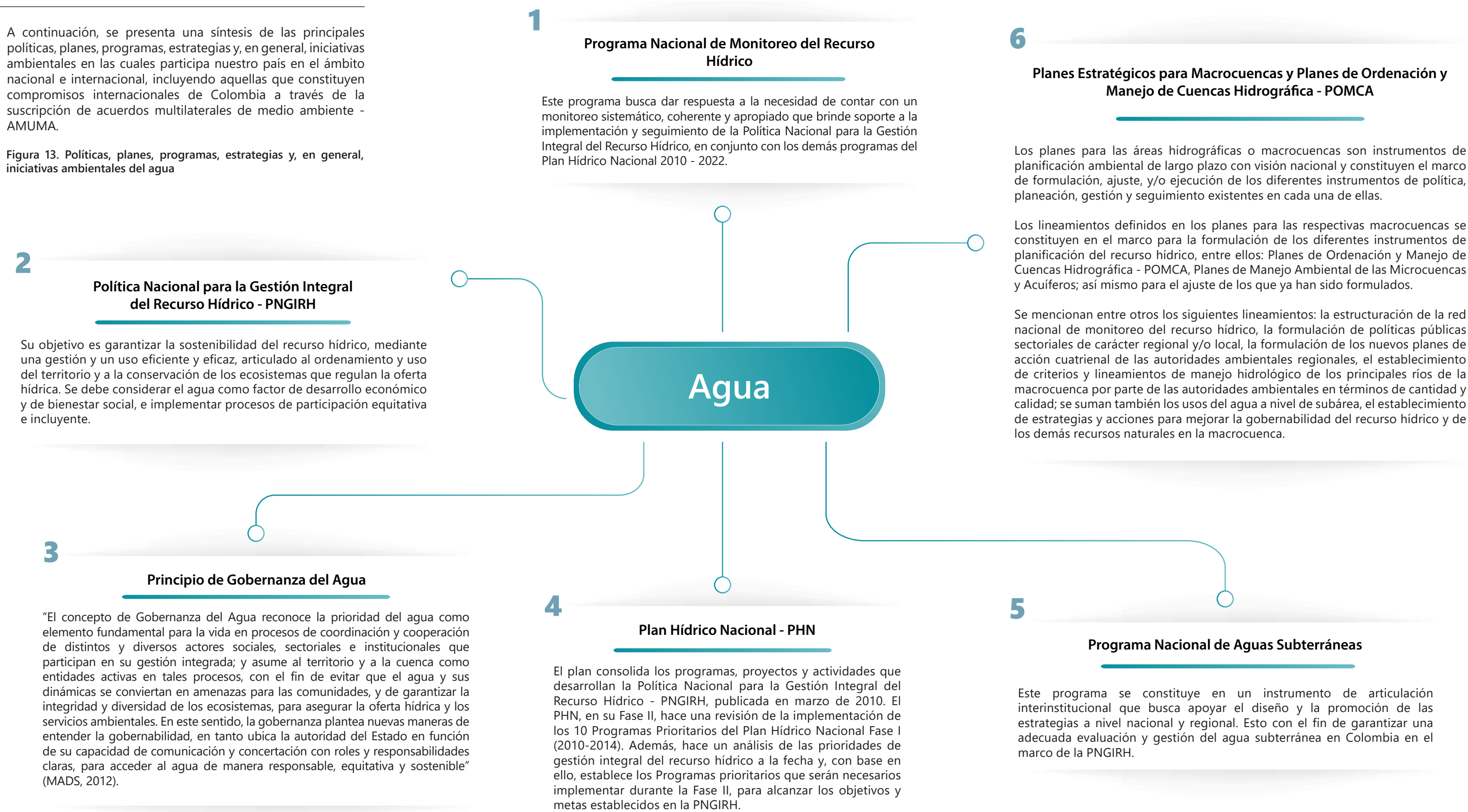
- Fomentar el acceso a la oferta cultural para todos los colombianos y liberar el talento artístico y creativo de los jóvenes preparándolos para los retos de Cuarta Revolución Industrial
- Fortalecer los hábitos de lectura en la población colombiana
- Fortalecer los procesos de formación artística y cultural.
- Garantizar la protección y salvaguardia del patrimonio cultural, material e inmaterial
- Mejorar la infraestructura y dotación cultural local.
- Aumentar la inversión y proveer bienes públicos para el desarrollo de las industrias culturales y creativas, como fuente de desarrollo económico y de equidad.
- Capitalizar el potencial de la economía naranja por medio del desarrollo de una estrategia enfocada en las directivas de la Ley Naranja (las 7i):
 1. Generación de **información**
 2. Fortalecimiento del entorno Institucional
 3. Desarrollo de **industrias creativas**
 4. Generación de **infraestructura**
 5. **Integración** de la economía naranja
 6. **Inclusión** del capital humano
 7. Promoción de la propiedad intelectual como soporte a la **inspiración creativa**

Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

1.3. Contexto de políticas ambientales e iniciativas con participación de Colombia

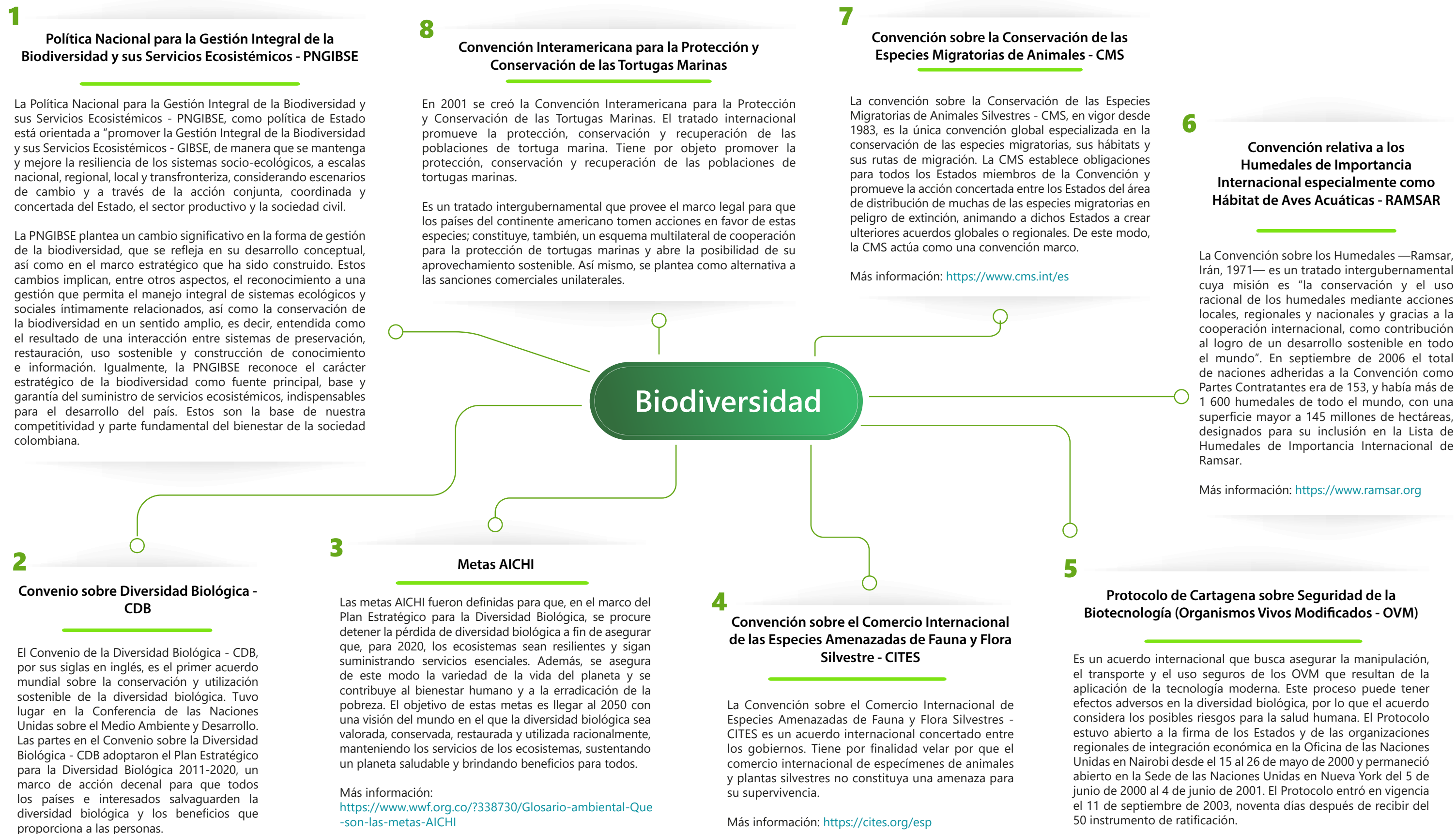
A continuación, se presenta una síntesis de las principales políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales en las cuales participa nuestro país en el ámbito nacional e internacional, incluyendo aquellas que constituyen compromisos internacionales de Colombia a través de la suscripción de acuerdos multilaterales de medio ambiente - AMUMA.

Figura 13. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del agua



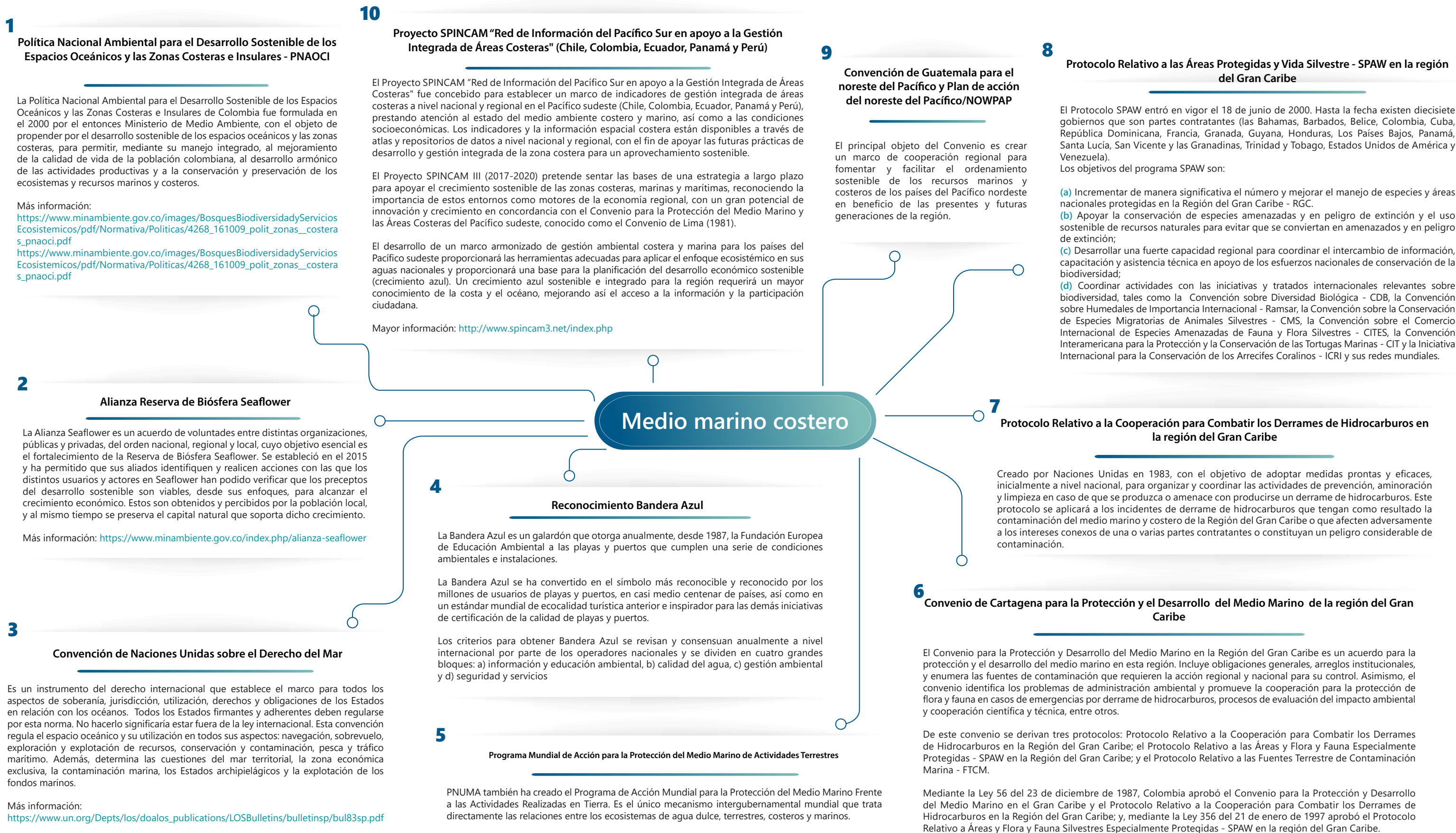
Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del “Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan” DNP (2019).

Figura 14. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales de la Biodiversidad



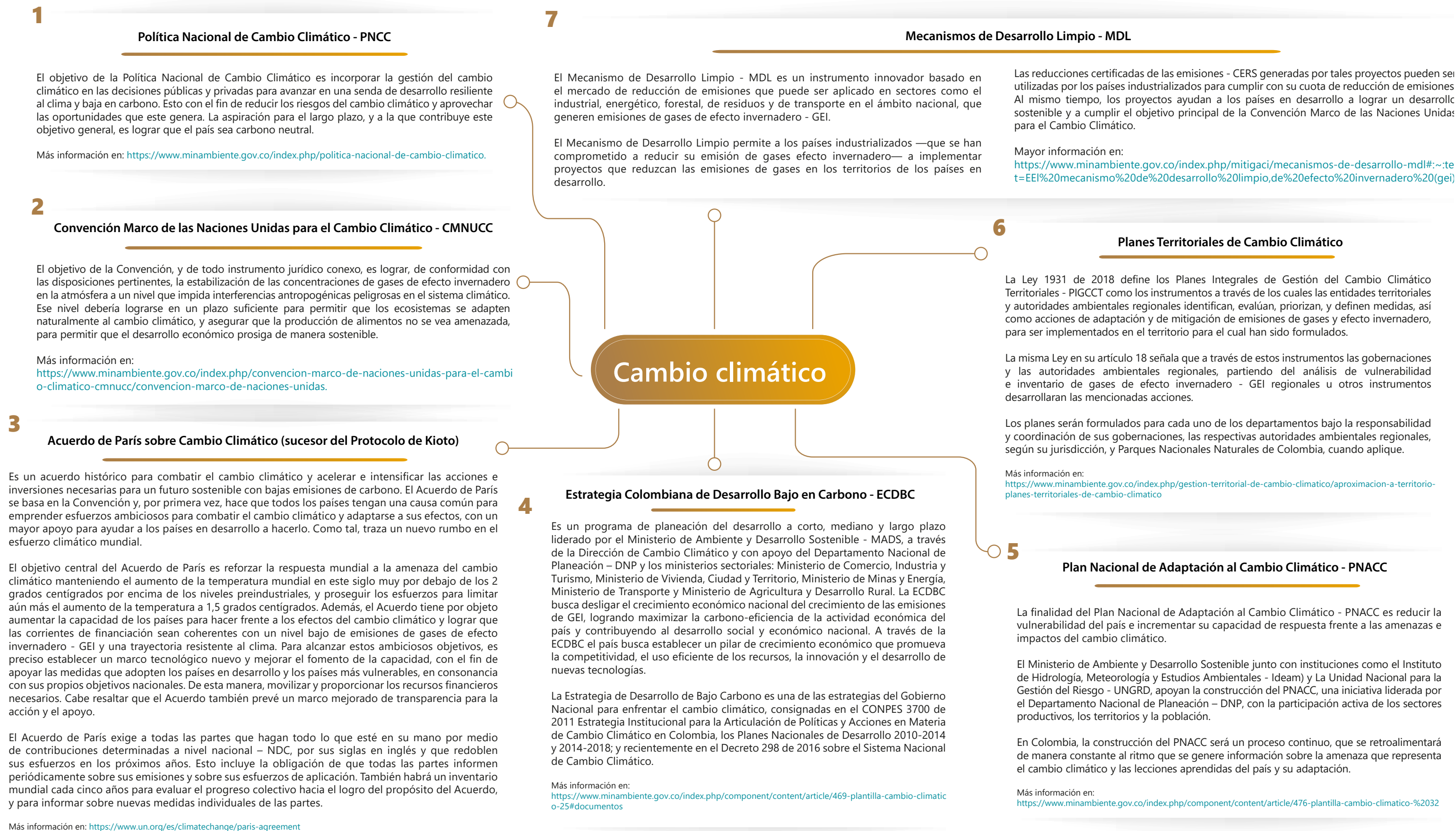
Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del “Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan” DNP (2019).

Figura 16. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del medio marino y costero



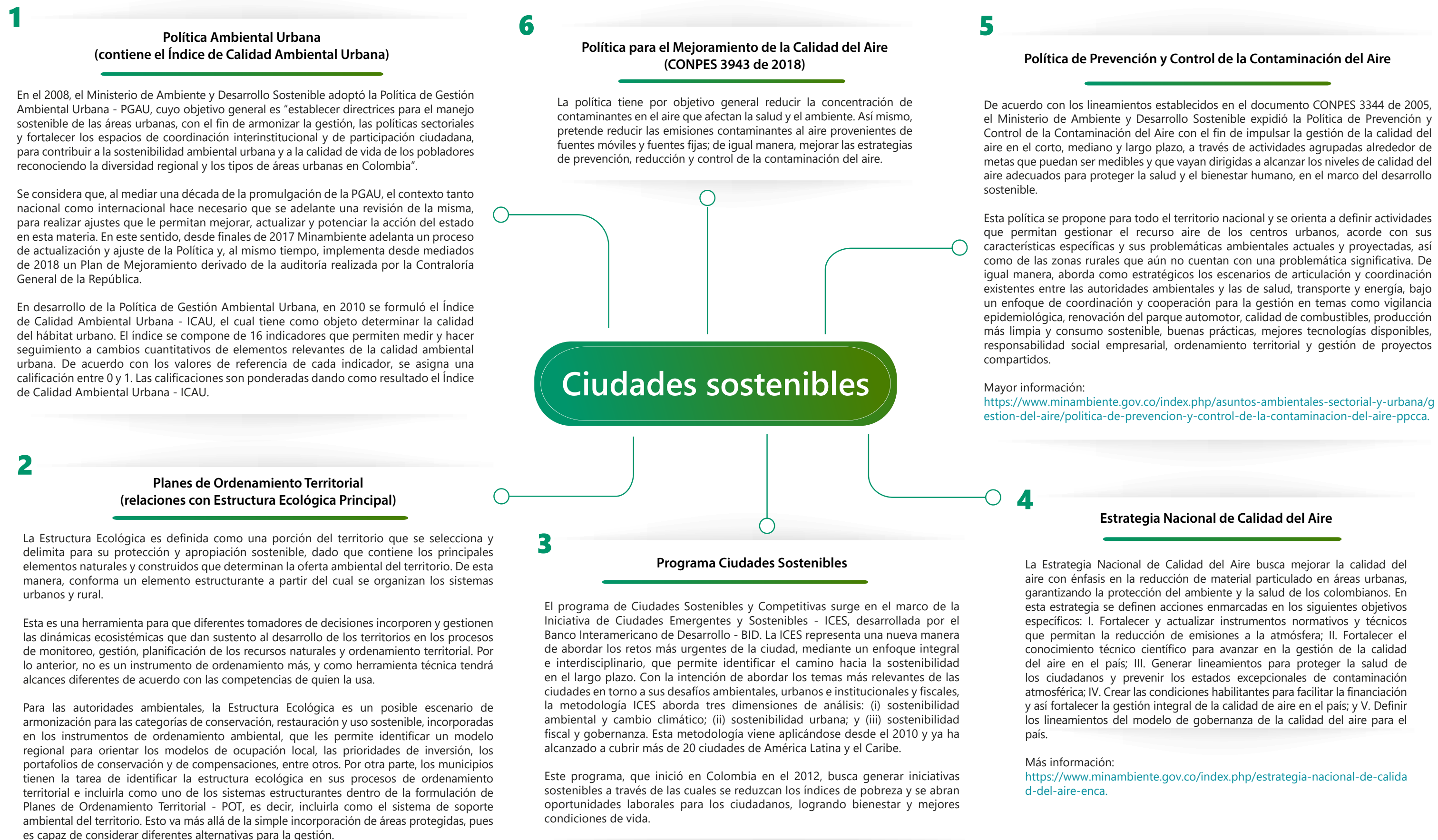
Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

Figura 17. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del cambio climático



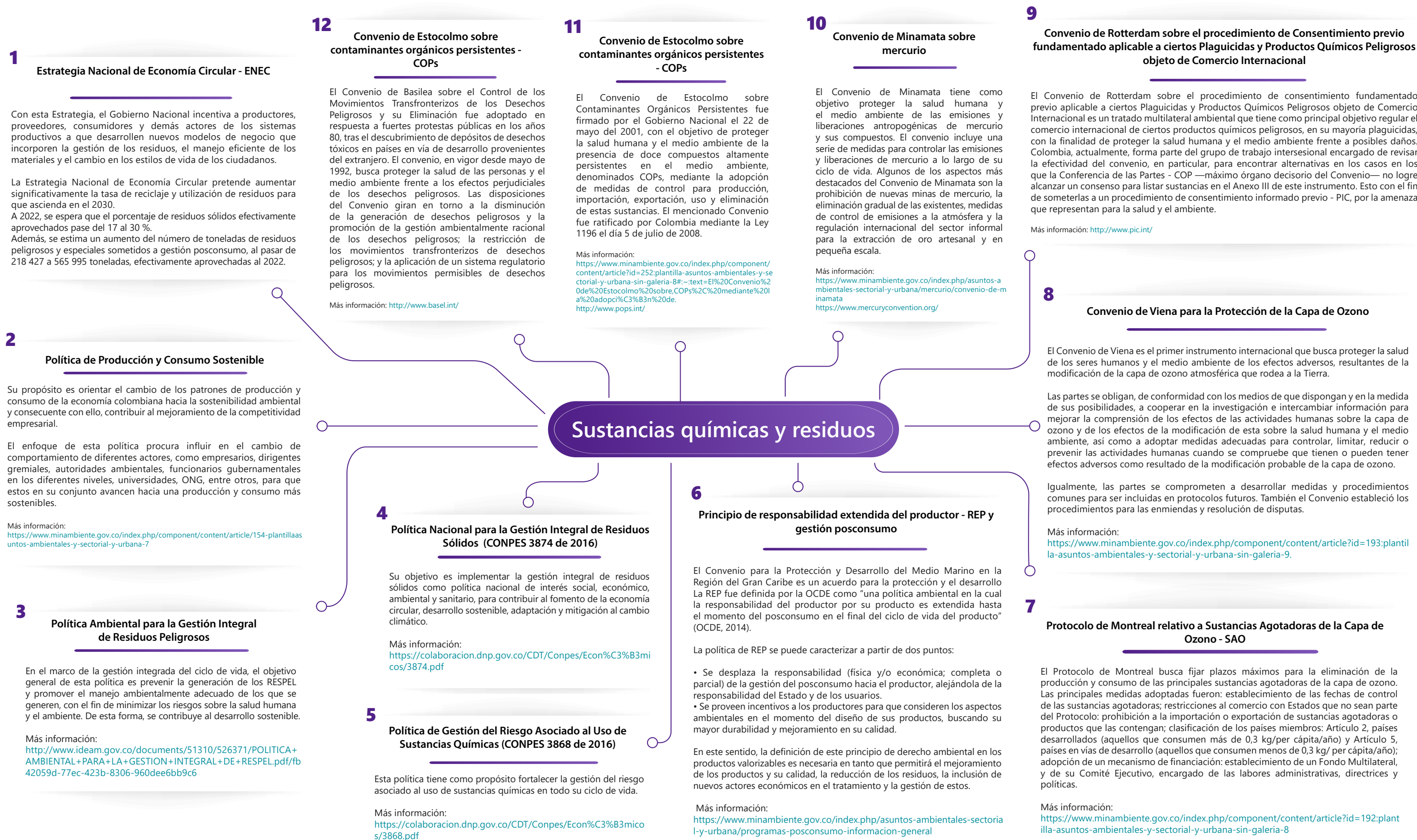
Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

Figura 18. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales del ciudades sostenibles



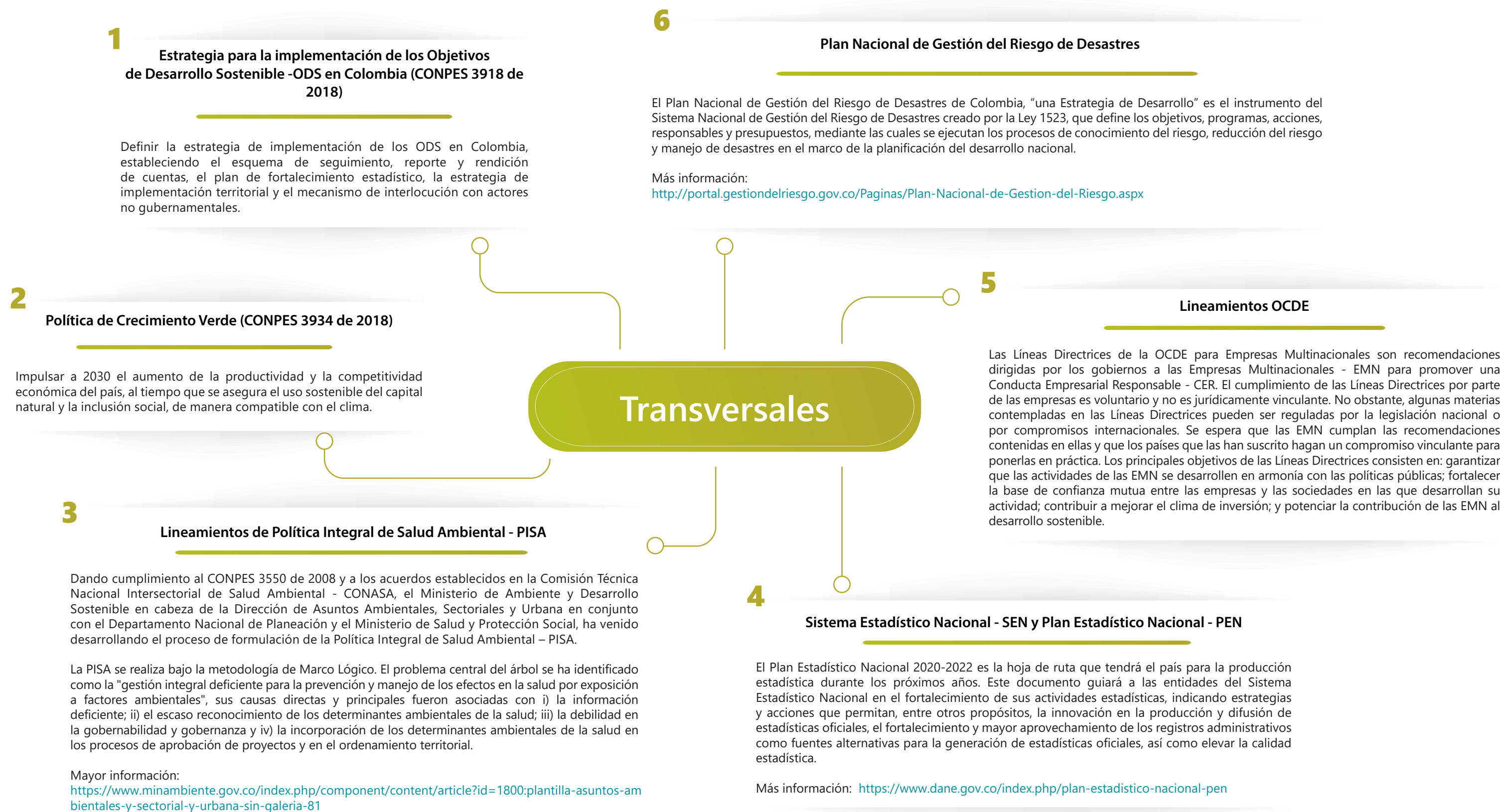
Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

Figura 19. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales de las sustancias químicas y los residuos



Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

Figura 20. Políticas, planes, programas, estrategias y, en general, iniciativas ambientales transversales



Fuente: Adaptación Ideam a partir de imágenes del "Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas. Todo lo que no le han contado del Plan" DNP (2019).

1.4. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el 2030. Los 17 ODS constituyen un compromiso importante para abordar los problemas más urgentes a los que hoy se enfrenta el mundo.

Figura 21. Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS



Fuente: Secretaría Técnica Comisión ODS- DSEPP-DNP reportado en DNP (2020).

Nota: Colombia presentó un avance del 72,58% global desde la puesta en marcha de los ODS.

Los más altos niveles de avance están en las alianzas para lograr los objetivos (100%), la vida de ecosistemas terrestres (100%), la vida submarina (99,5%) y la producción y consumo responsables (95,8%).

Asimismo, como resultado de esta política, se han publicado los Reportes Nacionales Voluntarios, que presentan los avances en los indicadores de seguimiento y el aporte de distintos sectores y actores para cumplir el objetivo de No dejar a nadie atrás (DNP, 2021).

Tomado de: Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2022).

Tabla 3. Metas trazadoras nacionales para los ODS en Colombia

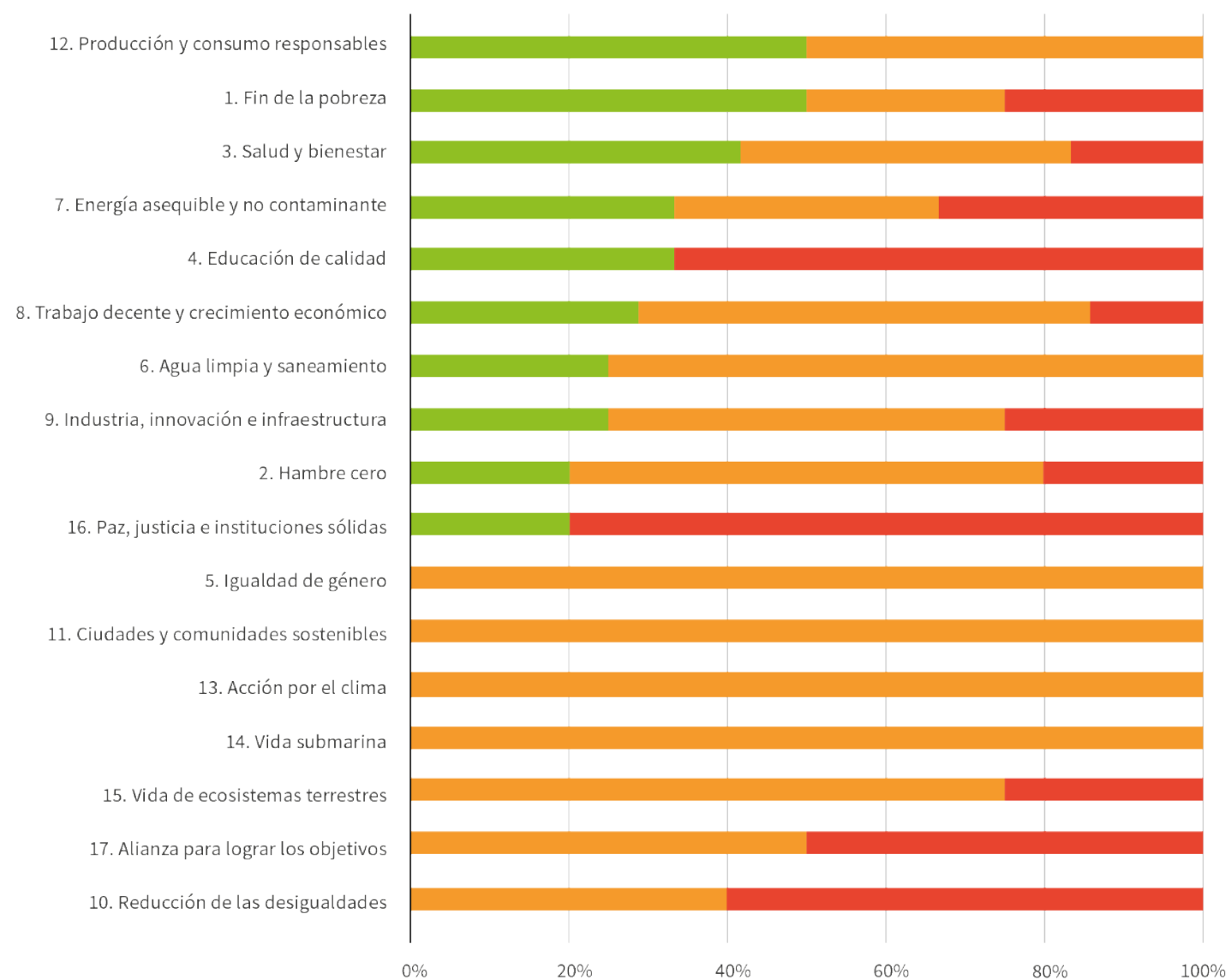
ODS	Indicador nacional	Línea base 2015	Meta nacional a 2030	2021 o último año disponible	Diferencia entre meta y avance
1. Fin de la pobreza	Índice de Pobreza Multidimensional	20,20%	8,40%	16%	-7,60%
2. Hambre cero	Tasa de mortalidad por desnutrición	6,8	5	5,84	-0,84
3. Salud y bienestar	Tasa de mortalidad materna por cada 100.000 nacidos vivos	53,7	32	66,7	-34,7
4. Educación de calidad	Tasa de cobertura en educación	49,40%	80%	51,60%	28,40%
5. Igualdad de género	Mujeres en cargos directivos del Estado Colombiano	43,50%	50%	45%	5%
6. Agua limpia y saneamiento	Accesos a agua potable adecuados	91,80%	100%	93,17%	6,80%
7. Energía asequible y no contaminante	Cobertura de energía eléctrica	96,90%	100%	96,82%	3,18%
8. Trabajo decente y crecimiento económico	Tasa de formalidad laboral	50,80%	60%	51,99%	8,01%
9. Industria, innovación e infraestructura	Hogares con acceso a internet	41,80%	100%	53,18%	46,82%
10. Reducción de las desigualdades	Coefficiente de Gini	0,522	0,48	0,53	-0,05
11. Ciudades y comunidades sostenibles	Hogares urbanos con déficit cuantitativo de vivienda	6,70%	2,70%	4,20%	-1,50%
12. Producción y consumo responsables	Tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos	8,60%	17,90%	11,10%	6,80%
13. Acción por el clima	Reducción de emisiones totales de gases efecto invernadero	0%	20%	0%	20%
14. Vida submarina	Miles de hectáreas de áreas marinas protegidas	7892	13250	12817	433
15. Vida de ecosistemas terrestres	Miles de hectáreas de áreas protegidas	23617	30620	31287	-667
16. Paz, justicia e instituciones sólidas	Tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes	26,5	16,4	27,7	-11,3

Fuente: Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. 2022.

Según lo reportado por la OCDE (2022), a 2021, de las 117 metas de los ODS para las que la OCDE dispone de datos comparables, Colombia ha logrado 11 y se espera que para 2030 se alcancen 12 metas adicionales (figura 22). Al igual que los otros países de la OCDE, Colombia está a punto de alcanzar la mayoría de las metas relacionadas con la satisfacción de las necesidades básicas y la implementación de los instrumentos y marcos de política pública mencionados en la Agenda 2030 (OCDE, 2022). Como se observa en el gráfico 13.5, el ODS relacionado con desigualdades no presenta avances significativos y también son limitados los avances en educación de calidad.

Después de la aprobación en 2015 de la Agenda 2030, Colombia reiteró su compromiso con esta agenda a través de la elaboración y aprobación del Documento CONPES 3918 de 2018: "Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia", en el que se fijan metas propias para definir los indicadores y el esquema de seguimiento y reporte de los avances en la implementación de los ODS en el país. Además, se establecen las líneas estratégicas para el trabajo conjunto del gobierno nacional con gobiernos locales y actores no gubernamentales. Los principales avances en la ejecución de esta política se han dado en la construcción y puesta en marcha del sistema de seguimiento al avance de los ODS. Para ello, se han definido y ajustado indicadores y se ha realizado la producción y manejo de datos requeridos para el funcionamiento de este sistema.

Figura 22. Distribución de las tendencias por objetivo para Colombia (2021)



Fuente: Evolución de los últimos 10 años en desarrollo humano. – "Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. 2022. Página 158".

Uno de los principales retos de Colombia de acuerdo con todos los reportes se encuentra en el ODS 10, que busca reducir la desigualdad de ingresos y oportunidades. En este objetivo, los principales rezagos se encuentran en indicadores como el coeficiente de Gini y el índice de Palma. No obstante, se observan avances en el valor de los ingresos laborales como porcentaje del PIB y algunos más moderados en el cierre de la brecha de pobreza extrema entre zonas urbanas y rurales (DNP, 2021).

La pandemia implicó un retroceso para Colombia, al igual que en todo el mundo, y supuso un desafío adicional a los ya existentes. Se estima que el 56% de los indicadores de seguimiento a la implementación de los ODS en Colombia registraron un impacto negativo directo o indirecto debido al COVID-19 y sus medidas de contención. El impacto afectó principalmente los indicadores de la reducción de la pobreza y el cierre de brechas, la salud y el bienestar de la población ante la exposición al virus, la educación, debido a la asistencia escolar, y el empleo, por las medidas de aislamiento (DNP, 2021).

Dada la magnitud del desafío de cumplir las metas a 2030, en el espíritu de los ODS está la necesidad del trabajo conjunto y la búsqueda de sinergias entre gobierno nacional y subnacionales, sector privado,

sociedad civil y demás actores no gubernamentales (DNP, 2021). Estos actores han tenido un rol activo en la contribución al cumplimiento de los ODS, en particular el sector privado. El SDG Corporate Tracker muestra que 239.000 empleos son generados por 141 empresas que reportaron sus contribuciones, y todas las empresas han tomado medidas ambientales, sociales y económicas que contribuyen al avance de los ODS en el país (DNP, 2022).

En síntesis, Colombia ha tenido avances progresivos en todos los ODS y se ha destacado especialmente en el objetivo de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Para avanzar en la Agenda 2030, el país tiene diversos retos sectoriales que se han detallado en los capítulos anteriores de este cuaderno. En este se evidenció que, tanto en los ODM como los ODS, uno de los principales retos del país se encuentra en la reducción de las desigualdades de ingreso y oportunidades. Así mismo, hay un reto importante en la implementación de todos los objetivos a nivel territorial y poblacional.

Nota: Dentro de los ODS que se destacan en este informe, por estar relacionados con las temáticas abordadas aquí y cuyas interacciones se presentan en el capítulo 6 de este documento, se encuentran:

- ODS 1. Fin de la pobreza
- ODS 2. Hambre cero
- ODS 6. Agua Limpia y saneamiento
- ODS 7. Energía asequible y no contaminante
- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles
- ODS 12. Producción y consumo responsables
- ODS 13. Acción por el clima
- ODS 14. Vida submarina
- ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres

1.5. Estructura del Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC

El Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC es el conjunto integrado de procesos y tecnologías involucradas en la gestión de la información ambiental del país, para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo sostenible. El SIAC es un sistema de sistemas que gestiona información acerca del estado ambiental, el uso y aprovechamiento, la vulnerabilidad y la sostenibilidad ambiental de los recursos naturales, en los ámbitos continental y marino del territorio colombiano.

El SIAC se sustenta en un proceso de concertación interinstitucional, intersectorial e interdisciplinario, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente y los institutos de investigación ambiental: el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN (Minambiente, 2021).

Entidades que conforman el SIAC



En relación con la normativa relacionada con el SIAC, se debe recordar que con el fin de compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector ambiental y contar con un instrumento jurídico único, el Gobierno nacional expidió el Decreto 1076 de 2015 que estructura de forma total el sector ambiental. Este decreto único compila las temáticas y normatividad ambiental vigentes a la fecha. Su estructura está compuesta por dos libros principales a saber: el primero, describe la estructura y entidades que conforman el sistema de toma de decisiones ambiental. El segundo libro, por su parte, describe la reglamentación vigente en cada uno de los componentes ambientales.

Específicamente para el SIAC, este decreto plantea en su artículo 2.2.8.6.5.1, lo siguiente: "Del seguimiento y evaluación. El Sistema de Información Ambiental para Colombia, SIAC, compuesto por el Sistema de Información Ambiental para el seguimiento a la calidad y estado de los recursos naturales y el ambiente, SIA, y el Sistema de Información para la Planeación y Gestión Ambiental, SIPGA, se constituye en los sistemas para el seguimiento y evaluación del Plan de Gestión Ambiental Regional y el Plan de Acción Cuatrienal.

El diseño del Sistema de Información Ambiental para Colombia, SIAC, será liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y su implementación será coordinada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam". Adicionalmente, en su artículo 2.2.8.6.5.5, cita su régimen transitorio, así: "la implantación del Sistema de Información Ambiental para Colombia, SIAC, de que trata el presente capítulo, se hará de manera gradual de acuerdo con los desarrollos que para el efecto genere el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. De manera simultánea y para armonizar los sistemas de información nacional y regional, las Corporaciones Autónomas Regionales deberán ir alimentando sus sistemas con los indicadores mínimos y los demás desarrollos del SIAC. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible comunicará a las Corporaciones sobre el avance de los componentes del SIAC".

La misión del SIAC es promover la apropiación y uso de las TI con el fin de contribuir al desarrollo y la investigación, buscando la innovación continua en los procesos de gestión ambiental.

El objetivo general del SIAC es fortalecer a las entidades del sector ambiental en el proceso de gestión de datos e información asociada al estado y uso de los recursos naturales - SIA y de la planeación ambiental - SIPGA, para la toma de decisiones referentes a las prioridades ambientales a nivel nacional y regional.

Más información en: <http://www.siac.gov.co/inicio>

De esta manera, el SIAC contará con servicios de información reconocidos por su innovación en la apropiación de nuevas tecnologías de la información para la investigación, conservación y uso sostenible de los recursos naturales, la economía circular y el bienestar de las comunidades.

En tal sentido, los objetivos que se desarrollan para el logro de esta misión incluyen:

- Fortalecer el marco interinstitucional para la generación de información ambiental nacional y regional.
- Fijar estándares mínimos para el intercambio de datos entre los componentes de información.
- Establecer la estructura y articulación de información, si responden a un proceso ambiental del que se quiera informar y cómo se relaciona con las demás temáticas.
- Promover el acceso abierto a los recursos de información.
- Disponer de información oficial ambiental de todas las entidades del SINA con enfoque multiescala.
- Integrar información de actores internos y externos al SIAC, con el objetivo de dar la opción al usuario de realizar análisis ambientales y dar respuesta a requerimientos.
- Desarrollar y adoptar estándares y herramientas para la recolección y documentación de datos e información que mejoren su calidad.

A continuación, se presenta la estructura general del SIAC a nivel nacional y regional (Figura 23).

Figura 23. Estructura conceptual SIAC



Fuente: www.siac.gov.co (2020).



Difusión:

El SIAC propende por desarrollar acciones que faciliten el acceso de la información en condiciones adecuadas de calidad y oportunidad, y lograr que las acciones de gestión en el territorio y las decisiones se adelanten soportadas en datos.

Además se busca que la ciudadanía se mantenga informada sobre los avances nacionales para controlar y hacer uso sostenible de los recursos naturales.

Fortalecimiento institucional:

Se desarrollan acciones donde se estimule la creación de líderes digitales, reconocidos como mediadores frente a las entidades en el diseño, la operación o mantenimiento de los sistemas.

El fortalecimiento institucional incluye la planeación de sistemas que consideren bases comunes de diálogo, sin restricciones y las oportunidades institucionales, económicas, tecnológicas y estratégicas. Además se reconoce la capacitación para aportar a indicadores ambientales como medio para crear y reforzar competencias de las entidades, logrando un mejor seguimiento a la gestión ambiental.



Regionalización:

Son todas las acciones que se adelantan para gestionar información y generar conocimiento requerido en análisis, procesos de evaluación y seguimiento ambiental, a partir de una comprensión de las condiciones abióticas, bióticas y socioeconómicas de un territorio. Busca facilitar la exploración de información sobre oferta ambiental, las presiones antrópicas y las diferentes afectaciones que se presentan en un área geográfica de interés, para generar oportunamente alertas que ameriten acciones de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales.

Transformación digital e interoperabilidad:

La transformación digital para el SIAC se enfoca en generar valor público al mejorar el funcionamiento de las entidades y la interacción entre los ciudadanos. Son 5 propósitos del SIAC

- Posicionar servicios digitales de confianza y calidad
- Formalizar procesos internos seguros y eficientes
- Apoyar las decisiones basadas en datos
- Empoderar al ciudadano
- Impulsar los territorios inteligentes a partir de las entidades responsables



A su vez los subsistemas que conforman el SIAC son los siguientes:

Figura 24. Subsistemas SIAC – SIA



Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH



El Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, reglamentos, protocolos e información documental y bibliográfica que facilita la gestión integral del recurso hídrico (Decreto 1323 de 2007)

A través del SIRH se gestiona información relacionada con la cantidad, calidad y presión por demanda de cuerpos hídricos del país

Los usuarios del agua gestionan los trámites ambientales necesarios para regular este recurso



Las autoridades ambientales:

- Codifican las fuentes hídricas y analizan su oferta y disponibilidad de agua.
- Atienden las solicitudes de concesión de aguas de permiso de vertimientos.
- Designan al personal para reportar la información al SIRH.
- Realizan el cobro de la información.
- Realizan la validación o control de calidad de la información.

El IDEAM

- Da permisos de acceso al SIRH.
- Realiza la validación global para el cargue masivo de información.
- Genera alertas sobre completitud o deficiencia de datos.

Funcionarios de las autoridades ambientales registran la información y la reportan al IDEAM



El IDEAM consolida y analiza la información para generar los Estudios Nacionales del Agua (ENA, 2014)

Consolidación de información

Proporcionar la información hidroclimática para orientar la toma de decisiones en materia de regulación, normatividad, gestión, planificación e investigación.



El SIRH realiza el almacenamiento de datos y genera reportes sobre su estado

Conoce el Sirh: <http://sirh.ideam.gov.co:8230/Sirh/pages/inicio.html>




Contáctenos en el correo electrónico contacto@siac.gov.co

Consúltenos en www.siac.gov.co



Plan de ordenación y manejo ambiental de cuenca hidrográfica - POMCA

El POMCA es el instrumento de planificación y ordenamiento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca



A través del decreto 1540 del 2012 hoy compilado se determina que todos los POMCA deberán ser ajustados con forma a lo que determina la "Búsqueda para la formulación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas - POMCA".



Que se establece en el POMCA

1 Diagnóstico: Establece el estado ambiental de la cuenca a escala 1:5000 para su ordenamiento.

2 Zonificación ambiental: Define áreas de manejo ambiental para:

- la protección, conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables;
- ocupación del territorio de forma segura;
- evitar nuevas condiciones de riesgo en la cuenca.

3 Acciones y medidas: Determina actividades específicas para el manejo y administración de los recursos naturales renovables, así como para el conocimiento, reducción y manejo del riesgo en la cuenca.

Colombia cuenta con

396 cuencas subzonas hidrográficas y de nivel subsiguiente

394 continentales y San Andrés y Providencia

son objeto de ordenación y manejo, conforme a lo establecido en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente Decreto 1076 de 2015, que compila entre otros el Decreto 1540 de 2012.

Avances en el proceso de ordenación y manejo de cuencas

Desde el año 2012 se viene desarrollando

92 procesos de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

53 en elaboración y

39 en ajuste, a la fecha involucran **21 millones de hectáreas.**

Conoce más información en:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica/planes-de-ordenacion>




Contáctenos en el correo electrónico contacto@siac.gov.co

Consúltenos en www.siac.gov.co

Figura 25. Subsistemas SIAC – SIPGA



Sistema de Gestión y Seguimiento a las metas de Gobierno (SINERGIA)
<https://sinergia.dnp.gov.co/Paginas/inicio.aspx>



Sistema de Información de Planeación y Gestión Ambiental de las Corporaciones Autónomas Regionales
<https://www.minambiente.gov.co/catalogode-lineamientos-para-cardinal/>



Ventanilla Única de Trámites Ambientales
<http://vital.minambiente.gov.co/SILPA/TestSilpa/security/login.aspx>



Sistema de Información de Planeación y Seguimiento a las metas de MINAMBIENTE
<http://www.minambiente.gov.co/index.php/atencion-y-participacion-al-ciudadano/seguimiento-a-metas-de-gobierno>

Fuente: www.siac.gov.co (2020).

Referencias

Banco de la República. (2021a). Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República 03/2022. <https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/10290/informe-congreso-marzo-2022.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022). Proyecciones de población. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022a). Cuentas nacionales trimestrales. "Producto Interno Bruto desde el enfoque de la producción - Series encadenadas de volumen con año de referencia 2015".

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022b). Boletín técnico cuentas departamentales 2021 preliminar. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2015/Bol_PIB_dpital_2021preliminar.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022c) Producto Interno Bruto -PIB- nacional trimestral – Históricos. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>

Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2018). Documento CONPES 3918: Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Bogotá, D.C.

Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2021). Acelerar la implementación para una recuperación sostenible. Reporte Nacional Voluntario 2021. DNP.

Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://ods.dnp.gov.co/es/objetivos>

Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2021). Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia. DNP. <https://ods.dnp.gov.co/es/news/informe-anual-de-avance-ods-2021>

Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2022). Una mirada a los resultados de la contribución del sector privado a los ODS. SDG Corporate Tracker Colombia. https://downloads.ctfassets.net/27p7ivvbl4bs/2NdZnAml37UDyGD3j5GMLf/b73e51b64e270628d1b3dd-9f7c076484/Documento_SDG-CT_VF.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2017). Tercera comunicación nacional de Colombia. Vulnerabilidad y riesgo por cambio climático. (2018).

Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi (2019). Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2019. Bogotá: Ideam, pp. 440

Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi (2020). Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2020. Bogotá: Ideam, pp. 523

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2022). Ecosistemas de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/ecosistemas>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2022) Biodiversidad en Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2022). Conceptos básicos de cambio climático. <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>

Ministerio de Ambiente e IDEAM presentan el avance del Estudio Nacional de Agua. IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2022).

Organización de las Naciones Unidas. Diez años para transformar el mundo. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/decade-of-action/>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2020). La próxima frontera. El desarrollo humano y el Antropoceno. Informe sobre Desarrollo Humano 2020. PNUD.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. 2022. Evolución de los últimos 10 años en desarrollo humano. - Informe sobre Desarrollo Humano para Colombia - Cuaderno 1.

PNUD Colombia. Los ODS en acción. <https://www.undp.org/es/columbia/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

Sistema de Información Ambiental de Colombia. Líneas estratégicas. <http://www.siac.gov.co/lineas-estrategicas>

CAPÍTULO 2

ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Autores del capítulo Ideam: María Constanza Rosero Mesa, Claudia Nicol Tetay Botia, Carolina Vega Viviescas, Jenny Paola Marín Salazar, Juan Gabriel Osorio Osuna, Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Helmer Alexis Guzmán López, Wendi Yurani Garzón Herrera, Juan Manuel Rincón Riveros y Ana María Hernández Hernández.

Humboldt: Jaime Burbano-Girón, Investigador, María Alejandra Molina Berbeo, César Gutiérrez Montoya, Cristian Alexander Cruz-Rodríguez, José Manuel Ochoa Quintero, Ronald Antonio Ayazo Toscano, Dorotea Cardona Hernández, Erika Nathalia Salazar Gómez.

Sinchi: Clara Patricia Peña-Venegas, Daniel Castro, Dairon Cárdenas López (Q.E.P.D), Nicolás Castaño Arboleda, Sonia Mireya Sua Tunjano, Andrés Barona Colmenares, Misael Rodríguez Castañeda, Nórída Marín y Sebastián González Caro, Mariela Osorno Muñoz, José Rancés Caicedo Portilla, Doris L. Gutiérrez Lamus, Diego Andrés Carantón Ayala, Natalia Atuesta Dimian, Darwin Manuel Morales Martínez, Luis Fernando Jaramillo Hurtado, Christian Daniel Martínez Rodríguez y Sonia Sua Tunjano.

IIAP: Eric Yair Cuesta Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Reimer Rengifo Ibarquén, Luis Eladio Rentería Moreno, Yiskar Damian Murillo Asprilla, Luis Javier Mosquera Ramos, Kritzzia Jocelin Copete Murillo, Giovanni Ramírez Moreno, Kleyder Enrique Copete Garrido, Didier Alexander Tobón Rentería, Mayra Y Lady Vargas Porras, Zoraida Quesada Martínez, Yirlesa Murillo Hinestroza, Mayra Yaneth Becerra Chalá y Yiskar Damian Murillo Asprilla; Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico. Línea Caracterización de Ecosistemas Estratégicos.

Agradecimientos y reconocimientos:

Por su colaboración y contribuciones con algunos apartes presentados en este informe:

A la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, Áreas Operativas del Ideam y Laboratorio Calidad Ambiental del Ideam.

A colaboradores del SiB Colombia por facilitar los íconos gráficos para la construcción de las gráficas.

Al grupo de Flora del Instituto SINCHI, bajo el liderazgo de Dairon Cárdenas (Q.E.P.D) por la información aportada. El Instituto SINCHI agradece y reconoce hoy a Dairon que, a través de su investigación y la confianza construida con las comunidades, logró llegar a los lugares más inhóspitos de las selvas amazónicas. Sus aportes al conocimiento de la flora del país y en particular al de la Amazonia colombiana son incalculables.

Al Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes "ACABA" y a la comunidad de Santa Cecilia, por todo su apoyo y aporte durante todas las etapas del proyecto.

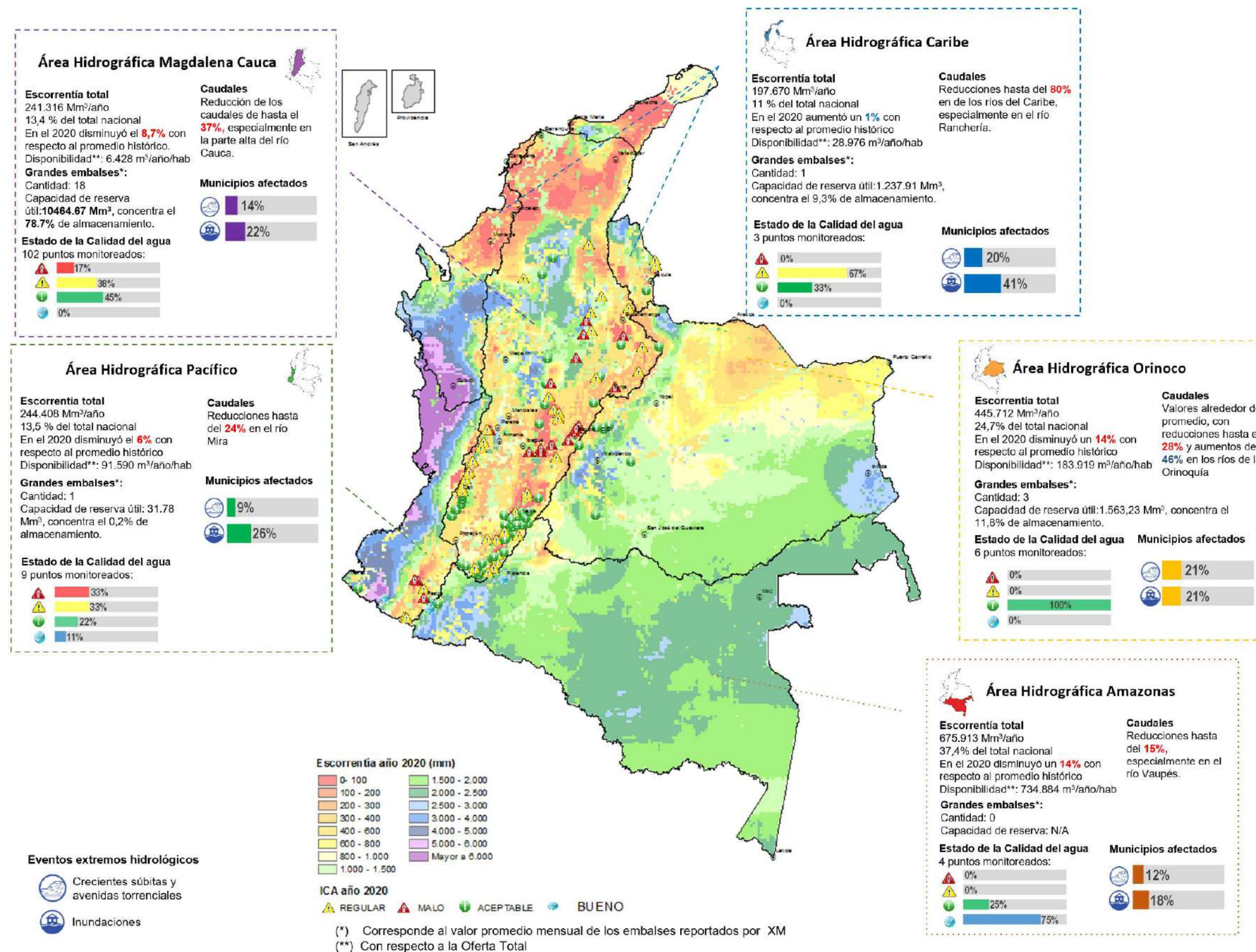
2. ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Dando continuidad a la información e indicadores presentados en informes anteriores y, en especial, el IEARNR 2020 (Ideam et al., 2020/2019/2018-2017), en este capítulo se presenta la información relacionada con el estado de los recursos naturales renovables actualizado a 2021. Esto a partir de la información disponible en las baterías de indicadores de los Institutos Humboldt, IIAP, Sinchi, Invenmar e Ideam, así como en el SiB Colombia. La única excepción es la sección Agua que está actualizada a 2020.

Nota: El proceso de validación de las variables hidrológicas se hace al año siguiente de su recolección, para cumplir los criterios de la OMM de tomar los datos de todo el periodo de análisis. De esta forma, queda disponible a inicios del siguiente año.

Se presenta el panorama del estado del agua, la atmósfera, la biodiversidad y los ecosistemas marinos y costeros del país con información para el periodo 2021. El estado de los recursos naturales renovables está presionado por las dinámicas naturales y ambientales a través de diferentes factores de transformación mencionados en el capítulo 3 de este informe. Así mismo, en relación con los indicadores de ecosistemas marinos y costeros, se presenta en este capítulo información de un estudio específico adelantado durante el 2021; además, se invita a los lectores a complementar esta información con algunos análisis de tendencias de estos y otros ecosistemas, los cuales son abordados en el capítulo 4 de este informe.

Figura 26. Oferta y calidad del agua por área hidrográfica



La cantidad y calidad del agua superficial es evaluada de forma periódica para verificar su variación anual. En esta versión del IEARNR se presentan los resultados de este análisis por área hidrográfica, representando la cantidad en términos de escorrentía y caudales y, la calidad en términos del Índice de Calidad del Agua (ICA) para el año 2020.

La disponibilidad hídrica es representada en volúmenes de escorrentía superficial, y para el año de análisis se estimó cercana a los **1.805 km³/año** en todo el país, siendo un 10% inferior al promedio anual histórico.

Los caudales en la mayoría de los principales ríos del país presentaron durante el 2020 reducciones con respecto al promedio, categorizándolos en una condición de caudales bajos. Sin embargo, esto no limita la ocurrencia de eventos de inundación, crecientes súbitas y avenidas torrenciales afectando el **39%** de los municipios del país.

En cuanto a la calidad del agua, se cuenta con información para 125 puntos de monitoreo distribuidos de la siguiente manera: 67 puntos de la Red de Referencia Nacional, 4 puntos del convenio binacional Ecuador - Colombia, 3 puntos de la CAR Cundinamarca priorizados meta Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022, 32 puntos de convenio con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM e información de 19 puntos suministrados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, ubicados sobre el río Cauca. Del total de puntos, el **85%** están concentrados en el área hidrográfica Magdalena Cauca.

De los puntos monitoreados el **16%** se encuentran en categoría "MALO", 35% "REGULAR", 45% "ACEPTABLE", 3% "BUENO" del ICA.

(*) Corresponde al valor promedio mensual de los embalses reportados por XM
 (**) Con respecto a la Oferta Total

2.1. Agua

2.1.1. Estado del recurso hídrico superficial

Ideam: María Constanza Rosero Mesa, Claudia Nicol Tetay Botia, Carolina Vega Viviescas, Jenny Paola Marín Salazar y Juan Gabriel Osorio Osuna.

Agradecimientos:

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, Áreas Operativas del Ideam y Laboratorio Calidad Ambiental del Ideam.

El agua soporte de vida en el planeta, es un componente articulador de las actividades culturales, sociales y económicas. Al considerar su importancia transversal y multidisciplinar, el Ideam, de acuerdo con su misionalidad, realiza el seguimiento del estado y la dinámica de los recursos hídricos superficiales en cantidad y calidad de las fuentes superficiales a nivel nacional, y lo reporta anualmente.

Dando continuidad al seguimiento del estado y la dinámica de los recursos hídricos superficiales a nivel nacional, en cuanto a cantidad y calidad, presentado en las dos últimas versiones del IEARNR, se actualizan los valores de oferta hídrica mensual, caudales líquidos y el indicador de calidad del agua ICA, correspondientes al año 2020. Éstas son descritas a nivel nacional, a escala de "Área Hidrográfica" (IDEAM, 2013) por puntos de monitoreo para calidad del agua, de tal manera que puedan ser usados como insumos para los tomadores de decisiones en torno a la gestión integral del recurso hídrico.

La primera variable descrita en este capítulo es la "Oferta Hídrica Mensual", la cual representa el volumen de agua que fluye por la superficie de suelo, que no se infiltra o se evapora, y se concentra en los cauces de los ríos o en los cuerpos de agua lénticos. Ésta es estimada en términos de esorrentía, con la aplicación del modelo hidrológico conceptual Dynamic Water Balance – DWB (Zhang et al., 2008) a partir de los insumos distribuidos de precipitación CHIRPS/IRE y la evapotranspiración calculada con la ecuación de Hargreaves modificada (IDEAM, 2019). Con respecto a la cantidad de agua, también se evalúan los registros de caudal de la Red Hidrometeorológica y Ambiental del IDEAM en los principales ríos de Colombia, y se hace un análisis de sus valores con respecto a los promedios históricos.

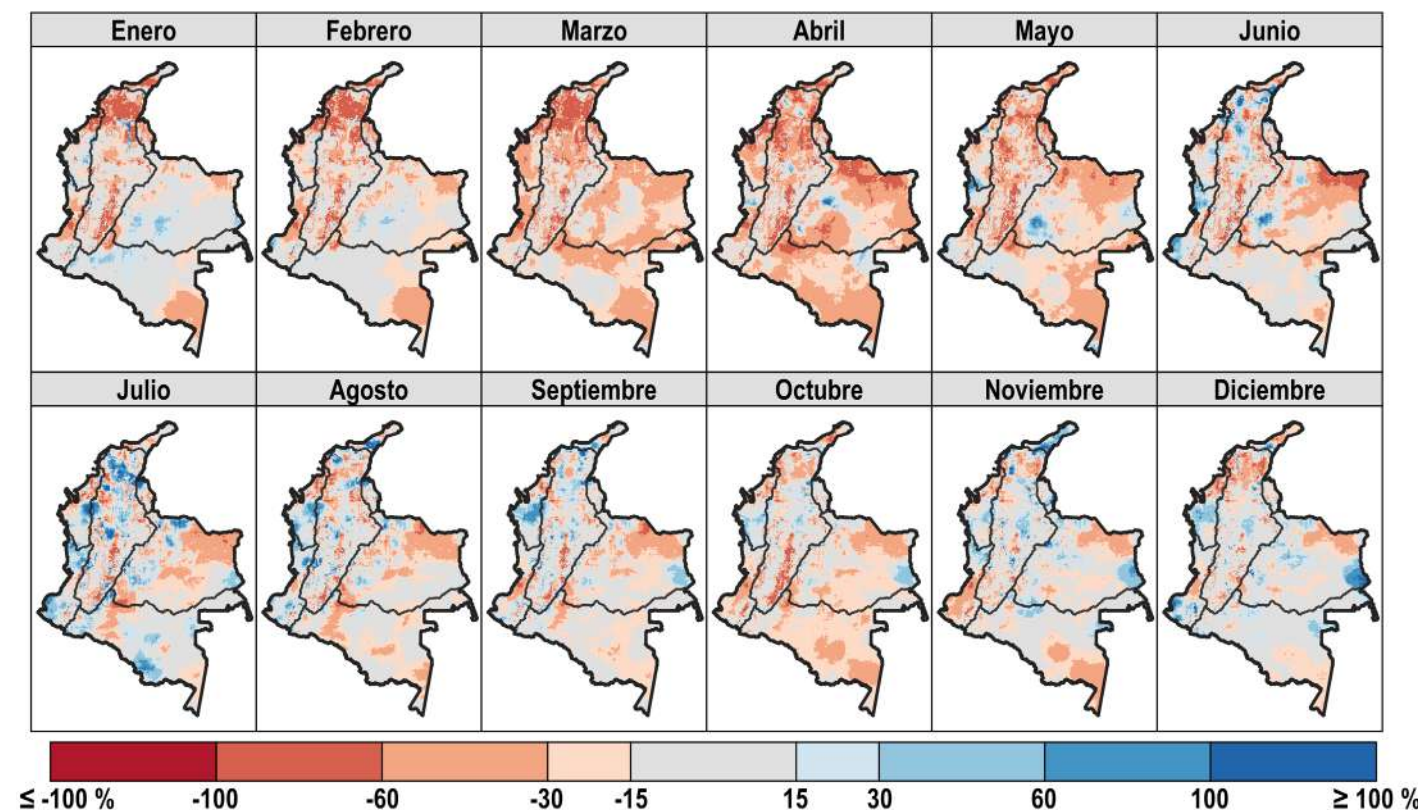
Finalmente, el análisis de calidad del agua se efectúa a través del Índice de Calidad del Agua (ICA) calculado a partir de la ponderación de seis variables. (Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Conductividad Eléctrica, relación Nitrógeno Total / Fosforo Total). El resultado se analiza de acuerdo a la categorización que cualifica las condiciones de calidad del agua de acuerdo a una condición reflejada en el momento de la toma de muestra. Más información: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/agua>

En esta sección, se presentan los resultados de este seguimiento por área hidrográfica (Ideam, 2013) para el 2020, y su comparación con los promedios históricos mensuales del período 1983 – 2016. Esto permite identificar el estado del agua superficial en el año de análisis.

2.1.1.1. Panorama nacional

A nivel nacional, la oferta hídrica del año 2020 estuvo por debajo de los promedios multianuales (1983 - 2016) de forma generalizada, principalmente en el primer semestre del año (Figura 27). Durante los meses de enero y febrero, coincidente con las condiciones antecedentes del 2019, se presentan ligeros excesos al norte del Área Hidrográfica Magdalena-Cauca, en la zona de la Guajira, y los departamentos del Meta y Casanare, destacando los déficits en Córdoba, Sucre y Bolívar.

Figura 27. Variación mensual de la oferta hídrica en términos de esorrentía, año 2020

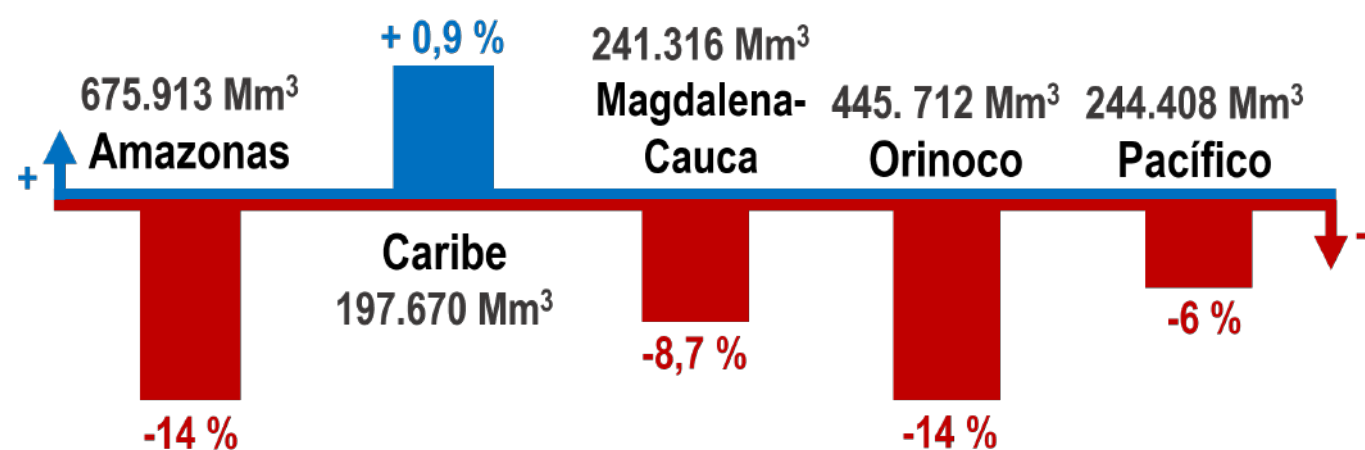


Fuente: Ideam (2022).

Durante los meses de marzo a mayo hubo un déficit de oferta hídrica generalizado en el país, afectando principalmente las Áreas Hidrográficas Caribe y Orinoco, esto posiblemente influenciado por el predominio de la fase subsidente de la oscilación Madden & Julian (MJO) y baja actividad de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). En los meses de junio a agosto se presentan lluvias importantes que permiten elevar las condiciones de Oferta Hídrica, principalmente en las regiones del Chocó, Cauca, Valle del Cauca y Nariño. Aunque en los últimos meses del año se tuvo mayor disponibilidad de agua superficial, correspondientes a la variabilidad hidrológica interanual del país, los valores se mantuvieron por debajo de los promedios históricos, resaltando el sur del Área Hidrográfica Magdalena Cauca, el Amazonas y el Orinoco. (IDEAM, 2020)

Es importante resaltar que, con excepción de los meses de marzo y abril, los valores mensuales de Oferta Hídrica del año 2020 a nivel nacional estuvieron dentro del rango normal (definido por los percentiles 25 y 75), y los déficits a escala de Áreas Hidrográficas no superaron variaciones superiores al 15 % como se muestra en la Figura 28.

Figura 28. Variación anual de la oferta hídrica promedio por área hidrográfica en términos de escorrentía, año 2020



Fuente: Ideam (2022).

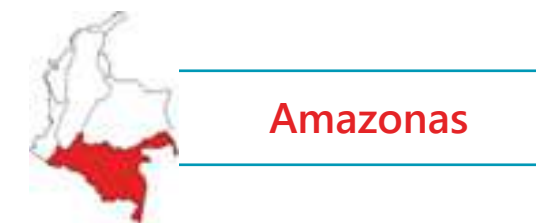
A continuación, estos valores son desglosados por Área Hidrográfica representados en gráficas de escorrentía mensual tomando los valores del año 2020 (línea negra gruesa continua), los cuales son comparados con el promedio histórico mensual de escorrentía del periodo 1983-2016 (línea punteada), los valores del año 2019 (línea gris continua) y los rangos históricos característicos de condiciones altas, medias y bajas, definidos por los extremos históricos y los percentiles 25 y 75 (franjas naranja, gris y azul).

La variación de los caudales promedio anuales registrados en los ríos de cada Área Hidrográfica durante el año 2020, se evalúa como la disminución o el aumento del año de referencia con respecto a los promedios históricos del periodo de referencia. De la misma manera que la escorrentía, los valores de caudal se comparan con valor medio (mediana) del periodo 1983-2016 (línea gris punteada), los valores del año 2019 (línea azul continua) y los rangos históricos característicos de condiciones altas, medias y bajas, definidos por los extremos históricos y los percentiles 25 y 75 (franjas naranja, gris y azul).

De los valores de caudal se resalta que durante el año de análisis predominan las condiciones secas, con caudales por debajo de lo normal, siendo mucho más acentuado que lo observado en el 2019. Los sectores más críticos no están focalizados en alguna área hidrográfica particular, por lo que nombraremos las cuencas o ríos más críticos por área, así: en el Pacífico el río Güiza, en el Orinoco el río Guaviare, en el Caribe el río Sinú y en el área Magdalena Cauca el río Cauca y el Brazo de Mompox.

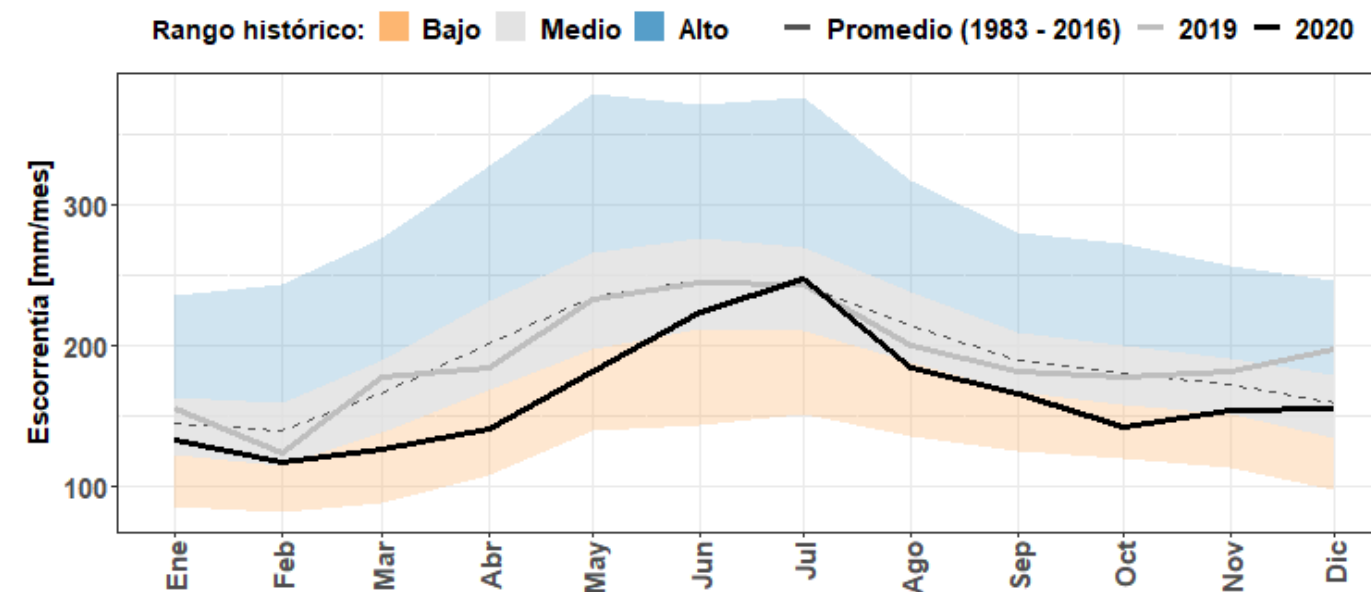
En cuanto a calidad del agua, el Índice de Calidad del Agua se categoriza (Bueno, Aceptable, Regular, Malo y Muy Malo) para clasificar las condiciones de la calidad del agua sobre la corriente hídrica superficial a la altura del punto de monitoreo. Dicha categorización está influenciada por las concentraciones de las variables medidas que hacen parte del indicador (Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno, pH y relación del Nitrógeno Total y Fósforo Total) en el momento de la toma de muestra (IDEAM, 2020).

2.1.1.2 Análisis por áreas hidrográficas



La oferta hídrica en el Amazonas presenta un comportamiento monomodal en donde la temporada seca abarca los meses de diciembre a febrero y la temporada húmeda se da principalmente entre mayo y julio. Aunque durante el año 2019 el Amazonas presentó valores muy cercanos a los promedios y finalizó sobre el percentil 75 de los registros históricos en el mes de diciembre, durante el año 2020. Toda el Área Hidrográfica presentó valores de escorrentía de hasta un 50% inferiores a los promedios históricos (abril y mayo), sin acercarse a los mínimos históricos.

Figura 29. Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Amazonas, año 2020



Fuente: Ideam (2022).

Nota: La Figura 29 muestra el promedio generalizado de toda el área hidrográfica, por lo que no puede asociarse a los eventos específicos en los cauces de inundación o crecientes súbitas.

Los registros de caudal en la cuenca alta del río Putumayo y el río Caquetá tuvieron valores muy cercanos a los promedios históricos durante el año 2019, mientras que en el 2020 predominó una condición seca en la cuenca alta del río Caquetá y una condición normal en la cuenca alta del río Putumayo.

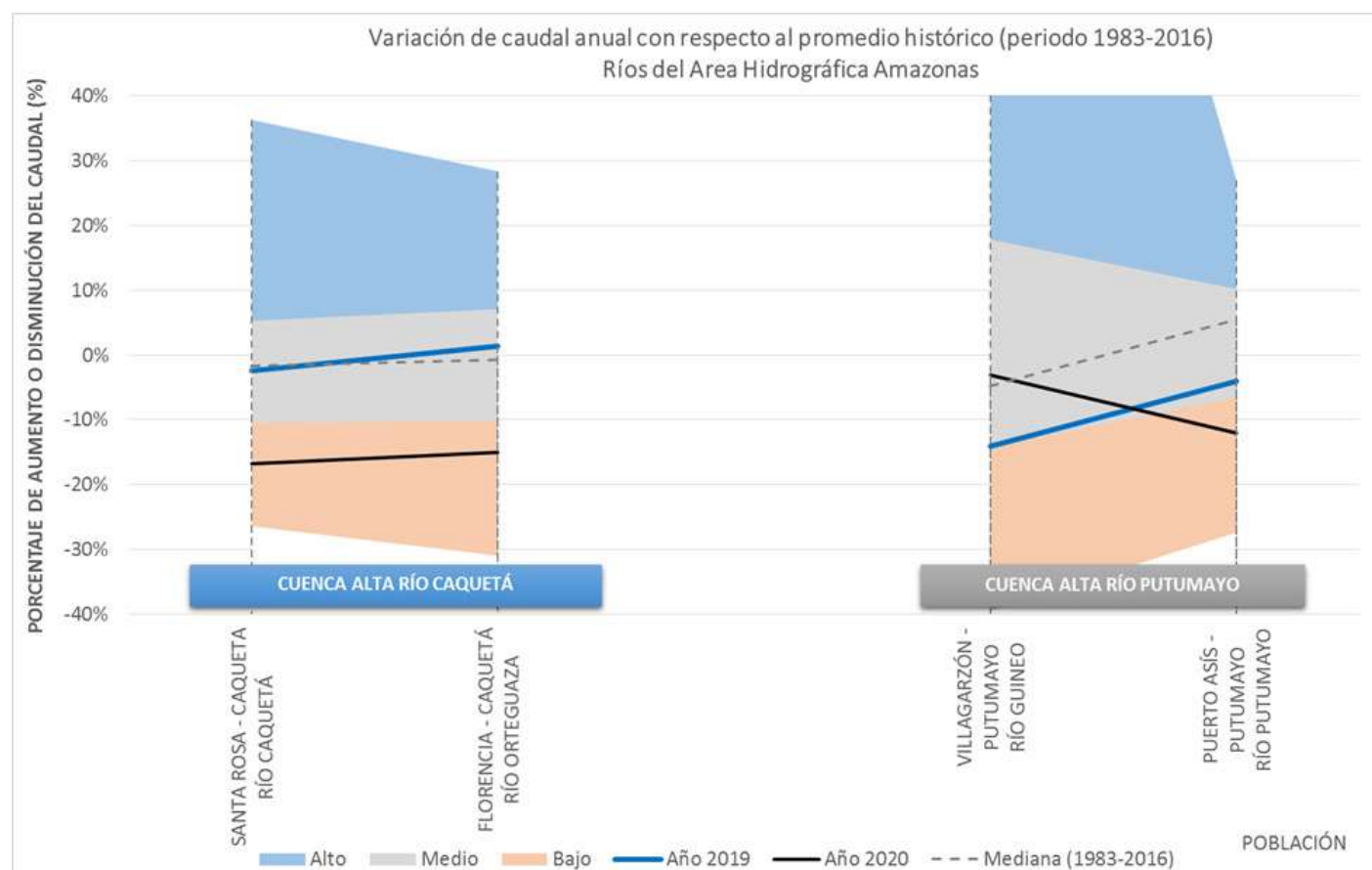
De manera particular durante el año 2020, el río Putumayo a la altura de Puerto Asís (Putumayo) presentó una reducción del caudal con respecto al promedio histórico del 12%, mientras que el río Guineo, aportante al Putumayo en la parte alta, reportó un incremento del 5% con respecto al promedio. Por otra parte, la cuenca alta del río Caquetá a la altura de Florencia (Caquetá), en su cauce principal, así como en su afluente Orteguzaza, registraron disminuciones en el caudal del 15% y el 17%, respectivamente (Figura 29).

Durante el 2020, de acuerdo con la UNGRD (2022), las emergencias asociadas a inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales en el Área Hidrográfica Amazonas presentaron una disminución en los eventos reportados del 63% con respecto al 2019. Las zonas hidrográficas con mayor incidencia en la ocurrencia de estos eventos fueron la de los ríos Putumayo, Caquetá y Caguán.



Nota: La referencia a emergencias presentadas sugiere una señal de alerta para priorizar el análisis de dichos cauces; no pueden relacionarse directamente con la Figura 29.

Figura 30. Variación del caudal anual en los ríos Caquetá y Putumayo, años 2019-2020

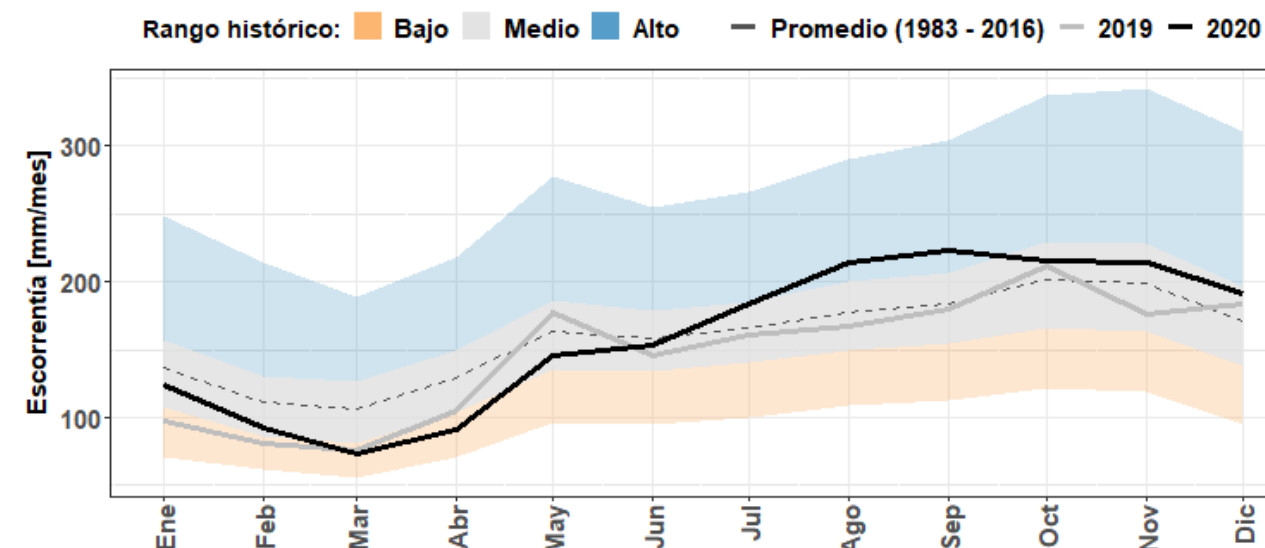


Fuente: Ideam (2022).

Para evaluar las condiciones de calidad del agua en esta Área Hidrográfica, se realizaron análisis en 4 puntos de monitoreo, ubicados sobre las corrientes de los ríos Hacha, Guamuez, y Putumayo. De acuerdo con los resultados del ICA, en los cuatro puntos monitoreados las condiciones de calidad del agua estuvieron en categoría "BUENA" en los puntos la Florencia sobre el río Hacha, la Cocha, y Sindamanoy sobre el Guamuez y "ACEPTABLE" en el punto El Edén sobre la corriente del río Putumayo.

En enero de 2020 el Área Hidrográfica Caribe mantuvo valores de escorrentía dentro del rango normal histórico, manteniendo la tendencia procedente del año 2019, sin embargo, durante los meses de marzo a abril hubo un descenso asociado a la variabilidad natural de la región, con valores hasta un 37% por debajo de los promedios. Posteriormente, en el trimestre de julio a septiembre se presentaron excesos de hasta el 39% con respecto al promedio histórico, seguidos con valores por encima del promedio, pero dentro del rango normal en los últimos meses del año.

Figura 31. Escorrentía promedio del área hidrográfica Caribe, año 2020



Fuente: Ideam (2022).

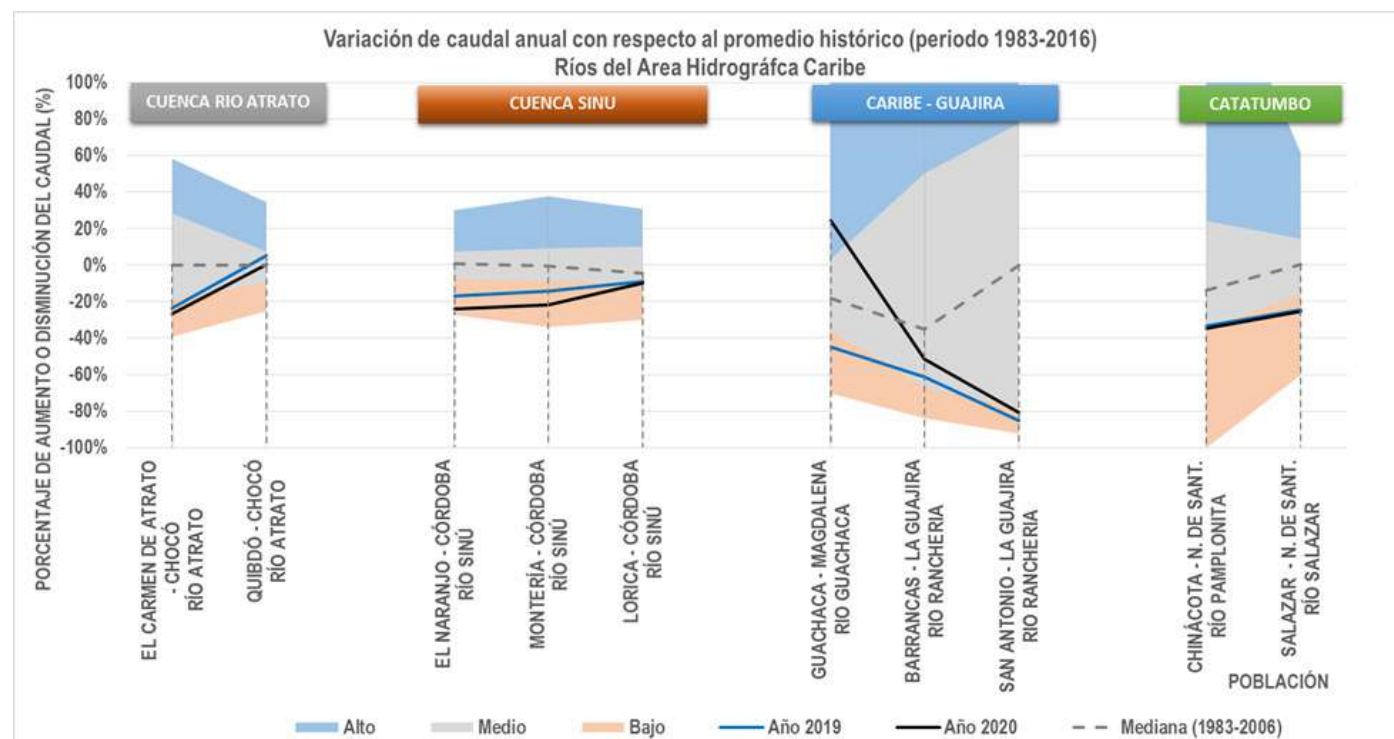
En los ríos del occidente de esta área hidrográfica se acentuó la condición seca durante el 2020 con respecto al 2019, generando reducciones del caudal hasta del 27%, como se puede observar en la Figura 32. De manera particular, el río Sinú, en el sector entre El Naranjo hasta Lorica en el departamento de Córdoba, predominó una condición de caudales bajos, con reducciones hasta de un 24% con respecto al promedio. Así mismo, el río Atrato a la altura de El Carmen de Atrato y Quibdó en el departamento de Chocó reportó reducciones hasta del 27% con respecto al promedio.

Por su parte, durante el 2020 los ríos al oriente del Caribe Colombiano reportaron caudales mayores o similares al 2019, con valores predominantes dentro de una condición normal. Particularmente, el río Guachaca, a la altura de Guachaca (Magdalena), cerca de la desembocadura al mar Caribe, registró incrementos en el caudal del 24%. Mientras que el río Pamplonita a la altura de Chinácota, Norte de Santander, reportó caudales un 35% por debajo de los promedios.

Se destaca que durante el 2020 hubo un incremento del 61% en las emergencias reportadas a la UNGRD (2022) asociadas a eventos de inundación, crecientes súbitas y avenidas torrenciales, con respecto al 2019. La cuenca del río Atrato y sus afluentes cuenta con el mayor número de reportes de emergencias por este tipo de eventos.

Nota: La comparación corresponde al valor promedio anual del año en evaluación, con respecto al promedio multianual, a fin de establecer algún cambio.

Figura 32. Variación del caudal anual en los ríos del área hidrográfica Caribe 2019-2020



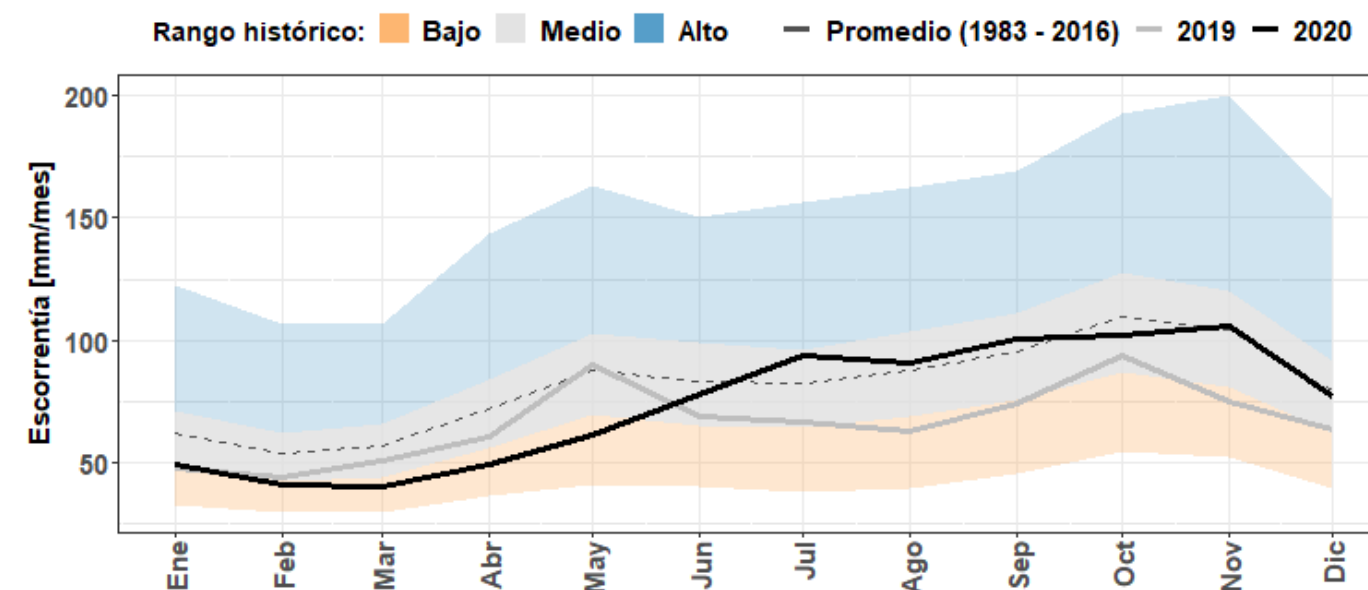
Fuente: Ideam (2022).

En el área hidrográfica, se monitorearon 3 puntos de la red de Referencia Nacional de Calidad del agua, ubicadas sobre las corrientes de los ríos Pamplonita y Zulia. De acuerdo con los resultados del ICA, en los puntos Aguas Claras sobre la corriente Pamplonita ubicada a la altura de los municipios de Cúcuta, y Puerto León ubicado en el municipio de Puerto Santander en el departamento de Norte de Santander, las condiciones de calidad del agua fueron de categoría "REGULAR" por el aporte en Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Conductividad Eléctrica, En el punto La Donjuana, sobre la corriente del río Pamplonita, las condiciones de calidad del agua tuvieron categoría "ACEPTABLE".



Luego de un año con Oferta Hídrica baja, el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca mantuvo esta tendencia durante el primer semestre del 2020, con valores de escorrentía inferiores a los promedios multianuales, incluso hasta un 26 % (Figura 33). No obstante, durante el segundo semestre la Oferta Hídrica aumentó y se mantuvo dentro del rango normal, muy cercana a los promedios históricos. La baja disponibilidad hídrica afectó más las cuencas de la parte alta de la cuenca del río Magdalena, al sur del área hidrográfica.

Figura 33. Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Magdalena - Cauca, año 2020



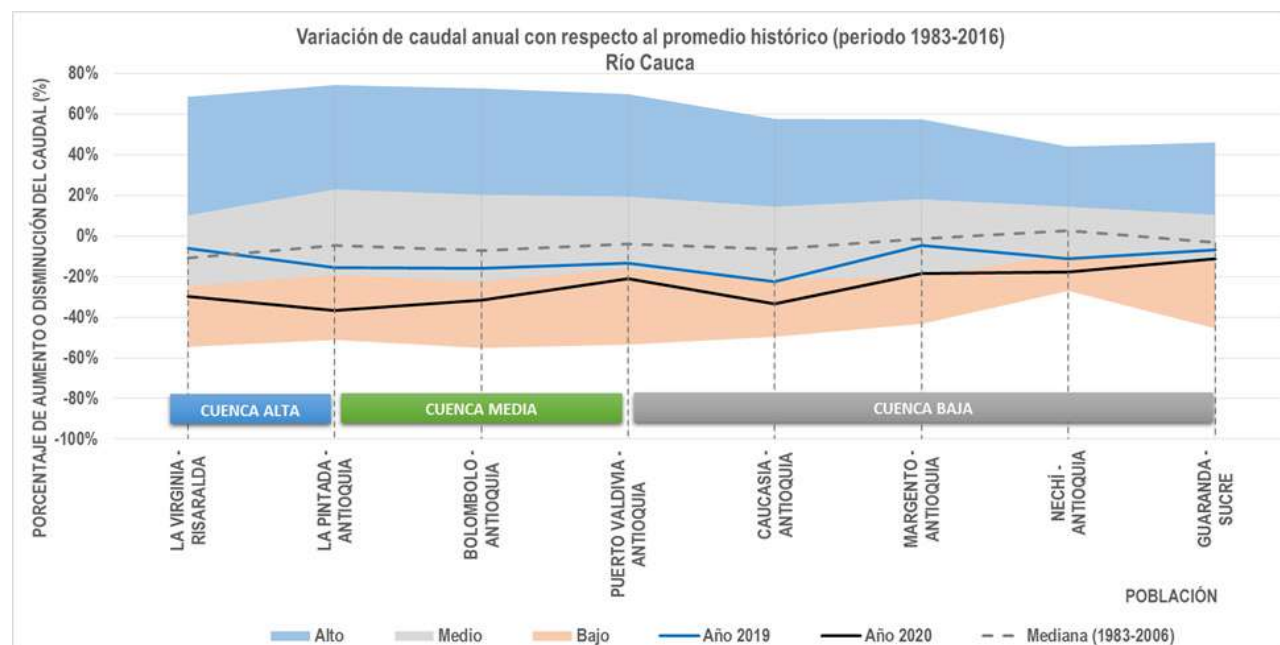
Fuente: Ideam (2022).

Río Cauca

En cuanto a los caudales, el río Cauca mantuvo valores por debajo de los promedios históricos durante los años 2019 y 2020, siendo mucho más acentuado durante el 2020, pasando del rango normal al rango bajo (Figura 33). Los sectores más afectados fueron la parte alta y media de la cuenca, alcanzando reducciones del caudal hasta de un 37 % por debajo de los promedios históricos, a la altura del municipio La Pintada (Antioquia). Por su parte, en la cuenca baja, los caudales se recuperaron paulatinamente en el su recorrido natural, registrándose al inicio del tramo en Caucasia (Antioquia), una reducción del 34 % y alcanzando al final, en Guaranda (Sucre), una reducción del 11 % con respecto al promedio.

Por otro lado, el río Cauca y sus afluentes tuvo un incremento del 5 % (con respecto al año 2019) en el número de emergencias asociadas a eventos extremos como inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales, representando el 21 % de las emergencias del Área Hidrográfica Magdalena Cauca.

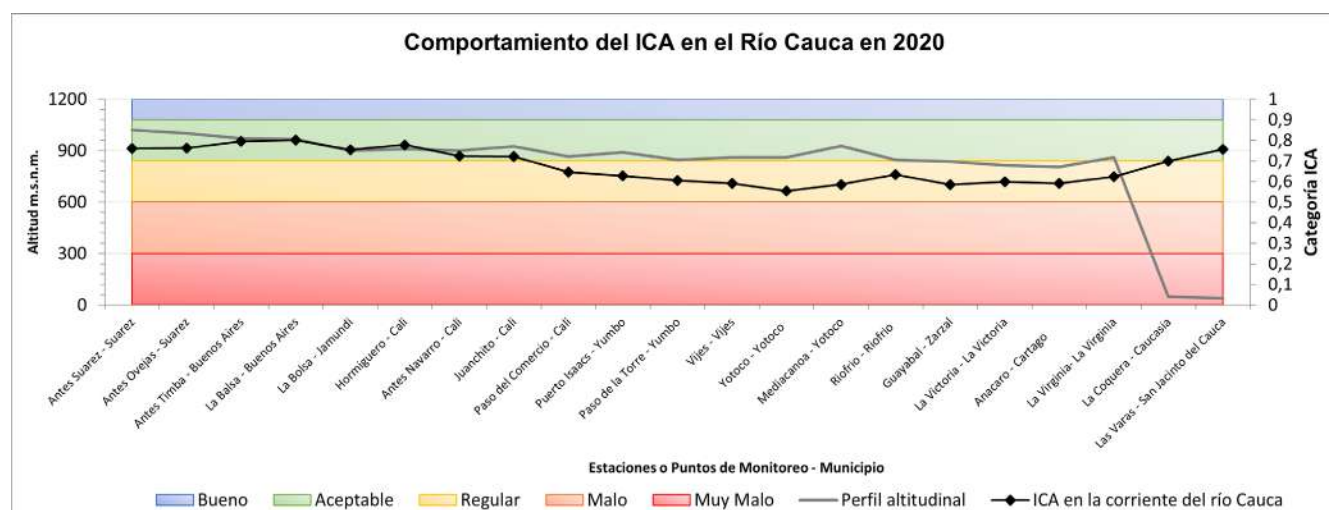
Figura 34. Variación del caudal anual en el río Cauca, años 2019-2020



Fuente: Ideam (2022).

Sobre el río Cauca, se encuentran ubicados 19 puntos de monitoreo de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC y 2 puntos de la Red de Referencia Nacional de calidad del Agua. En la parte alta antes del municipio de Suarez las condiciones de la calidad del agua son de categoría "ACEPTABLE", manteniendo esa condición hasta el punto Juanchito, ubicado a la altura del municipio de Juanchito, las condiciones pasan a categoría "REGULAR", en el punto Paso del Comercio a la altura del municipio de Cali, volviendo a la condición de categoría "ACEPTABLE" en el punto Las Varas a la altura del municipio de San Jacinto del Cauca (Figura 35).

Figura 35. Comportamiento del ICA en el río Cauca, año 2020



Fuente: Ideam (2022).

La categorización "REGULAR" en el tramo evaluado, está influenciado por concentraciones bajas en Oxígeno Disuelto y Conductividad Eléctrica (CE).

Río Magdalena

Durante los años 2019 y 2020, los rangos de caudales anuales del río Magdalena estuvieron por debajo de los promedios históricos, sin embargo, durante el 2020 las reducciones fueron mayores, generando en varios tramos valores por debajo del percentil 25. De los sectores más afectados se resalta el tramo entre Natagaima (Tolima) y Nariño (Cundinamarca), la parte alta del río Magdalena con reducciones del 23% y 24% respectivamente, y el brazo de Mompos en la parte baja, con reducciones hasta del 37% (Figura 36).

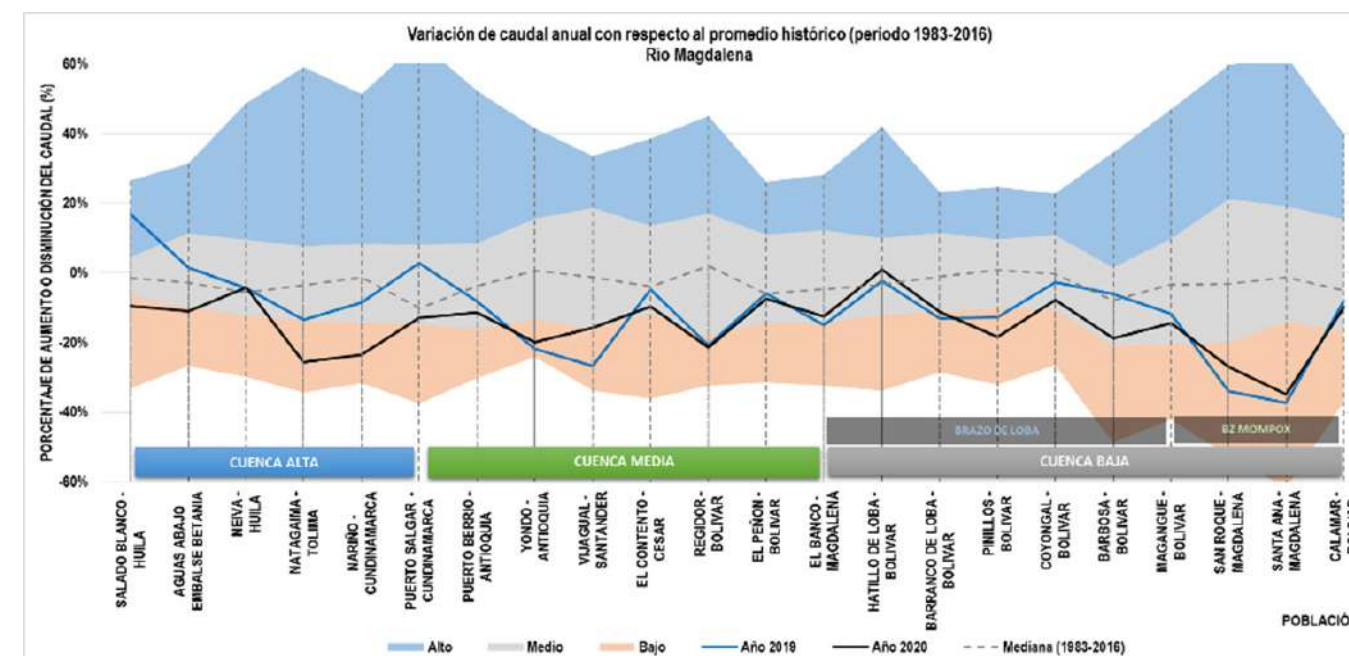
Específicamente en la cuenca alta del río Magdalena, en tramo comprendido entre Saladoblanco (Huila) y Puerto Salgar (Cundinamarca), los caudales se mantuvieron en el rango de categoría baja, siendo la reducción más significativa del 21% a la altura de Natagaima (Tolima).

La cuenca media del río Magdalena, en el tramo de Puerto Salgar (Cundinamarca) a El Banco (Magdalena), el caudal anual presentó reducciones de hasta del 21% a la altura de Regidor (Bolívar).

En la cuenca baja, el río Magdalena se bifurca a la altura del El Banco (Magdalena) dando origen al Brazo de Loba y al Brazo de Mompos que nuevamente confluyen a la altura de la vereda Tierra Grata (Santa Ana, Magdalena). En el Brazo de Loba, estuvieron por debajo de los promedios históricos, con reducciones hasta del 18% en Pinillos (Bolívar). Por otro lado, en el Brazo de Mompos, en el tramo de San Roque hasta San Ana, en el departamento del Magdalena, se presentaron las mayores afectaciones en los caudales, con disminuciones de hasta el 37% con respecto al promedio histórico.

Adicionalmente, en la UNGRD (2022) se reportaron el 79% de las emergencias por inundaciones, avenidas torrenciales y crecientes súbitas en esta área hidrográfica, de las cuales un 18% corresponden a la cuenca alta, un 31% a la cuenca media y un 30% a la cuenca baja. Así también, durante el 2020 hubo un incremento del 58% con respecto al número de emergencias reportadas en el 2019.

Figura 36. Variación del caudal anual en el río Magdalena, años 2019-2020

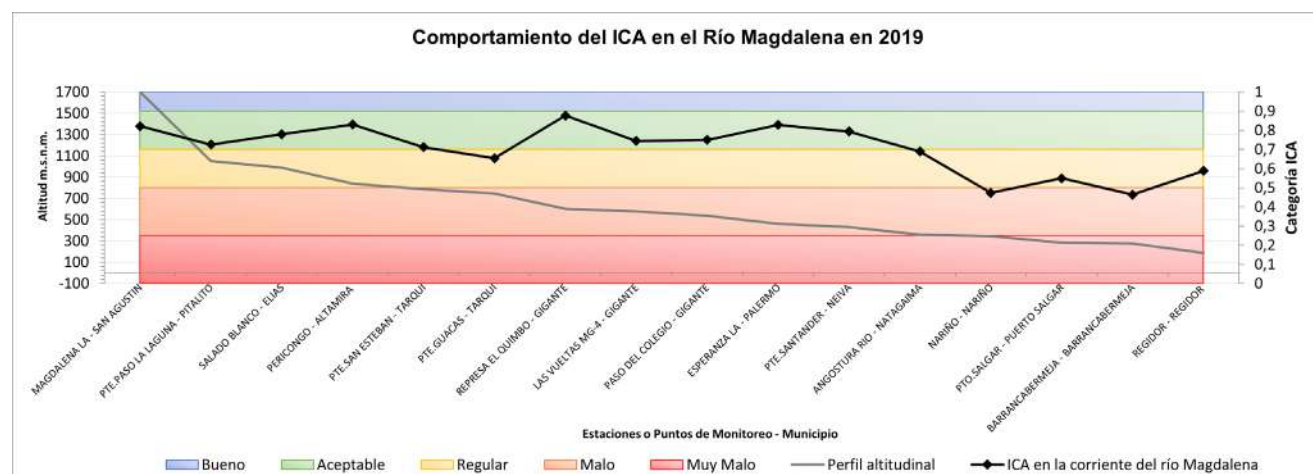


Fuente: Ideam (2022).

En el río Magdalena, se monitorearon 16 puntos de calidad del agua durante el año 2020, presentados en la Figura 37. De los cuales, los puntos Puente Guacas en Tarqui Huila, Puerto Salgar en Puerto Salgar Cundinamarca y Angosturas en Natagaima Tolima, presentaron categoría "REGULAR" del ICA, debido al aporte de sólidos (SST) y conductividad eléctrica (CE). En el municipio Nariño a la altura

del municipio Nariño Cundinamarca y Barrancabermeja, ubicado en Barrancabermeja Santander, la condición cambia a categoría "MALA" por el aporte nutrientes (NT), sólidos suspendidos totales (SST), conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (DQO).

Figura 37. Comportamiento del ICA en el río Magdalena, año 2020



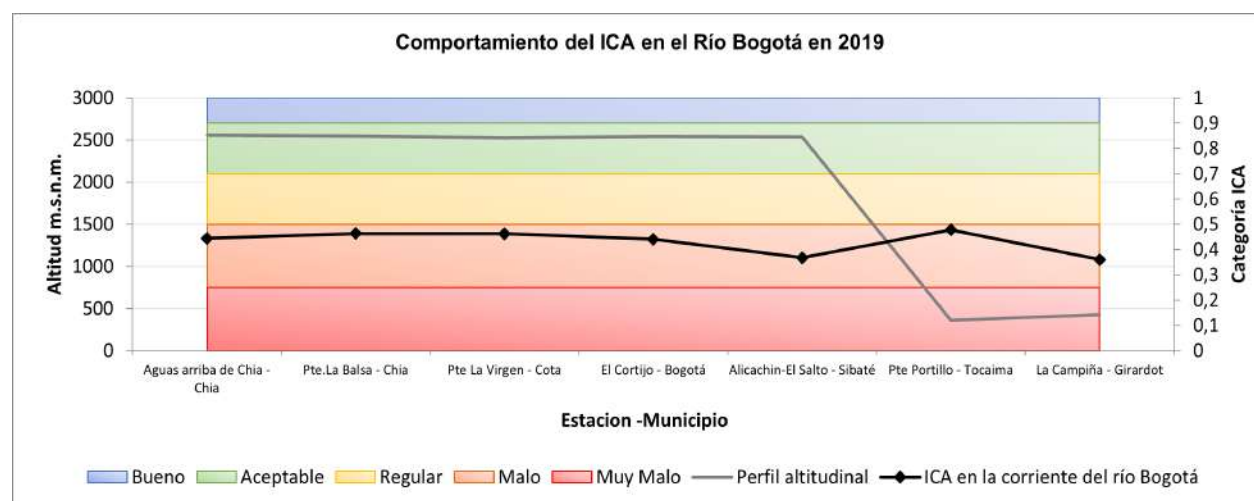
Fuente: Ideam (2022).

En la parte baja del río, en el punto ubicado a la altura del municipio de Regidor, la condición cambia a categoría "REGULAR" por el aporte de sólidos suspendidos totales (SST) y conductividad eléctrica (CE).

Río Bogotá

Sobre la corriente del río Bogotá en el año 2020 se monitorearon siete puntos de monitoreo desde el municipio de Chía hasta el municipio de Girardot Cundinamarca. El indicador en este recorrido del río se mantuvo en condición "MALO" como se observa en la siguiente figura de acuerdo a la categorización del ICA (Figura 38).

Figura 38. Comportamiento del ICA en el río Bogotá, año 2020



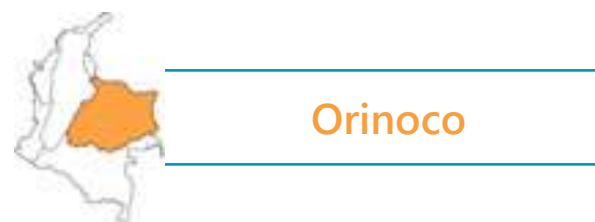
Fuente: Ideam (2022).

Esta condición se atribuye a concentraciones bajas en oxígeno disuelto (OD), y altas en nutrientes (NT), materia orgánica (DQO) y conductividad eléctrica (CE).

Río Chicamocha

Sobre la corriente del río Chicamocha se monitorearon tres puntos de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua. La condición en el río a la altura de los puntos de monitoreo Paz del Río en Paz del Río y Capitanejo en Covarachia Boyacá se encuentra en la categorización del ICA "REGULAR". En el punto el Jordán ubicado en el municipio de Jordán Santander, las condiciones cambian a categorización "MALO" específicamente por el aporte de concentraciones altas en sólidos suspendidos totales (SST) y conductividad eléctrica (CE).

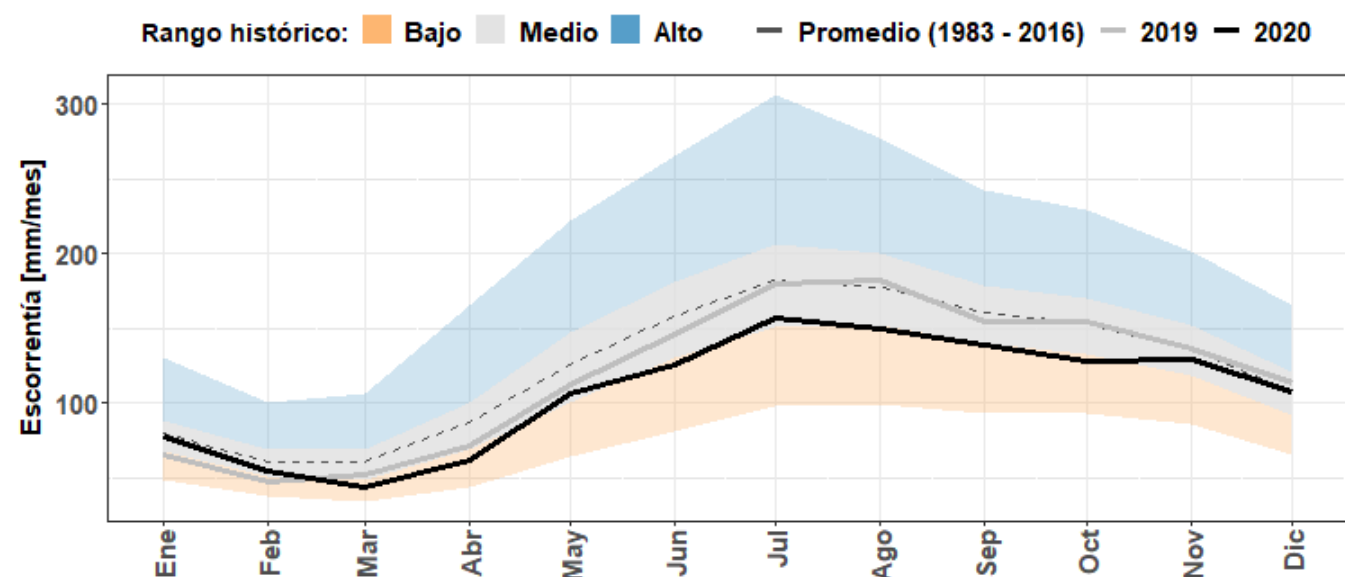
En otros puntos ubicados en el Área Hidrográfica Magdalena – Cauca, en el departamento de Santander sobre las corrientes Opón y Carare en los puntos Puente Ferrocarril y Santa Rosa, en el punto Puerto Libre (Cundinamarca) sobre la corriente del río Negro y en Tolima sobre la corriente del río Coello en el punto Payande, las condiciones de la calidad del agua fueron de categoría "MALO" del ICA.



Orinoco

En contraste con el año 2019, en el 2020 el Orinoco sí se vio afectado por los déficit hídricos, con valores de escorrentía particularmente bajos en el mes de marzo (correspondiente con la temporada seca en la región) y de hasta un 32 % por debajo de los promedios históricos, en el mes de junio, manteniendo la tendencia al déficit hasta el mes de septiembre. Sin embargo, en los últimos meses del año la tendencia estuvo muy cercana al percentil 50.

Figura 39. Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Orinoco, año 2020



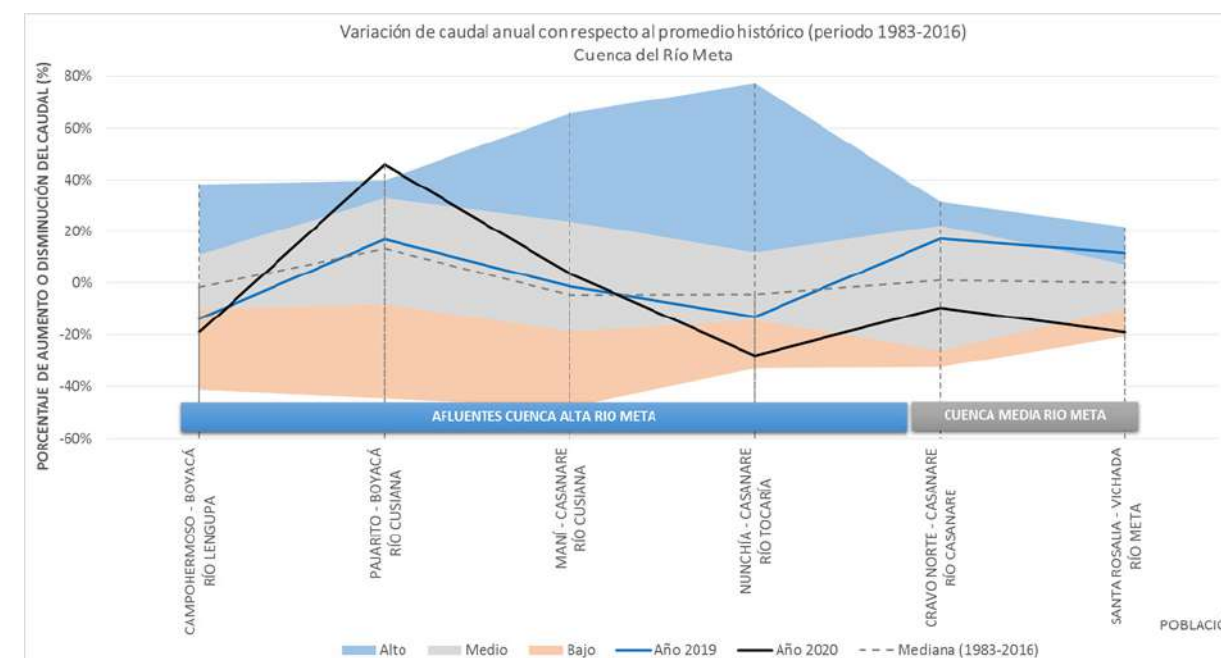
Fuente: Ideam (2022).

Los registros de caudal del año 2020 en el río Cusiana reportaron incrementos de hasta el 46% a la altura de Pajarito (Boyacá), mientras que en los ríos Tocaría y Lengupá prevalecen las condiciones de caudales bajos con reducciones del 28% y 19%, respectivamente.

En cuanto al río Cravo Norte, aportante al río Meta en su parte media, presentó reducciones del caudal en un 10% con respecto al promedio histórico. Mientras que el río Meta a la altura de Santa Rosalía (Vichada) se mantuvo en una condición de caudales bajos con reducciones del 19%.

Las condiciones de caudales altos en algunos sectores de la cuenca del río Meta favorecieron el incremento en un 24% del reporte de las emergencias asociadas a eventos extremos como inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales, con respecto al 2019.

Figura 40. Variación del caudal anual en el río Meta y afluentes durante el 2019-2020

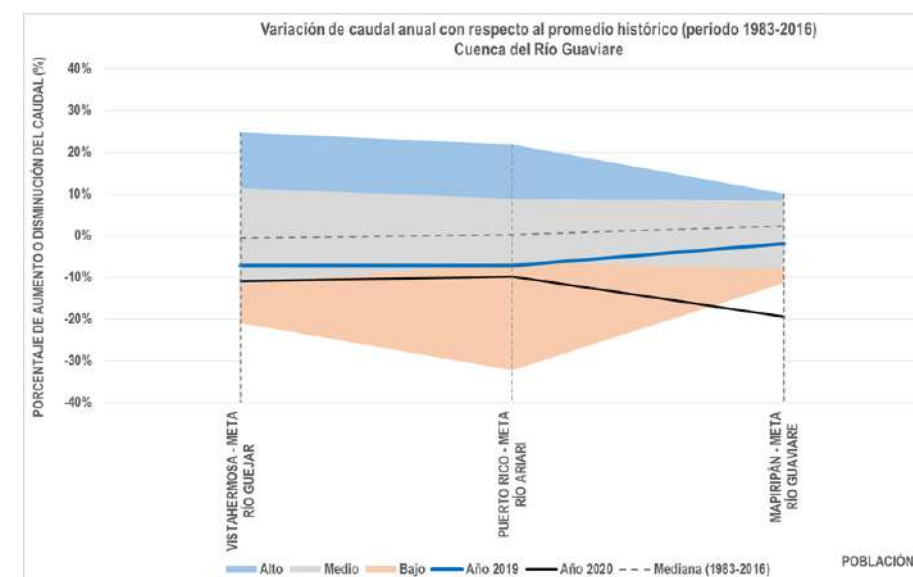


Fuente: Ideam (2022).

Adicionalmente, en la cuenca del río Guaviare, específicamente en sus afluentes Güejar, Guayabero y Ariari, así como en su cauce principal en el municipio Mapiripán (Meta), los caudales se mantuvieron por debajo del percentil 25 durante el año 2020, siendo en este último donde se presentó la mayor reducción correspondiente al 19%.

No obstante, el predominio de condiciones de caudales bajos en la cuenca del río Guaviare, se presentó un incremento 41% en los reportes de las emergencias asociadas a eventos extremos como inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales, con respecto al 2019.

Figura 41. Variación del caudal anual en el río Guaviare y afluentes durante el 2019-2020



Fuente: Ideam (2022).

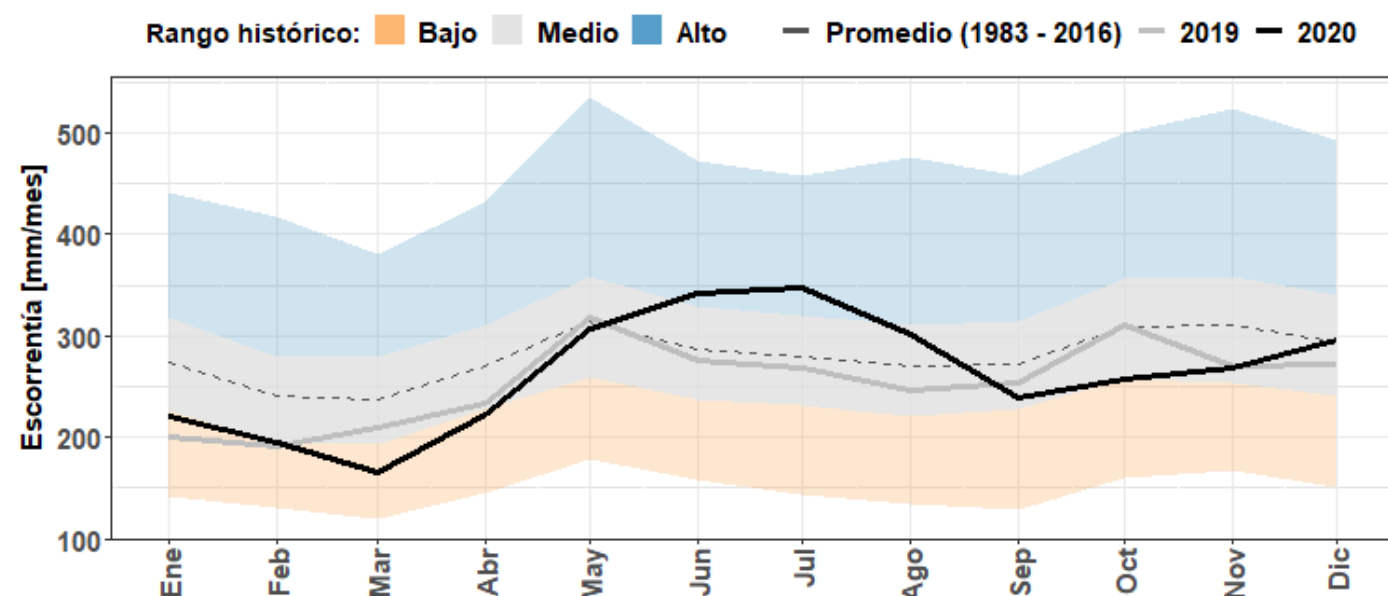
Para evaluar la calidad del agua en esta área hidrográfica, se monitorearon seis puntos ubicados en seis corrientes (Chivor, Guavio, Guejar, Meta, Rucio y Une), de las cuales todas se encontraron en condiciones de categoría "ACEPTABLE" del ICA.



Pacífico

En cuanto a Oferta Hídrica, el Pacífico fue el área hidrográfica más fluctuante durante el año 2020, presentando déficits con respecto al promedio histórico de hasta 71% en el mes de marzo y excesos de hasta el 69% en el mes de julio, fluctuando entre los rangos bajo, medio, y alto, hasta el mes de septiembre donde la tendencia se estabiliza con valores por debajo del promedio, pero dentro del rango normal definido por el límite del percentil 25.

Figura 42. Escorrentía promedio del área hidrográfica Pacífico, año 2020



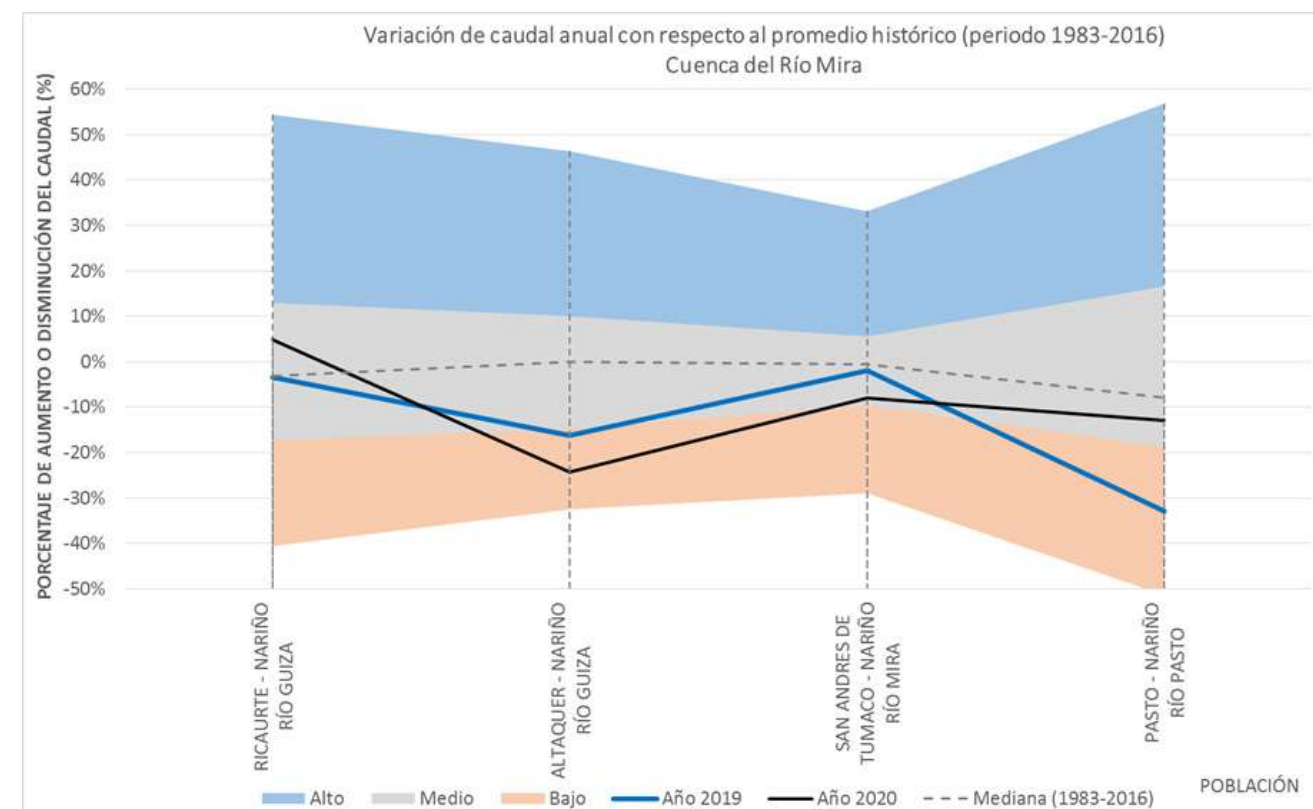
Fuente: Ideam (2022).

De manera particular, el río Mira a la altura de San Andrés de Tumaco (Nariño) y cerca de la desembocadura en el Océano Pacífico, registró durante el año 2020 una disminución del caudal del 8% con respecto al promedio histórico. De igual forma, el río Güiza, uno de los principales aportantes al río Mira en el territorio colombiano, presentó una reducción de hasta el 25% a la altura de Altaquer (Nariño), catalogando la corriente en el rango de caudales bajos para el año de análisis.

Por su parte, el río Pasto aportante al río Juanambú, a la altura del municipio de Pasto (Nariño), presentó reducciones del 13% con respecto al promedio histórico, sin embargo, se mantuvo dentro de una condición normal.

Los eventos de inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales reportados en el río Mira y sus aportantes corresponden a sólo el 4% de total de eventos registrados en el área hidrográfica, mientras que los ríos Patía y San Juan reportaron la mayor recurrencia de estos eventos con el 30% y 28%, respectivamente.

Figura 43. Variación del caudal anual en el río Güiza, Mira y Pasto durante el 2019-2020



Fuente: Ideam (2022).

Con respecto a la calidad del agua, en esta Área Hidrográfica, se monitorearon nueve puntos, de los cuales en corrientes como Pasto y Patía en el departamento Nariño, los puntos Universidad, Puente Pusmeo y Puente Guasca las condiciones de la calidad del agua fueron de categoría "MALO" del ICA. En los puntos Providencia y Bocatoma Centenario sobre las corrientes del río Pasto las condiciones fueron "REGULAR" y "ACEPTABLE" respectivamente.

Referencias

- UNGRD (2022). Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. Obtenido de Manejo de Desastres - Consolidado anual de emergencias: Recuperado el 18 de mayo de 2022 del sitio: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx>
- IDEAM (2020). Boletín de predicción climática y recomendación sectorial para planear y decidir. Publicación No. 302. Abril de 2020. Bogotá D.C. Recuperado del sitio web: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/prediccion-climatica>
- IDEAM (2020b). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Hoja metodológica del Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 11 p.
- IDEAM (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá D.C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi (2020). Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2020. Ideam.
- Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi (2019). Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2019. Ideam.
- Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi (2017-2018). Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2017-2018. Ideam.
- DANE (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/CNPV-2018-VIHOPE-v2.xls> UNGRD (2018). Consolidados
- IDEAM (2013). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- Zhang, L., Potter, N., Hickel, K., Zhang, Y., & Shao, Q. (2008). Water balance modeling over variable time scales based on the Budyko framework - Model development and testing. Journal of Hydrology, 360(1-4), 117-131. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.07.021>

2.2. Atmósfera

2.2.1. Comportamiento de la anomalía de la temperatura media

Ideam: Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Helmer Alexis Guzmán López Grupo de Climatología y Agrometeorología, Subdirección de Meteorología.

La temperatura del aire hace referencia a la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor. La temperatura del aire en superficie es la temperatura leída en un termómetro expuesto al aire en una garita o caseta meteorológica, que permite la existencia de una buena ventilación y evita los efectos de la radiación solar directa sobre el termómetro, a una altura comprendida entre 1,25 y 2 metros sobre el nivel del suelo. Por otro lado, la temperatura media corresponde al promedio de las temperaturas observadas en el curso de un intervalo de tiempo determinado (hora, día, mes, año, década, etc.).

En climatología se utilizan los valores promedios (Normal climatológica) para definir y comparar el clima, permitiendo predecir las condiciones más probables que se pueden producir en un futuro próximo, de una ubicación determinada en el marco del clima actual y, en segundo lugar, constituyen una referencia estable con la que se pueden comparar las condiciones climáticas en una ubicación concreta (o en una región determinada), en un período de tiempo específico o para comparar cambios a largo plazo en las observaciones climáticas (OMM, 2017). Por otro lado, el término anomalía climática es usado para describir la diferencia entre el valor del elemento climático en un periodo de tiempo determinado, con respecto al valor medio histórico de la variable climática correspondiente (Normal climatológica), durante el mismo lapso, en un lugar dado.

En este caso, el Índice de la Anomalía Anual o Mensual de la Temperatura Media, permite determinar la fluctuación por encima y por debajo de lo normal, del comportamiento del régimen de temperatura de un año o mes específico, respecto al valor promedio (normal). El promedio del periodo de referencia (Normal Climatológica Estándar) es de 30 años y el utilizado para este análisis corresponde al periodo 1981 – 2010.

2.2.1.1. Análisis de la Anomalía Anual

Durante el año 2021 y tal como se observa en el mapa Figura 44, gran parte del territorio nacional presentó anomalías de la temperatura media en el rango de la normalidad, esto es entre +0,5°C y -0,5°C, a pesar de que predominó la fase de La Niña del ciclo ENSO (El Niño – Oscilación del Sur) durante gran parte del año (reportado por el ONI²⁹ y asociado a valores negativos de este indicador por debajo de -0,5 en el área de seguimiento al ciclo ENSO en el Pacífico ecuatorial).

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento del ONI durante el año 2021.

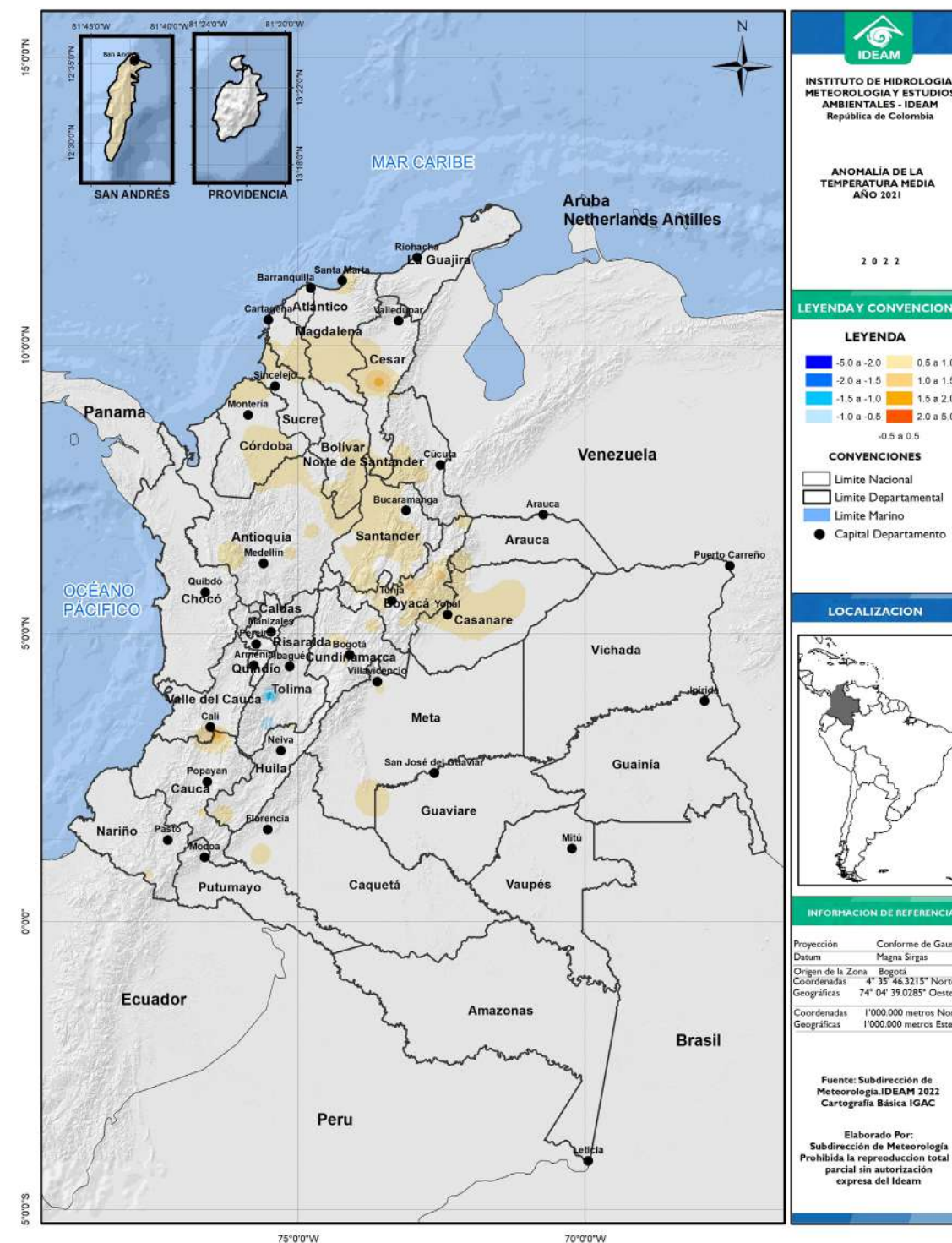
Tabla 4. Anomalías de la temperatura media 2020

Año	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
2021	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1,0	-1,0

Fuente: ONI1 - ERSST.v5 SST

²⁹ Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés). Reportado desde 1950. Disponible en: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

Figura 44. Índice de la Anomalía Anual de la Temperatura Media para el año 2021



Fuente: Ideam (2022).

- **Anomalías Positivas:** Se concentraron en amplios sectores de Casanare, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Antioquia, Córdoba, Sucre, Cesar, Bolívar y Magdalena, así como en pequeñas zonas de los departamentos Caquetá, Meta, Guaviare, Arauca, Huila, Cauca y Valle del Cauca.
- **Comportamiento Normal:** Predominaron en gran parte del territorio nacional, particularmente en las regiones de la Amazonía, Orinoquía, Pacífica, centro y sur de la Andina y norte de la Caribe.
- **Anomalías Negativas:** Se presentaron en pequeños sectores del departamento de Tolima.

2.2.1.2. Análisis de la Anomalía Mensual

De acuerdo con el mosaico de mapas Figura 45 de la anomalía mensual de la temperatura media, a lo largo del año 2021 predominaron las anomalías positivas y las condiciones cercanas a la normalidad en gran parte del territorio nacional, a diferencia de lo ocurrido en el año 2020 cuando predominaron las anomalías positivas altas en casi todo el país, especialmente durante el primer semestre del año.

-Región Caribe: Las anomalías positivas más altas y extendidas en la región se presentaron en los meses de febrero, mayo, julio, octubre y diciembre, mientras que las anomalías negativas solo se presentaron en agosto y marzo.

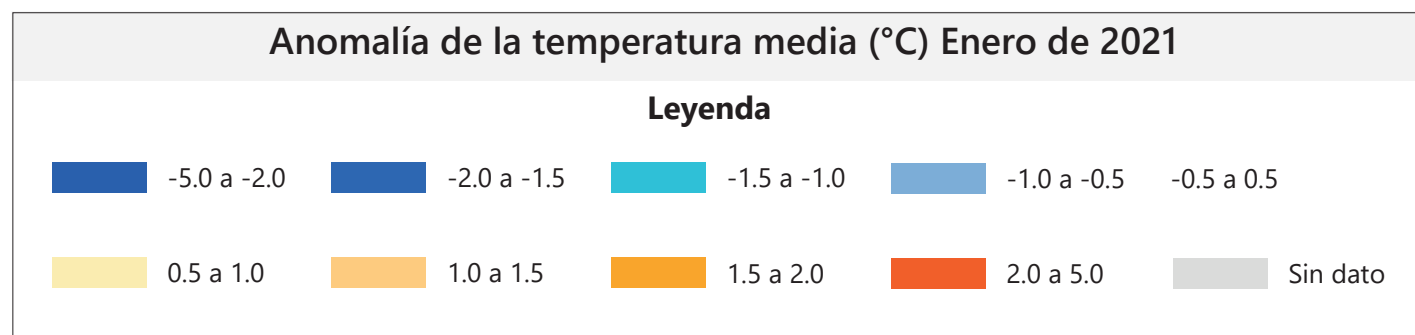
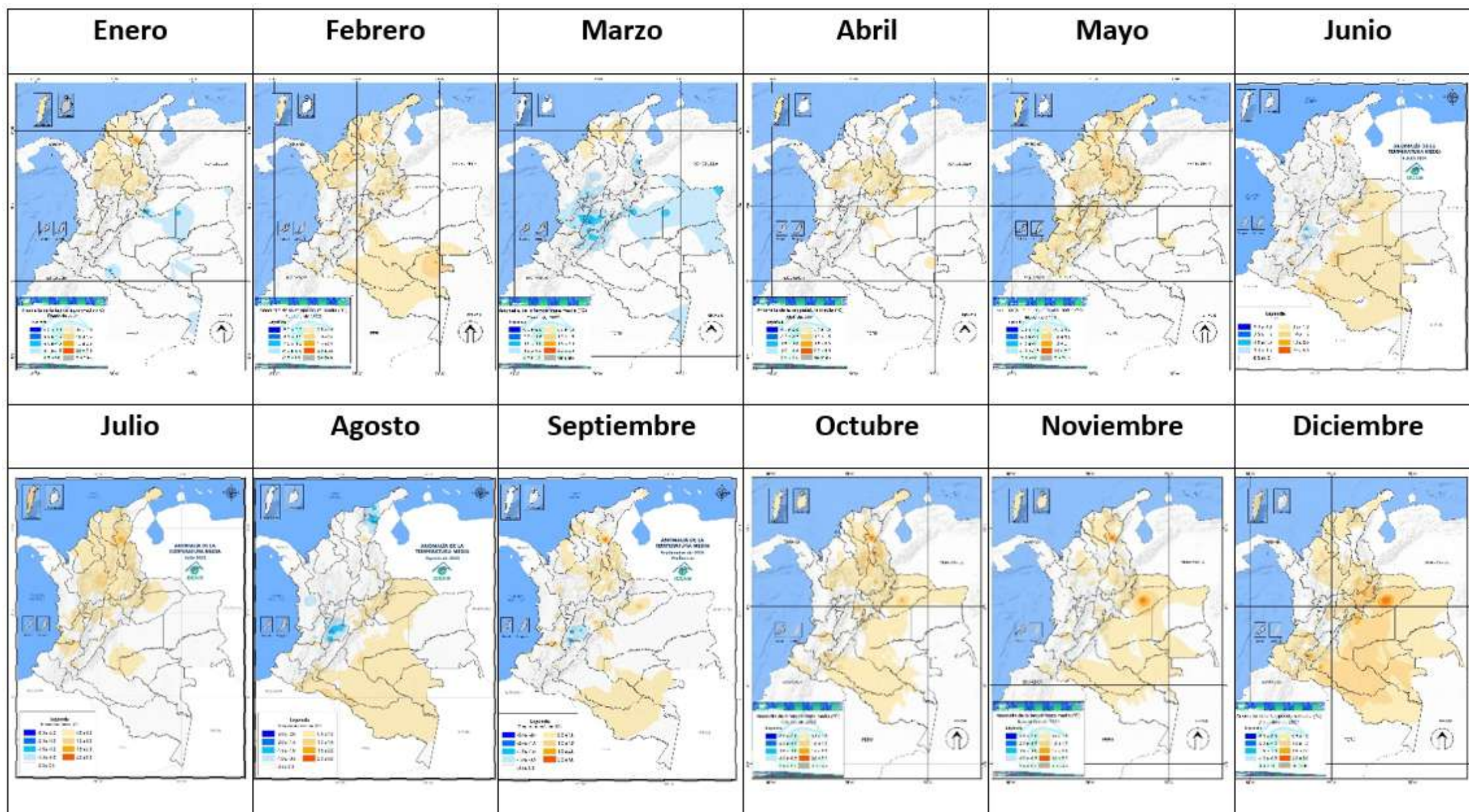
-Región Andina: Durante gran parte de los meses del año, predominaron las anomalías positivas al norte de la región y en algunos sectores del centro, así como condiciones cercanas a la normalidad en el resto de la misma. Las anomalías positivas más altas se presentaron en mayo, julio y diciembre, mientras que las anomalías negativas más altas se dieron en el mes de marzo, especialmente en el norte y centro de la región. También se presentaron anomalías negativas en sectores del centro de la región en los meses de junio, agosto y septiembre.

-Región Pacífica: Predominan las condiciones cercanas a la normalidad durante gran parte del año en gran parte de la región, excepto por la ocurrencia de anomalías positivas en algunos sectores en los meses de febrero, mayo, julio y diciembre, así como anomalías negativas en marzo, junio y agosto.

-Región Amazonía: En los primeros siete meses del año predominan las condiciones cercanas a la normalidad en gran parte de la región, excepto por anomalías positivas en amplios sectores en los meses de febrero y junio y algunas zonas con anomalías negativas en enero y marzo. En los últimos cinco meses predominan las anomalías positivas generalizadas.

-Región Orinoquía: Durante el primer semestre predominan las condiciones cercanas a la normalidad, con la ocurrencia de anomalías negativas en los meses de enero y marzo y de anomalías positivas en abril y junio. En el segundo semestre predominan las anomalías positivas en amplios sectores de la región, principalmente en diciembre, noviembre, octubre y agosto.

Figura 45. Mosaico de la Anomalía Mensual de la Temperatura Media durante el año 2021



Fuente: Ideam (2022).

2.2.2. Comportamiento del índice de precipitación

Ideam: Henry Oswaldo Benavides Ballesteros Helmer Alexis Guzmán López Grupo de Climatología y Agrometeorología, Subdirección de Meteorología.

La lluvia es un fenómeno atmosférico consistente en una precipitación acuosa en forma de gotas líquidas, cuyo diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7 mm y que caen a una velocidad del orden de los 3 m/s. El volumen de lluvia se mide en milímetros. Un milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado.

Los dos principales aparatos de medición de la precipitación son el pluviómetro y el pluviógrafo. El primero mide el volumen total de lluvia caída durante el día meteorológico (7 a.m. a 7 a.m. del día siguiente). El segundo es un aparato de registro continuo que permite determinar la intensidad de la precipitación en un intervalo de tiempo dado.

El Índice de Precipitación Porcentual, permite determinar si la variable en análisis se registró dentro del rango de valores normales, o entre los intervalos por encima o por debajo de lo normal. El promedio del periodo de referencia de 30 años es la base del cálculo y representa el 100%. El umbral de normalidad se determina entre el 80% y 120% del valor medio.

2.2.2.1. Análisis del Índice de Precipitación Anual

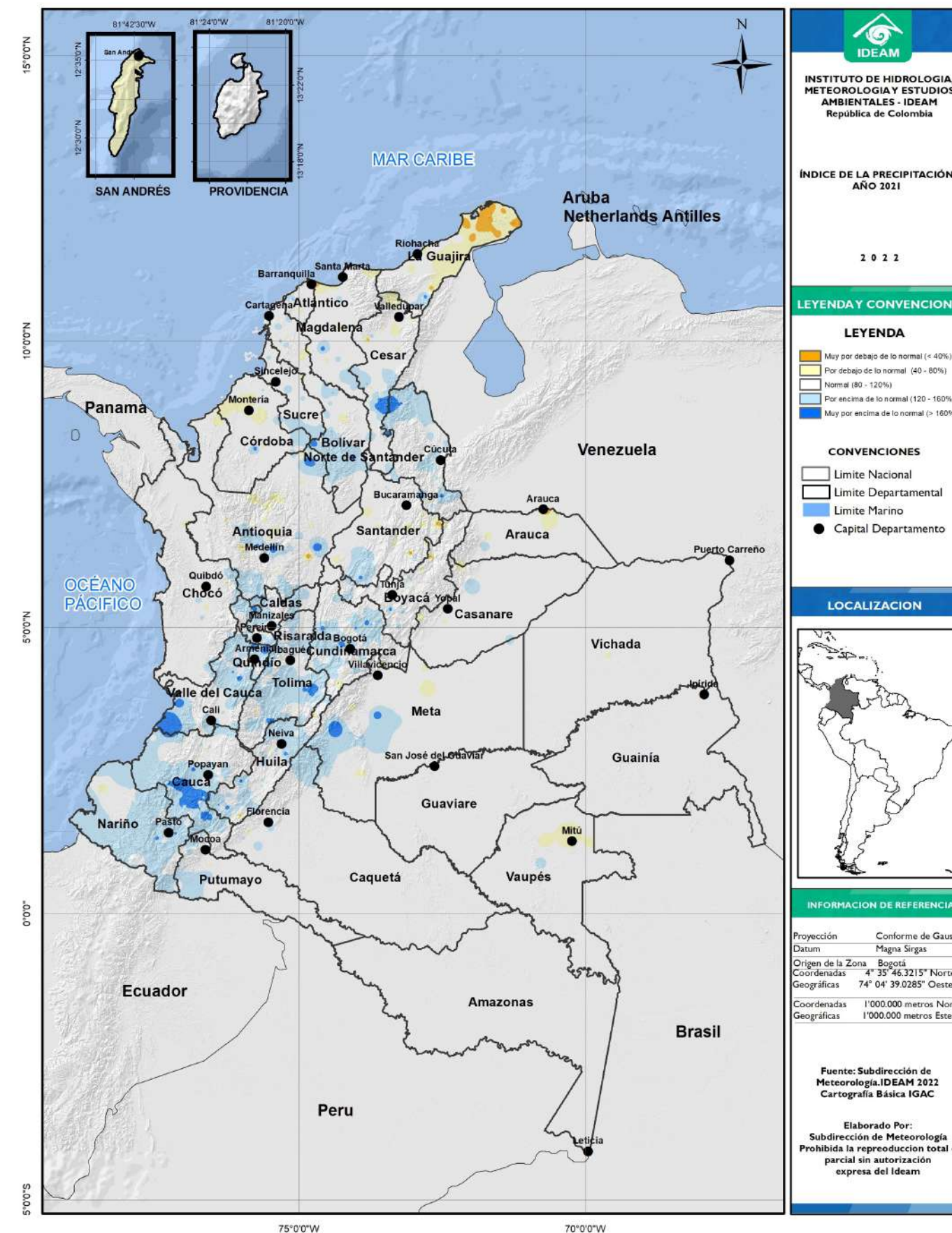
En el año 2021 se presentó un comportamiento en la precipitación, muy cercano a lo normal en gran parte del territorio nacional, excepto en amplios sectores del centro y sur de las regiones Andina y Pacífica y del sur de la región Caribe, como se puede apreciar en el mapa Figura 46, a pesar de que predominó la fase de La Niña durante gran parte del año.

Con referencia a la Normal Climatológica vigente (1981 – 2010) y de acuerdo al mapa Figura 46, el año 2021 presentó:

- **Precipitaciones por debajo de lo normal:** Se concentraron en amplios sectores del centro y norte de La Guajira y en sectores específicos de los departamentos de Magdalena, Cesar, Bolívar, Córdoba, Antioquia, Santander, Arauca, Boyacá, Casanare, Meta, Vaupés y Nariño.

- **Comportamiento Normal:** Predominó en gran parte del territorio nacional, destacándose la Orinoquía, la Amazonía, centro y norte de las regiones Caribe y Pacífica y gran parte del norte de la región Andina.
- **Precipitaciones por encima de lo normal:** Se registraron en amplios sectores del centro y sur de las regiones Andina y Pacífica, sur de la región Caribe, sur de Antioquia y Santander, varias zonas de Norte de Santander y en algunas áreas del occidente de Arauca, Casanare, Meta, Caquetá y Putumayo y el sur de La Guajira.

Figura 46. Índice de la Precipitación Anual en porcentaje para el año 2021. Fuente: Ideam, 2022

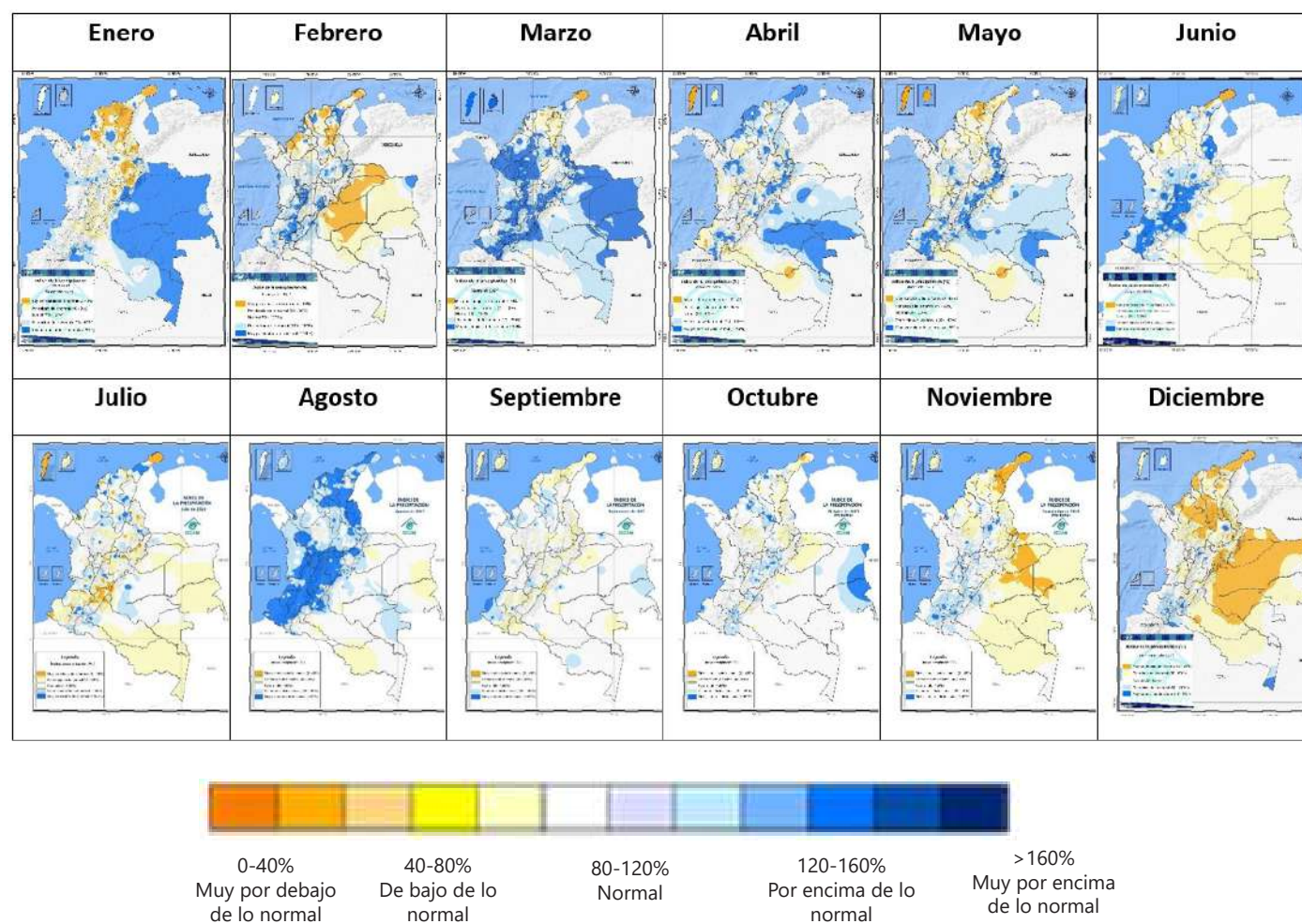


2.2.2.2. Análisis del Índice de Precipitación Mensual

A continuación, se presenta un análisis espacio - temporal del Índice de Precipitación por regiones, durante el año 2021, de acuerdo a lo observado en el mosaico de mapas Figura 47.

- **Región Caribe:** Durante los dos primeros meses del año 2021 y los dos finales, se presentaron los déficits de lluvia más altos en la región con respecto a sus valores normales, mientras que en los meses de abril y agosto se evidencia la mayor cantidad de área con lluvias por encima de lo normal. En el resto de los meses del año predominan déficits ligeros de lluvia con algunos sectores con excesos principalmente al centro y sur de La Guajira, norte del Cesar y Magdalena y el sur de la región.

Figura 47. Mosaico del Índice de Precipitación Mensual durante el año 2021



Fuente: Ideam (2022).

- **Región Andina:** El primer semestre del año se caracteriza por presentar excesos de lluvia muy por encima de lo normal en todos los meses (excepto en enero), destacándose este comportamiento en zonas del centro, sur y nororiente de la región, así como en Antioquia. Por lo contrario, para el segundo semestre del año, en la región predominaron las lluvias por debajo de lo normal, excepto en agosto donde se presentaron lluvias muy por encima de lo normal en gran parte de la región y en menor grado, durante los meses de octubre y noviembre, cuando se presentaron lluvias por encima de lo normal en algunas zonas del centro y sur de la región.

- **Región Pacífica:** Durante gran parte del año se presentaron lluvias dentro de lo normal, así como ligeros déficits de lluvia (lluvias por debajo de lo normal) en amplios sectores de la región, sin embargo, en los meses de marzo y agosto, se presentaron lluvias muy por encima de lo normal en gran parte de la región, mientras que en febrero y junio se presentaron algunas zonas del centro y sur de la región con lluvias por encima de lo normal.

- **Región Amazonía:** Se registraron lluvias por encima de lo normal en amplios sectores del piedemonte, norte y oriente de la región durante los meses de enero, marzo, abril y mayo. Para el resto de los meses las precipitaciones se presentaron dentro de lo normal o con algunos déficits, los más altos ocurridos en los meses de noviembre y diciembre.

- **Región Orinoquía:** Predominaron las condiciones deficitarias (lluvias por debajo de lo normal) o cercanas a lo normal durante gran parte del año, excepto en los meses de enero, marzo, abril y mayo. Los déficits más altos ocurrieron en los meses de noviembre y diciembre.

Al realizar un análisis comparativo del comportamiento mensual de la precipitación con el del ciclo El Niño – Oscilación del Sur (ENSO), se encuentra que, durante los primeros meses del año se presentó el evento frío (La Niña), asociado a la ocurrencia de lluvias por encima de lo normal en varios sectores del país, principalmente en la Orinoquía y en el centro, sur y nororiente de la región Andina, así como en Antioquia; posteriormente se presenta una fase neutral a mitad de año, que se relaciona a lluvias por debajo de lo normal en la Orinoquía, Amazonía y la región Caribe. Durante el segundo semestre se presenta nuevamente el evento frío (La Niña) que genera lluvias muy por encima de lo normal en amplias zonas de la región Caribe, Andina y Pacífica en el mes de agosto, así como lluvias por encima de lo normal en amplias zonas de la región andina y sur de la región Caribe durante los meses de octubre y noviembre. En los últimos cuatro meses del año, a excepción de lo comentado anteriormente para los meses de agosto, octubre y noviembre, predominaron las condiciones cercanas a lo normal y por debajo de lo normal, especialmente en las regiones Orinoquía, Amazonía, Caribe y Pacífica.

TIPS

- Durante gran parte del año 2021 predominó la fase de La Niña del ciclo ENSO (El Niño – Oscilación del Sur), presentándose una corta fase neutral a mediados de año.

- El hecho de que durante el año 2021 predominara la fase de La Niña del ciclo ENSO, contribuyó a que gran parte del territorio nacional presentara anomalías de la temperatura media anual en el rango de la normalidad, esto es entre +0,5°C y -0,5°C, contrario a lo ocurrido en años anteriores donde predominaron las anomalías positivas en la mayoría de los sectores del país.

- A pesar de la ocurrencia de un evento frío durante gran parte del año 2021, el Índice de Precipitación Anual estuvo dentro del umbral de la normalidad en gran parte del territorio nacional, excepto en amplios sectores del centro y sur de las regiones Andina y Pacífica y del sur de la región Caribe.

- Debido a la ocurrencia de La Niña (fase negativa del ciclo el Niño – Oscilación del Sur (ENSO)) durante gran parte del año 2021, predominaron las anomalías positivas de la temperatura media y las condiciones cercanas a la normalidad en gran parte del territorio nacional, a diferencia de lo ocurrido en el año 2020 cuando predominaron las anomalías positivas altas en casi todo el país, especialmente durante el primer semestre del año.

Consulte los boletines mensuales de predicción climática en:



Referencias

Organización Meteorológica Mundial, 2017. Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas (OMM-Nº 1203). Ginebra.

2.2.3. Calidad del aire y desarrollo sostenible

Ideam: Wendi Yurani Garzón Herrera, Juan Manuel Rincón Riveros y Ana María Hernández Hernández, Subdirección de Estudios Ambientales – Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad.

La contaminación del aire es una de las mayores amenazas medioambientales para la salud humana, junto con el cambio climático. La mejora de la calidad del aire puede potenciar los esfuerzos de mitigación del cambio climático, mientras que la reducción de las emisiones mejorará a su vez la calidad del aire (Organización Mundial de la Salud, 2021).

La exposición de la población a la contaminación del aire tiene efectos negativos en la salud, generando costos sociales y económicos representados en enfermedades, restricción en el desarrollo de actividades, atenciones por el sistema de salud y muertes. De acuerdo con el más reciente estudio de Valoración económica de la contaminación del aire urbano, en el país, estos costos se estiman en 11,74 billones de pesos, equivalentes al 1,19% del PIB del año 2018 (Fondo Acción para el Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2022).

Con fundamento en ello, para el gobierno nacional, la calidad del aire es una de las prioridades en materia ambiental, de tal manera que, la respectiva normativa colombiana se ha planteado en función de la protección de la salud humana y el medio ambiente, a través de un proceso de gradualidad que involucra la capacidad técnica, tecnológica y económica del país, de tal manera que atiende las recomendaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud, las cuales establecen un valor guía y los respectivos objetivos intermedios, los cuales, de acuerdo, con la evidencia epidemiológica, se han propuesto como pasos a una reducción progresiva de la contaminación del aire en zonas donde la contaminación excede los límites máximos permisibles.

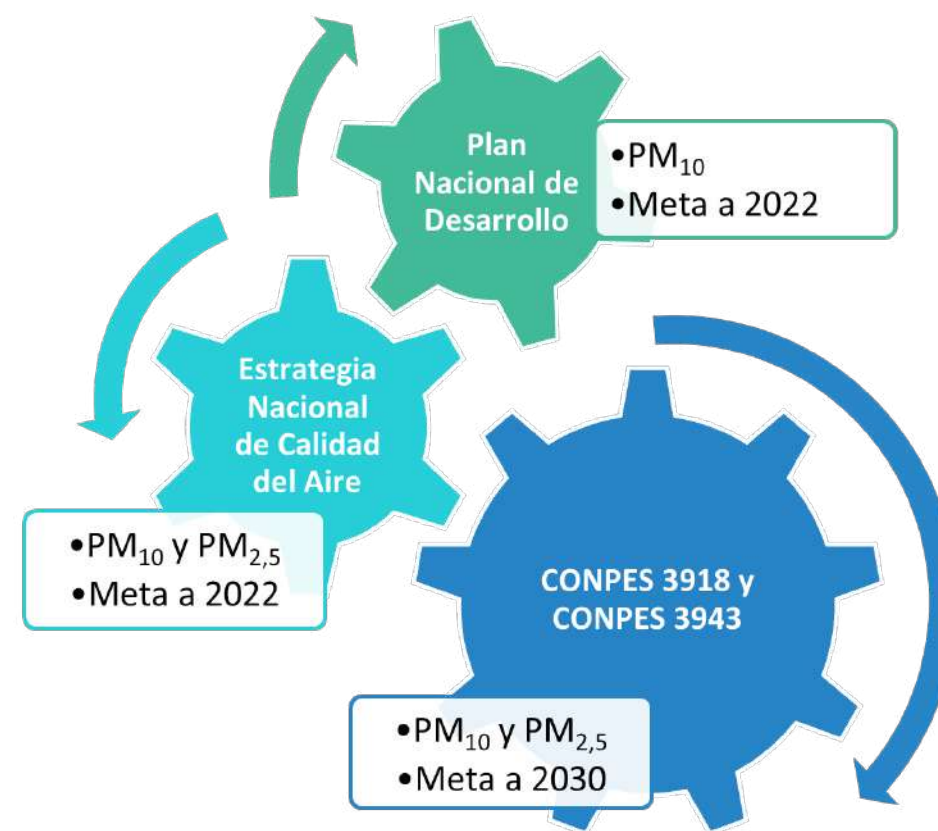
“ Para Colombia, en términos de regulación normativa son de especial interés los contaminantes criterio, los cuales se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Los contaminantes criterio son: Material particulado menor a 10 micras -PM₁₀, material particulado menor a 2,5 micras -PM_{2,5}, ozono -O₃, dióxido de nitrógeno -NO₂, monóxido de carbono -CO y dióxido de azufre -SO₂. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) ”

Además del desarrollo normativo, Colombia, desde el año 2015 decide acogerse a la Agenda 2030 en el marco de la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS. Bajo este contexto, el gobierno nacional ha orientado sus instrumentos de planificación y de política al mejoramiento de la calidad del aire para la prevención de los impactos en la salud pública y la reducción de las desigualdades relacionadas con el acceso a recursos. Para ello, definió una serie de instrumentos que propenden por la reducción de la contaminación del aire, especialmente en lo que respecta a partículas menores a 10 micras -PM₁₀ y partículas menores a 2,5 micras -PM_{2,5}.

En el país, el PM₁₀ y el PM_{2,5} son los contaminantes criterio de mayor interés por sus concentraciones en el aire ambiente y por su impacto en la salud.

Así las cosas, se tienen definidos los siguientes instrumentos de planificación y de política: CONPES 3918 de 2018 -Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, CONPES 3943 de 2018 -Política para el mejoramiento de la calidad del aire, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y Estrategia Nacional de Calidad del Aire -ENCA. Los cuales están orientados al cumplimiento de una meta porcentual en términos de estaciones de monitoreo que para PM_{2,5} y/o PM₁₀ cumplen con el objetivo intermedio 3 de las Guías de calidad del aire de la OMS. Así las cosas, para el caso del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y la Estrategia Nacional de Calidad del Aire, se considera una proyección a corto plazo: la meta corresponde al 35%, con un horizonte de cumplimiento al año 2022. Entre tanto, para el caso de los CONPES 3918 y 3943, se considera una proyección a mediano plazo: la meta corresponde al 70% y se ha fijado con un horizonte de cumplimiento al año 2030 (Ver consolidado de la Tabla 5).

Figura 48. Instrumentos de planificación y de política al mejoramiento de la calidad del aire



Fuente: Ideam (2022).

El Objetivo Intermedio 3 – OI3 de las Guías de calidad del aire de la OMS, para el PM₁₀ corresponde a 30 µg/m³ y para PM_{2,5} corresponde a 15 µm/m³.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022: fija para PM₁₀ una meta de cumplimiento del respectivo OI3 en el 35% de las estaciones para el año 2022.

La Estrategia Nacional de Calidad del Aire -ENCA, fija tanto para PM₁₀ como para PM_{2,5} una meta de cumplimiento de los respectivos OI3 en el 35% de las estaciones para el año 2022.

Los CONPES 3918 y 3943, fijan tanto para PM₁₀ como para PM_{2,5} una meta de cumplimiento de los respectivos OI3 en el 70% de las estaciones para el año 2030.

Tabla 5. Consolidado de indicadores nacionales de calidad del aire

Instrumento	Indicador	Criterio	Contaminantes	Meta
Plan Nacional de Desarrollo - PND	Porcentaje de estaciones que cumplen con el objetivo intermedio III de la OMS ○ PM ₁₀ : 30 µg/m ³ ○ PM _{2,5} : 15 µg/m ³	Estaciones cumpliendo con representatividad temporal mínima (% de datos válidos) del 75%	PM ₁₀	35% al 2022
Estrategia Nacional de Calidad del Aire – ENCA			PM ₁₀ PM _{2,5}	
CONPES 3943 de 2018			PM ₁₀ PM _{2,5}	70% al 2030
CONPES 3918 de 2018				

Fuente: Ideam (2021).

Es fundamental contar con información del estado de la calidad del aire que permita evaluar el cumplimiento de las respectivas metas trazadas para el país, y así mismo permita orientar las respectivas políticas y estrategias gubernamentales o regionales, y si es el caso, ajustarlas. En este sentido, el seguimiento a los respectivos indicadores orienta las acciones hacia la definición y evaluación de programas regionales de prevención y control de la contaminación atmosférica, así como la toma de decisiones en materia de calidad del aire y la formulación de las diferentes estrategias y políticas nacionales. Adicionalmente, se tiene el Índice de Calidad del Aire - ICA, el cual permite categorizar y asociar los niveles de inmisión de los contaminantes criterio con posibles efectos adversos a la salud de la población expuesta (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). A continuación, se presenta la evolución de los indicadores nacionales de calidad del aire en mencionados.

2.2.3.1. Resultados indicadores de seguimiento

En la Tabla 6 se puede observar la evolución del indicador de seguimiento al cumplimiento del Objetivo Intermedio 3 recomendado por la OMS, el cual inició su seguimiento en el 2017 para material particulado menor a 2,5 micras con un 23,1% de estaciones cumpliendo y para material particulado menor a 10 micras con un 22% de estaciones cumpliendo tal referente. Como se puede observar en la tabla en mención, el material particulado tuvo un incremento en el porcentaje de estaciones cumpliendo con el objetivo intermedio 3, para el año 2021, el PM₁₀ presentó un aumento de 7,6% y el PM_{2,5} presentó un incremento de aproximadamente 25% comparado con el año inmediatamente anterior.

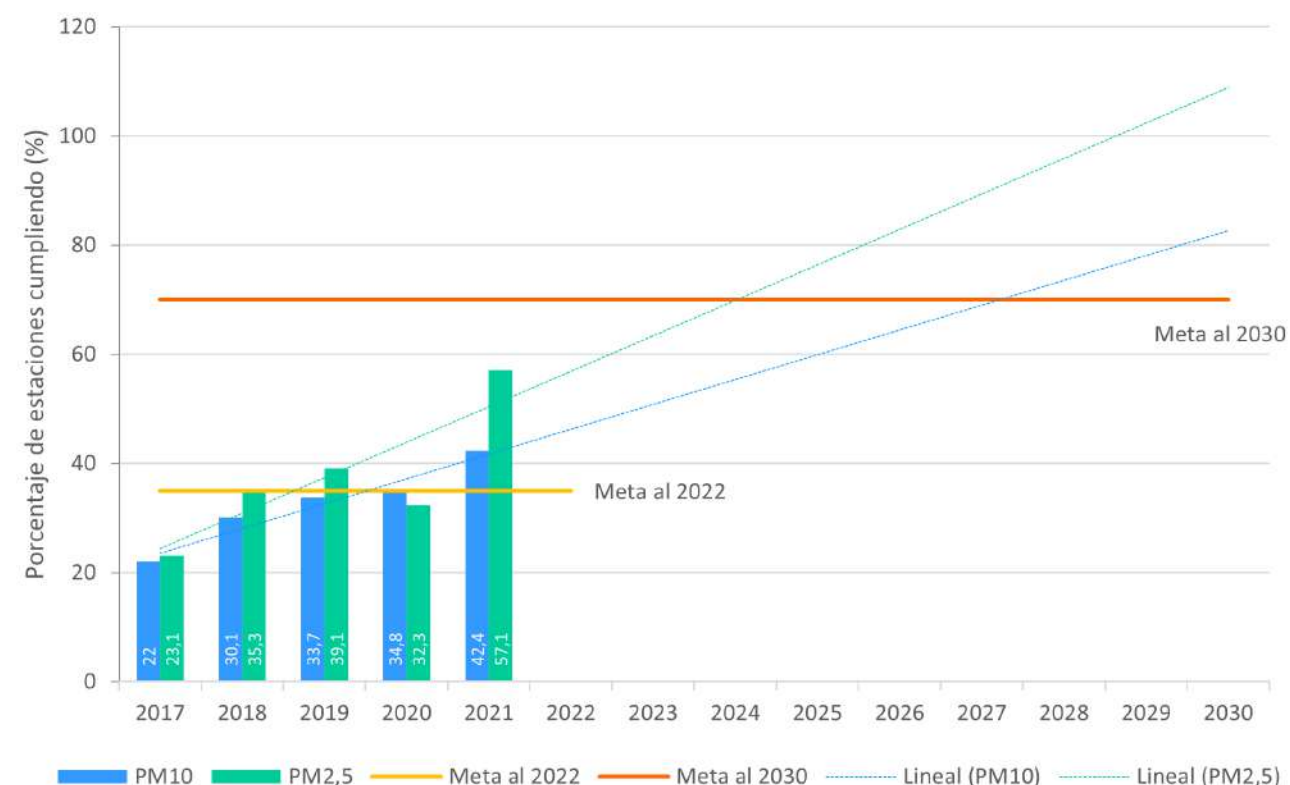
Tabla 6. Evolución del indicador de seguimiento para PM₁₀ y PM_{2,5}, años 2017-2021

Parámetro	Año	Porcentaje de cumplimiento	Número de estaciones
PM ₁₀	2017	22	18
	2018	30,1	22
	2019	33,7	28
	2020	34,8	24
	2021	42,4	39
PM _{2,5}	2017	23,1	6
	2018	35,3	18
	2019	39,1	18
	2020	32,3	21
	2021	57,1	40

Fuente: Ideam (2021).

Según las líneas de proyección que se presentan en la Figura 49, si se mantiene el comportamiento gradual creciente que se presentó en el periodo 2017-2021, es posible que las metas de los CONPES 3918 y 3943 proyectadas al año 2030, se cumplan anticipadamente para PM_{2,5} y PM₁₀ en los años 2024 y 2027, respectivamente.

Figura 49. Seguimiento del cumplimiento del OI3 de la OMS para PM₁₀ y PM_{2,5}, años 2017-2021



Fuente: Ideam (2021).

En el año 2021, se evidenció un incremento importante en el cumplimiento del indicador de material particulado debido a un mejoramiento general de la calidad del aire en el país. En general, hubo una reducción de 5,8% y 12,4%, respectivamente de las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5}, lo que en parte soporta el considerable aumento de los indicadores para el año 2021. Sin embargo, este comportamiento no se tenía previsto y se atribuye a condiciones especiales y atípicas que se presentaron durante este año. Principalmente, se atribuye al factor meteorológico, el cual es responsable del transporte, difusión, deposición o reacciones que se pueden generar en la atmósfera.

De tal manera que, en los primeros tres meses del año 2021 se presentaron aumentos en las anomalías de precipitación promedio mensual en comparación con la normal climatológica³⁰. Esto pudo aportar al aumento de la deposición húmeda del material particulado, y favorecer los procesos de eliminación y lavado, disminuyendo las concentraciones de material particulado presentes en el aire ambiente.

De igual manera, este fenómeno pudo determinar la disminución de la presencia de focos de calor (que en la mayoría de los casos pueden estar relacionados con incendios de la cobertura vegetal) en el norte del subcontinente suramericano, habitualmente esta región se caracteriza por tener un periodo de alto número de incendios, y como resultado, altas concentraciones de material particulado, según lo reportado históricamente por los SVCA que operan en el Caribe, Orinoquia y región Andina del territorio nacional. En el 2021, este comportamiento fue posiblemente atenuado por condiciones asociadas a un evento La Niña más prolongado de lo habitual, dado que se extendió desde los últimos meses del 2020 hasta mediados de abril de 2021, aumentando las anomalías de la precipitación, principalmente en el oriente y centro del país.

Por consiguiente, las emisiones provenientes de incendios de la cobertura vegetal presentaron una disminución en comparación con el promedio de años anteriores. Esto se atribuyó especialmente a las lluvias presentes en la cuenca de la Orinoquia, principal área de puntos de calor en el territorio nacional.

Con respecto a las emisiones antropogénicas, desde las instituciones del orden nacional y local se ha venido trabajando en la implementación de cada una de las acciones que permitan reducir las emisiones de partículas al aire. Se resaltan acciones impulsadas por el

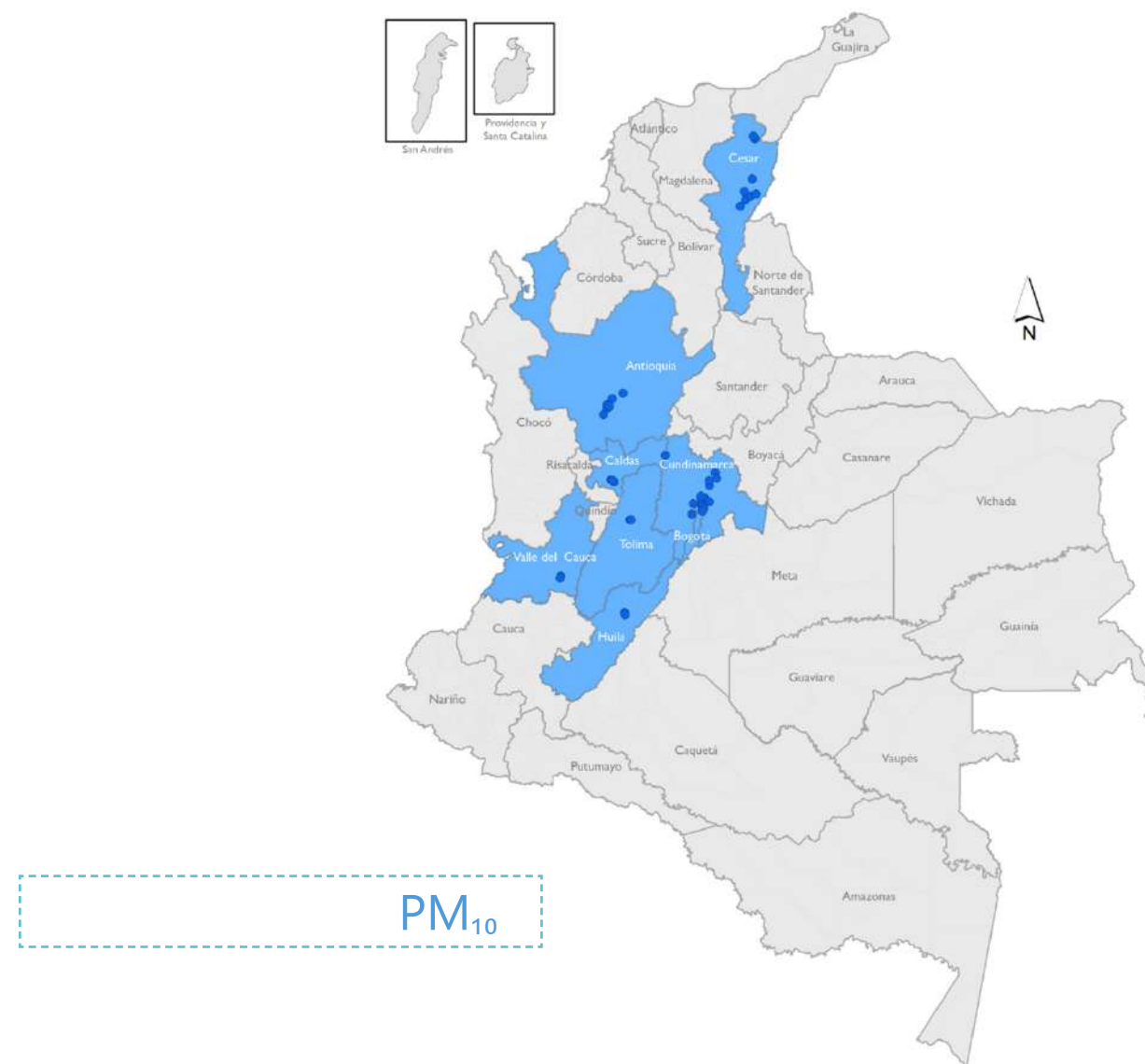
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como el mejoramiento de la calidad del combustible (tanto diésel como gasolina); el impulso para la incorporación de nuevas tecnologías en los vehículos tanto de transporte público como privado; el fortalecimiento de instrumentos normativos y el desarrollo de portafolios de mejores técnicas disponibles; y prácticas ambientales basadas en acciones como la reconversión a tecnologías más limpias, entre otros.

Igualmente, las autoridades ambientales han cumplido un papel fundamental en la operación de los SVCA, puesto que en el año 2021 se incrementó el número de estaciones que cumplieron con la representatividad temporal mínima del 75%, aumentando el número de registros válidos que reflejan las concentraciones de partículas. Esto aporta a un mejor entendimiento del comportamiento de este contaminante y favorece al cumplimiento de las metas establecidas para el seguimiento de la calidad del aire.

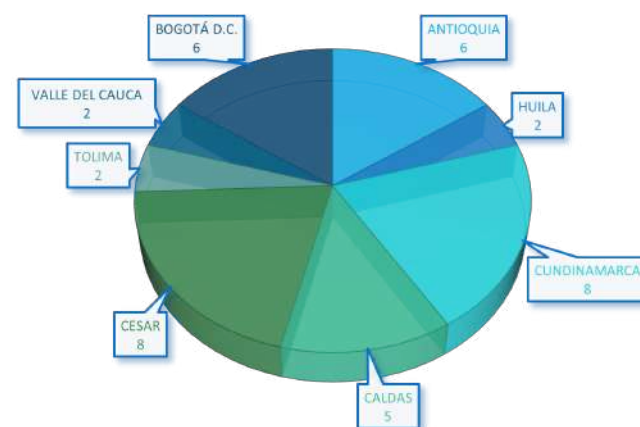
El mayor aumento de estaciones cumpliendo el OI3 de las guías de la OMS se observó en Bogotá, Cundinamarca, Cesar y en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, zonas en las que se cuenta con el mayor número de estaciones por autoridad ambiental.

En las Infografía 1 y 2 se presenta respectivamente PM₁₀ y el PM_{2,5} la ubicación geográfica y listado de las estaciones de monitoreo que para el año 2021 cumplieron con respecto al objetivo intermedio 3 de las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud, así mismo, se expone por departamento, el número de estaciones que cumplió.

Infografía 1. Estaciones de monitoreo de PM₁₀ que cumplieron con el objetivo intermedio 3 de las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud, año 2021



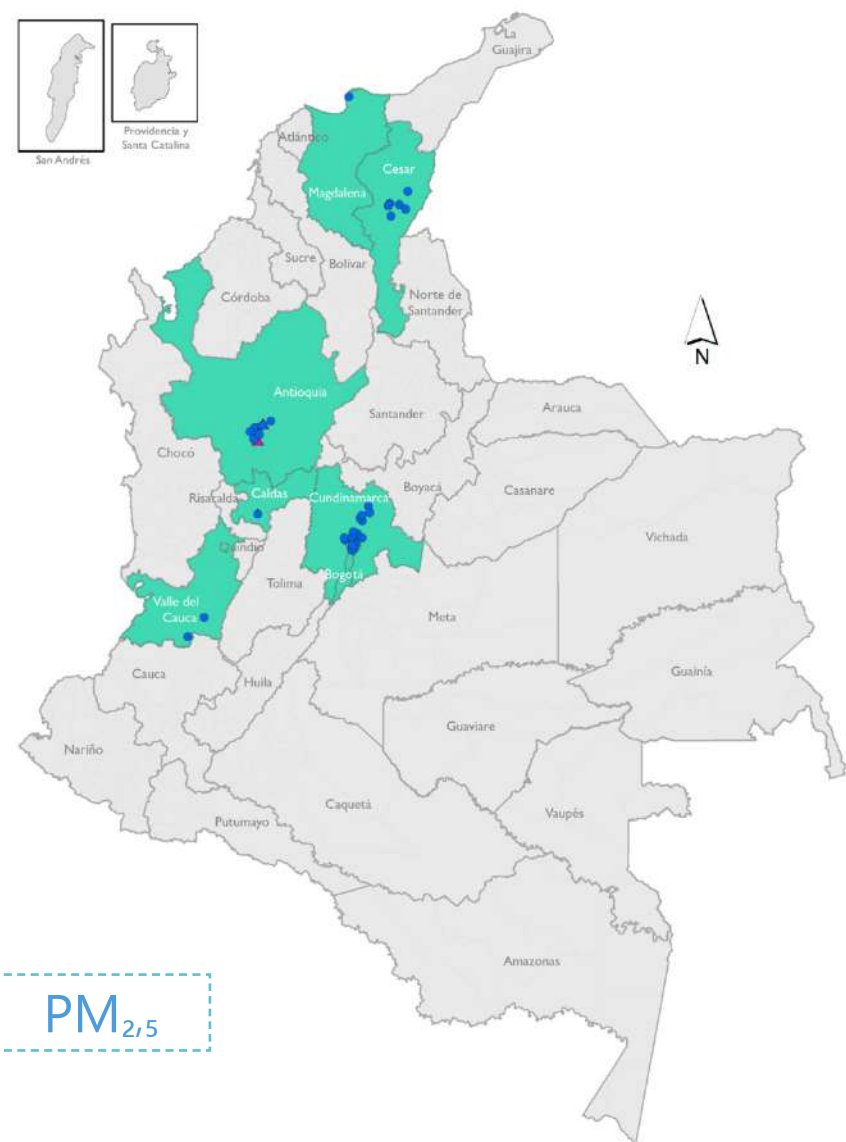
Número de estaciones por departamento



Departamento	SVCA	Estaciones que cumplieron	No. estaciones
ANTIOQUIA	AMVA	Corantioquia, Escuela Joaquín A. (s), Hospital S.V. Paul, Hospital Sta. Marg, planta tratamiento, Tanque Miraflores (s)	6
HUILA	CAM	Alcaldía, Estación Tausa, Los Sauces, Planta Tibitoc, Ptar 1, Sena, Urbano Cota, Urbano Nemo con	2
CUNDINAMARCA	CAR	Alcaldía, Estación Tausa, Los Sauces, Planta Tibitoc, Ptar 1, Sena, Urbano Cota, Urbano Nemo con	8
CALDAS	CORPOCALDAS	Estación La Dorada, Estación La Nubia, Estación Palogrande, Liceo Isabel La Católica, Licorera	5
CESAR	CORPOCESAR	Bomberos, Boquerón, Cascará, La Jagua Centro, La Palmita, La Victoria, Rincón Hondo, Seminario	8
TOLIMA	CORTOLIMA	Cortolima, Policía de Carreteras	2
VALLE DEL CAUCA	CVC	Móvil, Palmira	2
BOGOTÁ D.C.	SDA	C. Alto Rendimiento, Guaymaral, Las Ferias, Minambiente, San Cristóbal, Suba	6

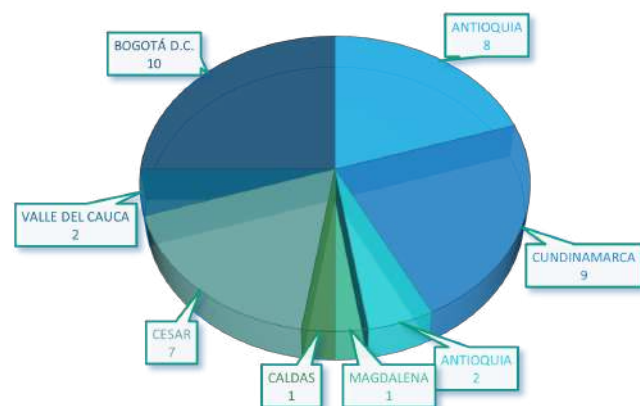
³⁰ El promedio del periodo de referencia (Normal Climatológica Estándar) es de 30 años y el utilizado para este propósito corresponde al periodo 1981 – 2010.

Infografía 2. Estaciones de monitoreo de PM_{2,5} que cumplieron con el objetivo intermedio 3 de las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud, año 2021



PM_{2,5}

Número de estaciones por departamento



Departamento	SVCA	Estaciones que cumplieron	No. estaciones
ANTIOQUIA	AMVA	Biblioteca Fernando B, Ciudadela Educativa, Hospital Manuel Uribe, I.E. José Félix, Liceo Fernando Vélez, Santa Elena, Tanques EPM, Torre social	8
CUNDINAMARCA	CAR	Alcaldía, DLIA, Emáñez, Estación Tausa, Planta Tibitoc, Ptar I, Sena, Urbano Cota, Urbano Nemocón	9
ANTIOQUIA	CORANTIOQUIA	EIA, IGLE	2
MAGDALENA	CORPAMAG	Unimag	1
CALDAS	CORPOCALDAS	Licorera	1
CESAR	CORPOCESAR	Boquerón, Cascará, Costa Hermosa, El Hatillo, La Aurora, La Jagua Vía, La Loma 2	7
VALLE DEL CAUCA	CVC	Estación Jamundí, Palmira	2
BOGOTÁ D.C.	SDA	Bolivia, C. Alto rendimiento, El Jazmín, Guaymaral, Las Ferias, Minambiente, San Cristóbal, Suba, Tunal, Usme	10

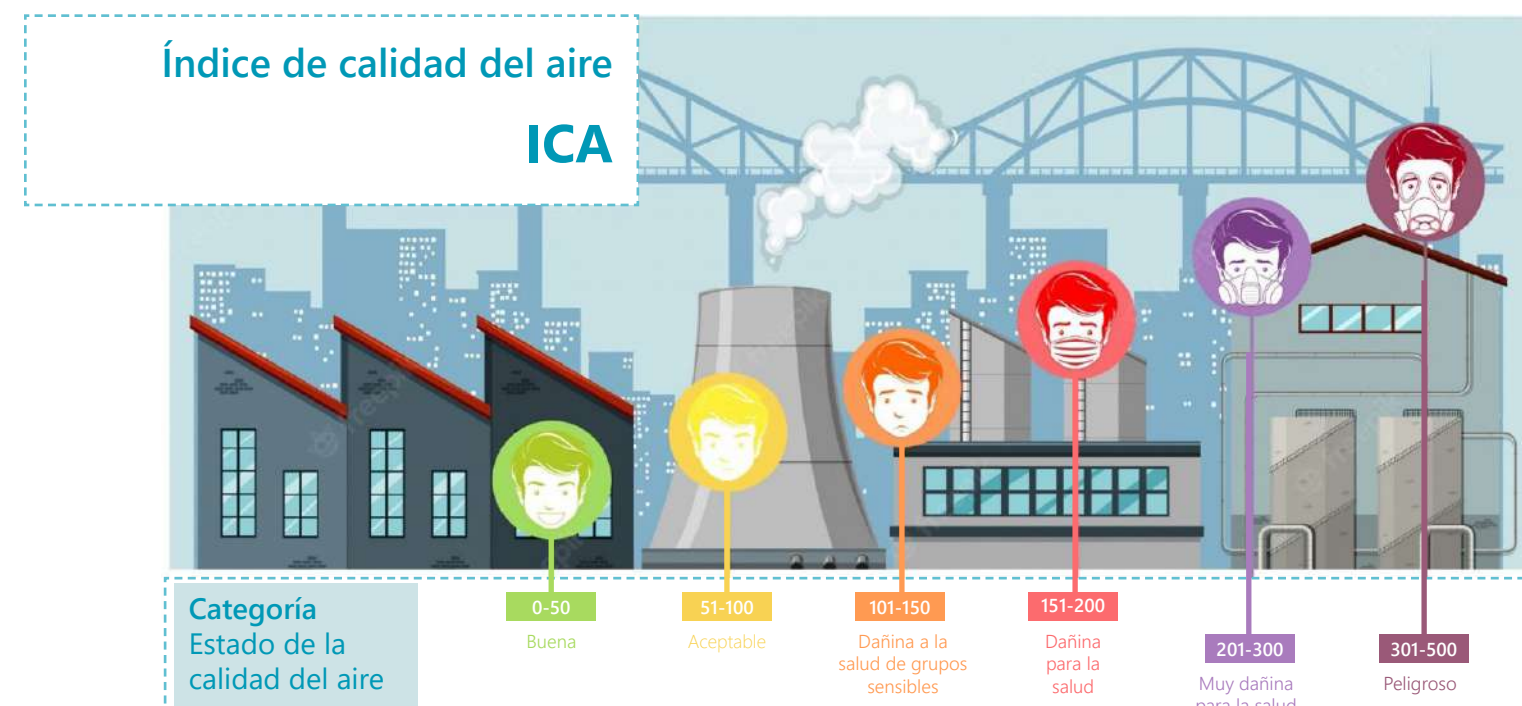
Fuente: Ideam (2021).

2.2.3.2. Índice de la Calidad del Aire – ICA

El Índice de calidad del aire permite categorizar y correlacionar los niveles de inmisión de los contaminantes criterio obtenidos mediante las estaciones de monitoreo con posibles efectos adversos a la salud de la población expuesta. El ICA es un valor adimensional, entre 0 y 500, al cual se le asigna un color y una categoría, que, de menor a mayor, en orden de importancia tiene una relación con potenciales efectos a la salud.

El ICA, en Colombia se reguló mediante la Resolución 2254 de 2017, la cual expone para los seis contaminantes criterio, los puntos de corte para su ponderación y respectiva categorización de acuerdo con los posibles efectos sobre la salud humana asociados.

Figura 50. Índice de calidad del aire



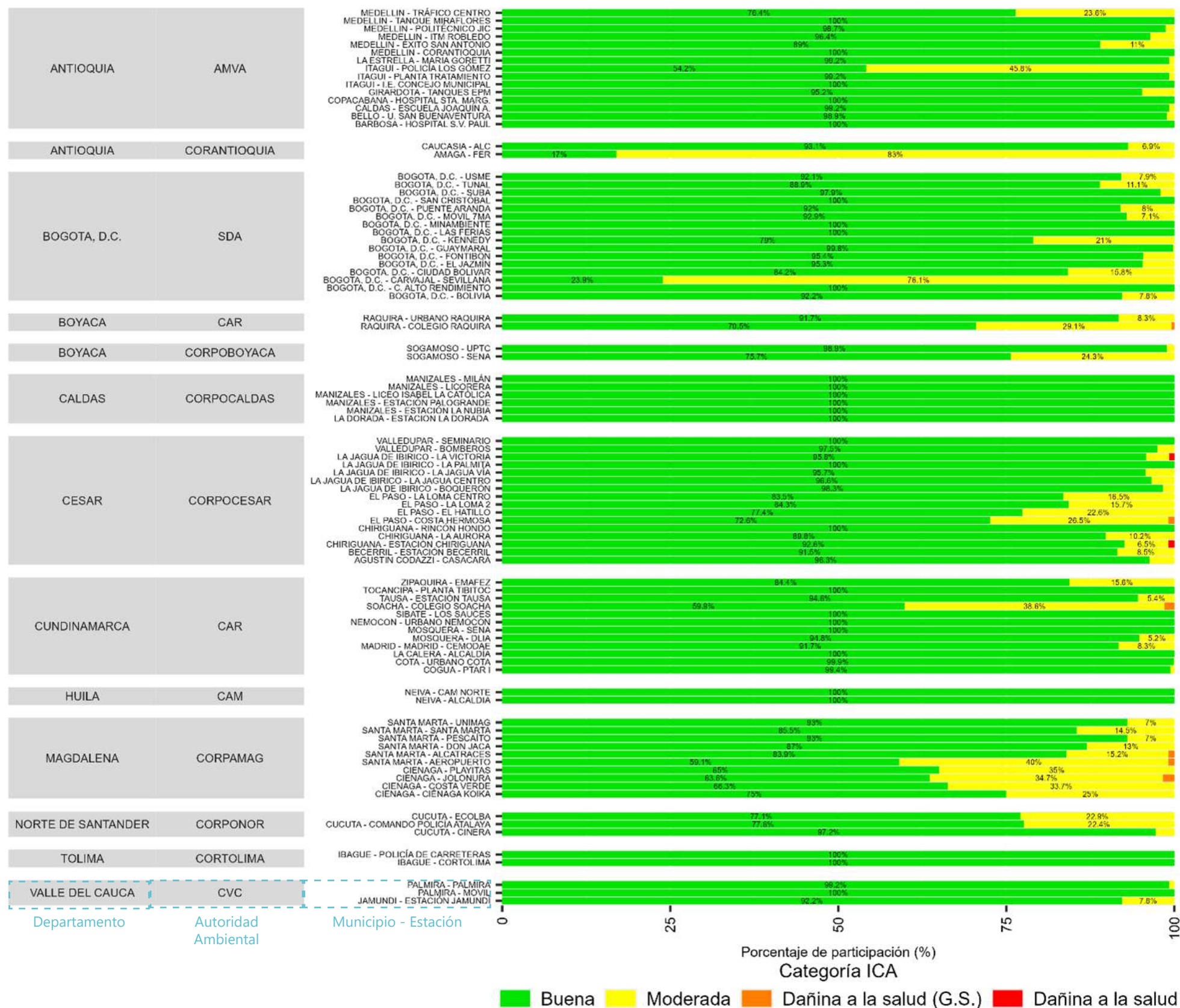
Fuente: Adaptado de Resolución 2254 de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022).

Para mayor información acerca del ICA consulte aquí:



A continuación, en las Figuras 51 y 52 se presentan los resultados nacionales obtenidos de la ponderación del Índice de calidad del aire correspondiente al año 2021, para los contaminantes criterio: partículas menores a 10 micras y partículas menores a 2,5 micras, monitoreados por las estaciones cuyas series temporales de datos reportadas en el Subsistema de información sobre calidad del aire - SISAIRE cumplieron con una representatividad temporal (porcentaje de datos válidos) igual o superior al 75%.

Figura 51. Índice de calidad del aire para partículas menores a 10 micras (PM₁₀), año 2021



Cifras relevantes

- 92 estaciones monitorearon el PM₁₀ de manera representativa.
- 90 estaciones reportaron en proporciones mayoritarias (en más del 50% del tiempo de monitoreo) un estado de la calidad del aire **bueno**.
- 2 estaciones reportaron en proporciones mayoritarias (en más del 50% del tiempo de monitoreo) un estado de la calidad del aire **aceptable**.

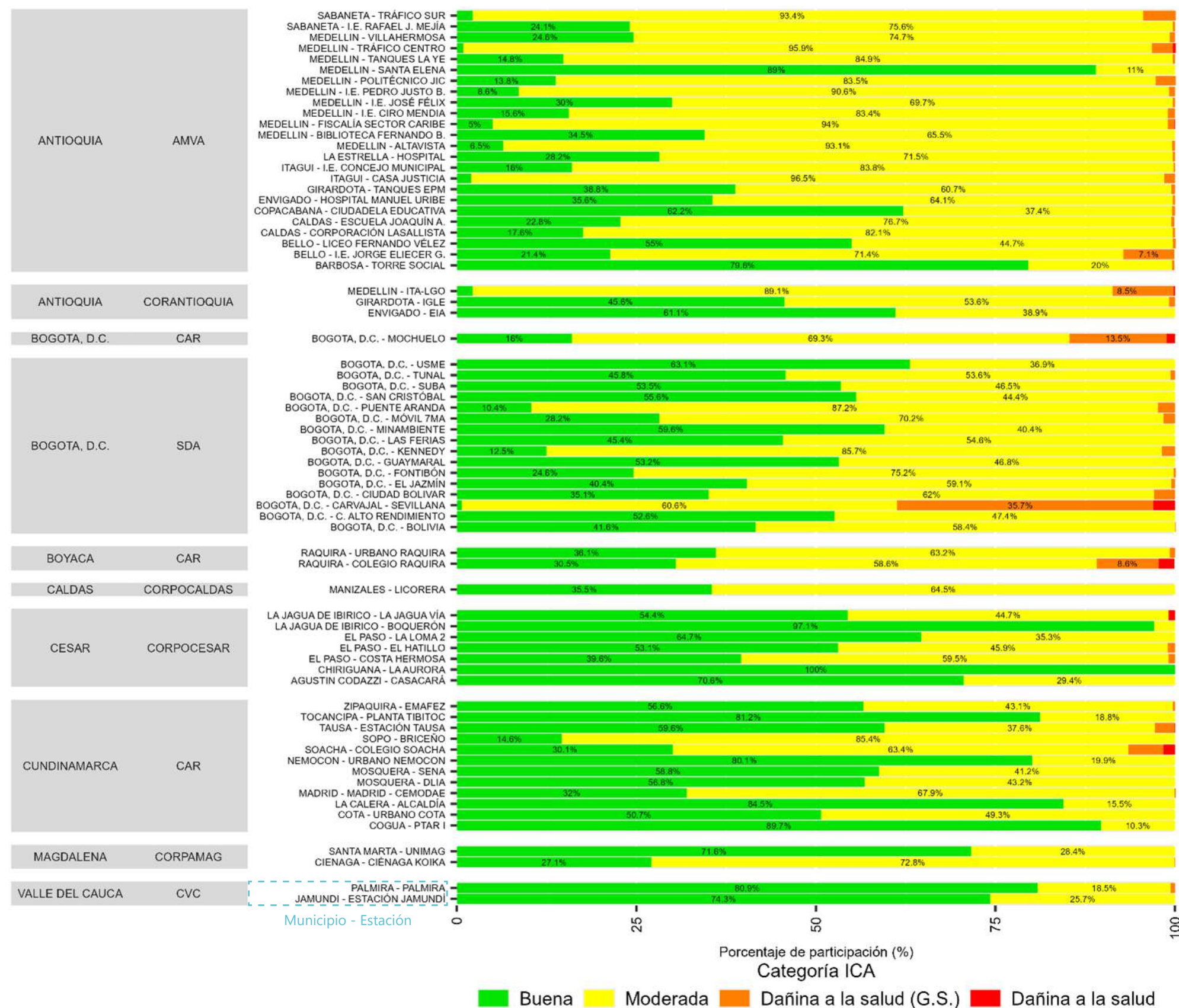
Los resultados obtenidos tras la ponderación del Índice de calidad del aire para PM₁₀, que se ilustran en la **Figura 51**, permiten señalar que, la mayoría de las estaciones del país (90 estaciones) en proporciones mayoritarias (superiores al 50% del tiempo de monitoreo) señalaron un estado de la calidad del aire bueno. De estas estaciones, 9 reportaron esta categoría en un rango porcentual comprendido entre el 50% y el 75% del tiempo de monitoreo, estas estaciones se ubican en los municipios de Itagüi (Antioquía), Soacha (Cundinamarca), Ráquira (Boyacá), Ciénaga (Magdalena) y El Paso (Cesar), y en la ciudad de Santa Marta (Magdalena). Siendo necesario en estas zonas orientar acciones para incrementar el porcentaje de datos en la categoría buena, la cual está asociada a un riesgo bajo para la salud.

Del total de estaciones, 2 reportaron en proporciones mayoritarias (>50% del tiempo de monitoreo) un estado de la calidad del aire aceptable, estas estaciones se ubican en la ciudad del Bogotá (Carvajal-Sevillana) y en el municipio de Amaga, Antioquia (FER), zonas de importante incidencia de tráfico e industrial. Siendo perentorio en estas zonas reforzar las acciones de mejoramiento de la calidad del aire en términos de material particulado, en pro de la salud y bienestar de la población expuesta, esto ya que esta categoría supone posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.

El material particulado es un indicador común de la contaminación del aire. Afecta a más personas que ningún otro contaminante. Los principales componentes del material particulado son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, los polvos minerales y el agua. Consiste en una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Las partículas con un diámetro de 10 micrones o menos (PM₁₀) pueden penetrar y alojarse profundamente en los pulmones. (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Fuente: Ideam (2021).

Figura 52. Índice de calidad del aire para partículas menores a 2,5 micras (PM_{2,5}), año 2021



Ahora bien, con respecto a la categoría dañina a la salud de grupos sensibles (personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños, adultos mayores), esta se reportó en 6 estaciones de monitoreo, aunque en proporciones bajas, comprendidas entre el 0,4% y 1,7% del tiempo de monitoreo. Estas estaciones en las cuales se registró dicha categorización se ubican en los municipios de Soacha (Cundinamarca), Ráquira (Boyacá), Ciénaga (Magdalena) y El Paso (Cesar), y en la ciudad de Santa Marta (Magdalena), locaciones en las cuales se presentaron cortos episodios de contaminación que podrían resultar perjudiciales para la salud y bienestar humano, por lo que las respectivas autoridades ambientales deben implementar medidas más eficientes para reducir los efectos de la contaminación del aire en estas zonas en particular.

En cuanto a la categoría más alta reportada en las estaciones del país, que corresponde a dañina para la salud, esta se alcanzó en 2 estaciones de monitoreo en porcentajes cercanos al 1%, lo que indica que se presentaron muy cortos episodios de altas concentraciones, debidos a eventos muy puntuales, esto ya que en estas estaciones durante un poco más del 90% del tiempo de monitoreo se reporta un estado de la calidad del aire bueno; dichas estaciones se ubican en el departamento del Cesar, en los municipios de Chirguaná y La Jagua de Ibirico. A la respectiva autoridad ambiental se recomienda especial seguimiento al comportamiento de estas estaciones y adoptar las medidas necesarias frente a estos picos de contaminación.



Cifras relevantes

- 70 estaciones monitorearon el PM_{2,5} de manera representativa.
- 41 estaciones reportaron en proporciones mayoritarias (en más del 50% del tiempo de monitoreo) un estado de la calidad del aire **aceptable**.
- 29 estaciones reportaron en proporciones mayoritarias (en más del 50% del tiempo de monitoreo) un estado de la calidad del aire **bueno**.
- 1 estación reportó durante una proporción considerable (~36% del tiempo de monitoreo) un estado de la calidad el aire **dañino a la salud de grupos sensibles**.

En cuanto a los resultados obtenidos de la ponderación del Índice de calidad del aire para PM_{2,5}, ilustrados en la Figura 52, se observa que, este contaminante en poco más de la mitad de las estaciones (58,6%, que equivale a 41 estaciones) en proporciones mayoritarias reportaron un estado de la calidad del aire aceptable, el cual supone posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles. Lo que permite identificar oportunidades de mejora y retos para las respectivas autoridades ambientales, orientados al mejoramiento de la calidad del aire a partir de la reducción de las concentraciones en especial de este contaminante para la mitigar los impactos en la salud pública, esto considerando que este contaminante en particular tiene mayor susceptibilidad a ocasionar efectos adversos sobre la salud humana.

Las partículas que tienen un diámetro de 2,5 micrones o menos (PM_{2,5}) resultan aún más dañinas para la salud. El PM_{2,5} puede atravesar la barrera pulmonar y entrar en el sistema sanguíneo. La exposición crónica al material particulado contribuye al riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cáncer de pulmón. (Organización Mundial de la Salud, 2021).

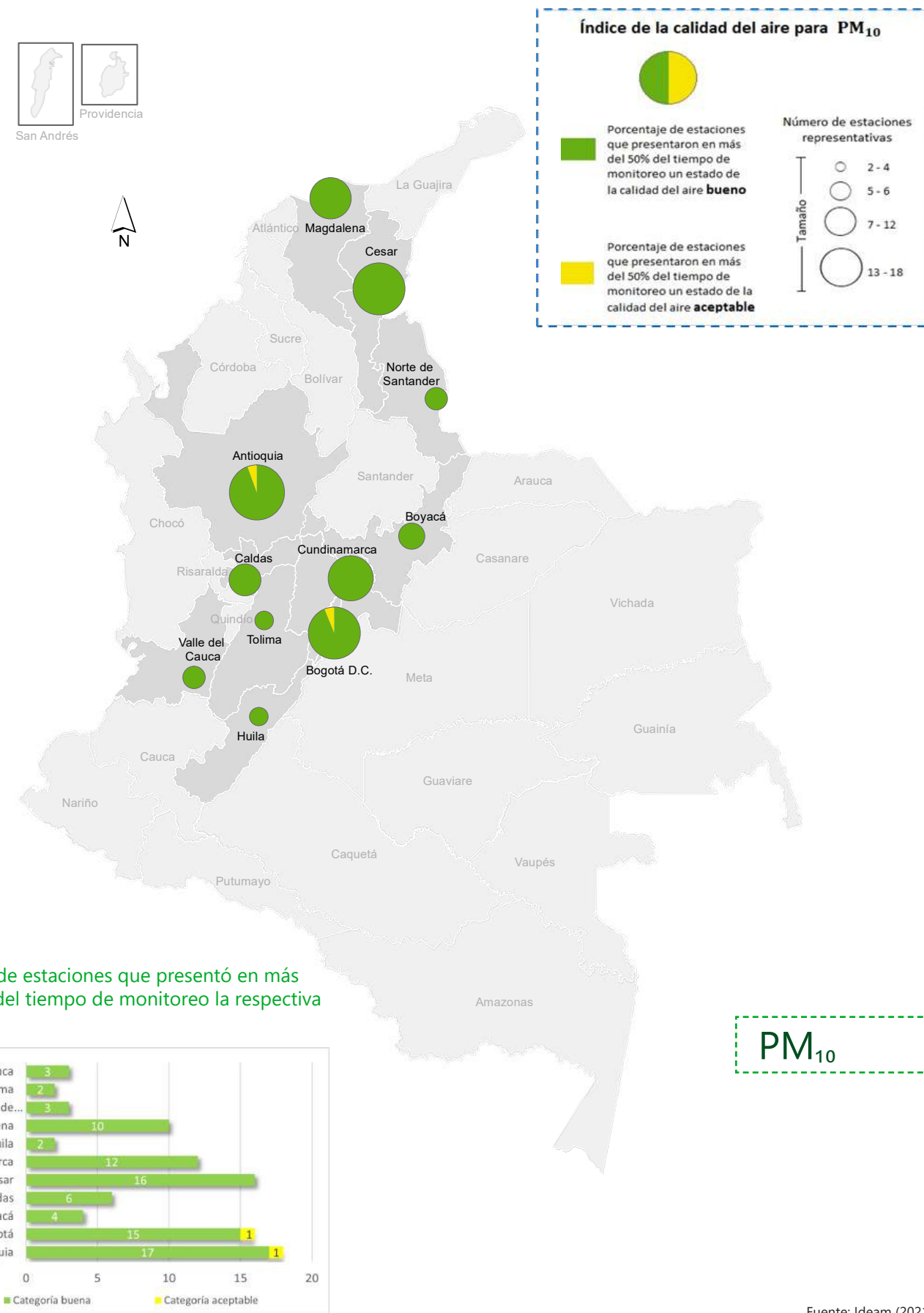
Por su parte, la categoría dañina a la salud de grupos sensibles (personas con enfermedades cardiacas o pulmonares, niños, adultos mayores), se reportó en el 63% de las estaciones (44 estaciones), los porcentajes de ocurrencia, por lo general fueron inferiores al 14%. Exceptuando únicamente la estación Carvajal-Sevillana ubicada en la ciudad de Bogotá, en la cual se reportó en proporciones significativas (~36% del tiempo de monitoreo) dicha categoría. Con respecto a la categoría dañina a la salud, que corresponde a la categoría más

alta reportada, esta se alcanzó en 9 estaciones (13% de las estaciones), reportándose en porcentajes de ocurrencia comprendidos entre el 0,1% y 3% del total tiempo de monitoreo, presentándose en 4 estaciones ubicadas en los municipios de Ráquira y Soacha (Cundinamarca) y en la Ciudad de Bogotá (Mochuelo y Carvajal-Sevillana), los mayores porcentajes de ocurrencia (superiores al 1,2%).

Las anteriores cifras resaltan la importancia de que las respectivas autoridades ambientales implementen o refuercen sus programas de reducción de la contaminación, identificando acciones y medidas que aporten al mejoramiento de la calidad del aire dentro de su jurisdicción.

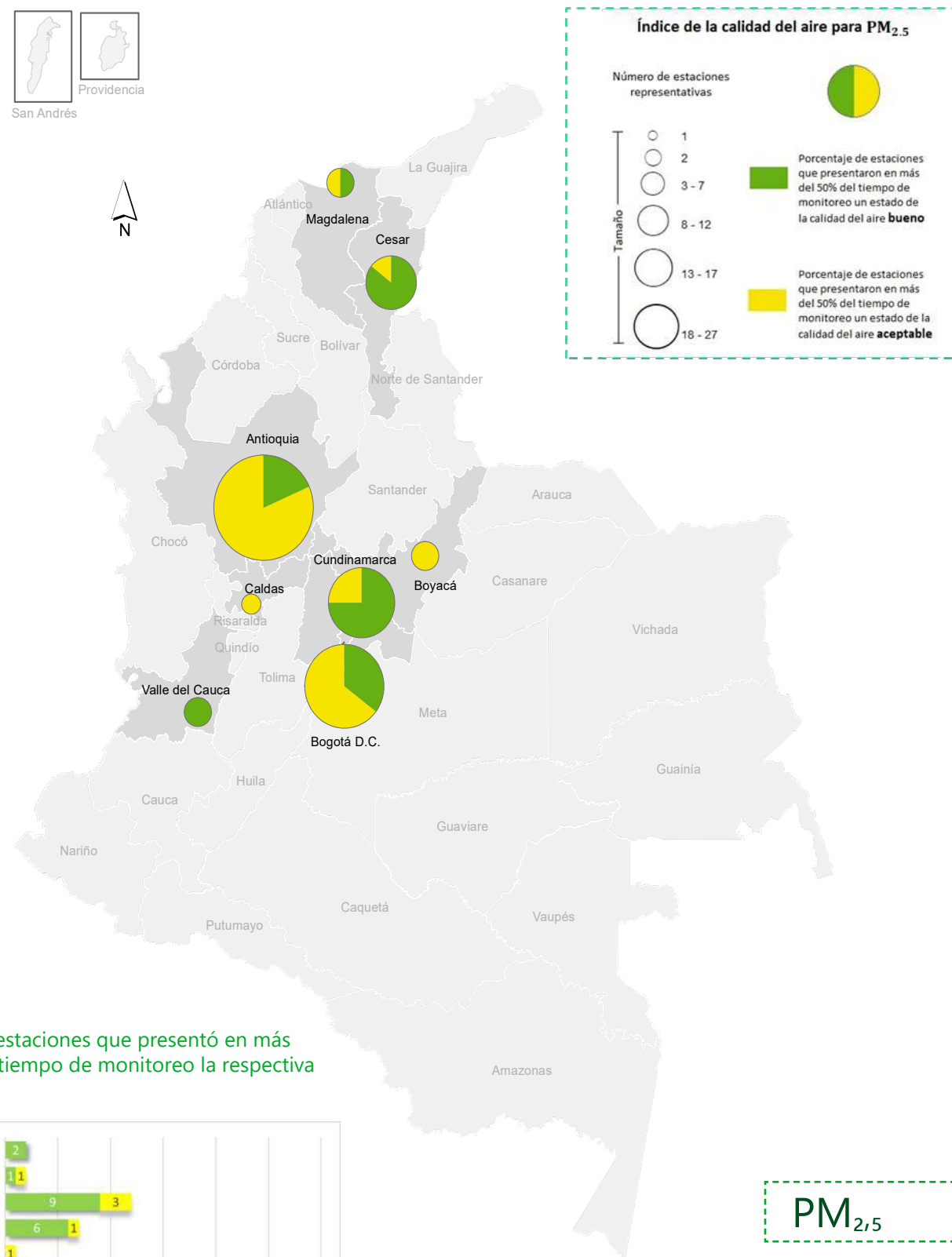
En las Infografías 3 y 4, se espacializan los resultados obtenidos de la ponderación del Índice de la calidad del aire para PM₁₀ y PM_{2,5}; para una mejor interpretación de los mapas contenidos en la infografía, es de considerar que para cada departamento se calculó el porcentaje de estaciones que presentó en más del 50% del tiempo de monitoreo determinada categoría del ICA. Por citar un ejemplo, el departamento de Antioquia contó en total con 18 estaciones que monitorearon de manera representativa el PM₁₀, de estas estaciones el 94%, en proporciones mayoritarias señalaron un estado de la calidad del aire bueno y el restante 6%, en proporciones mayoritarias señalaron un estado de la calidad del aire aceptable. Así mismo, es de señalar que las tortas que representan los porcentajes anteriormente mencionados, se simbolizaron proporcionalmente de acuerdo con el número de estaciones representativas, de tal manera que las tortas con mayor tamaño simbolizan los departamentos con mayor número de estaciones de monitoreo representativas.

Infografía 3. Índice de calidad del aire para partículas menores a 10 (PM₁₀) – Consolidado departamental, año 2021

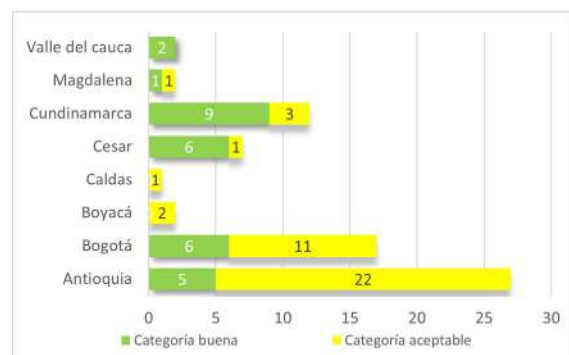


PM₁₀

Infografía 4. Índice de calidad del aire para partículas menores a 2,5 (PM_{2,5}) – Consolidado departamental, año 2021



Número de estaciones que presentó en más del 50% del tiempo de monitoreo la respectiva categoría



PM_{2,5}

Fuente: Ideam (2021).

Conclusiones y recomendaciones – Monitoreo, seguimiento y estado de la calidad del aire año 2021



Cifras relevantes

Para efectuar el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, el país contó con 22 sistemas de vigilancia de la calidad del aire – SVCA operados por autoridades ambientales. Estos SVCA contaron en total con 199 estaciones de monitoreo, de las cuales, el 91% monitoreó de forma permanente y el 9% monitoreó por campañas (mínimo de 18 días).

El contaminante más evaluado fue el material particulado grueso (PM₁₀), el cual fue monitoreo en el 81% de las estaciones, seguido del material particulado fino (PM_{2,5}) que se monitoreó en el 66% de las estaciones; entre tanto, el monitoreo de los gases se efectuó en menos del 32% de las estaciones.

Los SVCA tuvieron cobertura en 19 departamentos y en 77 municipios. No obstante, en cuanto a cobertura, se identifican oportunidades de mejora, debido a que, de acuerdo con las necesidades monitoreo de la calidad del aire según el tamaño de la población de los municipios, se identificaron 90 municipios que requieren implementar un SVCA y 28 municipios que requieren mejorar su SVCA, robusteciendo la complejidad del SVCA mediante la incorporación de más estaciones y variables a monitorear y/o implementando el monitoreo permanente.

A nivel nacional, el comportamiento anual del PM₁₀ permite señalar que el 92,4% de las estaciones de monitoreo refirieron cumplimiento con respecto al nivel máximo permisible anual expuesto en la Resolución 2254 de 2017. Entre las estaciones de monitoreo que registraron excedencias a dicho límite normativo se relacionan siete, las cuales se ubican en los municipios de Itagüí, Amaga (Antioquia), Soacha (Cundinamarca), Ciénaga, Santa Marta (Magdalena) y en Bogotá D.C.

Por su parte, los promedios anuales de PM_{2,5}, señalan que a nivel nacional el 94,3% de las estaciones de monitoreo presentaron concentraciones inferiores al nivel máximo permisible anual expuesto en la Resolución 2254 de 2017. Las estaciones que reportaron concentraciones que exceden dicho límite fueron cuatro, tres de ellas ubicadas en Antioquia (municipio de Sabaneta y ciudad de Medellín) y una en la ciudad de Bogotá D.C.



Gestión a resaltar

Se destaca la labor de las autoridades ambientales en el mejoramiento de sus SVCA, esto ya que, para el año 2021, se alcanzó históricamente el mayor número de estaciones tanto permanentes como automáticas, permitiendo enaltecer el fortalecimiento del monitoreo sistemático de la calidad del aire orientado a la transición gradual de mejores tecnologías y al seguimiento permanente, lo que mejora la confiabilidad, temporalidad y oportunidad de las mediciones y contribuye a un mejor entendimiento de la contaminación atmosférica.

Durante los dos últimos dos años (2020 y 2021) se destaca el fortalecimiento en el monitoreo del material particulado fino (PM_{2,5}) y especialmente durante el año 2021, se resalta el robustecimiento del monitoreo de los gases contaminantes (dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono), mediante la incorporación de estaciones que contribuyeron a un mejor entendimiento del comportamiento de estos contaminantes criterio, que son especial importancia por suponer riesgos sobre la salud humana.

El Ideam presta un importante servicio misional de generación de conocimiento, orientado al apoyo técnico y fortalecimiento de las capacidades de las autoridades ambientales para la operación de las estaciones de calidad del aire, así como para el manejo, procesamiento y análisis de datos de las diferentes variables de calidad del aire y meteorológicas; siendo este apoyo fundamental para la consolidación de información nacional de calidad del aire, que responda a adecuados criterios de calidad y confiabilidad del dato.

Para el año 2021 se encontró un comportamiento favorable de los indicadores de la calidad del aire nacional, los cuales denotan una orientación al cumplimiento de las metas trazadas en el PND, la ENCA y los CONPES 3943 y 3918 para los años 2022 y 2030. En cuanto al PM10 el porcentaje de estaciones que cumplió tanto con el criterio de representatividad temporal, como con el objetivo intermedio 3 de la OMS, pasó del 34,8% en 2020 al 42,4% en 2021, reportando un cumplimiento de la meta al año 2022 del 35% establecida en el PND. La tendencia de los últimos cinco años sugiere un cumplimiento temprano de las metas de los CONPES 3943 y 3918 al año 2030, alcanzando anticipadamente la meta del 70% para el año 2027.



Cifras relevantes

A partir de la ponderación del Índice de calidad del aire (ICA), se puede decir que las proporciones en las cuales se alcanzan categorías dañinas a la salud y dañinas a la salud de grupos sensibles, se atribuyen principalmente a los contaminantes particulados (especialmente al PM_{2,5}), ratificando la necesidad de aunar esfuerzos para disminuir las concentraciones de estos contaminantes en el aire ambiente.

En cuanto al comportamiento de los contaminantes gaseosos, el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono, reflejaron Índices de calidad del aire en porcentajes de ocurrencia superiores al 98 % en la categoría buena del estado de la calidad del aire, lo que supone un riesgo bajo para la salud humana.



Gestión a resaltar

Con respecto al PM_{2,5}, el indicador de cumplimiento reportó un crecimiento inesperado en el 2021, alcanzando el 57,1% de las estaciones cumpliendo tanto en representatividad temporal como en el objetivo intermedio 3 de la OMS, dicho incremento se obtuvo como resultado de casi duplicar las estaciones que cumplieron en comparación con el año 2020. Adicionalmente, cabe resaltar que el año 2021 fue un periodo atípico de bajas concentraciones de material particulado, y la reactivación de la movilidad en el territorio nacional permitió aumentar las estaciones con representatividad temporal. Por otra parte, en el 2021, el número de incendios se vio reducido por la presencia prolongada del fenómeno de la niña, resultando en un mejoramiento de la calidad del aire en el país.

Referencias

Consejo Nacional de Política Económica y Social - Departamento Nacional de Planeación. (15 de marzo de 2018). Conpes 3918 - Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Colombia. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2020: Pacto por Colombia, pacto por la equidad, Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-Pacto-por-Colombia-pacto-por-la-equidad-2018-2022.pdf>

Fondo Acción para el Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2022). Actualización de la Valoración económica de la contaminación del aire urbano 2015 y 2018.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (2021). Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2020. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023946/023946.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política de prevención y control de la contaminación del aire, Bogotá, D.C. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Politica_de_Prevenccion_y_Control_de_la_Contaminacion_del_Aire.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de noviembre de 2017). Resolución No. 2254 de 2017 "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones". Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Resolucion-2254-de-2017.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS reativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.

Actualización mundial 2005, Resumen de evaluación de los riesgos. Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1

Organización Mundial de la Salud. (25 de marzo de 2014). 7 millones de muertes cada año debidas a la contaminación atmosférica. Comunicado de prensa, Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution>.

Organización Mundial de la Salud. (22 de septiembre de 2021). Contaminación del aire ambiente (exterior). Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=La%20PM2.5%20puede%20atravesar,as%C3%AD%20como%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=La%20PM2.5%20puede%20atravesar,as%C3%AD%20como%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n).

Organización Mundial de la Salud. (22 de septiembre de 2021). Contaminación del aire ambiente (exterior), Contexto general. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

Organización Mundial de la Salud. (22 de septiembre de 2021). Contaminación del aire ambiente (exterior). Datos y cifras. Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

Organización Mundial de la Salud. (22 de septiembre de 2021). Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar millones de muertes debidas a la contaminación del aire. Copenhague y Ginebra.

2.3. Biodiversidad

2.3.1. Estado de conservación de los Páramos en Colombia

Humboldt: Jaime Burbano-Girón, Investigador, María Alejandra Molina Berbeo, César Gutiérrez Montoya, Cristian Alexander Cruz-Rodríguez y José Manuel Ochoa Quintero.

Agradecimiento a colaboradores: María Cecilia Londoño.

Las consideraciones metodológicas de este contenido se pueden consultar en los Reportes BIO a través del siguiente código QR:



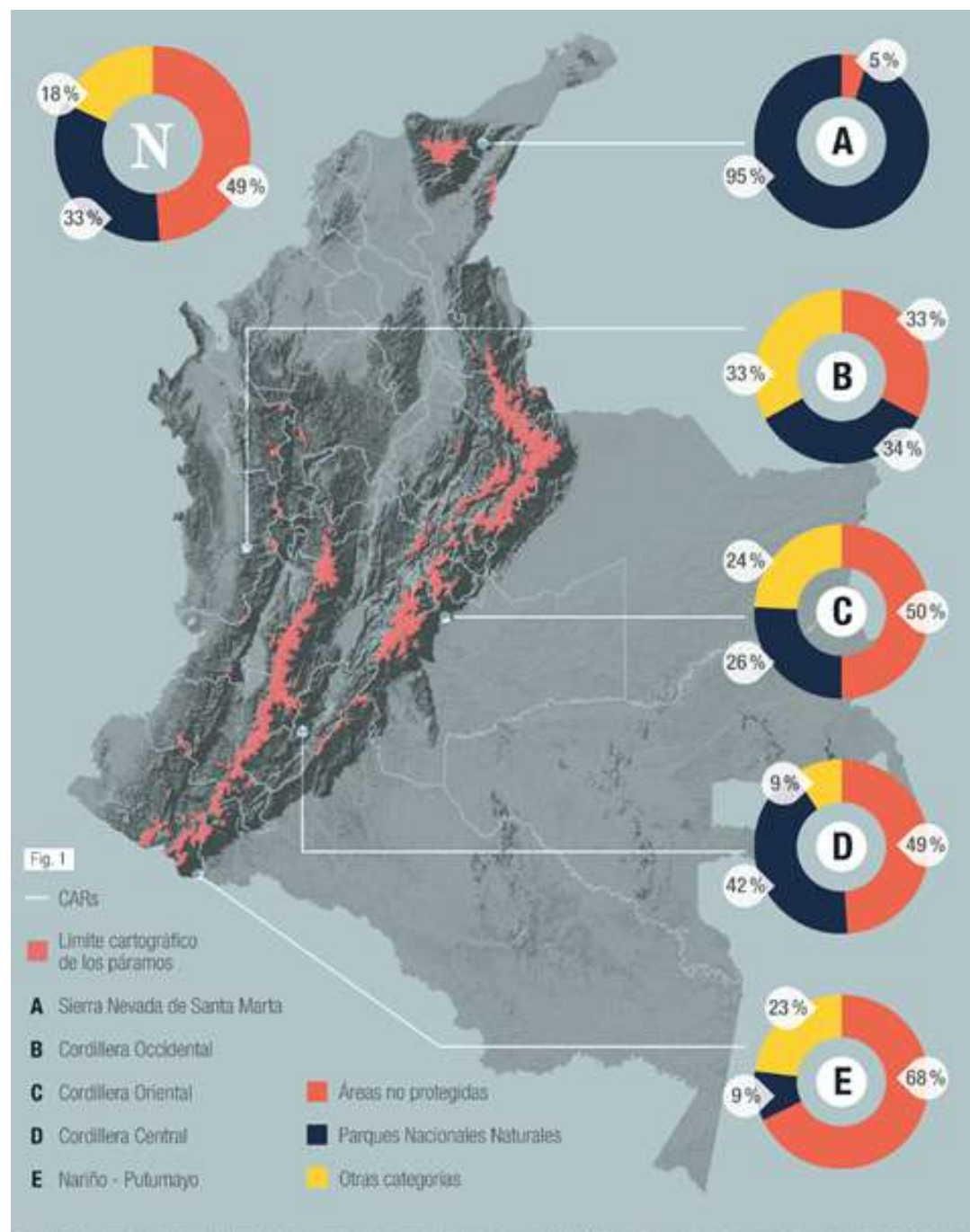
El 51 % de los páramos del país están bajo alguna figura de protección y el 86 % mantiene sus coberturas naturales, indicando un alto grado de protección y conservación. No obstante, la planificación para su conservación y la toma de decisiones que definen su ordenamiento y gestión debe reconocer la participación de las comunidades relacionadas con este ecosistema.

Los páramos son ecosistemas estratégicos que regulan y proveen cerca del 70 % del recurso hídrico del país, almacenan grandes cantidades de carbono atmosférico en sus suelos y poseen altos niveles de endemismos¹⁻³. A partir de la Ley 99 de 1993 se encuentran de manera expresa en especial protección y actualmente son considerados de importancia estratégica y prioridad nacional de conservación de la biodiversidad por medio de la Ley 1930 de 2018.

La presencia de figuras de protección del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) en los páramos se ha incrementado a lo largo del tiempo¹⁰, desde la década del 70, cuando se logró su mayor protección y a partir del año 2008 con un aumento de las mismas. Sin embargo, a nivel nacional el 49 % del área de los complejos de páramo no se encuentra bajo ninguna de las categorías del RUNAP y a nivel regional, existen diferencias en su representatividad. Algunos complejos presentan no solo una mayor proporción de figuras de conservación respecto a otros sino también distintos tipos de figuras, lo que evidencia distintos niveles de protección.

Si bien, la mayoría de los páramos se encuentra dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales (33 %), en los complejos del sector de Putumayo-Nariño, por ejemplo, predominan otras figuras de conservación que permiten el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos. Un análisis nacional de prioridades de conservación es prioritario para seleccionar las figuras de conservación más adecuadas en cada complejo y así favorecer la inversión eficiente de los recursos y guiar los esfuerzos de declaratorias de las distintas figuras de conservación.

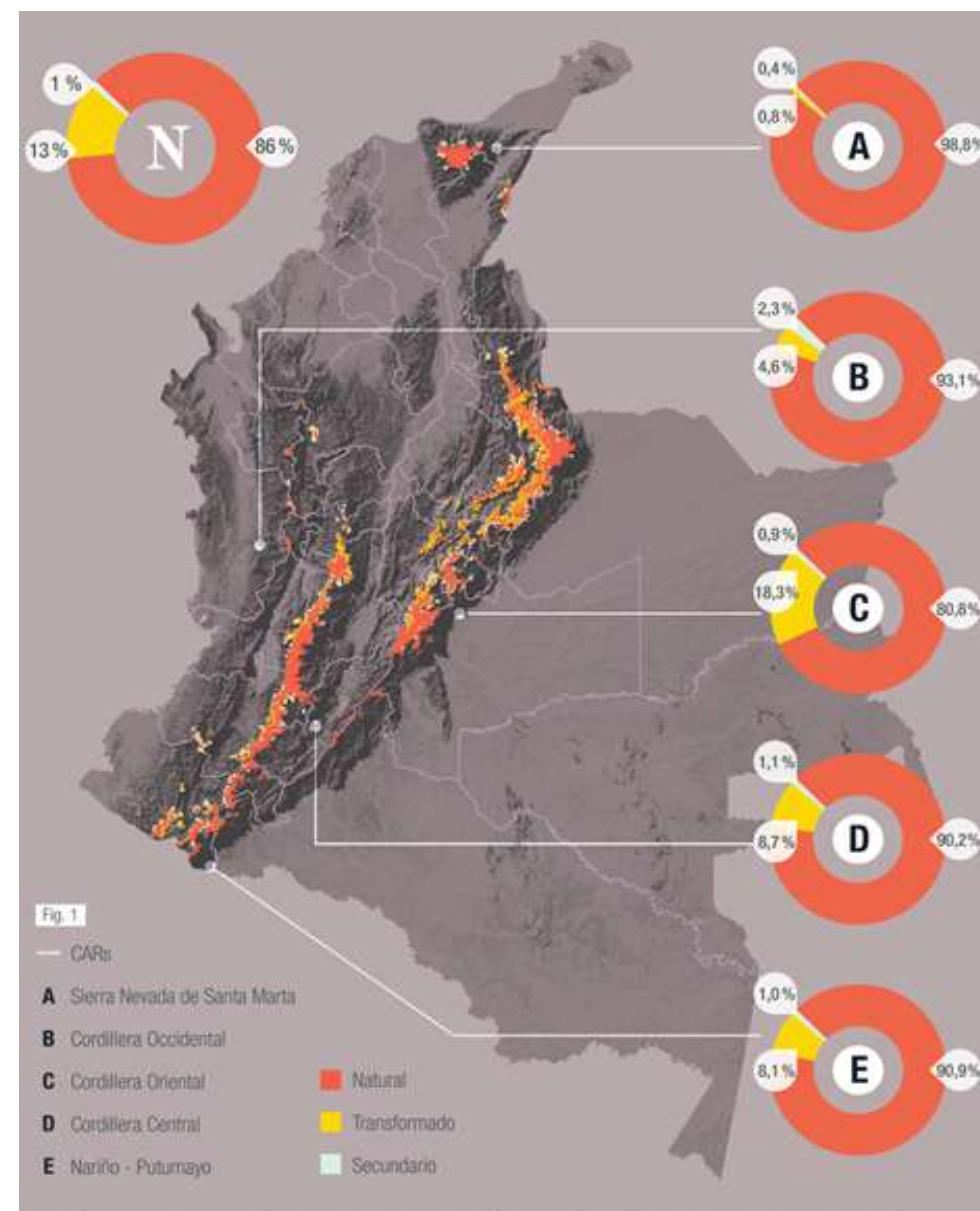
Figura 53. Proporción de áreas de conservación de los Páramos de Colombia



Fuente: Actualización límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, escala 1:100.0005, y el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas de Colombia (<https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>).

El buen estado de conservación de los páramos se evidencia en su alta proporción de cobertura natural. En todos los periodos de tiempo analizados (2002 - 2009 - 2012) estas representan entre el 80 y 90% del área. Sin embargo, en todos los complejos se presenta un leve incremento de la cobertura transformada a través de los años, coincidiendo con el descenso de la cobertura natural, y el aumento de la vegetación secundaria. En 2009, el área transformada del total de complejos de páramo era del 13%10. Este valor es similar al año 2012, no obstante, la proporción de vegetación secundaria aumentó del 0.6 al 0.9%. Esta tendencia indica que, a pesar del grado de protección y conservación, la presión sobre los páramos se mantiene. Esta presión históricamente está relacionada con actividades agrícolas, de pastoreo y mineras, por lo que es importante un análisis que relacione los patrones de cambio en las coberturas con las dinámicas de estas actividades.

Figura 54. Coberturas naturales, secundaria y transformada de los Páramos de Colombia



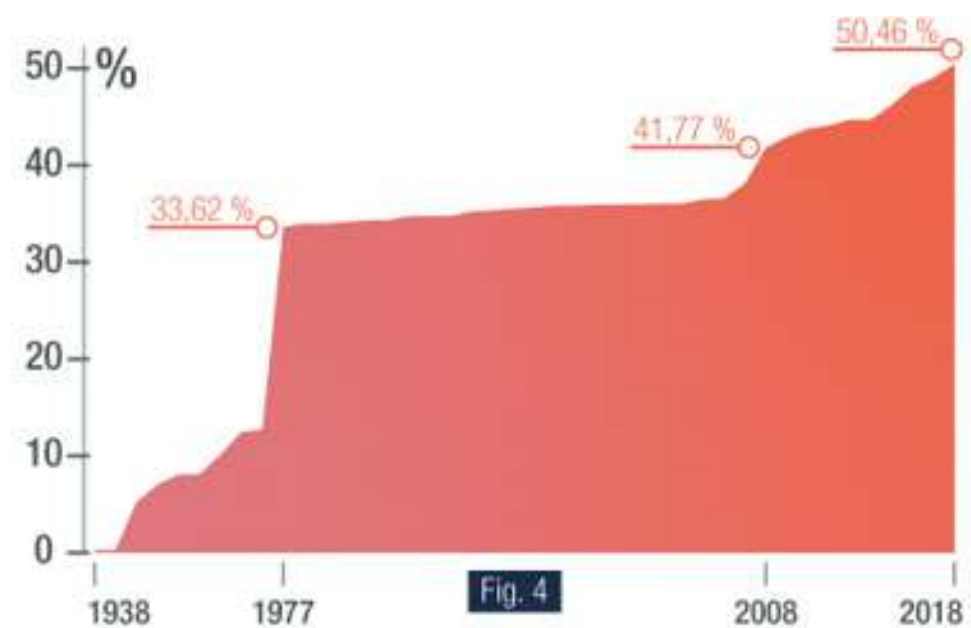
Fuente: Actualización límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, escala 1:100.0005, y el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas de Colombia (<https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>).

Es importante reforzar las medidas de protección sobre este ecosistema, a través del diálogo con los diferentes actores que tienen relación directa o indirecta con el mismo. Es primordial identificar las actividades agropecuarias de bajo y alto impacto -según disposiciones de la Ley 1930 de 2018-, con el fin de brindar alternativas que permitan conservar el ecosistema, brindando garantías para la permanencia y pervivencia de las comunidades que los habitan.

Ante la evidencia de una pérdida sostenida de la cobertura natural, se debe proteger la cobertura natural remanente, y dependiendo de la extensión del área afectada, combinar estas acciones con procesos de restauración sobre la vegetación en transición. Por el contrario, si el área de cobertura natural remanente se mantiene, las acciones deben enfocarse hacia actividades de uso sostenible sobre las áreas en transición. En todos los casos, es necesario generar alternativas de uso sostenible sobre las áreas transformadas que permitan la productividad de los cultivos con el fin de evitar su expansión. Se recomienda enmarcar estas acciones a partir de la conservación activa como un instrumento para abordar la planificación del territorio desde la participación y apropiación del ecosistema por parte de las comunidades, siendo incluyentes en todas las decisiones que se tomen sobre su ordenamiento y gestión.

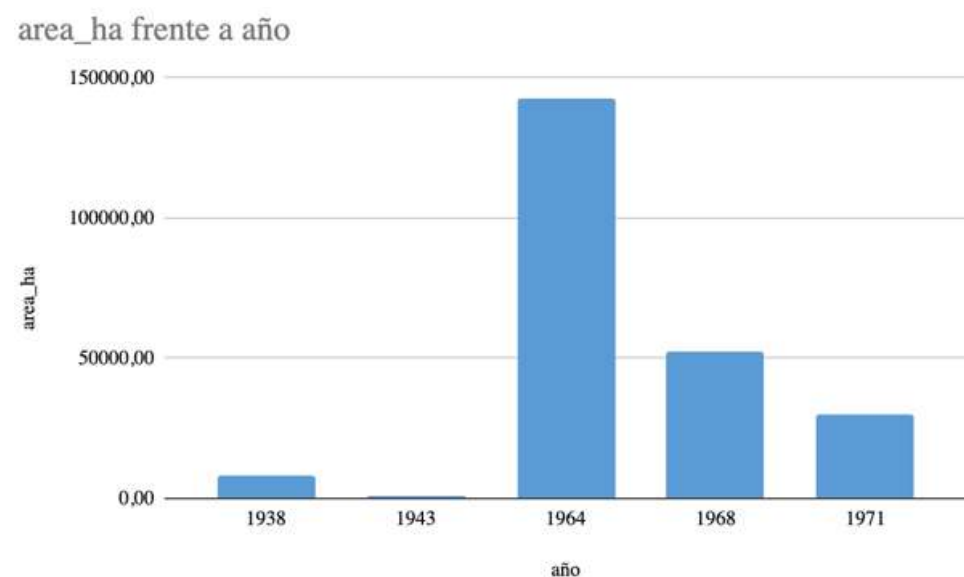
En el año 2018 se dio la última declaratoria de alguna figura de conservación del RUNAP sobre el área de los complejos de páramos.

Figura 55. Área de complejos de páramos registrados dentro de alguna categoría de protección entre el año 1938 y 2018



Fuente: Humboldt (2022).

Figura 56. Área de páramos dentro de alguna categoría de protección por año



Fuente: Humboldt (2022).

Figura 57. Cambio proporción cobertura de páramo

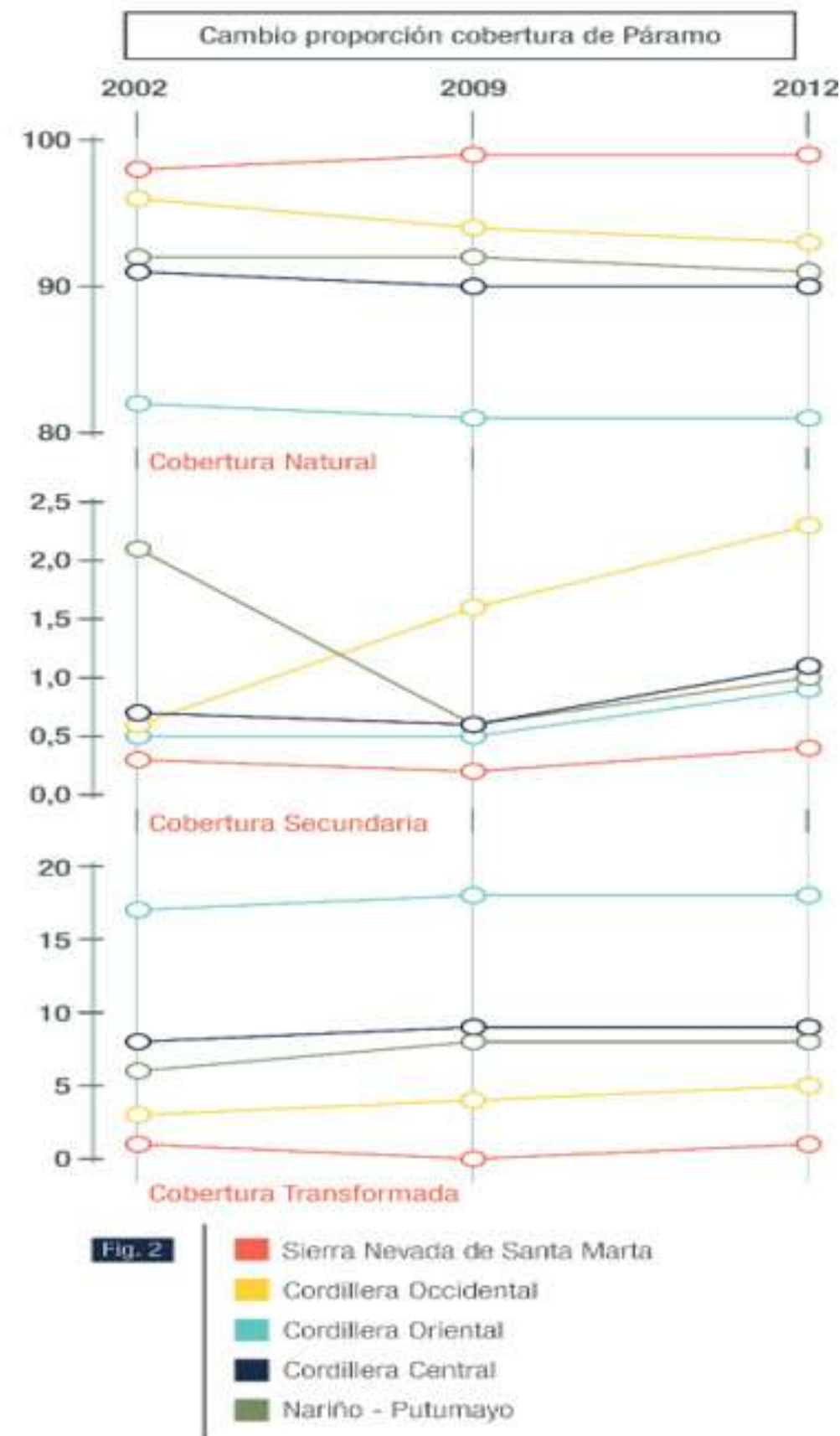


Fig. 2

- Sierra Nevada de Santa Marta
- Cordillera Occidental
- Cordillera Oriental
- Cordillera Central
- Nariño - Putumayo

Fuente: Humboldt (2022).

Las dinámicas de rotación entre actividades agrícolas y pecuarias en Colombia favorecen las transiciones entre áreas transformadas y vegetación secundaria, por encima de los procesos de regeneración hacia coberturas naturales, lo que coincide con los patrones temporales encontrados; se evidencia un aumento de la vegetación secundaria y de las coberturas transformadas, con una leve disminución de la cobertura natural. Esto indica la necesidad de adelantar acciones de restauración y recuperación de la cobertura natural de estas áreas en transición, y así mantener las actividades productivas de tipo sostenible sobre la actual área transformada, evitando su expansión.

Referencias

Sarmiento, C. & León, O. (2015). Transición bosque-páramo: Bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes Colombianos.

Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación. (2014). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Morales, M. et al. (2007). Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Rivera, D. & Perilla, C. (2014). 1.2 Transformación de los páramos de Colombia. in Restauración ecológica de los páramos de Colombia Transformación y herramientas para su conservación (eds. Cabrera, M. & Ramírez, W.) 293 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, escala 1:100.000. Proyecto: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia. (2012). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

IDEAM. (2012). Mapa de Cobertura de la tierra periodo 2010 - 2012.

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2002). Mapa de Cobertura de la tierra periodo 2000 - 2002. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2009). Mapa de Cobertura de la tierra periodo 2005 - 2009. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.

Mendoza, J., Nieto, M., Osejo, A., Ungar, P. & Zapata, J. (2016). El cuidado de los páramos. En: Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. (eds. Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. & Rueda, C.) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C., Colombia.

Osejo, A., Duarte, Bibiana., Amador, J., Ungar, P. y O.L. Hernández. (2018). Habitar el páramo. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

2.3.2. Estado de conservación y transformación de los Humedales en Colombia

Humboldt: Jaime Burbano-Girón, María Alejandra Molina Berbeo, Cesar Gutiérrez Montoya, José Manuel Ochoa Quintero, Ronald Antonio Ayazo Toscano, Dorotea Cardona Hernández.

Agradecimiento colaboradores: María Cecilia Londoño.

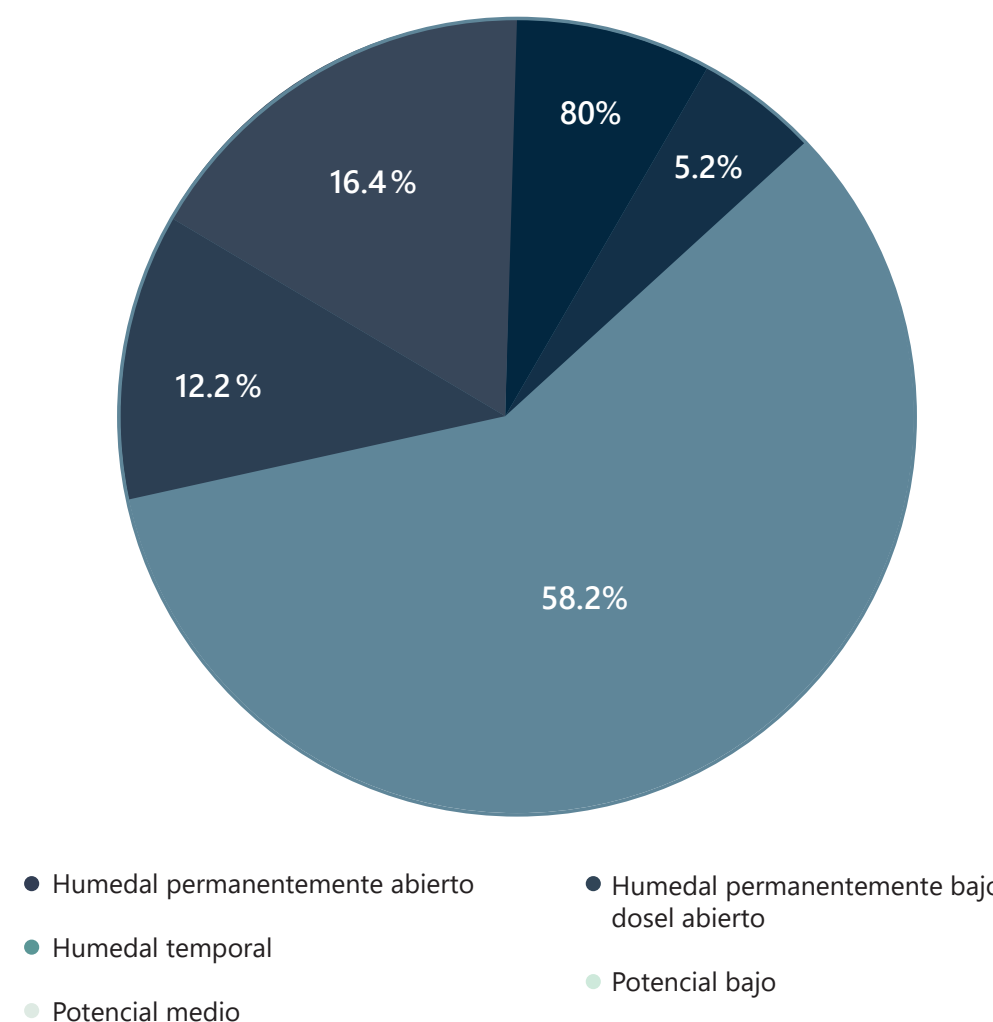
Las consideraciones metodológicas de este contenido se pueden consultar en los Reportes BIO a través del siguiente código QR:

Los ecosistemas de humedal deben ser incorporados en los procesos de planificación territorial. No hacerlo, no solamente pone en peligro las dinámicas y funciones ecohidrológicas que los caracterizan, sino que aumenta la vulnerabilidad de las comunidades ante eventos climáticos extremos.



Los humedales son ecosistemas que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permiten la acumulación de agua (temporal o permanente) y dan lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones. Como sistemas socioecológicos son el resultado de la coevolución entre las características socioculturales de sus habitantes y el ecosistema. De acuerdo al Instituto Humboldt, en Colombia, los humedales cubren el 26% del territorio continental clasificados en cinco categorías: permanente abierto (8%), permanente bajo dosel (5%), temporal (58%), potencial bajo (12%) y potencial medio (16%). En promedio, el 75% de los humedales están conformados por coberturas naturales (bosques, herbazales, arbustales y cuerpos de agua) que indican un buen estado de conservación; sin embargo, aproximadamente el 88% de los humedales del país no se encuentran bajo figuras de protección.

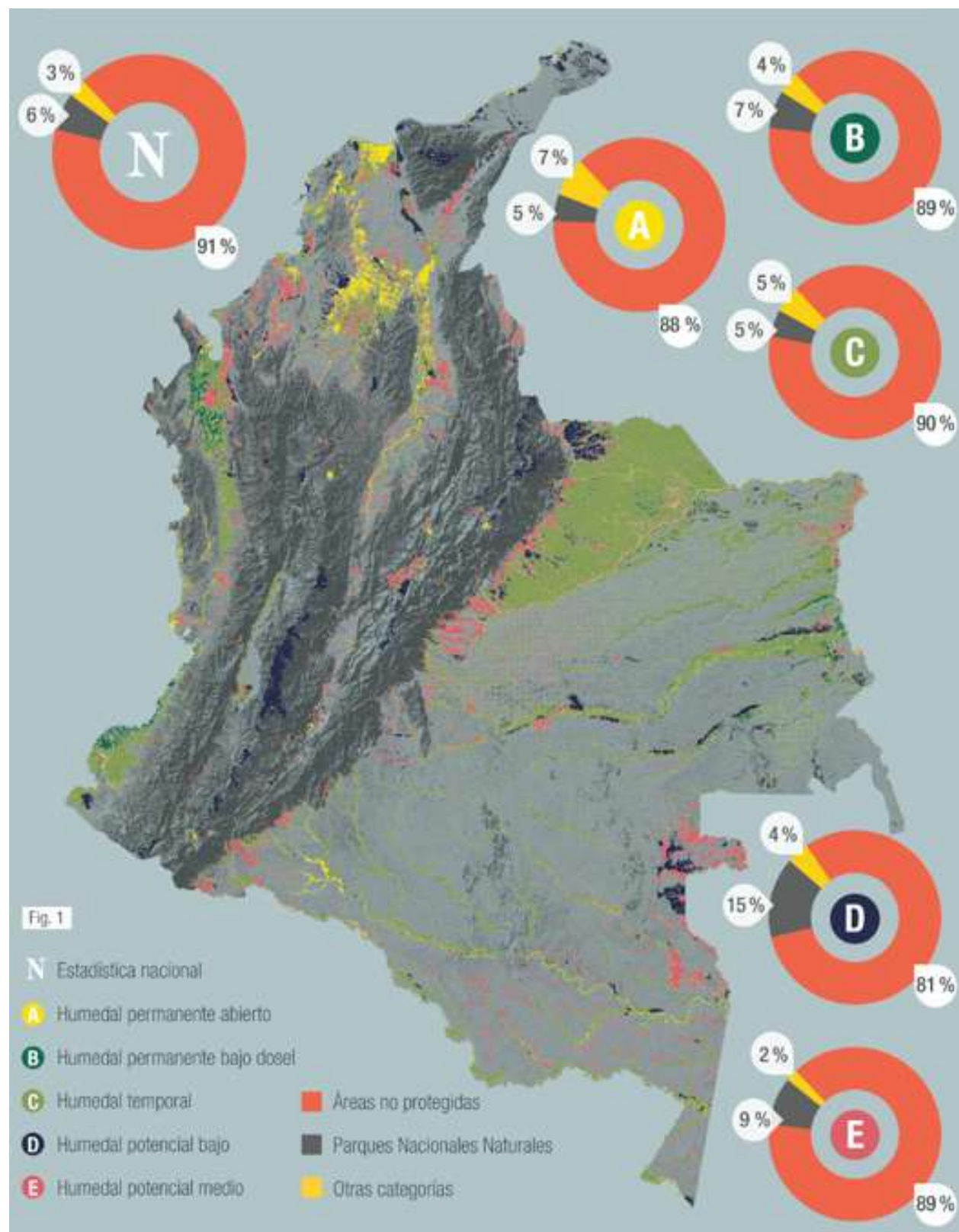
Figura 58. Porcentaje de área de tipo de humedal a nivel nacional



Fuentes: Delimitación de los Humedales, año 2015 escala 1:100.0008 (2015).

A partir de la evaluación de las coberturas de este ecosistema en el año 2012, se evidenció que los humedales permanentes (bajo dosel y abiertos) poseen el mayor porcentaje de cobertura natural (94 y 88%, respectivamente) y se encuentran ubicados principalmente en el complejo de la Mojana, en Tumaco (Nariño) y en la región del Darién, formando parte esencial de los medios de vida de estas comunidades. Este tipo de humedal es especialmente frágil, por lo que se recomienda la conservación estricta de sus espejos de agua para garantizar la protección del servicio ecosistémico relacionado con la de provisión. Sin embargo, de acuerdo al análisis, su protección como Parques Nacionales Naturales, solo incluye en el 7% de su distribución y el 5% en otras figuras de conservación.

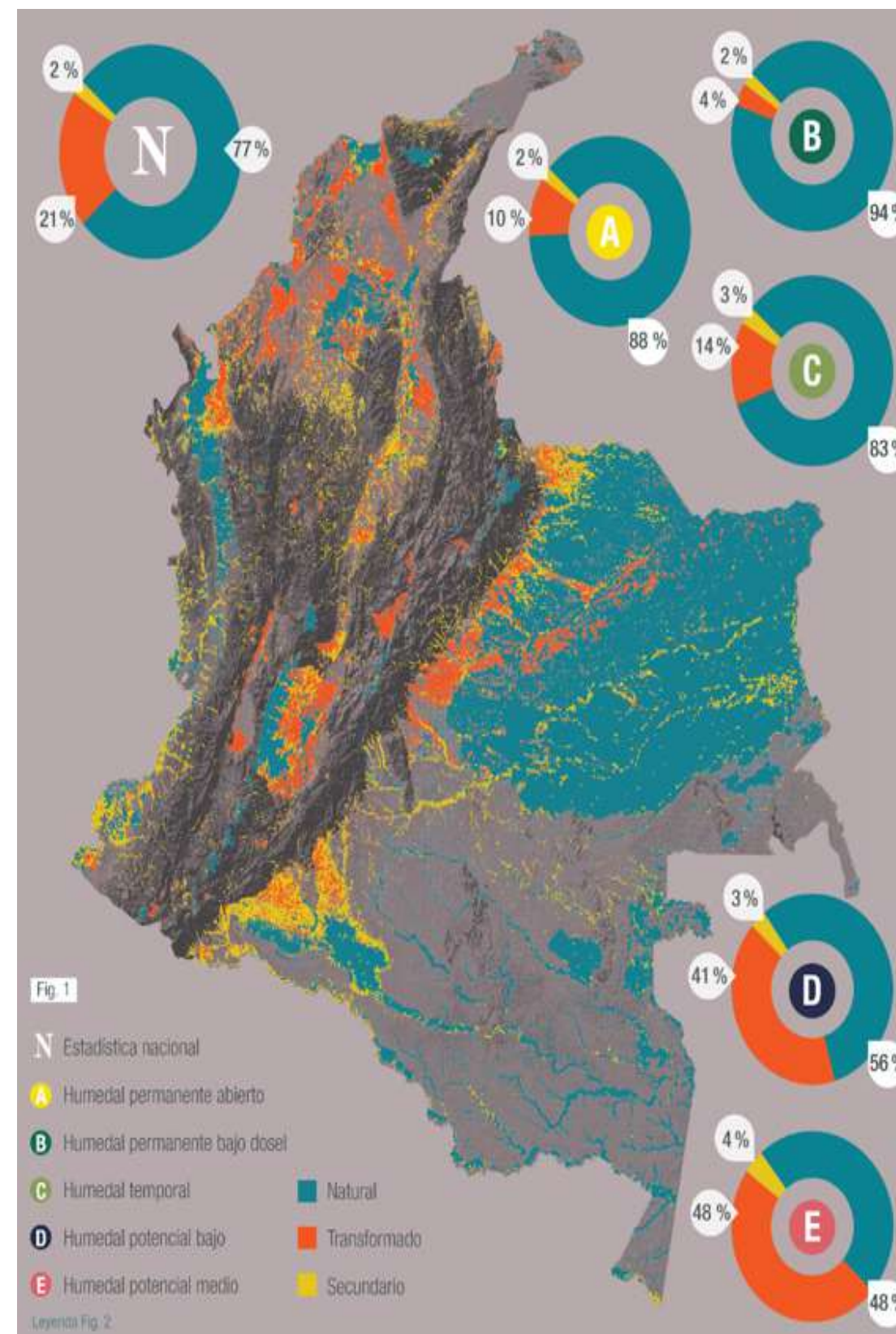
Figura 59. Proporción de figuras de protección en los Humedales



Fuentes: Mapa Identificación de humedales de Colombia, escala 1:100.000, año 20158, y Mapa de áreas protegidas de Colombia (<https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>)

Datos en <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1PWhdrtr-8ZWUQsKJzilwmdGmfSGEXpQ/edit#gid=659095899>

Figura 60. Coberturas naturales, secundaria y transformada en la distribución de los Humedales en Colombia



Fuentes: Delimitación de los Humedales, año 2015 escala 1:100.0008, Mapa de Cobertura de la tierra periodo 2010 - 20123, y Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Corine Land Cover5

Datos en <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1PWhdrtr-8ZWUQsKJzilwmdGmfSGEXpQ/edit#gid=659095899>

Los humedales temporales, los más extensos del país (58% del total), son cruciales para mantener los servicios ecosistémicos de regulación, fundamentales en la reducción del riesgo de desastres por inundación o por sequías, por lo que mantener sus condiciones y dinámicas naturales es determinante para minimizar los efectos del cambio climático. En el sistema de humedales de la Depresión Momposina por ejemplo, se han ampliado las temporadas de sequía con consecuencias sobre los cultivos y medios de vida de las comunidades. Las acciones de gestión y manejo sobre estos complejos deben incluir medidas de adaptación y cambios en la relación entre las comunidades y el ecosistema, tales como la diversificación de los cultivos en los huertos domésticos y la rehabilitación del paisaje de las llanuras de inundación.

En la región Orinoquia, donde los humedales del país se encuentran en mayor proporción, se presenta también una de las mayores tasas de transformación del paisaje -Casanare, Meta y Arauca - departamento en donde se encuentra la tercera producción ganadera nacional más importante. Así, la ganadería es el principal motor de transformación de las sabanas inundables de la Orinoquia y de los humedales en el país. Más de la mitad de los humedales en Colombia se encuentran en coberturas relacionadas con el pastoreo, y la tercera parte de ellos en cultivos. Algunas de las recomendaciones para el desarrollo de actividades ganaderas en áreas de humedal incluyen evitar la acumulación de excretas, regulación en la aplicación de herbicidas, eliminación de plantas acuáticas, regulación en la construcción de diques o canales, rotación de distribución del ganado, entre otras. Estas alternativas deben evaluarse localmente bajo estudios que determinen la capacidad del sistema de acuerdo con la carga animal.

A pesar del panorama, los humedales potenciales (medio y bajo) pueden articularse con actividades productivas, siempre y cuando estas puedan asegurar su conectividad y expansión. Cerca de la mitad del área de estos humedales se encuentran en coberturas transformadas y secundarias. Adicionalmente, al ser áreas de inundación eventual, los humedales potenciales resultan indispensables para la reducción del riesgo de desastres.

Se ha encontrado que la transformación de los humedales está fuertemente relacionada con indicadores de pobreza; los humedales más transformados se encuentran aledaños a la población de más bajos recursos en algunas ciudades principales. Así, las acciones de educación ambiental enfocada en la importancia de los servicios de regulación y provisión que prestan estos ecosistemas, son claves.

Es indispensable que las entidades de manejo ambiental tengan en cuenta el carácter anfibia dentro de sus jurisdicciones y generen estrategias de reducción del riesgo y adaptación al cambio climático, ya que, dependiendo de estas fluctuaciones hidrológicas, algunas comunidades están más propensas a ser amenazadas por eventos climáticos extremos. De lo contrario, ignorar a los humedales en la planificación territorial y en el desarrollo adaptativo de las poblaciones, puede traer consecuencias ecosistémicas, sociales y económicas profundas.

Referencias

- Vilardy, S., U. Jaramillo, C. Flórez, J. Cortés-Duque, L. Estupiñán, J. Rodríguez, O. Acevedo, W. Samacá, A. C. Santos, S. Peláez & C. Aponte. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales. Una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 100 pp
- Flórez-Ayala, C., L.M. Estupiñán-Suárez, S. Rojas, C. Aponte, M. Quiñones, O. Acevedo, Vilardy Quiroga, S.P & U. Jaramillo Villa. (2016). Identification and mapping of Colombian inland wetlands. *Biota Colombiana* 17(1):179–207. <https://doi.org/10.21068/c2016s01a03>
- IDEAM. (2012). Mapa de Cobertura de la tierra periodo 2010 - 2012. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.
- Jaramillo, U & Estupiñán-Suárez, L. (2016). Humedales al rescate de la sociedad. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.
- Colombia Anfibia, un país de humedales. Volumen II. (2016). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Moya, B. V & Hernández, A. E. (2005). Los Humedales ante del Cambio Climático. 37, 127–132.
- Ayazo Toscano, R., Ramírez, W., Cárdenas, K., Hernandez-Manrique, O. L., Gómez López, N., Vargas, W., Isaacs-Cubides, P., Aguilar, M., Herrera, Y., Huertas, H., Linares, J. C., López, W., & Bedoya, J. (2020). Amphibian Territories in Transition: Socio-ecological Rehabilitation of Wetlands. *Wetland Science & Practice*, 37(4), 321–322.
- IaVH. (2015). Mapa Identificación de humedales de Colombia, escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en: <http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/d68f4329-0385-47a2-8319-8b56c772b4c0>.
- Patino, J. E., & Estupinan-Suarez, L. M. (2016). Hotspots of Wetland Area Loss in Colombia. *Wetlands*, 36(5), 935–943. <https://doi.org/10.1007/s13157-016-0806-z>
- Boné, E., Casa, V., Mataloni, G. & Sfara, V. (2019). Ganadería en Humedales. Ganadería y calidad de agua en el Delta del Paraná, Desafíos y recomendaciones. (R. D. Quintana & M. Andelman (eds.)). Fundación Humedales/Wetlands Internacional.

2.3.3 Los herederos de Mutis: estado de las colecciones botánicas en Colombia

Humboldt: Erika Nathalia Salazar Gómez.

Agradecimiento a colaboradores: SiB Colombia por facilitar los íconos gráficos para la construcción de las gráficas.

Los datos y cifras que se reportan en esta ficha se muestran con base en lo reportado por los titulares de las colecciones biológicas en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC) con fecha de corte al 31 de diciembre de 2021. De acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.9.1.3. del Decreto 1076 de 2015, la información contenida en el registro es una autodeclaración, por lo que la veracidad de la misma es responsabilidad exclusiva del titular de la colección.

En esta ficha se incluyen análisis y cifras solo de colecciones que custodian especímenes preservados, es decir que no se incluyen registros de especímenes que se mantienen vivos en centros como los jardines botánicos.

Así mismo, para el análisis de las colecciones mixtas, solo se tuvieron en cuenta los especímenes de plantas custodiados en esas colecciones (i.e. se excluyeron del análisis cifras de especímenes de otros grupos como vertebrados, invertebrados, microorganismos, etc.).

Para el análisis del avance en la identificación taxonómica se excluyeron 7 colecciones (registradas con el N°. 13, 15, 20, 31, 83, 117, 150), ya que tienen su registro desactualizado desde hace varios años. Esto hace que los porcentajes asignados a las casillas del formulario que contienen la información sobre el avance en la identificación taxonómica de los especímenes, no cumplen con lo requerido en la actualidad por parte del RNC.

El listado de los herbarios registrados en el Index Herbariorum fueron consultados el 3 de agosto de 2022 en el enlace: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.

Nota:

- En Colombia existen 65 colecciones biológicas que custodian especímenes botánicos; la mayoría de éstas son herbarios, siendo éstos los que ocupan el segundo tipo de colección biológica más representativa en el país.
- En este tipo de colecciones se custodian principalmente especímenes de plantas vasculares y no vasculares (94% del total de especímenes registrados en las colecciones botánicas pertenecen a estos grupos), pero también resguardan especímenes de otros grupos taxonómicos como las algas, hongos y líquenes. En Colombia hay colecciones botánicas especializadas como xilotecas, antotecas, carpotecas y colecciones de tejidos de plantas.
- Aún hay un porcentaje de especímenes botánicos pendientes por catalogar (12%), sistematizar (30%) y mejorar su resolución taxonómica (13%).
- En las colecciones botánicas se custodian cerca de 12.000 especímenes tipo que son la base de la descripción taxonómica de varias especies de plantas, hongos, líquenes y algas.

La palabra herbario se deriva del latín herbarius que significa "relativo a las plantas y hierbas". En la Edad Media, los herbarios no eran lo que actualmente reconocemos como tal, sino que eran libros botánicos con ilustraciones e información de plantas, esencialmente de tipo medicinal (Sarmiento Parra & Carbonó de la Hoz, 2020). Los jardines botánicos fueron las primeras colecciones de plantas ordenadas con fines científicos que el ser humano empezó a conformar, siendo éstos los antecesores de los posteriormente denominados hortus siccus (jardines secos). Éstos últimos son los que actualmente reconocemos como los herbarios. El primer herbario del mundo data del año 1569 y fue el del Museo de Historia Natural de Kassel en Alemania. Es así que a lo largo del siglo XVI y posteriores, se fueron creando otros herbarios en otros países de Europa, Asia y América del Norte. Sin embargo, fue solo hasta el siglo XIX que se crearon los primeros herbarios en América de Sur en países como Brasil, Argentina, Ecuador y Chile (Medellín Leal, 1975; Sarmiento Parra & Carbonó de la Hoz, 2020).

Hoy en día, los herbarios son considerados colecciones biológicas especializadas que mantienen especímenes preservados de plantas de diferentes grupos. En éstos se encuentran catalogados y organizados de manera taxonómica los especímenes de flora que cuentan la historia natural de nuestro país y del mundo. Para poder ser ingresadas a un herbario, las plantas (o partes de éstas) pasan por un proceso de secado y prensado; al ejemplar preservado se le asigna una etiqueta con un número único de identificación (llamado número de catálogo) junto con la información asociada al mismo. Posteriormente, los especímenes catalogados son ubicados y almacenados en orden taxonómico al interior de la colección (Forero González & Sarmiento Parra, 2020). En los herbarios se conservan especímenes de plantas (vasculares y no vasculares), pero en ellos también se custodian especímenes de otros grupos que actualmente no están incluidos dentro del Reino Plantae, como los hongos o los líquenes. A su vez, en éstos se pueden encontrar otras colecciones aún más especializadas, como por ejemplo las colecciones de frutos (carpotecas), maderas (xilotecas), polen y esporas (palinotecas), flores (antoteca), entre otros (Forero González & Sarmiento Parra, 2020).

Los aportes que hacen los herbarios a la academia y a la sociedad en general son variados e involucran diferentes áreas del conocimiento como la taxonomía, anatomía, morfología, sistemática, ecología, fenología, genética, evolución, paleobotánica, etnobotánica, biología de la conservación, modelamiento ambiental, cambio climático, destrucción de hábitat, estudio

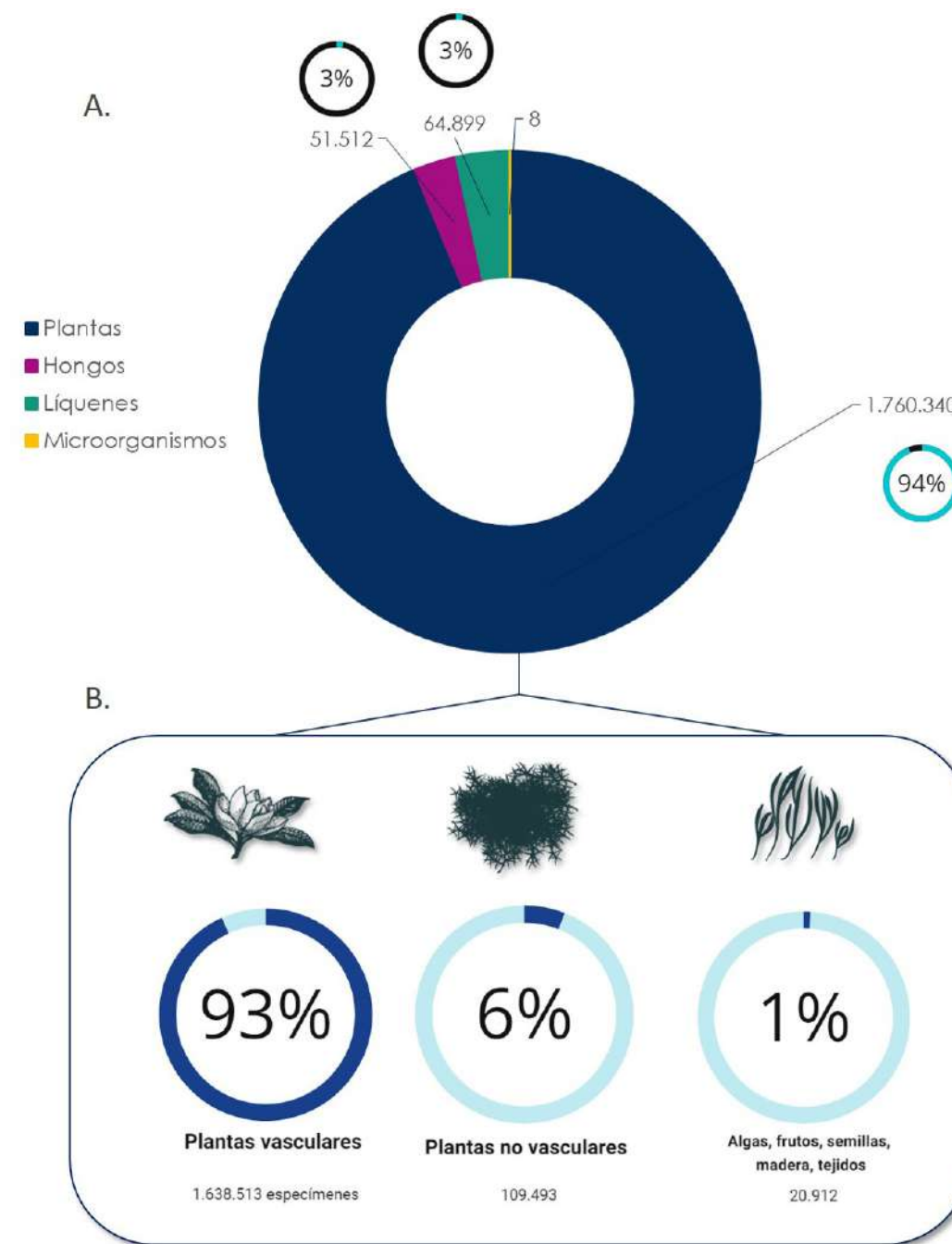
de especies invasoras e incluso antropología, agricultura, medicina y farmacología. De hecho, se han documentado más de 70 diferentes usos de los herbarios, que incluyen también los servicios de apoyo a la docencia y divulgación de la biodiversidad (Funk, 2003; Forero González & Sarmiento Parra, 2020).

El primer herbario fundado en el país fue el del Museo de la Salle en la ciudad de Bogotá, el cual obtuvo su registro en el año 2011 ante el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC). En el país se encuentran registradas 264 colecciones de las cuales el 20% (53 colecciones) son herbarios, siendo el segundo tipo de colección biológica más representativa. No obstante, es importante resaltar que hay nueve colecciones mixtas³¹ que custodian plantas preservadas, dos colecciones de tejidos que preservan este tipo de material del grupo de plantas y un banco de semillas; de esta forma el total de colecciones que custodian material botánico preservado asciende a 65. En el Index Herbariorum se encuentran registrados 37 herbarios colombianos, lo que señala que 16 de éstos (i.e. cerca del 30%) que se encuentran registrados en el RNC, aún no se ven visibilizados en dicha iniciativa de orden mundial.

Las colecciones botánicas son administradas por 49 instituciones, principalmente por universidades (quienes custodian el 47% de estas colecciones), institutos o centros de investigación, así como jardines botánicos, entidades del gobierno y organizaciones no gubernamentales (ONG). A su vez estas colecciones se encuentran ubicadas en 25 departamentos y 29 municipios, y la mayoría (33 que corresponden al 51%) se encuentran ubicadas en ciudades principales como Bogotá, Medellín, Cali y Bucaramanga. Es así que en estas ciudades se encuentra cerca del 73% del total de especímenes botánicos que se custodian en este tipo de colecciones; el resto de las colecciones (i.e. 32 colecciones que representan el 49%) son colecciones regionales.

Si bien, tradicionalmente se ha asociado a los herbarios con colecciones de plantas, en nuestro país éstos también custodian especímenes de otros grupos biológicos, como hongos, líquenes e incluso microorganismos (microalgas) (Figura 61. A). Las plantas vasculares y no vasculares siguen siendo los subgrupos biológicos más representativos dentro de las colecciones que custodian material botánico, pero, aunque en menor proporción, en algunas también se encuentran colecciones extendidas como xilotecas, antotecas, carpotecas y tejidos (Figura 61. B).

Figura 61. A) Número de especímenes catalogados y porcentaje de representatividad de los grupos biológicos custodiados en las colecciones botánicas de Colombia; el grupo biológico denominado "Microorganismos" tiene una representatividad menor al 1%. B) Número de especímenes catalogados y su porcentaje de representatividad de los subgrupos biológicos registrados dentro del grupo biológico de "Plantas" en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas



Fuente: RNC (2021).

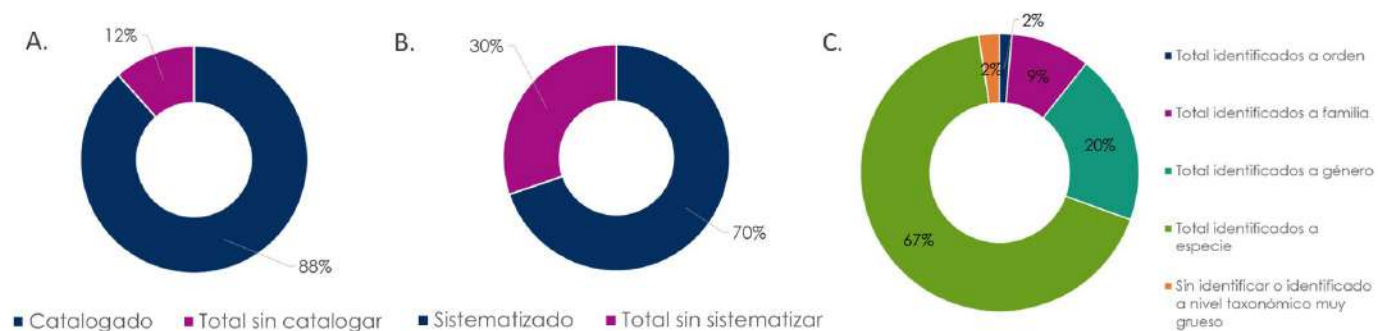
Se estima que en estas colecciones se custodian 2.121.1533 especímenes, lo que representa cerca del 7% del total de los especímenes depositados en las colecciones biológicas nacionales. De estos más de dos millones de especímenes, el 88% se encuentra catalogado (i.e. 1.876.759 especímenes) y el 70% se encuentra sistematizado (1.481.624 especímenes). Así mismo, en cuanto al avance en la identificación taxonómica, se tiene que la mayoría de especímenes botánicos cuentan con una buena resolución taxonómica, pues cerca del 87% de éstos se encuentran identificados a nivel de género o especie (Figura 61). En general, las anteriores cifras muestran que las colecciones botánicas no tienen un atraso tan significativo en los procesos de catalogación, sistematización e identificación taxonómica,

³¹ Una colección mixta es aquella que no custodia un solo grupo biológico, por ejemplo varios grupos de animales, plantas, microorganismos, hongos, etc.

en comparación con el rezago que se observa cuando se analizan estas mismas cifras a nivel de todas las colecciones biológicas registradas en el RNC (Salazar Gómez & Celis Tarazona, 2019). Sin embargo, se deben generar estrategias que permitan avanzar en la catalogación de un poco más de 244.000 especímenes, la sistematización de otros cerca de 639.000, así como la mejora en la resolución taxonómica de más de 250.000 ejemplares botánicos.

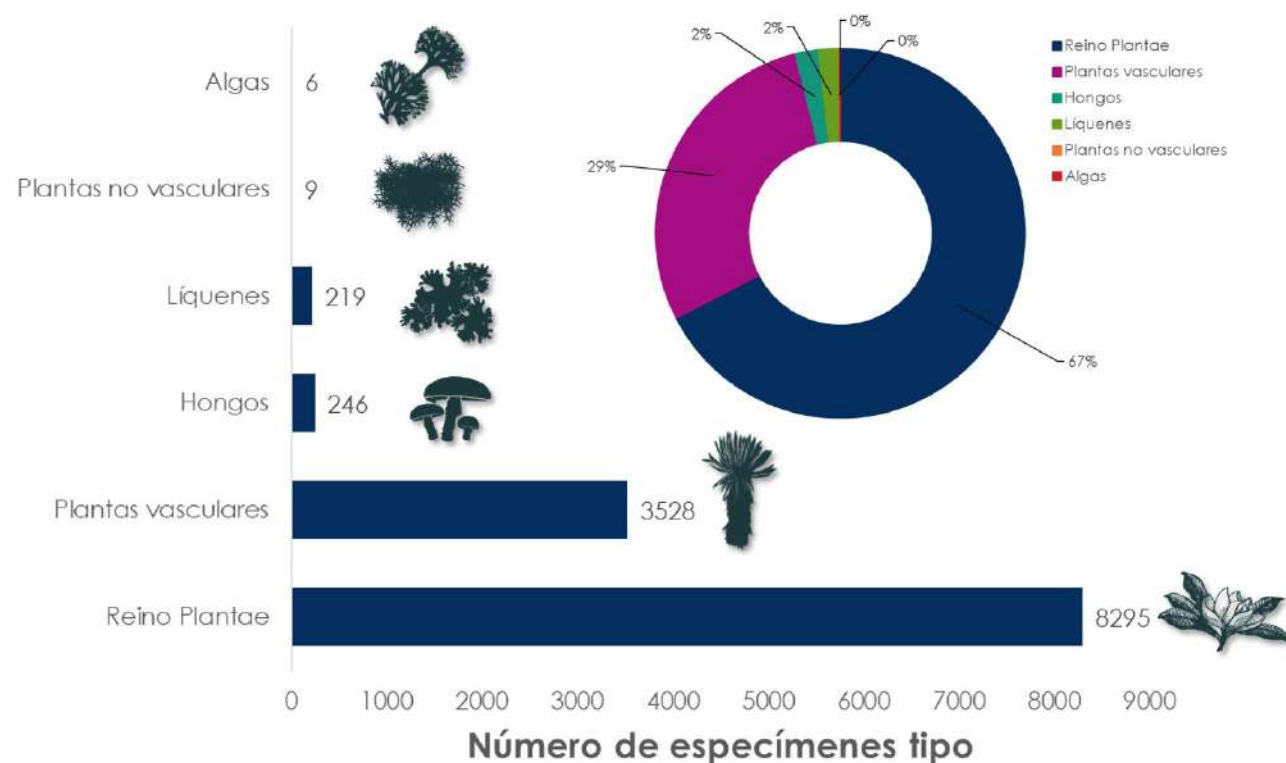
Los especímenes tipo son aquellos en los que se basa la descripción taxonómica de una especie. En nuestras colecciones botánicas, se custodian aproximadamente 12.000 ejemplares tipo. De esta forma, se hace evidente la importancia que tienen éstas en el aporte al conocimiento de nuestra biodiversidad a nivel regional, nacional y global (Figura 62).

Figura 61.1. Porcentaje de avance en A) catalogación, B) sistematización y C) identificación taxonómica de los especímenes custodiados en las colecciones botánicas de Colombia



Fuente: RNC (2021).

Figura 62. Número de especímenes tipo custodiados y porcentaje de representatividad en las colecciones botánicas colombianas



Fuente: RNC (2021).

Tabla 7. Listado de las 10 colecciones botánicas más grandes del país

Puesto	Nº de registro en el RNC	Nombre de la colección	Titular	Nº de especímenes catalogados
1	6	Herbario Nacional Colombiano	Universidad Nacional de Colombia	539.824
2	27	Herbario Universidad de Antioquia	Universidad de Antioquia	215.735
3	1	Herbario Amazónico Colombiano	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi	120.833
4	4	Herbario Federico Meden Bogotá	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	110.115
5	25	Herbario Forestal UDBC "Gilberto Emilio Mahecha Vega"	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	91.933
6	33	Jardín Botánico "Joaquín Antonio Uribe" Herbario	Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe	82.196
7	16	Herbario Gabriel Gutiérrez Villegas	Universidad Nacional de Colombia	71.444
8	34	Herbario CUVC "Luis Sigüifredo Espinal - Tascón"	Universidad del Valle	69.000
9	10	Herbario Universidad del Quindío	Universidad del Quindío	41.737
10	155	Herbario Universidad del Cauca	Universidad del Cauca	41.547

Fuente: RNC (2021).

Referencias

Cultural y Bibliográfico, 54(99), 18-34.

Funk, V. A. (2003). 100 Uses for an Herbarium: well at least 72. American Society of Plant Taxonomists Newsletter.

Medellín Leal, F. (1975). Orígenes, desarrollo histórico y estado actual de los herbarios en el mundo. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 34, 3-26.

Salazar Gómez, E. N., & Celis Tarazona, Á. (2019). Inventario de las colecciones biológicas en Colombia. En I. I. Ideam, Informe del estado del ambiente y los recursos naturales (págs. 69-72). Bogotá D.C.: Ideam.

Sarmiento Parra, F., & Carbonó de la Hoz, E. (2020). Los herbarios: una historia. Boletín Cultural y Bibliográfico, 54(99), 4-17.

2.3.4. Organismos del suelo de la Amazonia colombiana

Sinchi: Clara Patricia Peña-Venegas, Daniel Castro.

El suelo, es uno de los ecosistemas más extensos y diversos del planeta Tierra. En él, múltiples organismos habitan durante una parte de su vida o permanentemente. Se estima que el suelo puede albergar ¼ de la biodiversidad del planeta (FAO et al. 2020), siendo los suelos tropicales los que albergan mayor biodiversidad.

En el año 2016, el Gobierno colombiano a través del Ministerio de Ambiente generó la política para la gestión sostenible del suelo (MinAmbiente 2016). En ella se reconoce el suelo como un componente vivo del ambiente, resaltando la importancia de los organismos del suelo en el mantenimiento de la calidad del mismo y en los servicios ecosistémicos que éste presta.

La Amazonia es considerada una región altamente biodiversa. Pero la mayoría de la diversidad amazónica registrada corresponde a aquella que habita sobre el suelo. Son pocos los inventarios que existen sobre los organismos que habitan los suelos amazónicos (Orgiazzi et al. 2016). Desde el año 2015, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI viene realizando colectas en diferentes lugares de la región amazónica colombiana, con el ánimo de conocer la biodiversidad de organismos que habitan sus suelos. A continuación, se presenta el estado del conocimiento de uno de los grupos de hongos más importantes en los suelos de la región, los hongos formadores de micorrizas arbusculares, y de la macrofauna de los suelos, referida a los artrópodos y otros invertebrados que allí habitan.

Hongos formadores de micorrizas arbusculares

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares pertenecen a los Glomeromycota, y son los responsables de establecer una de la simbiosis planta-hongo más importante y de distribución global (Davison et al. 2015; Smith & Read 2008). A pesar de su importancia, su diversidad es baja. Hasta la fecha se han determinado unas 300 especies (Öpik & Davison 2016) y más de mil taxones moleculares (Öpik et al. 2013). Esta relativa baja biodiversidad, es explicada por su aparente poca especificidad de hospedero y la baja capacidad que tienen estos hongos por si mismos, así como un esfuerzo de muestreo inequitativo entre las zonas templadas y las tropicales (Marín & Bueno 2019; Öpik et al. 2010)

La diversidad de estos hongos en suelos amazónicos ha sido estudiada en pocos lugares de la cuenca amazónica (Demetrio et al. 2021; de Oliveira Freitas et al. 2013; Peña-Venegas et al. 2019; dos Santos & Carrenho 2011), siendo la Amazonia colombiana una de las pocas zonas en donde estos estudios han sido continuos desde hace más de 20 años. A la fecha, en la Amazonia colombiana se han reportado 185 morfoespecies y 192 taxones moleculares, correspondientes a 17 géneros diferentes

(Tabla 8). Sin embargo, la mayoría de morfoespecies y taxones moleculares solo han sido reportados a nivel de género. El género más abundante en los suelos amazónicos es *Glomus* (121 a 134 especies registradas) que representa un 70% de la comunidad fungica de estos hongos en el suelo, seguido por *Acaulospora* (15 a 29 especies registradas).

Tabla 8. Géneros y especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares reportadas para la Amazonia colombiana

Géneros y especies reportados	
<i>Acaulospora</i>	<i>colombiana</i>
	<i>denticulata</i>
	<i>foveata</i>
	<i>mellea</i>
	<i>morrowiae</i>
	<i>rehmii</i>
<i>Ambispora</i>	<i>tuberculata</i>
	<i>fennica</i>
<i>Cetraspora</i>	<i>leptoticha</i>
	<i>pellucida</i>
<i>Claroideoglossum</i>	<i>spinosisima</i>
	<i>etinucatum</i>
<i>Diversispora</i>	<i>lamellosum</i>
	<i>spurca</i>
<i>Funneliformis</i>	<i>tortuosa</i>
	<i>coronatum</i>
<i>Gigaspora</i>	<i>geosporum</i>
	<i>albida</i>
<i>Glomus</i>	<i>decipiens</i>
	<i>clavisporum</i>
	<i>coremoides</i>
	<i>glomerulatum</i>
	<i>magnicaule</i>
	<i>microaggregatum</i>
	<i>multicaule</i>
	<i>pansihalos</i>
	<i>proliferum</i>
	<i>reticulatum</i>
	<i>rubiforme</i>
	<i>sinuosum</i>
<i>Kuklospora</i>	<i>kentinensis</i>
<i>Parglomus</i>	<i>brasilianum</i>
	<i>laccatum</i>
<i>Racocetra</i>	<i>occultum</i>
	<i>castanea</i>
<i>Rhizophagus</i>	<i>aggregatum</i>
	<i>clarum</i>
<i>Sclerocarpum</i>	<i>intraradices</i>
	<i>manihotis</i>
<i>Scutellospora</i>	<i>amazonicum</i>
	<i>calospora</i>
	<i>heterogama</i>
	<i>spinosa</i>
<i>Septoglossum</i>	<i>striata</i>
	<i>tepuiensis</i>
<i>Simiglossum</i>	<i>constrictum</i>
<i>Viscospora</i>	<i>hoi</i>
	<i>viscosa</i>

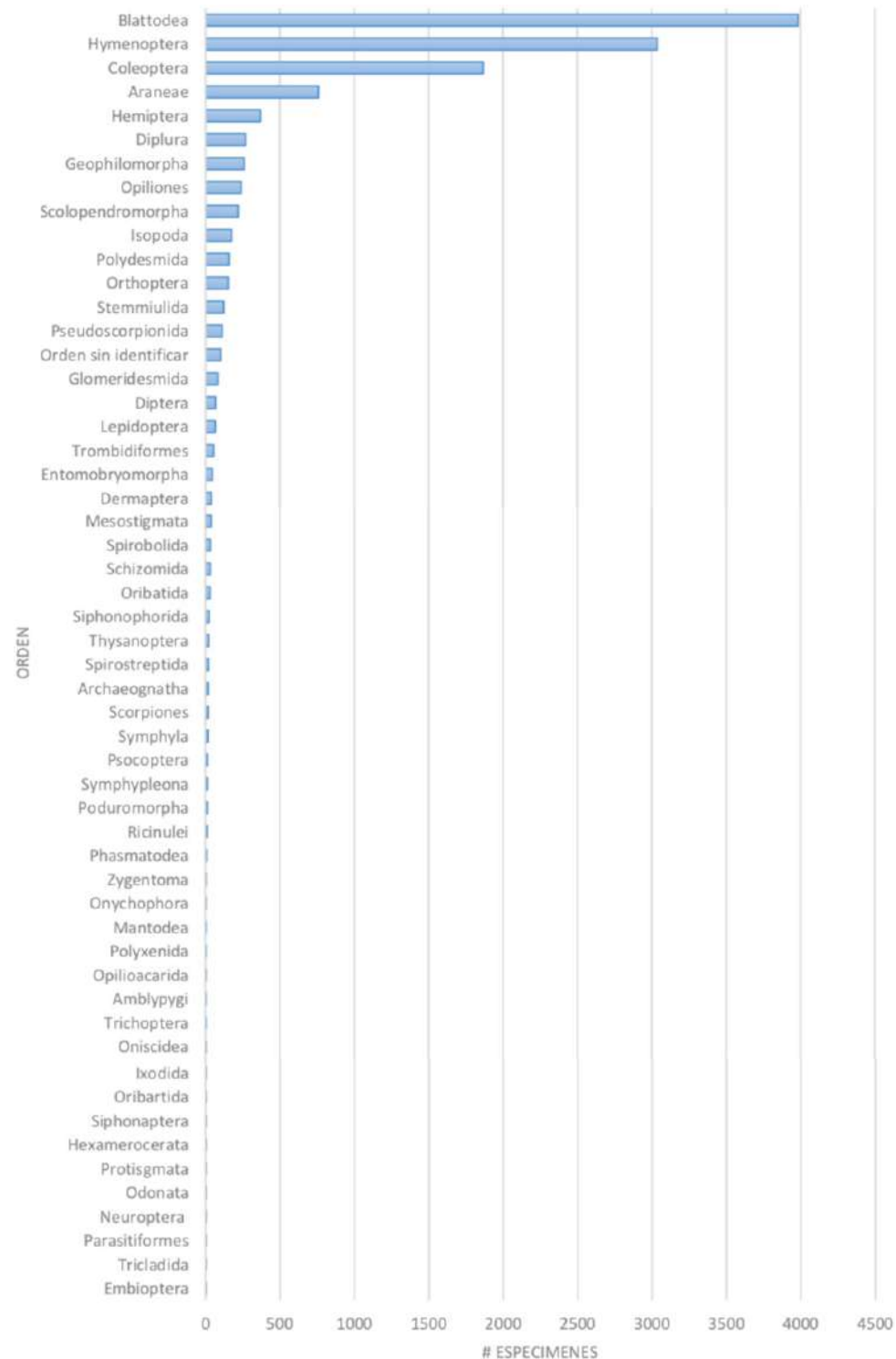
Fuente: Sinchi (2021).

Macrofauna edáfica

La macrofauna del suelo participa directa o indirectamente en la mayoría de las funciones clave del suelo, como la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes, el flujo de energía, el almacenamiento de carbono, la regulación del agua del suelo, entre otras (Brussaard et al. 2007; Lavelle et al. 2014). Sin embargo, la macrofauna del suelo es uno de los componentes más subestimados de los ecosistemas (Gongalsky 2021).

Desde el 2015, el Instituto Sinchi viene realizando colectas y caracterizando la biodiversidad de macrofauna en los suelos amazónicos en 210 sitios visitados. A 2021, se han identificado cuatro filos, 12 clases, 53 órdenes, 242 familias, 220 géneros y más de 800 morfotipos de macrofauna edáfica.

Figura 63. Macrofauna edáfica de suelos amazónicos



Fuente: Sinchi (2021).

En los suelos amazónicos los grupos más dominantes de la macrofauna edáfica son las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) donde se resalta su alta abundancia y densidad en suelos de tipo natural e intervencido, contando con una alta diversidad en la Amazonia (312 especies) (Castro et al. 2018a), otro grupo altamente dominante son las termitas (Blattodea: Isoptera) el cual ha sido muy poco estudiado en el país y que recientemente ha sido objeto de numerosos nuevos reportes, sumando más de 98 especies que habitan en el suelo, además de numerosas nuevas especies (Castro et al. 2018b, 2020, 2021); y los coleópteros que alcanzan a representar hasta el 65% de la macrofauna edáfica de los suelos amazónicos de várzea, y en tierra firme hasta el 30% (Figura 63).

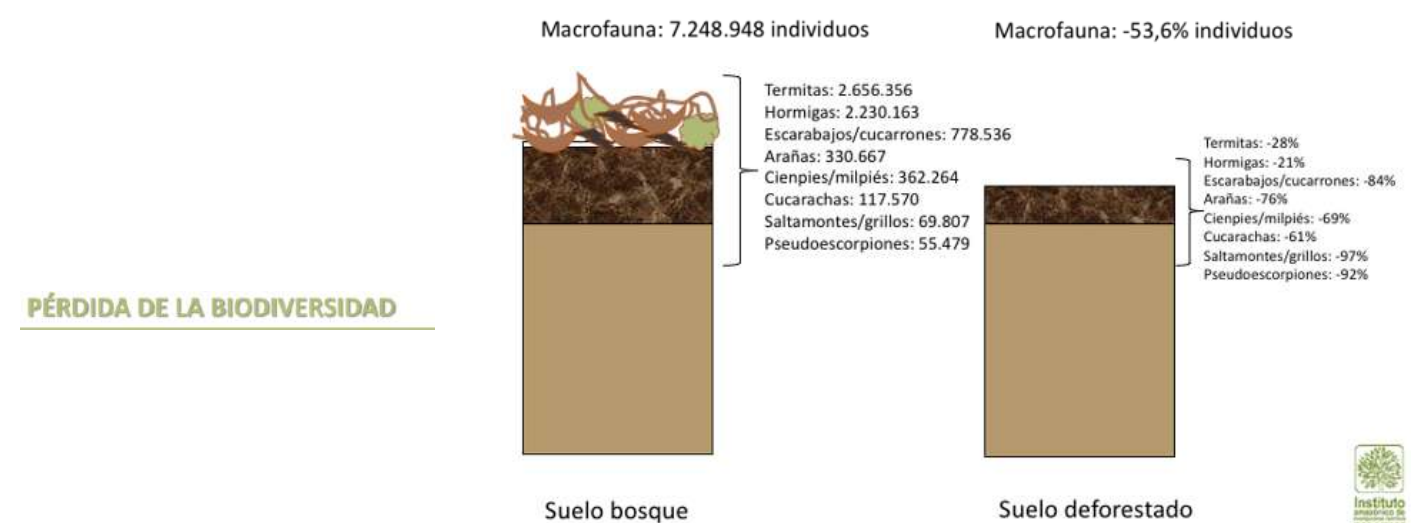
1) Factores y potencialidades de transformación:

Los suelos amazónicos en su gran mayoría son suelos con baja fertilidad dada su baja capacidad de mantener nutrientes incorporados a su matriz mineral. La materia orgánica constituye la principal fuente de elementos importantes para la nutrición vegetal la cual se hace disponible por la actividad de los macro-, meso- y microorganismos que están en el suelo. La deforestación es tal vez la mayor amenaza de los organismos del suelo en la Amazonia, pues no solo elimina la fuente de materia orgánica que nutre el suelo, son que cambia las condiciones edáficas para que estos organismos puedan seguir existiendo en la diversidad y abundancia que los caracteriza (Franco et al. 2019; Poorter et al. 2015).

2) Evidencias de transformación:

Como se indicó anteriormente, la deforestación elimina la fuente de materia orgánica que llega al suelo (hojarasca-Horizonte O), lo cual hace que comience también la pérdida completa o parcial del horizonte A, que es el horizonte fértil de los suelos amazónicos (Bernoux et al. 1998; Girona-García et al. 2019). Una menor cantidad de materia orgánica, menor húmedas, y mayor temperatura del suelo, hacen que se pierda aproximadamente un 54% de macrofauna edáfica. No todos los grupos biológicos son igualmente sensibles, siendo más fuertemente la macrofauna predatora (Rodríguez-León et al. 2021) (Figura 64).

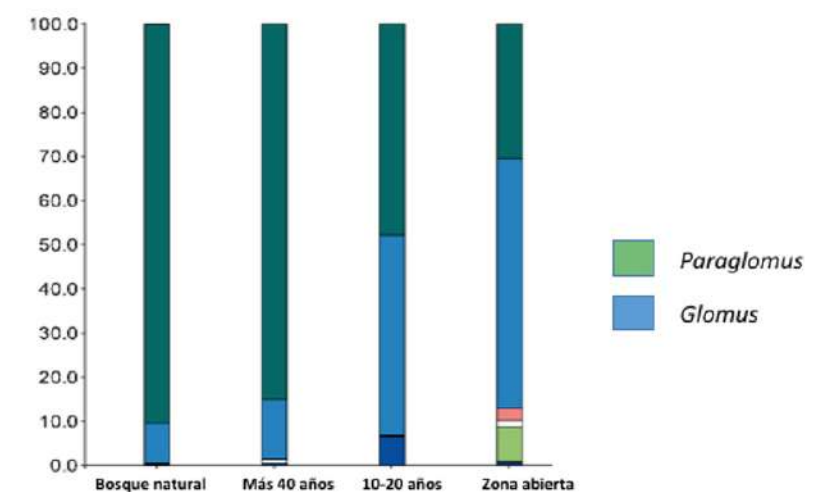
Figura 64. Pérdida de macrofauna edáfica en suelos amazónicos por deforestación



Fuente: Sinchi (2021).

A nivel microbiológico se ha encontrado que la comunidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares cambia (Figura 65). En zonas deforestadas, la comunidad es dominada por el género *Glomus*, mientras que, en ecosistemas boscosos naturales, el género dominante es *Paraglomus* (Peña-Venegas et al. 2021).

Figura 65. Cambios en la comunidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociados a la deforestación



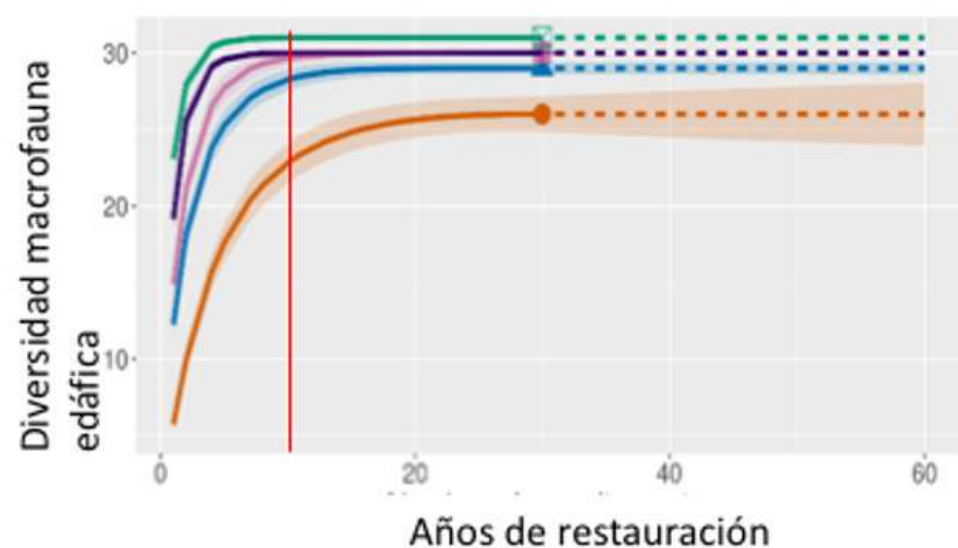
Fuente: Sinchi (2021).

Las implicaciones de estos cambios en las comunidades biológicas de los suelos amazónicos asociados a la deforestación son aún desconocidas, pues muchas de las funciones de estos organismos del suelo no son claras.

Estudios de recuperación pasiva (regeneración natural de bosques) y activa (con cultivos) de zonas deforestadas en la región amazónica, han demostrado que es posible la recuperación de las comunidades biológicas en más de un 90% al cabo de unos 10 años de recuperación natural o pasiva (Figura 66). Esta recuperación puede ser asociada a la recuperación funcional del suelo. Sin embargo, es importante indicar que algunas especies de macrofauna y microbiota nunca se recuperan y desaparecen definitivamente del suelo de la región, perdiendo parte de la diversidad inicial de esos suelos. Dado que estos organismos son pequeños y poco estudiados, no existen datos o evaluaciones sistemáticas que documenten que especies son las más afectadas y su rol en el ecosistema, por cuanto es muy difícil hablar de pérdidas/extinciones al interior de estas comunidades (Rodríguez-León et al. 2021).

Un factor clave que ayuda a la recuperación de las zonas deforestadas, es la cercanía y conexión con parches de zonas boscosas. Dado que en el suelo se establecen galerías y canales subterráneos, y redes de micelio fúngico, es posible la restauración y recolonización de las diferentes comunidades biológicas de los suelos en proceso de restauración/reforestación.

Figura 66. Recuperación de macrofauna edáfica a través de la regeneración natural de zonas deforestadas



Fuente: Sinchi (2022).

Referencias

Bernoux, M., Arrouays, D., Cerri, C., Volkoff, B. & Jolivet, C. (1998) 62 Soil Science Society of America Journal Bulk Densities of Brazilian Amazon Soils Related to Other Soil Properties.

Brussaard, L., de Ruiter, P.C. & Brown, G.G. (2007) Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121, 233–244. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>

Castro, D., Carrizo, T.F., Serna, F.J. & Peña-Venegas, C.P. (2021) Can Rubber Crop Systems Recover Termite Diversity in Previously Degraded Pastures in the Colombian Amazon Region? *Neotropical Entomology* 50. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00905-y>

Castro, D., Constantini, J.P., Scheffrahn, R.H., Carrizo, T.F. & Cancellato, E.M. (2020) *Rustitermes boteroi*, a new genus and species of

soldierless termites (Blattodea, Isoptera, Apicotermitinae) from South America. *ZooKeys* 922, 35–49. <https://doi.org/10.3897/zookeys.922.47347>

Castro, D., Fernández, F., Meneses, A.D., Tocora, M.C., Sanchez, S. & Peña-Venegas, C.P. (2018a) A preliminary checklist of soil ants (Hymenoptera: Formicidae) of Colombian Amazon. *Biodiversity Data Journal* 6. <https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e29278>

Castro, D., Scheffrahn, R.H. & Carrizo, T.F. (2018b) *Echinotermes biriba*, a new genus and species of soldierless termite from the Colombian and Peruvian Amazon (Termitidae, Apicotermitinae). *ZooKeys* 2018, 21–30. <https://doi.org/10.3897/zookeys.748.24253>

Davison, J., Moora, M., Öpik, M., Adholeya, A., Ainsaar, L., Bã, A., Burla, S., Diedhiou, A.G., Hiiesalu, I., Jairus, T., Johnson, N.C., Kane,

A., Koorem, K., Kochar, M., Ndiaye, C., Pärtel, M., Reier, Saks, Singh, R., Vasar, M. & Zobel, M. (2015) Global assessment of arbuscular mycorrhizal fungus diversity reveals very low endemism. *Science* 349, 970–973. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAB1161/SUPPL_FILE/AAB1161-DAVISON-SM.PDF

Demetrio, W.C., Conrado, A.C., Acioli, A.N.S., Casadei Ferreira, A., Bartz, M.L.C., James, S.W., da Silva, E., Maia, L.S., Martins, G.C., Macedo, R.S., Stanton, D.W.G., Lavelle, P., Velasquez, E., Zangerlé, A., Barbosa, R., Tapia-Coral, S.C., Muniz, A.W., Santos, A., Ferreira, T., Segalla, R.F., Decaëns, T., Nadolny, H.S., Peña-Venegas, C.P., Maia, C.M.B.F., Pasini, A., Mota, A.F., Taube Júnior, P.S., Silva, T.A.C., Rebellato, L., de Oliveira Júnior, R.C., Neves, E.G., Lima, H.P., Feitosa, R.M., Vidal Torrado, P., McKey, D., Clement, C.R., Shock, M.P., Teixeira, W.G., Motta, A.C. V., Melo, V.F., Dieckow, J., Garrastazu, M.C., Chubatsu, L.S., Kille, P., Brown, G.G. & Cunha, L. (2021) A “Dirty” Footprint: Macroinvertebrate diversity in Amazonian Anthropogenic Soils. *Global Change Biology* 00, 1–17. <https://doi.org/10.1111/gcb.15752>

FAO, ITPS, GSBI, CBD & EC (2020) State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities. Food and agriculture organization of the united nations, Rome, Italia, 583 pp.

Franco, A.L.C., Sobral, B.W., Silva, A.L.C. & Wall, D.H. (2019) Amazonian deforestation and soil biodiversity. *Conservation Biology* 33, 590–600. <https://doi.org/10.1111/COBI.13234>

Girona-García, A., Ortiz-Perpiñá, O. & Badía-Villas, D. (2019) Dynamics of topsoil carbon stocks after prescribed burning for pasture restoration in shrublands of the Central Pyrenees (NE-Spain). *Journal of Environmental Management* 233, 695–705. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.057>

Gongalsky, K.B. (2021) Soil macrofauna: Study problems and perspectives. *Soil Biology and Biochemistry* 159, 108281. <https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2021.108281>

Lavelle, P., Rodríguez, N., Arguello, O., Bernal, J., Botero, C., Chaparro, P., Gómez, Y., Gutiérrez, A., Hurtado, M. del P., Loaiza, S., Pullido, S.X., Rodríguez, E., Sanabria, C., Velásquez, E. & Fonte, S.J. (2014) Soil ecosystem services and land use in the rapidly changing Orinoco River Basin of Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 185, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.020>

Marín, C. & Bueno, C.G. (2019) A Systematic Review of South American and European Mycorrhizal Research: Is there a Need for Scientific Symbiosis? , 97–110. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15228-4_5

MinAmbiente (2016) POLÍTICA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL SUELO. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, Colombia, 94 pp.

de Oliveira Freitas, R., Buscardo, E., Nagy, L., dos Santos Maciel, A.B., Carrenho, R. & Luizão, R.C.C. (2013) Arbuscular mycorrhizal fungal communities along a pedo-hydrological gradient in a Central Amazonian terra firme forest. *Mycorrhiza* 2013 24:1 24, 21–32. <https://doi.org/10.1007/S00572-013-0507-X>

Öpik, M. & Davison, J. (2016) Uniting species- and community-oriented approaches to understand arbuscular mycorrhizal fungal diversity. *Fungal Ecology* 24, 106–113. <https://doi.org/10.1016/J.FUNECO.2016.07.005>

Öpik, M., Davison, J., Moora, M. & Zobel, M. (2013) DNA-based detection and identification of Glomeromycota: the virtual taxonomy of environmental sequences1. <https://doi.org/10.1139/cjb-2013-0110> 92, 135–147. <https://doi.org/10.1139/CJB-2013-0110>

Öpik, M., Vanatoa, A., Vanatoa, E., Moora, M., Davison, J., Kalwij,

J.M., Reier, Ü. & Zobel, M. (2010) The online database MaarjAM reveals global and ecosystemic distribution patterns in arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). *New Phytologist* 188, 223–241. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8137.2010.03334.X>

Orgiazzi, A., Singh, B., Wall, D., Barrios, E., Kandeler, E., Moreira, F., De Deyn, G., Chotte, J., Six, J., Hedlund, K., Briones, M., Miko, L., Johnson, N., Ramirez, K., Fierer, N., Kaneko, N., Lavelle, P., Eggleton, P., Lemanceau, P., Bardgett, R., Jeffery, S., Fraser, T., Behan Pelletier, V., Van Der Putten, W., Montanarella, L. & Jones, A. (2016) Global Soil Biodiversity Atlas. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 176 pp.

Peña-Venegas, C.P., Kuyper, T.W., Davison, J., Jairus, T., Vasar, M., Stomph, T.J., Struik, P.C. & Öpik, M. (2019) Distinct arbuscular mycorrhizal fungal communities associate with different manioc landraces and Amazonian soils. *Mycorrhiza* 29, 263–275. <https://doi.org/10.1007/s00572-019-00891-5>

Peña-Venegas, C.P., Sterling, A. & Andrade-Ramírez, T.K. (2021) Arbuscular mycorrhization in Colombian and introduced rubber (*Hevea brasiliensis*) genotypes cultivated on degraded soils of the Amazon Region. *Agriculture (Switzerland)* 11. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040361>

Poorter, L., van der Sande, M.T., Thompson, J., Arets, E.J.M.M., Alarcón, A., Álvarez-Sánchez, J., Ascarrunz, N., Balvanera, P., Barajas-Guzmán, G., Boit, A., Bongers, F., Carvalho, F.A., Casanoves, F., Cornejo-Tenorio, G., Costa, F.R.C., de Castilho, C. V., Duivenvoorden, J.F., Dutrieux, L.P., Enquist, B.J., Fernández-Méndez, F., Finegan, B., Gormley, L.H.L., Healey, J.R., Hoosbeek, M.R., Ibarra-Manríquez, G., Junqueira, A.B., Levis, C., Licona, J.C., Lisboa, L.S., Magnusson, W.E., Martínez-Ramos, M., Martínez-Yrizar, A., Martorano, L.G., Maskell, L.C., Mazzei, L., Meave, J.A., Mora, F., Muñoz, R., Nytch, C., Pansonato, M.P., Parr, T.W., Paz, H., Pérez-García, E.A., Rentería, L.Y., Rodríguez-Velázquez, J., Rozendaal, D.M.A., Ruschel, A.R., Sakschewski, B., Salgado-Negret, B., Schiatti, J., Simões, M., Sinclair, F.L., Souza, P.F., Souza, F.C., Stropp, J., ter Steege, H., Swenson, N.G., Thonicke, K., Toledo, M., Uriarte, M., van der Hout, P., Walker, P., Zamora, N. & Peña-Claros, M. (2015) Diversity enhances carbon storage in tropical forests. *Global Ecology and Biogeography* 24, 1314–1328. <https://doi.org/10.1111/GEB.12364>

Rodríguez-León, C.H., Peña-Venegas, C.P., Sterling, A., Castro, D., Mahecha-Virguez, L.K., Virguez-Díaz, Y.R., Silva-Olaya, A.M., Guerrero, G.G. & Méndez, A. (2021) Soil Quality Restoration during the Natural Succession of Abandoned Cattle Pastures in Deforested Landscapes in the Colombian Amazon. *Agronomy* 2021, Vol. 11, Page 2484 11, 2484. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11122484>

dos Santos, F.E.F. & Carrenho, R. (2011) Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em remanescente florestal impactado (Parque Cinqüentenário - Maringá, Paraná, Brasil). *Acta Botanica Brasílica* 25, 508–516. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000200026>

Smith, S. & Read, D. (2008) *Mycorrhizal Symbiosis*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370526-6.X5001-6>

2.3.5. Flora de la Amazonia colombiana

Sinchi: Dairon Cárdenas López (Q.E.P.D), Nicolás Castaño Arboleda, Sonia Mireya Sua Tunjano, Andrés Barona Colmenares, Misael Rodríguez Castañeda, Nórida Marín y Sebastián González Caro.

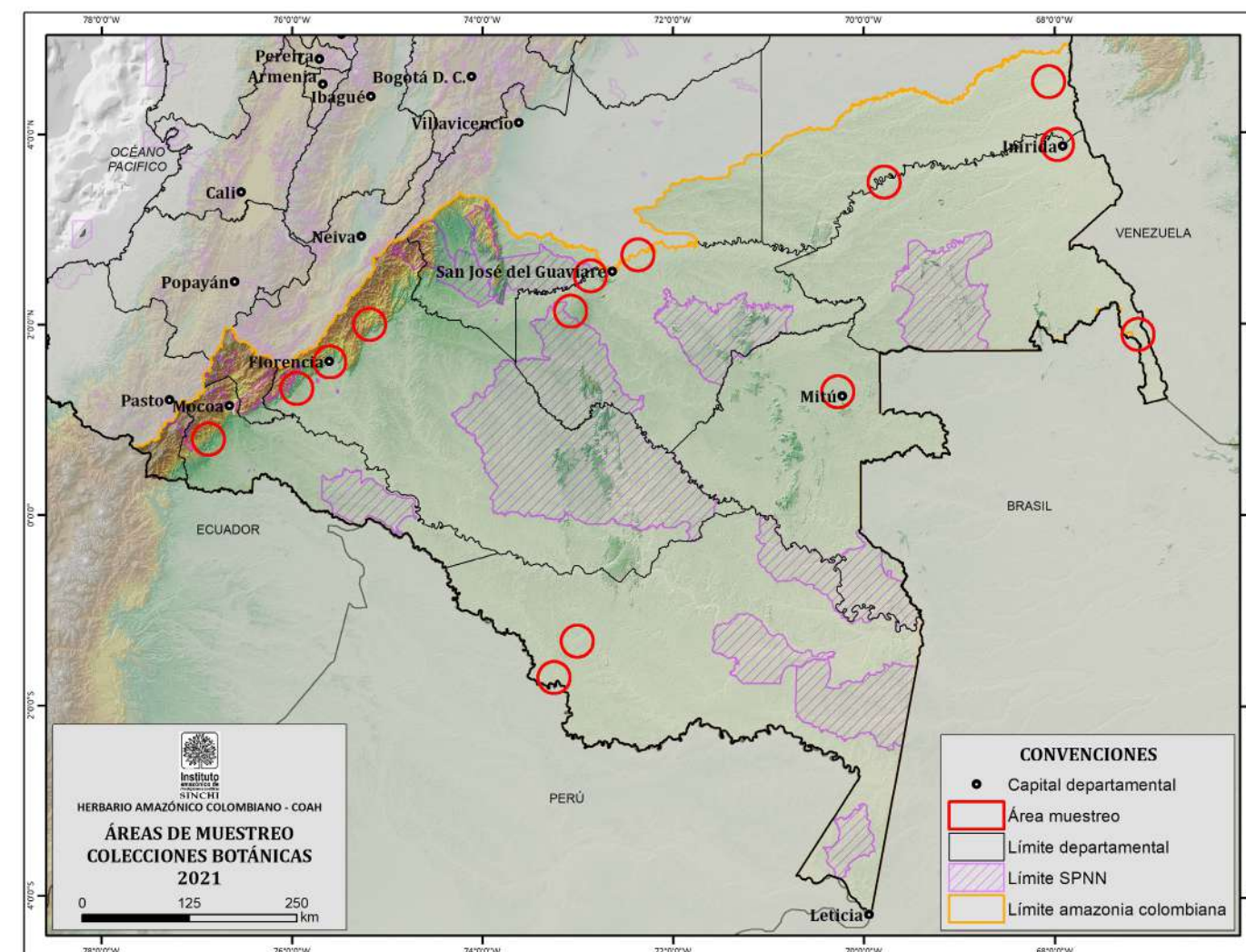
Agradecimientos: La información contenida en esta ficha es producto del trabajo coordinado del Grupo de Flora del Instituto SINCHI, bajo el liderazgo de Dairon Cárdenas (Q.E.P.D). Queremos agradecer y reconocer hoy a Dairon que, a través de su investigación y la confianza construida con las comunidades, logró llegar a los lugares más inhóspitos de las selvas amazónicas. Sus aportes al conocimiento de la flora del país y en particular al de la Amazonia colombiana son incalculables.

Mediante la investigación de la biodiversidad de la amazonia colombiana, el Instituto SINCHI avanza en su misión y dispone nueva información anual de las especies y sus distribuciones para el país. El conocimiento sobre la diversidad florística de la región amazónica es la base para el manejo y la definición de estrategias de conservación de la flora amazónica. Se cubren áreas de la amazonia para las cuales anteriormente se contaba con poca información biológica o carecían por completo de información previa. De esta manera el Instituto contribuye en aportar registros tangibles e información rigurosa de las especies de flora en la Amazonia y en disponer la información al público en general.

La región noroccidental de la Amazonía es una mezcla heterogénea de tipos de bosques que ha sido sugerida como una de las regiones con mayor número de especies de plantas en el mundo (Gentry 1988, Sullivan et al. 2017, Slik et al. 2015, Duque et al. 2017). Esta alta diversidad es producto de la influencia entre la porción más occidental del Escudo Guayanés, la influencia de especies originadas en los Andes que colonizaron las tierras bajas de la cuenca amazónica, la influencia de especies típicamente amazónicas y la influencia de especies del bioma orinocense. Además de estos aportes biogeográficos, en la Amazonía colombiana se presentan gradientes climáticos y edáficos (Quesada et al. 2010, 2012) que generan condiciones para la alta diversidad vegetal.

Los esfuerzos para conocer la diversidad de plantas en la región amazónica se remontan al siglo XVI, con reportes de usos de plantas en el marco de las primeras expediciones para conocer los territorios amazónicos, y ha tenido un avance importante gracias a los aportes de grandes expediciones como las realizadas por Francisco de Orellana, Alexander von Humboldt y Karl von Martius, Richard Evans Schultes, José Cuatrecasas (Cárdenas et al. 2006) y muchos otros recientes expedicionarios que han aportado registros biológicos que documentan esta riqueza florística. Sin embargo, nuestro conocimiento de la diversidad de plantas de la Amazonía colombiana aún tiene vacíos de información (Ver mapa de colecciones botánicas), los cuales están siendo abarcados por el grupo de Flora del Instituto SINCHI en áreas estratégicas de la región (Figura 67).

Figura 67. Áreas de muestreo en el año 2021-Amazonia colombiana (Fuente: Grupo de Investigación en Flora de la Amazonia colombiana-2021)

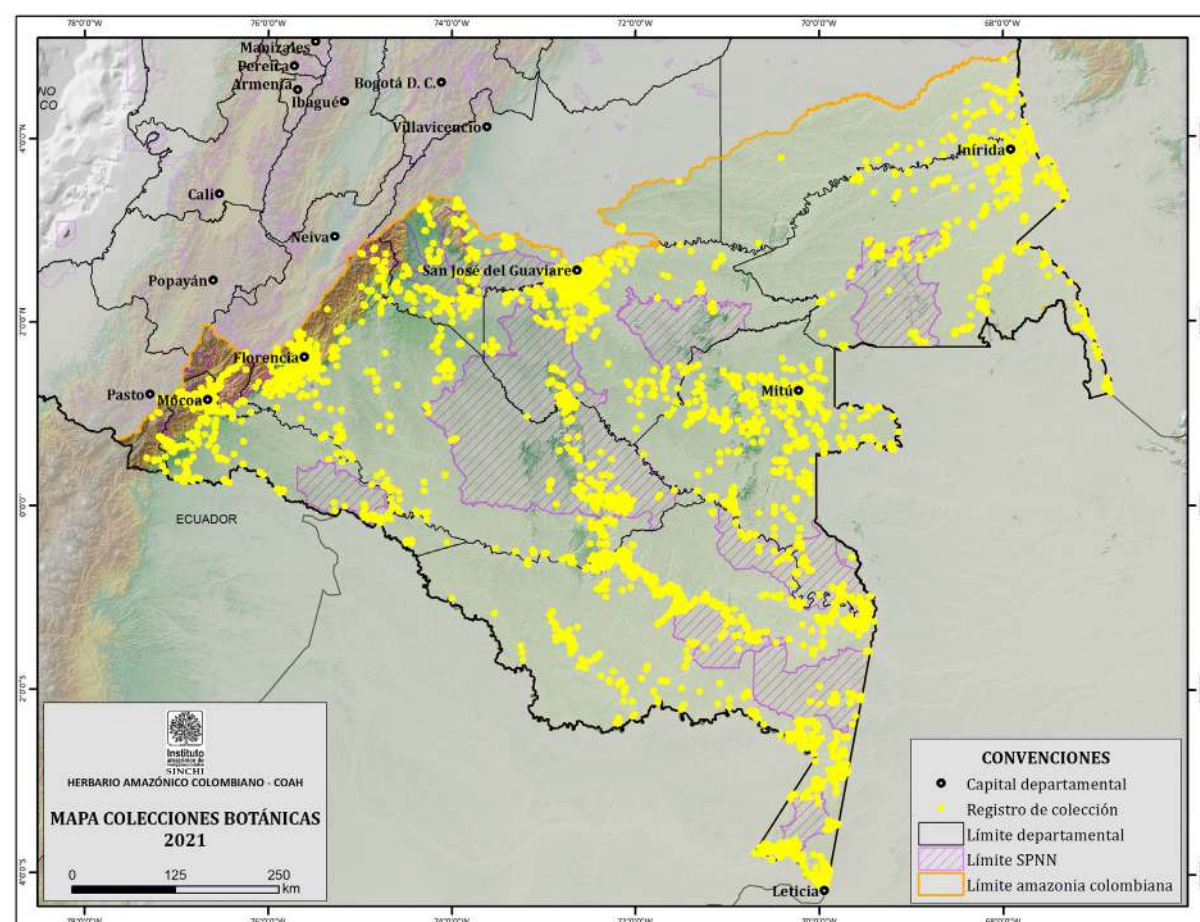


Fuente: Grupo de Investigación en Flora de la Amazonia colombiana (2021).

Diversidad florística en Amazonía colombiana:

En Colombia existen cerca de 28.000 especies plantas y líquenes (Bernal et al. 2016) y el Instituto SINCHI en cumplimiento de su función de **“adelantar el inventario, establecer colecciones y bases de datos sobre la flora amazónica”**, ha consolidado una colección con cerca de 123.000 registros y 9.500 especies (Figura 68). Todo lo anterior como un aporte al Inventario Nacional de la biodiversidad, lo cual se articula a la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía la cual contribuye a alcanzar las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. Para lograr esto, durante las últimas décadas, el Instituto SINCHI ha adelantado inventarios florísticos en diferentes localidades de la Amazonia colombiana, lo que permite generar mejores estimaciones de la biodiversidad (Cárdenas et al. 2019; Cárdenas et al. 2019; y Marín et al. 2020, entre otros).

Figura 68. Mapa de colecciones botánicas del Herbario Amazónico Colombiano COAH a la fecha (Fuente: Grupo de Investigación en Flora de la Amazonia colombiana-2021)



Fuente: Grupo de Investigación en Flora de la Amazonia colombiana (2021).

Ahora, considerando la Amazonia en sentido estricto por debajo los 500 m de altitud, el Herbario Amazónico Colombiano (COAH) tiene documentadas 8.329 especies (7.535 plantas vasculares y 794 no vasculares), las cuales se están agrupadas en 222 familias y 1.698 géneros. Por lo anterior, la Amazonia se constituye como la región con más superficie y el mayor número de plantas conocidas del territorio nacional, seguida de la región del Pacífico (Rangel, 2016). Estos datos reportados en el Herbario Amazónico Colombiano, sin duda sobrepasan a la cifra reportada en el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia con 5.834 especies (Bernal et al., 2016).

En la Amazonia colombiana sobrepasan 217 especies endémicas, lo que muestra la importancia de la región, y la necesidad de implementar proyectos de conservación, dado que las especies endémicas son importantes, porque representan taxones con rangos de distribución geográfica reducidos (Hobohm & Tucker, 2014). Algunas de las especies endémicas de la región amazónica son: *Astrocaryum cuatrecasianum*, *Oenocarpus circumtextus*, *Gongylolepis cortesii*, *Steyerbromelia naquenensis*, *Miconia daironii*, *Schoenoccephalum martianum* y *Pseudomonotes tropenbosii*, entre otras.

Por otro lado, aunque la vertiente oriental de la cordillera oriental, según los criterios de la IUCN (por sus siglas en inglés) y la Resolución 1912 de 2017 del MADS, registra 106 especies en alguna categoría de amenaza, es importante destacar las 44 especies amenazadas en las partes bajas (Amazonia en sentido estricto), de las cuales dos están categorizadas en Peligro Crítico (CR), tal es el caso de: *Hirtella maguirei* y *Aniba roseodora*; 14 En Peligro (EN) entre las que se destaca *Magnolia rimachii*, *Cedrela odorata* y *Zamia hymenophyllidia*, entre otras; también se registran 30 especies en categoría Vulnerable (VU): *Oenocarpus circumtextus*, *Caryocar amygdaliferum*, *Dichapetalum rugosum* y *Zamia amazonum*; entre muchas otras.

En la Amazonia colombiana se registran a la fecha 2.200 especies de plantas con alguna categoría de uso, muchas de ellas introducidas como el mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), café (*Coffea arabica*), cadmia (*Cananga odorata*), copa de oro (*Allamanda cathartica*), araucaria (*Araucaria columnaris*), palma africana (*Elaeis guineensis*), marihuana (*Cannabis sativa*), pomarroso (*Syzygium malaccense*), rosa (*Rosa odorata*) y cítricos como el limón (*Citrus limon*).

Entre las plantas nativas, las categorías de uso con mayor número de especies medicinales con 700 especies como chuchuhuasa (*Maytenus laevis*) y andiroba (*Carapa guianensis*); seguidas por la categoría alimento con 571 especies como el asaí (*Euterpe precatoria*) y el aguaje (*Mauritia flexuosa*), posteriormente seguido por especies de uso maderable con 400 especies como el cedro (*Cedrela odorata*) y la quinilla (*Manilkara bidentata*) y plantas de uso ornamental con 352 especies como varias especies del género *Heliconia*.

Referencias

- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Cárdenas, D., López, R., Marín, C.A. y Sua, S. (2006). Botánica en la Amazonia colombiana: Doscientos años después de Martius. Colombia Amazónica: Edición especial, 71 - 100.
- Cárdenas L., D. N. L. Marín C., W. Alvaro A., J. L. Contreras H., E. Paky B. (2019). Flora del Área de Ampliación del PNN Serranía de Chiribiquete en las cabeceras de los ríos Tunia, Itilla y Yari Expediciones científicas en las Nuevas Áreas del PNN Serranía de Chiribiquete. en: Colombia ISBN: 978-958-56280-6-9 ed: Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible. p. 57-75.
- Cárdenas L., D., N. Castaño Arboleda, N. Marín Canchala, M. Osorno Muñoz, E. Agudelo Córdoba (Editores). (2019). Especies de flora y fauna. De Jirijirimo a Cerro Morroco, una Muestra de la Biodiversidad en un Territorio Ancestral. D. Cárdenas et al. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI
- Duque, A., Muller-Landau, H.C., Valencia, R. et al. (2017). Insights into regional patterns of Amazonian forest structure, diversity, and dominance from three large terra-firme forest dynamics plots. *Biodivers Conserv* 26, 669-686. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1265-9>
- Gentry, A.H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75, 1-34.
- Hobohm, Carsten & Tucker, C.M.. (2014). The increasing importance of endemism: Responsibility, the media and education. *Endemism in Vascular Plant*. 3-9.
- Marín Canchala, Norida Lucía & Cárdenas, Dairon & Castaño, Nicolás & Sua, Sonia. (2020). Diversidad florística en la cuenca media y alta del río Hacha, Municipio de Florencia (Caquetá). 12. 249-256.
- Quesada, C. A., Lloyd, J., Schwarz, M., Patiño, S., Baker, T. R., Czimczik, C., Fyllas, N. M., Martinelli, L., Nardoto, G. B., Schmerler, J., Santos, A. J. B., Hodnett, M. G., Herrera, R., Luizão, F. J., Arneith, A., Lloyd, G., Dezzee, N., Hilke, I., Kuhlmann, I., Raessler, M., Brand, W. A., Geilmann, H., Moraes Filho, J. O., Carvalho, F. P., Araujo Filho, R. N., Chaves, J. E., Cruz Junior, O. F., Pimentel, T. P., and Paiva, R. (2010). Variations in chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis, *Biogeosciences*, 7, 1515-1541, <https://doi.org/10.5194/bg-7-1515-2010>.
- Quesada, C. A., Phillips, O. L., Schwarz, M., Czimczik, C. I., Baker, T. R., Patiño, S., Fyllas, N. M., Hodnett, M. G., Herrera, R., Almeida, S., Alvarez Dávila, E., Arneith, A., Arroyo, L., Chao, K. J., Dezzee, N., Erwin, T., di Fiore, A., Higuchi, N., Honorio Coronado, E., Jimenez, E. M., Killen, T., Lezama, A. T., Lloyd, G., López-González, G., Luizão, F. J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Neill, D. A., Núñez Vargas, P., Paiva, R., Peacock, J., Peñuela, M. C., Peña Cruz, A., Pitman, N., Priante Filho, N., Prieto, A., Ramírez, H., Rudas, A., Salomão, R., Santos, A. J. B., Schmerler, J., Silva, N., Silveira, M., Vásquez, R., Vieira, I., Terborgh, J., and Lloyd, J. (2012). Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate, *Biogeosciences*, 9, 2203-2246, <https://doi.org/10.5194/bg-9-2203-2012>.
- Slik, Ferry & Arroyo-Rodríguez, Víctor & Aiba, Shin-Ichiro & Alvarez-Loayza, Patricia & Alves, Luciana & Ashton, Peter & Balvanera, Patricia & Bastian, Meredith & Bellingham, Peter & Bergi, Eduardo & Bernacci, Luís & Bispo, Polyanna & Blanc, Lilian & Böhning-Gaese, Katrin & Boeckx, Pascal & Bongers, Frans & Boyle, Brad & Bradford, Matt & Brearley, Francis & Venticinque, Eduardo. (2015). An estimate of the number of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112. 7472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1423147111>
- Sullivan, M., Talbot, J., Lewis, S. et al. (2017). Diversity and carbon storage across the tropical forest biome. *Sci Rep* 7, 39102. <https://doi.org/10.1038/srep39102>

2.3.6. Fauna de la Amazonia colombiana

Sinchi: Mariela Osorno Muñoz, José Rancés Caicedo Portilla, Doris L. Gutiérrez Lamus, Diego Andrés Carantón Ayala, Natalia Atuesta Dimian, Darwin Manuel Morales Martínez, Luis Fernando Jaramillo Hurtado, Christian Daniel Martínez Rodríguez y Sonia Sua Tunjano.

La información de fauna de la Amazonia colombiana reportada por el Instituto es producto de su labor misional de investigación de la biodiversidad en la región, en el programa Ecosistemas y Recursos Naturales. Se presenta la línea de base de la información al año 2020 para distintos grupos de vertebrados, cada uno de ellos con distintos momentos de inicio; para anfibios y reptiles desde el 2009, para aves desde el 2013, en 2017 se inició el reporte de pequeños mamíferos, desde el 2012 para mamíferos medianos y grandes y desde el mismo año las evaluaciones de fauna útil para el consumo por comunidades amazónicas. De todos los grupos se incluye la información del 2021, destacando en los mapas las nuevas localidades caracterizadas.

Esta información está soportada en colecciones biológicas y registros documentados con diferentes metodologías, disponible en <https://sinchi.org.co/fauna>.

En total se han registrado 1.309 especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la Amazonia colombiana, 46 de ellas en el último año; actualmente se cuenta con un reporte de 183 especies de anfibios, 184 de reptiles, 777 de aves, 113 de pequeños mamíferos, 52 de mamíferos medianos y grandes y 111 especies de vertebrados con valor de uso para consumo en la región amazónica. Se han aportado 17 nuevos registros de anfibios, 2 de reptiles y 4 de aves para el país, se ha descrito una nueva especie de serpiente (*Thamnodynastes silvai*) y dos nuevas de murciélagos (*Vampyressa voragine* y *Eptesicus orinocensis*).

En total se han registrado 36 especies con alguna categoría de amenaza IUCN (2021) y 21 en categoría de amenaza según la Resolución 1912 (MADS 2017), ambas involucran principalmente especies de reptiles, aves y mamíferos medianos y grandes e involucran especies evaluadas hace varios años y cuyas poblaciones se consideraron en este momento amenazadas a nivel de su distribución. Su registro en los inventarios constituye información relevante para nuevas evaluaciones globales o nacionales en el momento que se considere necesario, ya sea porque se considere que el riesgo se ha incrementado o porque, por el contrario, las poblaciones se han recuperado y amerita sacarlas de las listas rojas, que es el escenario deseado. De las especies registradas en la Amazonia, 186 están incluidas en algún Apéndice de CITES, especialmente en apéndice II. Una buena parte de esta cifra obedece a la inclusión de órdenes completos, en su momento, como Psittaciformes y

Falconiformes, ya que sus especies han sido objeto de comercio internacional para mascotas a lo largo de su distribución; el cambio en esta cifra depende entonces de la actualización de los apéndices CITES, la cual se logra en un consenso de países.

Se han registrado sistemáticamente especies de lagartos introducidos, en total 4 especies de la familia Gekkonidae (*Hemidactylus frenatus*, *H. angulatus*, *H. mabouia*, *Lepidodactylus lugubris*) y una especie de lagarto trasplantada, *Gonatodes albogularis*. Los lagartos introducidos del género *Hemidactylus* seguirán siendo monitoreados durante nuestros inventarios. En total hemos registrado 22 especies endémicas para el país con distribución amazónica pero este número puede disminuir en la medida que los países amazónicos vecinos incrementen sus inventarios y sus reportes en lugares cercanos a las fronteras.

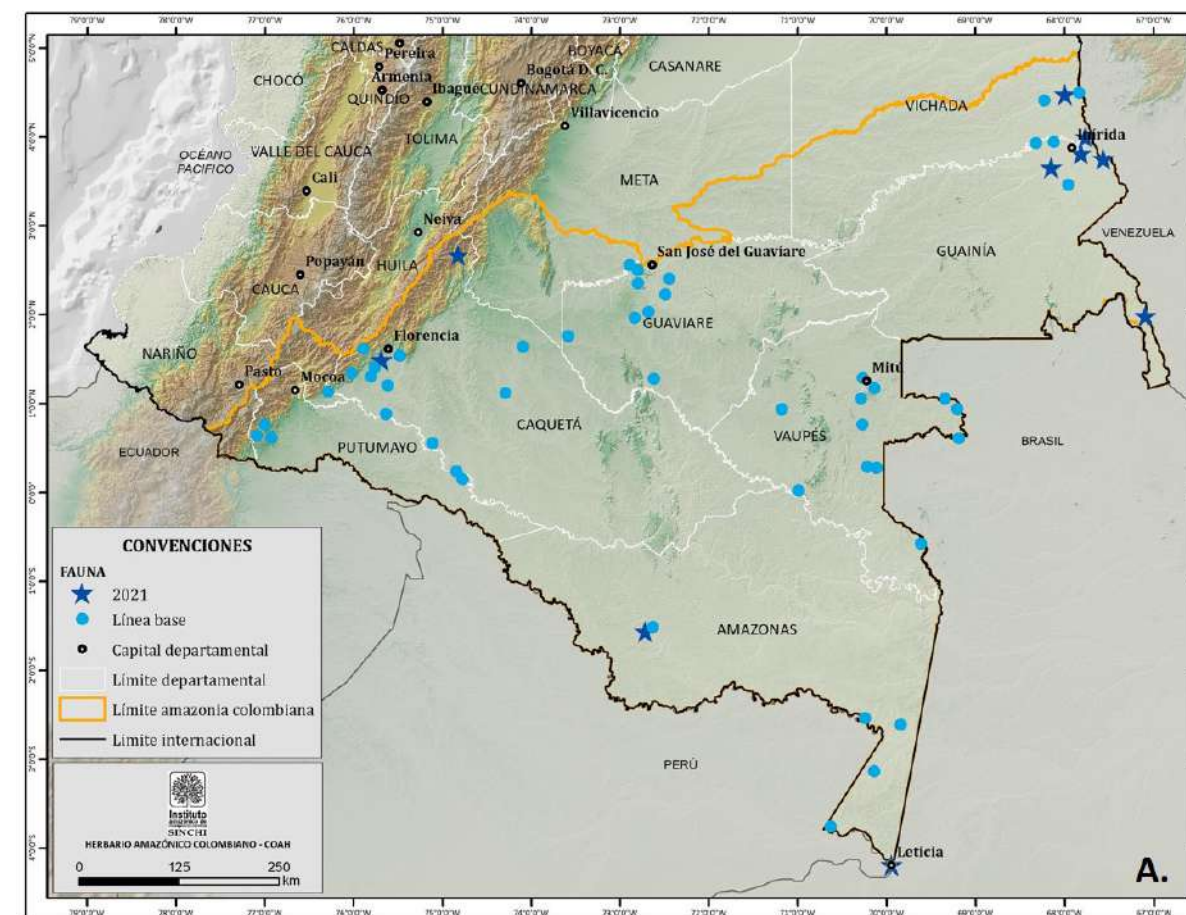
La identificación y el seguimiento de las especies de vertebrados útiles para el consumo en la región amazónica está fundamentado en la importancia que la fauna tiene en la dieta de comunidades, especialmente indígenas, y la necesidad de mantener y fortalecer los vínculos culturales que existen milenariamente y diferencialmente en los distintos pueblos, para garantizar su pervivencia y el bienestar ecológicos en sus territorios. De las 111 especies identificadas, algunas corresponden a especies de consumo frecuente y continuo como la lapa (*Cuniculus paca*), la guara (*Dasyprocta fuliginosa*), los paujiles (*Mitu spp* y *Crax*

spp), los pécaries (*Tayassu pecari* y *Dicotyles tajacu*), los armadillos (*Dasyopus spp*), las gallinetas (*Tinamus spp* y *Crypturellus spp*) y algunas tortugas; con estas especies se avanza en análisis de sostenibilidad local y de manejo concertado. Otras especies son consumidas de forma más esporádica, bien sea en respuesta a su disponibilidad natural a nivel local o por las preferencias culturales. Por ejemplo, algunos anfibios son de consumo intenso pero esporádico en época de cosecha por reproducción. En la medida que se aborden nuevas áreas con características culturales

y ecosistémicas distintas es posible que la riqueza de especies de consumo aumente.

Para el registro de esta biodiversidad han sido caracterizadas 58 localidades amazónicas que involucran diversos ecosistemas, bosques de tierra firme, bosques inundables, sabanas de arenas blancas, afloramientos rocosos, y además paisajes con diverso grado de intervención, además de localidades urbanas o periurbanas de las ciudades amazónicas como Leticia, Mitú e Inírida (ver Figura 69).

Figura 69. Localidades con información de todos los grupos de fauna silvestre



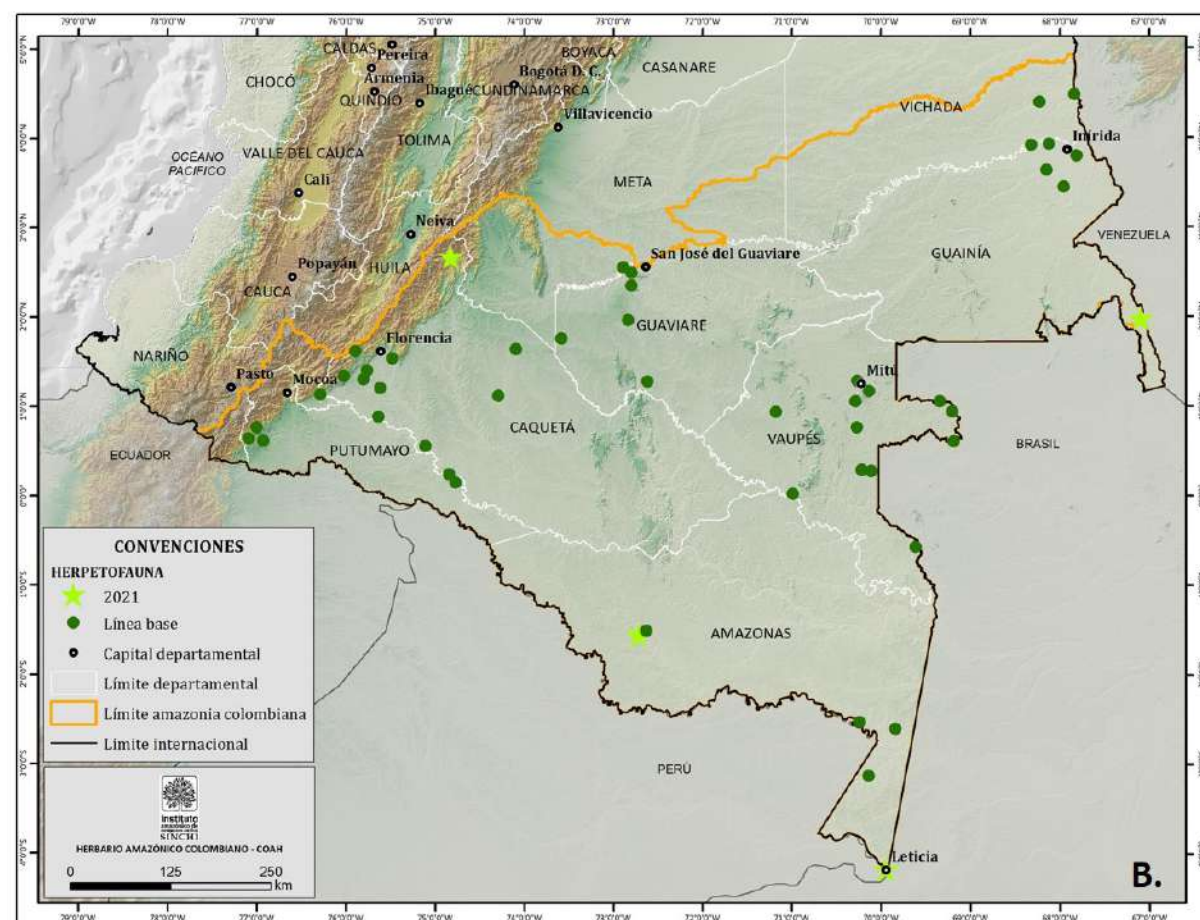
Fuente: Sinchi (2021).

(E). Las estrellas en cada mapa indican localidades en 2021.

Para el grupo de herpetofauna en 2021 se realizaron muestreos en cuatro localidades: Chorrera (Amazonas), casco urbano de Leticia (Amazonas), Río Guainía (Guainía) y Parque Nacional Natural Picachos (Caquetá) (Figura 70). Con los inventarios adelantados durante el 2021, se incrementó el número de las especies de anfibios registrados en la colección de anfibios del Instituto Sinchi, al incluir en esta a las especies *Hemiphractus helioi*, *Boana raniceps*, *Ameerega picta*, *Sphaenorhynchus dorisae*, *S. carneus*, *Leptodactylus longirostris*, *Scarthyla goinorum*, *Dendropsophus haraldschultzi*. El registro de *H. helioi* en el área no municipalizada de La Chorrera (Amazonas) es importante porque constituye el segundo registro de la especie en Colombia; el primer reporte de esta especie corresponde a la cueva

de los Guácharos (Icochea et al. 2004). *L. longirostris*, fue reportada por primera vez por Lynch & Vargas (2000) en el río Inírida y con los muestreos realizados sobre el río Guainía ahora se adiciona una nueva localidad de esta especie en nuestro país. En el 2021 se publicaron algunos registros nuevos para el país como *Boana gracilis*, *Dendropsophus tintinnabulum*, *Scinax danae* y *Scinax exiguus* (Osorno-Muñoz et al. 2021).

Figura 70. Localidades con información de anfibios y reptiles



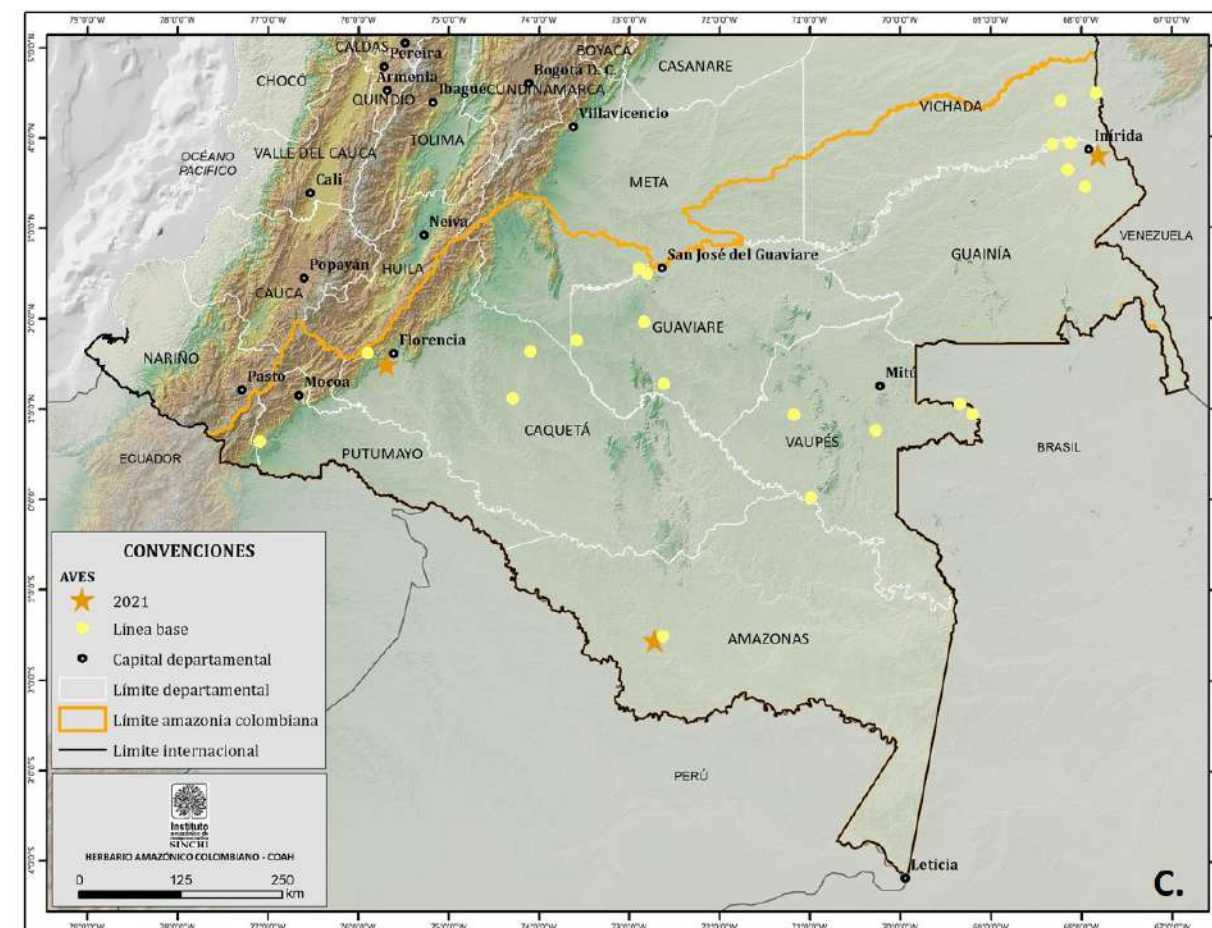
Fuente: Sinchi (2021).

En cuanto a los reptiles, en el 2021 se publicó una nueva especie para la ciencia, la serpiente *Thamnodynastes silvai* (Trevine et al. 2021) con distribución en la cuenca amazónica, en Colombia, Brasil, Ecuador y Perú. Ingresaron durante esta vigencia seis nuevos registros a la colección de reptiles del instituto, los lagartos *Loxopholis snethlageae*, *Tretioscincus oriximinensis* y *Uracentron flaviceps*; así como de las serpientes *Amerotyphlops minuisquamus*, *Drymarchon corais* y *Thamnodynastes silvai*. Se destacan los hallazgos de los lagartos *L. snethlageae*, por ser el registro más al sur para la especie en Colombia; *T. oriximinensis*, recolectado en el departamento del Guainía, que es el registro más al norte y oriental de este taxón en el país y el lagarto *U. flaviceps*, una especie de dosel, que es muy rara en colecciones biológicas. Las serpientes *A. minuisquamus* y *D. corais* son igualmente raras en colecciones. Con los muestreos realizados en la ciudad de Leticia, se logró registrar a la serpiente recientemente descrita, *T. silvai*, la cual no se había recolectado en los alrededores de la ciudad hace más de 30 años.

Para avifauna, las salidas de campo en La Chorrera (Amazonas), Morelia (Caquetá) y Berrocal Vitina (Guainía) (Figura 71) permitieron aumentar trece especies en nuestra base de datos general, alcanzando un total de 777 especies de aves en la Amazonía; principalmente representantes de la región del Escudo Guayanés en sabanas naturales y bosques de arenas blancas. En el año 2021 aportamos en una publicación analizando los semilleros piquigordos del género *Sporophila* (anteriormente tratados como *Oryzoborus*) y la confirmación de la presencia del primer registro para Colombia de *Sporophila atrirostris*

en la Amazonia colombiana publicado en el Boletín SAO (Rocha-Lopez et al. 2021). Adicionalmente, se destaca el primer registro de *Phyllaemulor bracteatus* (Familia Nyctibiidae) en el departamento de Amazonas, localidad La Chorrera, especie de la que se conoce muy poco, logramos el primer espécimen colectado en el país de manera confirmada, nuevos puntos de distribución y aspectos de su historia natural. Los muestreos en La Chorrera, Amazonas también arrojaron importantes ampliaciones en la distribución de varias especies que no se reportaban previamente al sur del río Caquetá, como: *Xipholena punicea*, *Cercomacroides tyrannina*, *Ammonastes pelzelni*, *Caryothraustes canadensis* y *Heterocercus flavivertex*.

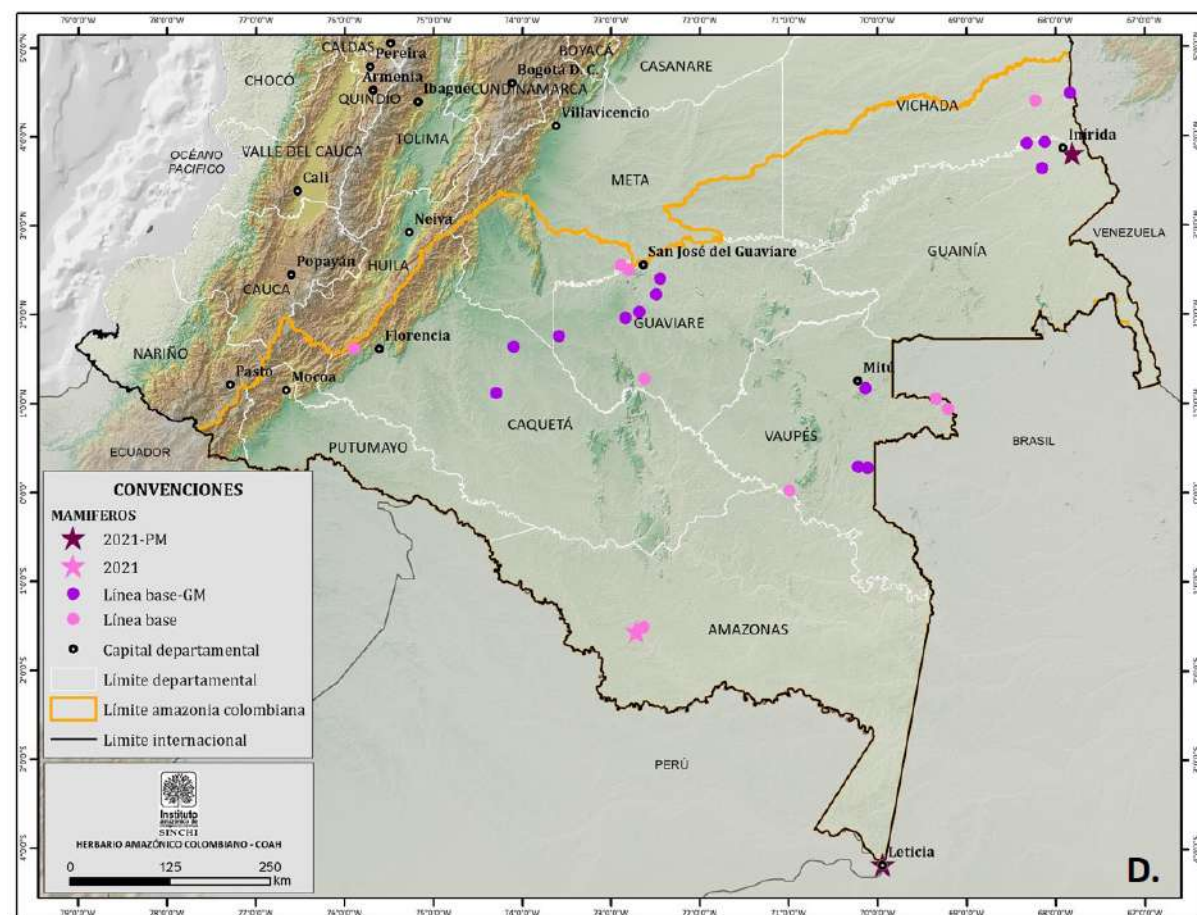
Figura 71. Localidades con información de aves



Fuente: Sinchi (2021).

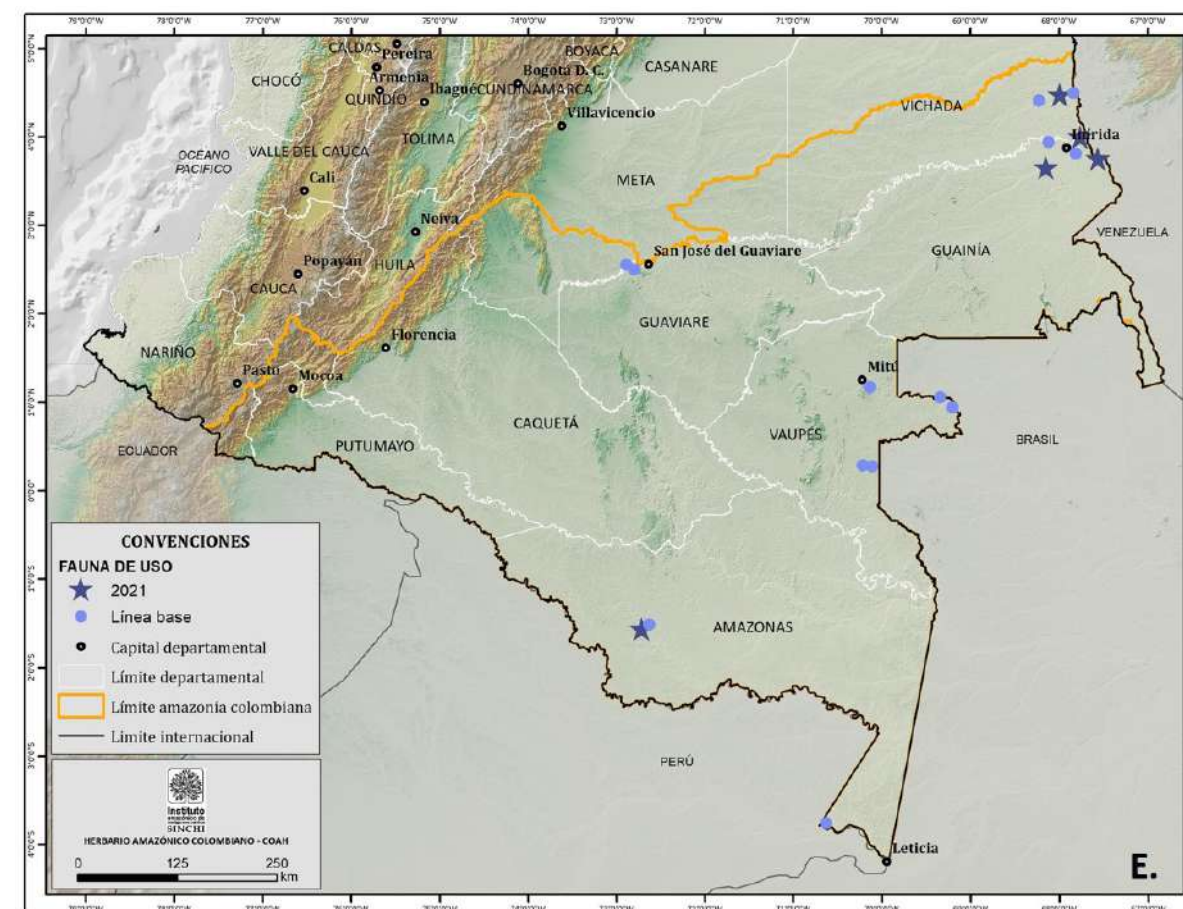
En el año 2021 se realizaron muestreos de mamíferos en tres localidades (Figura 72): Berrocal Vitina (Guainía) y área urbana y periurbana de Leticia (Amazonas) exclusivamente para pequeños mamíferos; y corregimiento departamental La Chorrera (Amazonas) para todo el grupo, incluyendo pequeños mamíferos y mamíferos medianos y grandes. Con estos inventarios se incrementaron en ocho (8) las especies registradas, todas ellas del grupo de pequeños mamíferos, con *Cynomops mastivus* y *Peropteryx leucoptera*, registrados en el departamento del Guainía; y *Makalata macrura*, *Myotis simus*, *Noctilio albiventris*, *Phyllostomus discolor*, *Toromys rhipidurus* y *Uroderma magnirostrum* registradas en el departamento del Amazonas. Adicionalmente, se describieron dos especies de murciélagos para Colombia, el primero *Vampyressa voragine* (Morales-Martínez et al. 2021a) nativo de las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental de Colombia, publicado en la revista *Journal of Mammalogy* y el segundo *Eptesicus orinocensis* (Ramírez-Chaves et al. 2021), un murciélago insectívoro nativo de los Llanos del Orinoco y el área norte de la Amazonia publicado en la revista *Zootaxa*. También registramos por primera vez para Colombia al murciélago de chupas *Thyroptera lavalii*, aumentando considerablemente la distribución de la especie en Suramérica y publicado en la revista *Checklist* (Morales-Martínez et al. 2021b).

Figura 72. Localidades con información de mamíferos



Fuente: Sinchi (2021).

Figura 73. Localidades con información de fauna de uso



Fuente: Sinchi (2021).

PM = Pequeños mamíferos y GM = Grandes mamíferos cuando es el único grupo evaluado

En cuanto a mamíferos medianos y grandes, aunque el número total de especies registradas no se incrementó respecto a los datos de 2020, los muestreos con cámaras trampa en La Chorrera (Amazonas) durante 2021 complementaron el inventario local detectando 8 especies no registradas en 2019, entre las que resaltan la ardilla enana amazónica *Microsciurus flaviventer*, el jaguar *Panthera onca*, el armadillo gigante *Priodontes maximus* y el lobo de río *Pteronura brasiliensis*. Sobre esta complementariedad de los inventarios con cámaras trampa, en 2021 publicamos en Acta Amazonica un artículo que explora la precisión de los estimadores de diversidad, así como el esfuerzo mínimo de muestreo para la estimación de la riqueza de mamíferos medianos y grandes en estudios locales (Morales-Martinez et al. 2021c). Dentro de este grupo se presentó un aumento en el número de especies de consumo, adicionando al listado al bebeleche *Leontocebus fuscus* con el cual se llega a 38 mamíferos medianos y grandes que forman parte de la dieta de las comunidades indígenas de la Amazonia colombiana.

El número total de especies de fauna de consumo se incrementó a 111 con el inventario en La Chorrera y los registros de consumo en el monitoreo de fauna en la Estrella Fluvial de Inírida (Figura 73), con la inclusión de 4 especies de aves y una de mamíferos. En 2021 se publicó un artículo en el libro "La caza y pesca de subsistencia en el norte de Suramérica", que da cuenta de la diversidad de fauna silvestre en la alimentación de los pueblos amazónicos en Colombia, su variación en amplitud y composición y la influencia de algunos factores socioambientales en la fauna consumida localmente (Atuesta-Dimian et al. 2021).

Tabla 9. Resumen diversidad de fauna registrada en la Amazonia Colombiana por el Instituto Sinchi. LB = Línea Base a 2020 y nuevos registros a 2021

AÑO	Grupo	# especies	# especies amenazadas (IUCN)	# especies amenazadas Nacional (MADS)	# especies introducidas	# especies endémicas para Colombia	# especies útiles (Consumo)	# especies en apéndices CITES	# spp migratorias
LB 2020	Anfibios	176	2 EN 1 VU	0	0	8	6	10 en apéndice II	0
	Reptiles	178	2 EN 1 VU	2 EN 1 VU	4 introducidas 1 trasplantada	9	17	14 en apéndice II	0
	Aves	764	16 VU	1 EN 9 VU	0	4	44	5 en apéndice I 124 en apéndice II 1 en apéndice III	41
	Pequeños mamíferos	105	3 VU	0	0	1	1	0	0
	Mamíferos medianos y grandes	52	3 EN 8 VU	2 EN 6 VU	0	0	37	9 en apéndice I 17 en apéndice II	0
	Total a 2020	1263	36	21	5	22	105	180	41
2021	Anfibios	183	2 EN 1 VU	0	0	8	6	11 en apéndice II	0
	Reptiles	184	2 EN 1 VU	2 EN 1 VU	4 introducidas 1 trasplantada	9	17	14 en apéndice II	0
	Aves	777	16 VU	1 EN 9 VU	0	4	49	5 en apéndice I 125 en apéndice II 1 en apéndice III	41
	Pequeños mamíferos	113	3 VU	0	0	1	1	0	0
	Mamíferos medianos y grandes	52	3 EN 8 VU	2 EN 6 VU	0	0	38	9 en apéndice I 17 en apéndice II	0
	Total a 2021	1309	36	21	5	22	111	182	41

from Colombia. Journal of Mammalogy, 102, 90–100. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa137>

Morales-Martínez DM, Rodríguez-Posada ME, Acosta-Morales SG, Saldarriaga AM. 2021b. First confirmed record of the LaVal's Disk-winged Bat, *Thyroptera lavalii* Pine, 1993 (Chiroptera, Thyropteridae), from Colombia. Check List 17(2): 471–478. <https://doi.org/10.15560/17.2.471>

Morales-Martínez, D.M., N. Atuesta-Dimian, D. Martínez-Medina, D.R. Gutiérrez-Sanabria, M.E. Rodríguez-Posada. 2021c. Completeness of rapid assessments of medium and large mammal diversity in the northwestern Amazon in Colombia. Acta Amazonica 51: 226-236. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202100741>.

Osorno-Muñoz, M., D.L. Gutiérrez-Lamus & J.R. Caicedo-Portilla. 2021. Anfibios y reptiles registrados para el área de influencia del sitio Ramsar Estrella Fluvial Inírida, Colombia. Pp: 93-105. En: Usma Oviedo, J.S., M. Franco-Jaramillo, F. Trujillo & Mesa Ramsar EFI (Eds.). Plan de Manejo Ambiental del sitio Ramsar Estrella Fluvial Inírida: avances en el conocimiento, conservación y uso sostenible de su biodiversidad. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico - CDA, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Proyecto GEF Corazón de la Amazonía, Corporación Mesa Ramsar EFI, Asociación de Campesinos para la Sostenibilidad Zona Ramsar EFI - ACEFIN & WWF Colombia. Bogotá, Colombia. 264 pp.

Ramírez-Chaves, H.E., D.M. Morales-Martínez, W.A. Pérez, D. Velásquez-Guarín, I.Y. Mejía-Fontecha, M. Ortiz-Giraldo, P.A. Ossa-López, & F.A.R. Páez. 2021. A new species of small *Eptesicus Rafinesque* (Chiroptera: Vespertilionidae) from northern South America. Zootaxa 5020(3): 489-520.

Rocha-Lopez, D., M. Quiñonez-Calle, D. Caranton-Ayala, A. Betancur-Lopez, O. Acevedo-Charry. 2021. La Importancia de obtener evidencia multimedia: El caso de los semilleros Piquigordos de Colombia, con registros de *Sporophila atrorostri* y un llamado a buscar *Sporophila maximiliani*. Boletín SAO Vol. 30, No 1: 22-31.

Trevine, V. C., J. R. Caicedo-Portilla, M. Hoogmoed, R. A. Thomas, F. L. Franco, G. G. Montingelli, M. Osorno-Muñoz & H. Zaher. 2021. A new species of *Thamnodynastes* Wagler, 1830 from western Amazonia, with notes on morphology for members of the *Thamnodynastes pallidus* group (Serpentes, Dipsadidae, Tachymenini). Zootaxa, 4952 (2): 235–256. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4952.2.2>

2.3.7. Caracterización ecológica y ambiental del cerro Alto Utría, jurisdicción del PNN Utría – municipio de Bahía Solano y cerro el Retoño, territorio del Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes "ACABA"

IIAP: Eric Yair Cuesta Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Reimer Rengifo Ibargüen, Luis Eladio Rentería Moreno, Yiskar Damian Murillo Asprilla, Luis Javier Mosquera Ramos, Kritzzia Jocelin Copete Murillo, Giovanni Ramírez Moreno; Grupo de Investigación: conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico. Línea: caracterización de Ecosistemas Estratégicos.

Referencias

Atuesta-Dimian, N., L. F. Jaramillo, M. Felipe Parra-Torres y M. Osorno-Muñoz. 2021. La diversidad de fauna en la alimentación de los pueblos amazónicos en Colombia. Pp. 129-151. En: Lasso, C. A. y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), IX. La caza y pesca de subsistencia en el norte de Suramérica. Parte I: Colombia, Venezuela y Guyana. Serie Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2022FSNIX.04

Icochea, J., L.A. Coloma, S. Ron, Karl-Heinz Jungfer, F. Castro, J.V. Rueda. 2004. *Hemiphractus helioi*. The IUCN Red List of Threatened

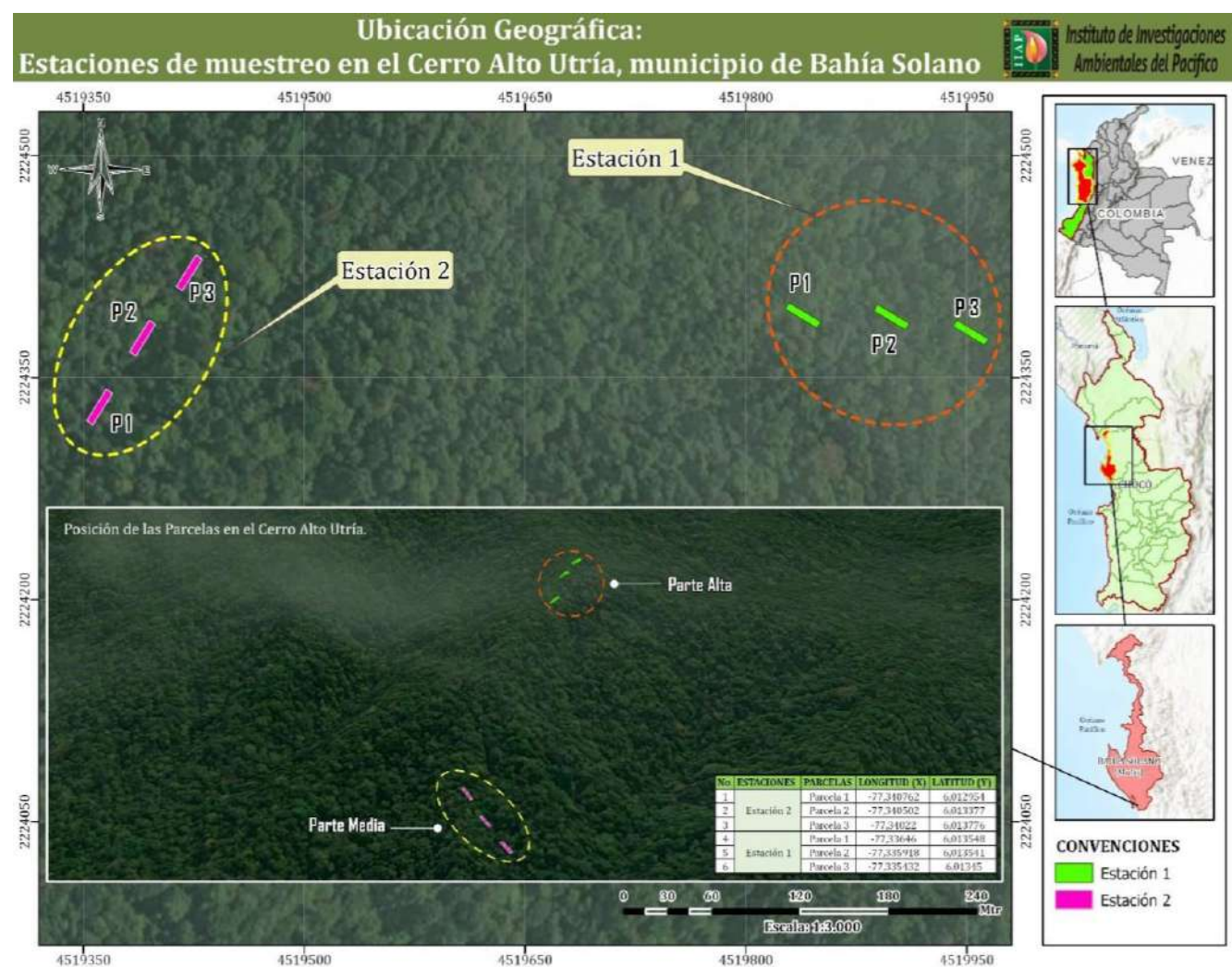
Species 2004: e.T55368A11299186. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55368A11299186.en>. Accessed on 04 October 2022.

Lynch, J. D. & M. A. Vargas Ramírez. 2000. Lista preliminar de especies de anuros del Departamento del Guainía, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales:24(93): 579-589.

Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., & Ramírez-Chaves, H. E. 2021a. A new cryptic species of yellow-eared bat *Vampyressa melissa* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae)

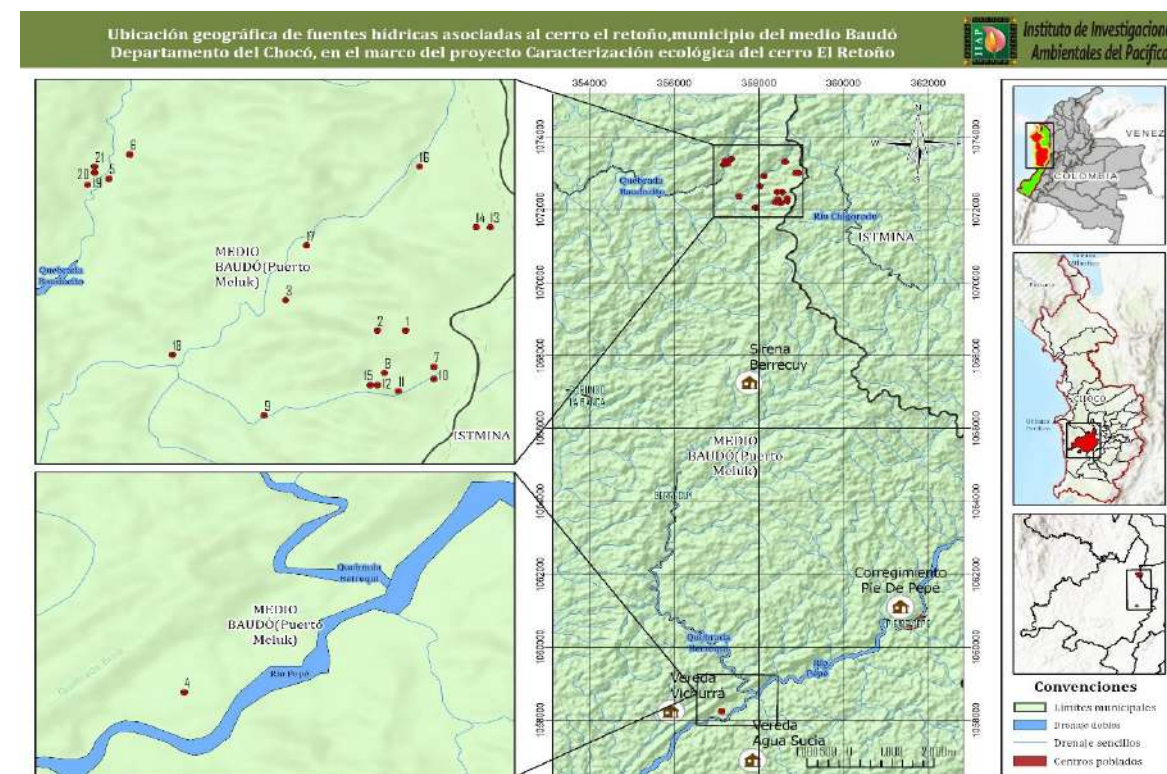
Para la Caracterización ecológica de los cerros Utría (Figura 74) y El Retoño (Figura 75), se seleccionaron varios sitios en las zonas de estudio, atendiendo los requerimientos ecológicos de cada grupo biológico, partiendo exclusivamente de la metodología aplicada para estos y complementado con revisión de información existente sobre la biota potencialmente presente en la zona de influencia del proyecto. Se realizaron muestreos de campo aplicando la metodología Muestreos Ecológicos Rápidos "MER" (TNC, 2002), cuya finalidad es realizar muestreos para inventarios simples de fauna y flora, además de proveer información esencial en corto período de tiempo en áreas previamente seleccionadas por su calidad ambiental, potencial de biodiversidad o representatividad dentro del conglomerado general paisajístico. Para la ictiofauna, se utilizó una combinación de artes de pesca tradicionales y métodos de muestreo tecnificados. Para los Herpetos, se aplicó la Inspección por Encuentro Visual (VES). La avifauna fue caracterizada a partir de Censos por avistamiento, grabaciones de vocalización y Capturas con redes de niebla.

Figura 74. Ubicación geográfica de cerro Utría en el municipio de Bahía Solano



Fuente IIAP (2021).

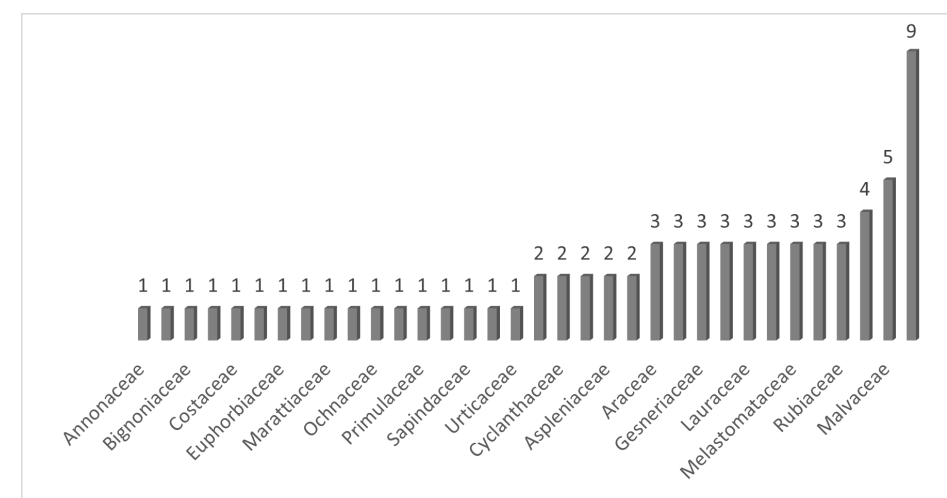
Figura 75. Ubicación geográfica del cerro El Retoño en el municipio de Medio Baudó



Fuente IIAP (2021).

Cerro Utría: Producto del muestreo en 0,075ha de este ecosistema, para la vegetación, se registró un total de 465 individuos, distribuidos en 68 especies, 55 géneros y 32 familias botánicas. Las familias mejor representadas en cuanto a número de especies fueron: Arecaceae (S=9), Malvaceae (S=6) y Clusiaceae (S=4) (Figura 76). Con relación a las especies registradas las de mayor abundancia fueron: *Asplenium* sp y *Alibertia edulis* cada una con 21 individuos, *Pleurosthyrium* sp (N=17), *Sloanea guianensis* (N=16) *Xylopia* sp y *Costus* sp (N=15). En cuanto a géneros lo más representativos son: *Anthurium*, *Heliconia* y *Miconia* representadas cada una con 3 especies, *Ocotea*, *Matisia*, *Bactris* y *Calathea* con 2 especies cada una. De las 68 especies registradas durante el muestreo florístico, 5 de ellas aparecen con algún grado de amenaza como fue: Dos (2) en Peligro (*Aspidosperma cruentum* y *Licania arborea* Seem), dos en vulnerable (*Dipteryx oleifera* Benth y *Huberodendron patinoi*) y una casi amenazadas (*Eschweilera sclerophylla*).

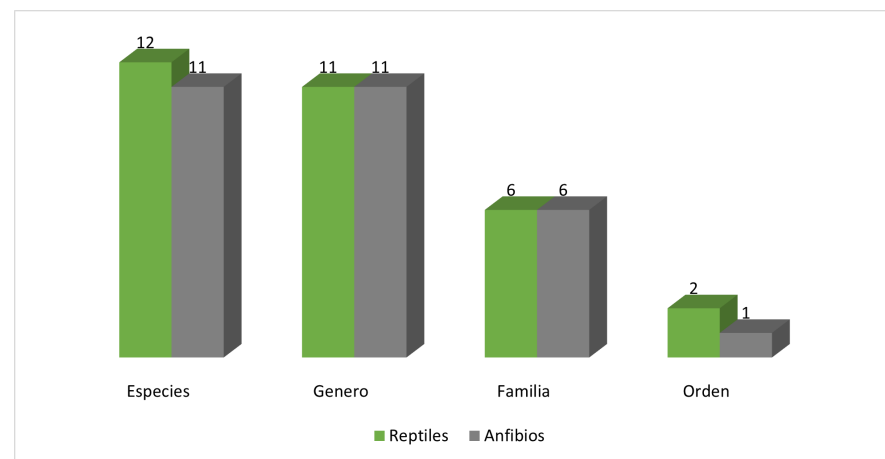
Figura 76. Familias de mayor riqueza de especies registradas en el cerro Utría



Fuente IIAP (2021).

En cuanto a la fauna, los herpetos estuvieron representados por 23 especies, siendo los anfibios los de mayor riqueza con 11 especies, distribuidas en 9 géneros, 6 familias y 2 órdenes; mientras que los reptiles representaron 12 especies, 11 géneros, 7 familias y 2 órdenes (Figura 77).

Figura 77. Representatividad de los reptiles y anfibios registrados para el cerro de Utría



Fuente IIAP (2021).

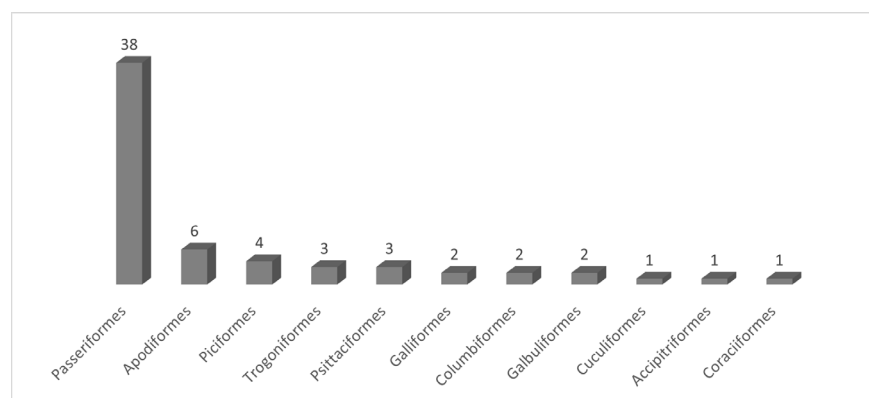
La mayor abundancia la presentó *Oophaga solanensis* (N=27) (Figura 78). Las aves estuvieron representadas por 63 especies que pertenecen a 11 órdenes y 26 familias. El orden mejor representado fue Passeriformes 38 especies (Figura 79).



Figura 78. *Oophaga solanensis*; herpeto más abundante en el cerro de Utría

Fuente IIAP (2021).

Figura 79. *Oophaga solanensis*; herpeto más abundante en el cerro de Utría



Fuente IIAP (2021).

A nivel de familia Thraupidae con 9 especies fue la de mayor riqueza. Las especies de mayor registro fueron; *Poliocrania exsul* (N=24), *Pyrilia pyrilia* (N=22), *Psarocolius cassini* (N=20). Dentro del grupo de las aves, se registran 4 especies amenazadas en categoría vulnerable (VU), como son: *Penelope ortonii*, *Crax rubra* (Figura 80), *Patagioenas subvinacea* y *Neomorphus geoffroyi* (Figura 81). Una en peligro (EN); *Ara ambiguus* y tres casi amenazadas (NT): *Morphnus guianensis*, *Ramphastos ambiguus* y *Pyrilia pyrilia*.

Figura 80. *Crax rubra*; ave amenazada en categoría vulnerable que se encuentra en el cerro Utría, Bahía Solano, Chocó



Fuente IIAP (2021).

Figura 81. *Neomorphus geoffroyi*; ave amenazada en categoría vulnerable que se encuentra en el cerro Utría, Bahía Solano, Chocó



Fuente IIAP (2021).

También se registró la presencia de una especie endémica: *Psarocolius cassini* (Figura 82) y siete casi endémicas (*Penelope ortonii*, *Trogon comptus*, *Trogon chionurus*, *Capito maculicoronatus*, *Ramphastos brevis*, *Pyrilia pyrilia* y *Cyanocorax affinis*).

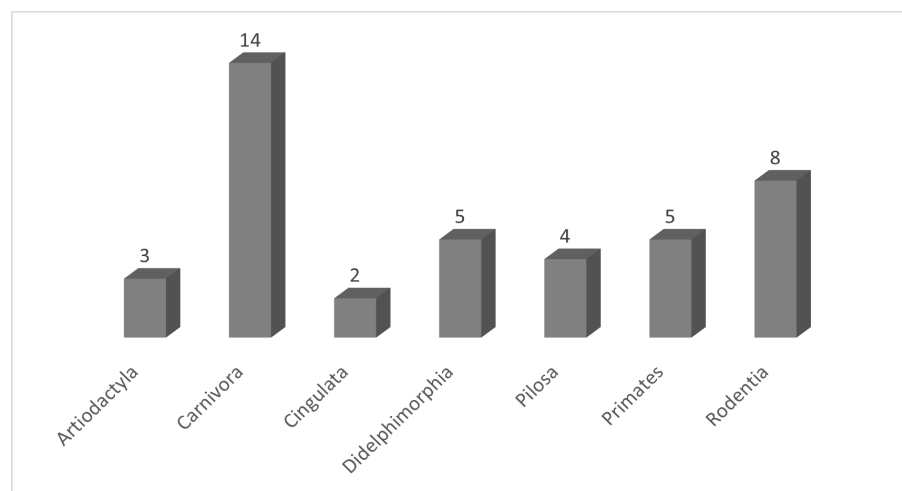
Figura 82. *Psarocolius cassini*; ave endémica que se encuentra en el cerro Utría, Bahía Solano, Chocó



Fuente IIAP (2021).

En relación a los mamíferos, se registraron 41 especies, correspondiente, 22 familias y 7 órdenes (Artiodactyla, Carnivora, Cingulata, Didelphimorphia, Pilosa, Primates y Rodentia). La mayor riqueza de especies obtenida, la presenta el orden Carnivora con (S=14) y Rodentia (S=8) (Figura 83). Se presentan cuatro especies en alguna categoría de amenaza *Tayassu pecari*, *Alouatta palliata*, *Aotus zonalis*, *Panthera onca* y *Lontra longicaudis*, se encuentran en la categoría Vulnerable (VU), mientras que *Ateles fusciceps* está en peligro (EN).

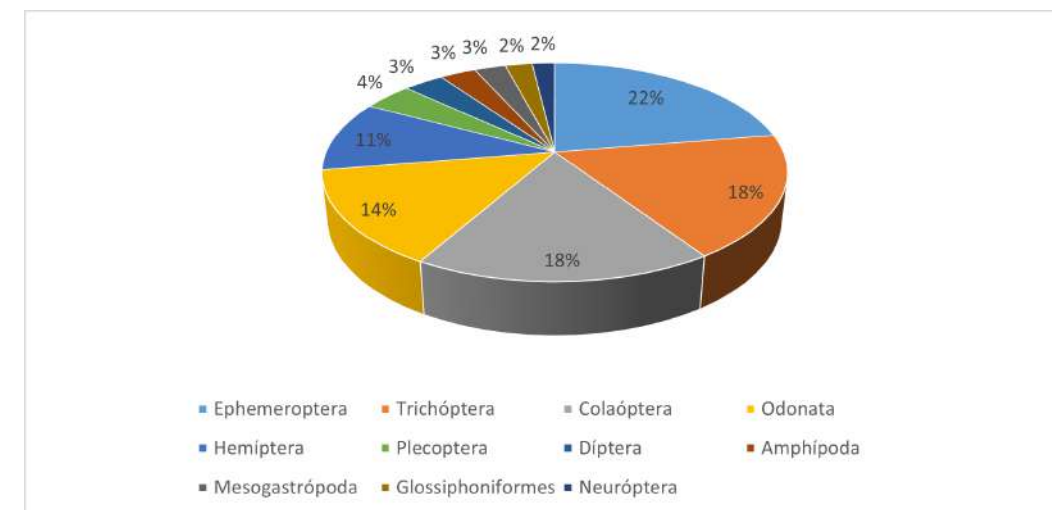
Figura 83. Riqueza de especies para cada orden de mamíferos terrestres asociados al cerro Utría, Bahía Solano, Chocó



Fuente IIAP (2021).

La comunidad de macroinvertebrados presentes en las fuentes hídricas asociadas al cerro Alto Utría (Quebrada Aguada, Quebrada Esterogrande y Quebrada Chocolate) reporta un total de 268 individuos repartidos en 30 géneros, 27 familias, 11 órdenes y 4 clases. La clase Insecta es la más abundante con el 82% del total encontrado y las otras 3 clases, Crustácea, Hirudínea y Gastrópoda presentan el 8% de los organismos en conjunto. Los órdenes más abundantes son Ephemeroptera con el 22%, Trichóptera con el 18% y Coleóptera con el 18% (Figura 84). Las familias más representativas son Leptophlebiidae con el 15,53% y Hydropsychidae con el 9,10%. Los géneros más abundantes son *Thraulodes*, con el 15,53% y *Psephenops*, con el 7,95%.

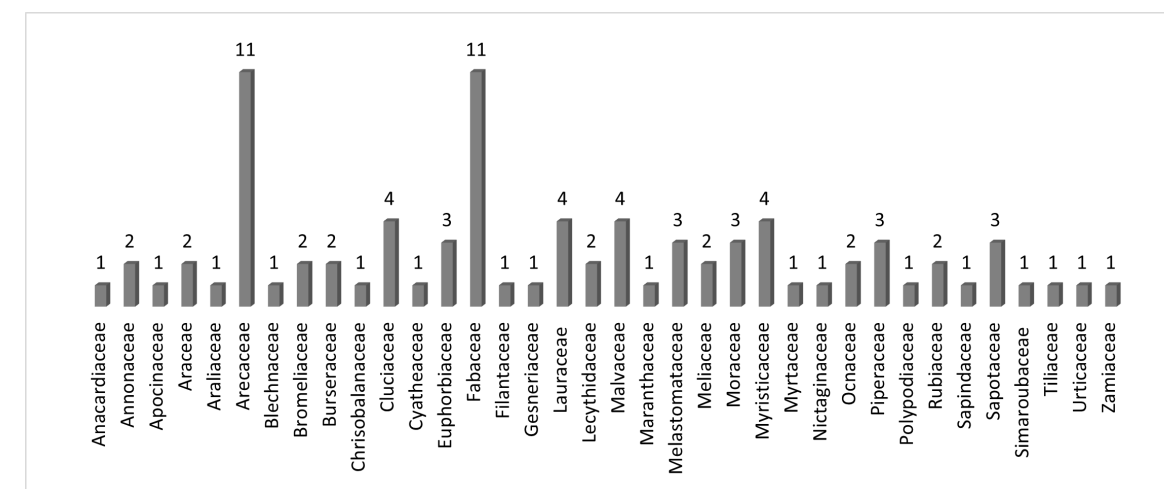
Figura 84. Representatividad en número de individuos de Ordenes de macroinvertebrados asociados a fuentes hídricas del cerro Utría, Bahía Solano, Chocó



Fuente IIAP (2021).

Cerro El Retoño: En relación a la riqueza y composición florística, Se registró un total de 910 individuos, distribuidos en 86 especies, 77 géneros y 38 familias. *Arecaceae* (N=164, S=11), *Fabaceae* (N=86, S=11), fueron las familias mejor representadas en cuanto a número de individuos y riqueza de especies (Figura 85). Con relación a las especies registradas, las de mayor abundancia fueron *Matisia* sp (N=57), *Guzmania lingulata* (N=50) y *Wettinia quinaria* (N=49). De las 86 especies registradas durante el monitoreo 9 de ellas aparecen con algún grado de amenaza; dos en Peligro Crítico (*Hymenaea courbaril* e *Inga choocoensis*), tres en Peligro (*Trichilia martiana*, *Inga spuria* y *Camposperma panamensis*) y cuatro en vulnerable (*Huberodendron*, *Pentagonia macrophylla*, *Virola sebifera* y *Piscidia carthagenensis*).

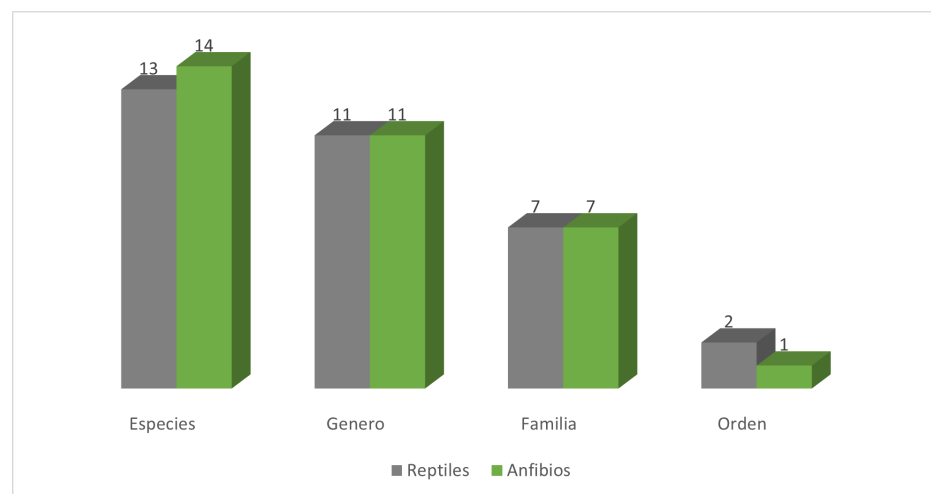
Figura 85. Familias de mayor riqueza de especies registradas en el cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó



Fuente IIAP (2021).

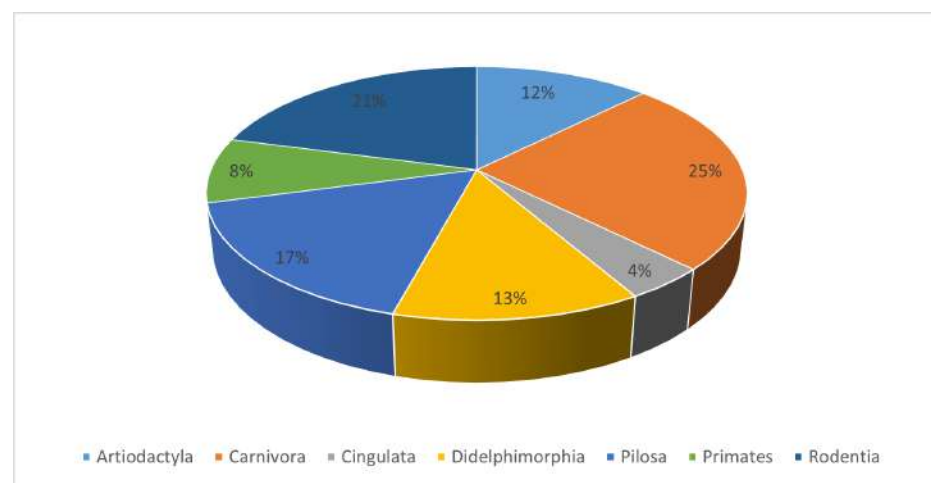
En cuanto a la fauna, se registraron 27 especies de herpetos: 14 de anfibios (11 géneros, 7 familias y un orden) y 13 de reptiles (11 géneros, 7 familias y 2 órdenes) (Figura 86). La mayor abundancia la registró *Oophaga solanensis* (N=44) y *Sachatamia illex* (N=11). En referencia a las aves, estas estuvieron representadas por 84 especies, las cuales representan a 38 familias y 17 órdenes. La familia *Thraupidae* con 14 especies fue la mejor representada. Se registraron 8 especies migratorias, 2 endémicas y 7 casi endémicas. Por otra parte, la mastofauna integró 29 individuos, 24 géneros, 18 familias y 7 órdenes de mamíferos terrestres, destacándose por su riqueza específica, el orden Carnívora (25%), seguido por Rodentia (21%) y Pilosa (17%) (Figura 87); mientras las familias, con mayor riqueza específica fueron *Didelphidae* y *Felidae* con tres cada una. La familia *Dasyproctidae* fue la más abundante, representada únicamente por *Dasyprocta punctata* (Guatín) con 13,79% (Figura 88).

Figura 86. Representatividad de los reptiles y anfibios registrados para el cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó



Fuente IIAP (2021).

Figura 87. Representatividad específica de órdenes de mamíferos terrestres asociados al cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó



Fuente IIAP (2021).

Figura 88. *Dasyprocta punctata*, mamífero abundante del cerro El Retoño, Medio Baudó, Chocó



Fuente IIAP (2021).

Referencias

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico- IIAP. 2021A. Caracterización ecológica y ambiental del cerro Alto Utría, jurisdicción del PNN Utría –municipio de Bahía Solano. Informe técnico. Quibdó-Chocó. 123p.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico- IIAP. 2021B. Caracterización ecológica y ambiental del cerro El Retoño, territorio del Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes "ACABA. Informe técnico. Quibdó-Chocó. 111p.

2.3.8. Diversidad y estado de conservación de los humedales del Chocó Biogeográfico: Caso humedal Caño Negro en río Sierpe en territorio colectivo de Acaba en el municipio del Medio Baudó – Chocó.

IIAP: Luis Eladio Rentería Moreno, Eric Yair Cuesta Ríos, Luis Javier Mosquera, Reimer Rengifo Ibarguen , Kleyder Enrique Copete Garrido, Didier Alexander Tobón Rentería, Mayra Yaneth Palacios, Daurín Rodríguez Mena y Yirlesa Samanta Murillo Hinestroza

Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico. Línea Caracterización de Ecosistemas Estratégicos.

Agradecimientos: Esta es una investigación desarrollada en un marco de contexto del estado de los recursos naturales asociado a un ecosistema de humedal de la cuenca del Baudó, que se desarrolló en territorio colectivo y con las comunidades, por tal razón se le agradece al Consejo Comunitario General del Río Baudó y sus Afluentes "ACABA", a la comunidad de Santa Cecilia, por todo su apoyo y aporte durante todas las etapas del proyecto.

La ciénaga Caño Negro se encuentra conectado al río Sierpe, en la comunidad de Santa Cecilia, municipio del Medio Baudó, territorio colectivo de ACABA. Es un humedal de gran importancia para la comunidad dado a que alrededor de este giran un sin número de historias y creencias culturales que han llevado a que muy pocas personas de la comunidad se atrevan a visitarlo por temor o desconocimiento. Sin embargo, se pudo identificar que este, es el hábitat de 192 especies biológicas, donde podemos encontrar 89 especies de plantas, siendo *Juncus aff. effusus*, *Rhynchospora sp.*, *Camposperma panamense* y la palma *Euterpe oleracea* las de mayor abundancia. Igualmente, se registraron más de 103 especies faunísticas (11 peces, 3 anfibios, 9 reptiles, 54 aves, 26 mamíferos y más de 43 familias de artrópodos), muchas de las cuales son de interés especial, como las aves *Penelope ortonii*, endémica y amenazada incluida en la categoría En Peligro, *Actitis macularius*, *Butorides virescens*, *Pandion haliaetus*, *Hirundo rustica*, *Piranga olivácea*, catalogadas como especies migratoria boreales, la tortuga *Kinosternon dunni* que es una especie endémica del Pacífico e incluida en la categoría de Vulnerable y los mamíferos *Leopardus tigrinus*, *Panthera onca*, *Lontra longicaudis*, *Tayassu pecari* y *Cebus capucinus* todos considerados especies amenazadas en la categoría Vulnerable (VU). Finalmente, se pudo evidenciar que las actividades de corte de madera realizado en tiempos antaño colmo de material orgánico las aguas de dicho humedal afectando sus condiciones fisicoquímicas y la biota que en él se encuentra, aspecto que se pudo evidenciar en el bajo registro de especies icticas, macroinvertebrados y en los parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto, con valores que no superaron los 3.5 mg/ y por lo tanto, estuvieron por debajo de lo establecido por el Decreto 703 de 2018 para preservación de flora y fauna (> 4 mg/l).

Para la caracterización ecológica del humedal Caño Negro (Figura 89, Fotografía 1 y 2), ubicado en el municipio del Medio Baudó, Chocó, en el corredor biológico Darién - Baudó propuesto por el IIAP, se seleccionaron las áreas de muestreo, respondiendo a requerimientos y características de cada componente (agua, fauna y flora); para la vegetación, se establecieron 10 parcelas de 5 x 25m (zona insular), para el caso del espejo de agua, se utilizaron 10 parcelas de 1x1m; para la fauna ictica, se utilizó línea de mano (anzuelos), donde se emplearon un total 500 lances; para la herpetofauna se aplicó la Inspección por Encuentro Visual; la avifauna fue caracterizada mediante búsqueda intensiva y conteo desde punto fijo; la Artropofauna fue caracterizada mediante capturas manuales y trampas Pitfall; la calidad fisicoquímica del agua se estudió mediante el monitoreo in situ de los parámetros fisicoquímicos; la caracterización del fitoplancton se realizó mediante red de plantón en el muestreo de superficie y una botella muestreada Wildco 2.2 litros para el muestro del fondo; la colecta de los macroinvertebrados se realizó con ayuda del cernidor, la red Surber y la Draga Eckman.

Figura 89. Ubicación del humedal de Caño Negro, Medio Baudó



Fuente IIAP (2021).

Fotografía 1. Imagen panorámica del humedal Caño Negro



Fuente IIAP (2021).

Fotografía 2. Color de las aguas del Caño



Fuente IIAP (2021).

El análisis del agua en la ciénaga Caño Negro, permite indicar de manera general que el ecosistema presenta condiciones fisicoquímicas que pueden llegar a restringir el desarrollo de especies al interior del mismo, teniendo en cuenta, que parámetros determinantes como el oxígeno disuelto y Ph, se encuentran por debajo de las concentraciones mínimas requeridas para el desarrollo de la vida acuática de acuerdo a estándares establecidos para ellos en diferentes países (tabla 10). Adicionalmente, nutrientes como el fosfato, presentaron niveles promedios que superaron dichos estándares, indicando que el sistema muestra un posible proceso de eutrofización que justifica la baja concentración de oxígeno encontrada (fotografía 3).

Tabla 10. Comparación del estado del humedal Caño Negro con estándares de calidad de agua

Parametro	Criterios de calidad de agua para conservación de biota acuática por país					Datos de muestreo
	Panamá	Argentina	Uruguay	Colombia	México	Ciénaga Caño Negro
pH	5.0 – 9.0	6.5 - 8.5	6.0 - 9.0	4.5 - 9.0	6.0 – 8.0	4.9
Oxígeno Disuelto				4.0mg/l	5.0mg/l	3.4 mg/l
Nitratos	<200mg/l	<30mg/l				0.01mg/l
Nitritos	<0.6mg/l					0.008mg/l
Fosfatos			0.025mg/l		0.025mg/l	1.21mg/l

Fuente IIAP (2021).

Fotografía 3. Imagen del humedal Caño Negro, Municipio del Medio Baudó, Chocó



Fuente IIAP (2021).

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentó en total 205 individuos, distribuidas en 3 clases, 7 órdenes, 20 familias y 27 géneros. El orden más abundante es el Hemiptera con el 59% de la abundancia, seguido del orden Odonata con el 20% y Díptera con el 13%, estos tres órdenes registran el 92% de lo total encontrado (tabla 11). La principal clase representada en este humedal es la Insecta.

Tabla 11. Macroinvertebrados encontrados en la laguna Caño Negro

LAGUNA CAÑO NEGRO				Muestro 1							Muestro 2							Muestro 3							TOTAL					
Clase	Orden	Familia	Género	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N	%				
				Int. CN-R Serpie	Z.M. Caño	Int. CN Laguna	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	Int. CN-R Serpie	Z.M. Caño	Int. CN Laguna	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	Int. CN-R Serpie	Z.M. Caño	Int. CN Laguna	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4						
Insecta	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp	3											2	1									7	3,41				
		Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp	1				1																		2	0,98			
		Libellulidae	<i>Tramea</i>					4				2												1	4			12	5,85	
			<i>Dytarnis</i> sp					1									1											2	0,98	
			<i>Macrothemis</i> sp					2							1												7	10	4,88	
			<i>Brechmorhoga</i> sp							1	2								2									5	2,44	
		Aeshnidae	<i>Aeshna</i> sp							1																	2	0,98		
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> sp		3							1															4	1,95		
		Leptophlebiidae	<i>Leptophlebia</i> sp					1																			1	0,49		
		Polymitarcidae	<i>Campsurus</i> sp									1															1	0,49		
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp									3	1														4	1,95		
	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp			1			3																		4	1,95		
		Elmidae	<i>Phanocerus</i> sp			1																					1	0,49		
	Hemiptera	Germdae	<i>Limnogonus</i> sp						6						8												18	8,78		
			<i>Brachymetra</i> sp																								7	3,41		
			<i>Tropobates</i> sp																									4	1,95	
		Hebridae	<i>Hebrus</i> sp							1																	1	0,49		
		Pleidae	<i>Neoplea</i> sp						7	8					1	17											5	16	60	29,27
		Corixidae	<i>Centrocorixa</i> sp					3		1																	7	11	5,37	
		Hydrometridae	<i>Hydrometra</i> sp					1																			1	0,49		
		Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp														3											2	16	7,8
			<i>Mesovelia</i> sp														1											1	1	0,49
		Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia</i> sp				1																				1	1	0,49
	<i>Chironomus</i> sp												1	3													1	19	9,27	
	Culicidae		<i>Culex</i> sp								1					1											1	5	2,44	
	Malacostrata	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp sp	2							2															4	1,95		
	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	<i>Nn</i>		2																					2	0,98		
3	7	20	27	9	2	9	9	19	19	4	7	6	4	10	25	7	10	1	3	1	22	20	5	13	205	100				

Fuente IIAP (2021).

La comunidad de fitoplancton muestra un registro de 254,698 ind/ml, distribuidos en 7 divisiones, 10 clases, 28 órdenes, 48 familias, 60 géneros y 60 especies. Las divisiones más densas son las Bacillariophytas y Euglenophytas, que aportaron cada una el 41.17% de la abundancia (104,848 ind/ml cada una) (tabla 3). Según el índice de contaminación por diatomeas, el humedal presentó una contaminación moderada con 1,55 bits/cél. Es notable la contaminación del fitoplancton porque la mayor parte de organismos son indicadores de ambientes eutrofizados por nutrientes, lo que favorece el desarrollo de diatomeas, por escasas de oxígeno y anoxia.

Tabla 12. Composición taxonómica del fitoplancton presente en la laguna Caño Negro

LAGNA CAÑO NEGRO				Muestreo 2						Muestreo 2						Muestreo 3						TOTAL		
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	N	%	
Orden	Familia	Género	Especie	Int. CÑ-R Ser	Z.M. Caño	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	Int. CÑ-R Serpie	Z.M. Caño	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	Int. CÑ-R Serpie	Z.M. Caño	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	N	%	
Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	<i>Nitzschia sp.</i>	152		606		152		152	152	152		152					152	152	1822	0,72		
Cocconeidales	Achnanthesiaceae	Planothidium	<i>Planothidium sp.</i>				152															152	0,06	
Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	<i>Cymbella sp.</i>	152			152	152	152					152	152	152		152				1216	0,48	
		Cymbopleura	<i>Cymbopleura sp.</i>				152																152	0,06
	Gomphonemataceae	Gomphonema	<i>Gomphonema sp.</i>	152	152	####	152		152	152	152			152	152	152	152				152	47581	18,69	
Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	<i>Eunotia sp.</i>	152	####	152	3030	606		152		758	152		152	152	152	152	1667	152	152	18642	7,32	
Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	<i>Fragilaria sp.</i>	152	152	303	152	455	152	152	152	14848	1515	303		152		5000	2576	152	152	26368	10,36	
		Synedra	<i>Synedra sp.</i>				152																152	0,06
Licmophorales	Ulnariaceae	Ulnaria	<i>Ulnaria sp.</i>						152								152					304	0,12	
Naviculales	Amphipleuraceae	Frustulia	<i>Frustulia sp.</i>				152	152	152			152		152		152	152	152	152	152		1520	0,6	
	Diadesmidaceae	Luticola	<i>Luticola sp.</i>			303										152						455	0,18	
	Naviculaceae	Navicula	<i>Navicula sp.</i>	152	152	152	303	303	152	152	152		303	152		152		152	303	152		2732	1,07	
	Pinnulariaceae	Pinnularia	<i>Pinnularia sp.</i>		152			152					152		152		152						760	0,3
	Sellaphoraceae	Sellaphora	<i>Sellaphora sp.</i>	152																			152	0,06
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia	<i>Rhopalodia sp.</i>	152																		152	0,06	
Surirellales	Surirellaceae	Surirella	<i>Surirella sp.</i>		152														152				304	0,12
Cocconeidales	Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis sp.</i>				152			152						152						456	0,18	
Cymbellales	Anomoeoneidaceae	Anomoeoneis	<i>Anomoeoneis sp.</i>										152	152					303	152			759	0,3
Eunotiales	Eunotiaceae	Actinella	<i>Actinella sp.</i>				152					152					152	152				608	0,24	
Naviculales	Amphipleuraceae	Amphipleura	<i>Amphipleura sp.</i>		152																	152	0,06	
Stephanodiscales	Stephanodisceae	Cyclotella	<i>Cyclotella sp.</i>						152									152		152		456	0,18	
Desmidiiales	Closteriaceae	Closterium	<i>Closterium sp.</i>						152							152						304	0,12	
	Desmidiaceae	Bambusina	<i>Bambusina sp.</i>			152	152		152			152	152	152				152	152	152			1368	0,54
		Cosmarium	<i>Cosmarium sp.</i>			152	152	152	152		152	152		303						152	455	152	1974	0,78
		Euastrum	<i>Euastrum sp.</i>				152																152	0,06
		Staurastrum	<i>Staurastrum sp.</i>				303	606	152					152	303			152		152	152	152	2124	0,83
		Staurodesmus	<i>Staurodesmus sp.</i>												152									152
	Xanthidium	<i>Xanthidium sp.</i>				152								455							152		759	0,3
Gonatozygaceae	Gonatozygon	<i>Gonatozygon sp.</i>			152				455		303											910	0,36	
Zygnemataceae	Mougeotia	<i>Mougeotia sp.</i>													152		152	152	152	303	152	1063	0,42	
	Spirogyra	<i>Spirogyra sp.</i>			303	1061	1212	455			152	152	152	1212	1061		758	152	303	606	152	7731	3,04	

Fuente IIAP (2021).

LAGNA CAÑO NEGRO				Muestreo 2						Muestreo 2						Muestreo 3						TOTAL		
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	N	%	
Orden	Familia	Género	Especie	Int. CÑ-R Ser	Z.M. Caño	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	Int. CÑ-R Serpie	Z.M. Caño	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4	Int. CÑ-R Serpie	Z.M. Caño	Rib 1	Rib 2	Rib 3	Rib 4			
Chaetophorales	Chaetophoraceae	Chaetophora	<i>Chaetophora sp.</i>											152									152	0,06
Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	Sphaerocystis	<i>Sphaerocystis sp.</i>		152							152									152		456	0,18
Oedogoniales	Oedogoniaceae	Oedogonium	<i>Oedogonium sp.</i>											152		152							304	0,12
Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Tetraedron	<i>Tetraedron sp.</i>		152															152			304	0,12
Chlorellales	Chlorellaceae	Chlorella	<i>Chlorella sp.</i>											152									152	0,06
Trentepohliales	Trentepohliaceae	Printzina	<i>Printzina sp.</i>										606										606	0,24
Ulotrichales	Ulotrichaceae	Ulothrix	<i>Ulothrix sp.</i>			152	455		152				152						152	152			1215	0,48
Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	Cryptomonas	<i>Cryptomonas sp.</i>				152	152	455	152		152	152	455					152	303	152	152	2429	0,95
Chroococcales	Chroococcaceae	Chroococcus	<i>Chroococcus sp.</i>			152							152	152						152	152	152	912	0,36
	Microcystaceae	Gloeocapsa	<i>Gloeocapsa sp.</i>									152											152	0,06
		Microcystis	<i>Microcystis sp.</i>			152			152							2576							152	3032
Nostocales	Aphanizomenonaceae	Aphanizomenon	<i>Aphanizomenon sp.</i>						152														152	0,06
	Hapalosiphonaceae	Hapalosiphon	<i>Hapalosiphon sp.</i>			152												152					304	0,12
	Nostocaceae	Anabaena	<i>Anabaena sp.</i>			3030																	3030	1,19
	Scytonemataceae	Scytonema	<i>Scytonema sp.</i>																	152	152		304	0,12
	Stigonemataceae	Stigonema	<i>Stigonema sp.</i>			909	152	152	152		152	152		152			152		152	152	152	152	2429	0,95
Oscillatoriales	Gomontiellaceae	Komvophoron	<i>Komvophoron sp.</i>																	152	152		304	0,12
	Microcoleaceae	Planktothrix	<i>Planktothrix sp.</i>		152																	152	304	0,12
	Oscillatoriaceae	Lyngbya sp.	<i>Lyngbya sp.</i>	152	152		152	152		152						303	152					303	1518	0,6
		Oscillatoria	<i>Oscillatoria sp.</i>			303	455	152	152		152	152		455	455	152		152	152	152	758		3642	1,43
	Phormidium	<i>Phormidium sp.</i>		152	152				152				152	152	152				152	152	152		1368	0,54
Synechococcales	Coelosphaeriaceae	Woronichinia	<i>Woronichinia sp.</i>		152							152									152		456	0,18
	Merismopediaceae	Merismopedia	<i>Merismopedia sp.</i>																152				152	0,06
	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena	<i>Pseudanabaena sp.</i>	152	152	152			152				152			152	152	1364	152				2580	1,01
	Synechococcales familia incertae	Schizothrix	<i>Schizothrix sp.</i>																152				152	0,06
Euglenida	Euglenidae	Euglena	<i>Euglena sp.</i>			303	152		152				152	152	152	152			152				1367	0,54
		Trachelomonas	<i>Trachelomonas sp.</i>	152	303	####	3939	152	###		303	152	1818	455			152	152	303	####	606	3182	103336	40,6
	Phacidae	Phacus	<i>Phacus sp.</i>		152																		152	0,06
Peridinales	Peridiniopsidaceae	Parvodinium	<i>Parvodinium sp.</i>	152			152		758	152					152				152		152	152	1822	0,72
29	48	60	60	1824	####	####	####	4854	###	1520	1822	17430	6521	5917	5157	2279	2734	9403	####	###	5310	254518	100	

La comunidad de artrópodos terrestres asociada al humedal Caño Negro, estuvo representada por un total de 446 individuos, distribuidos en 3 clases, 9 órdenes y 33 familias. La mayoría de los individuos pertenecieron a la clase Insecta, mientras que los órdenes Hymenoptera y Orthoptera se destacaron como los más representativos (202 y 73 individuos respectivamente) (Fotografía 4)

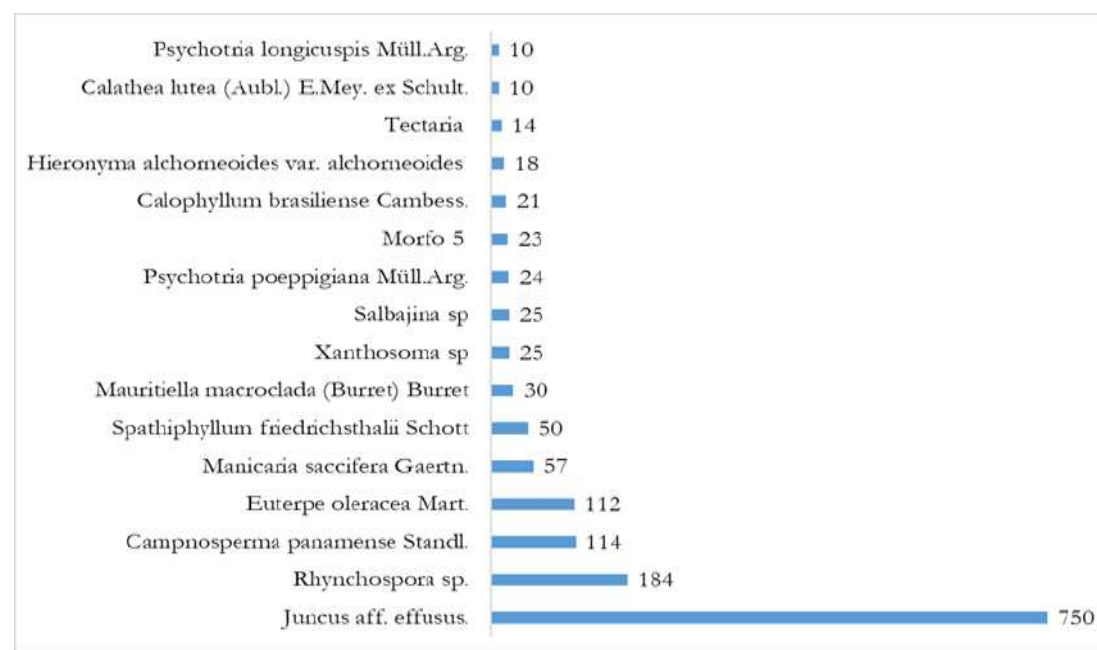
Fotografía 4. Representante de la Clase Insecta del humedal Caño Negro



Fuente IIAP (2021).

En relación al componente vegetal se registraron 1698 individuos pertenecientes a 89 especies, 66 género y 41 familias, donde las de mayor riqueza fueron Araceae y Arecaceae cada una con 7 especies, seguidas de Bromeliaceae (6), Fabaceae (6) y Melastomataceae (6); A nivel general, las familias botánicas que presentaron una mayor cantidad de individuos corresponden principalmente a Juncaceae (750), Arecaceae (211), Cyperaceae (188), Anacardiaceae (114), Araceae (104) Tectariaceae (39), Melastomataceae (38) y Rubiaceae (36), las cuales agruparon el 87% de total de individuos; mientras que las especies más dominante en el humedal fueron Juncus aff. effusus., Rhynchospora sp., Camptosperma panamense Standl., Euterpe oleracea Mart (figura 90).

Figura 90. Especies de plantas más abundantes



Fuente IIAP (2021).

Referente a la fauna ictica se registró un total de 55 individuos, distribuidos en tres órdenes, cinco familias y 11 especies; los órdenes Characiformes (N=35) y Siluriformes (N=11) fueron los más abundantes y con mayor riqueza. Con relación a las familias, la más abundante y de mayor riqueza fue Characidae (N=28, S=4); en cuanto a las especies Astyanax fasciatus (32,7%) y Rhamdia quelen con (14,5%) fueron la de mayor abundancia.

La comunidad de herpetofauna, registró 12 especies, los cuales se distribuyeron en 10 géneros, 10 familias y 3 órdenes, observándose una gran dominancia de la clase Reptilia con 2 órdenes, 7 familias, 7 géneros y 9 especies, con respecto a la clase Anfibia que solo estuvo representada por 1 orden, 3 familias, 3 géneros y 3 especies; Scinax sugillata fue la especie más representativa de anfibios, mientras que Holcosus festiva sobre salió entre los reptiles.

En cuanto a la avifauna se registró 241 individuos, los cuales representan a 54 especies de 30 familias (tabla 13); siendo Thraupidae (S=8, N=33), Tyrannidae (S=5, N=32) y Ardeidae (S=4, N=30), las familias mejor representadas en términos de riqueza y abundancia, mientras que Pionus menstruus, Psarocolius wagleri y Ramphastos ambiguus fueron las especies más abundantes, además se resalta el registro de una especie amenazada Penelope ortonii (En Peligro), 5 especies migratoria boreales (Actitis macularius, Butorides virescens, Pandion haliaetus, Hirundo rustica, Piranga olivácea), una especie endémica (Penelope ortonii) y tres especies casi endémicas (Notharchus pectoralis, Cyanocorax affinis y Ramphocelus dimidiatus).

Tabla 13. Composición y abundancia de la avifauna asociada al humedal Caño Negro

Familia	Especie	Abundancia
Tinamidae	Tinamus major	1
Cracidae	Penelope ortonii	2
	Columba livia	6
Columbidae	Patagioenas subvinacea	2
	Claravis pretiosa	8
Cuculidae	Crotophaga major	5
	Crotophaga ani	10
Nyctibiidae	Nyctibius griseus	1
Apodidae	Streptoprocne zonaris	2
Trochilidae	Threnetes ruckeri	1
	Phaethornis yaruqui	1
	Amazilia tzacatl	2
Aramidae	Aramus guarana	1
Rallidae	Aramides cajaneus	1
Charadriidae	Vanellus chilensis	2
Scolopacidae	Actitis macularius	5
Phalacrocoracidae	Phalacrocorax brasilianus	4
	Butorides virescens	2
	Butorides striata	1
	Ardea cocoi	1
Ardeidae	Egretta thula	18
	Coragyps atratus	6
	Cathartes aura	4
Cathartidae	Cathartes aura	4
Pandionidae	Pandion haliaetus	1
Accipitridae	Buteo platypterus	1
Trogonidae	Trogon chionurus	1
Bucconidae	Notharchus pectoralis	2
Ramphastidae	Ramphastos ambiguus	18
Psittacidae	Pionus menstruus	22
	Myrmotherula pacifica	2
	Poliocrania exsul	4
Thamnophilidae	Sipia berlepschi	2
	Lepidothrix coronata	2
Tyrannidae	Mionectes olivaceus	1
	Todirostrum cinereum	1
	Tyrannulus elatus	2
	Myiozetetes cayanensis	3
	Tyrannus melancholicus	4
Corvidae	Cyanocorax affinis	8
Hirundinidae	Hirundo rustica	12
Troglodytidae	Troglodytes aedon	2
	Cantorchilus nigricapillus	2
Icteridae	Psarocolius wagleri	20
	Cacicus cela	8
Parulidae	Geothlypis semiflava	2
Cardinalidae	Piranga olivacea	2
	Ramphocelus dimidiatus	1
Thraupidae	Ramphocelus flammigerus	5
	Sporophila corvina	2
	Saltator maximus	1
	Saltator atripennis	2
	Stelpnia larvata	2
	Thraupis episcopus	8
	Thraupis palmarum	12
TOTAL		241

Fuente IIAP (2021).

Con respecto a la mastofauna, mediante los métodos complementarios de muestreo (observaciones directas-avistamientos, entrevistas semiestructuradas e indicios o rastros), se registró 26 especies, correspondiente a 26 géneros, 19 familias y 7 órdenes (Artiodactyla, Carnivora, Cingulata, Didelphimorphia, Pilosa, Primates, Rodentia) de mamíferos terrestres (tabla 14). Donde la mayor riqueza la presentó el orden Carnivora con seis especies (26% del total), seguido de Rodentia con cinco (21,73% del total) y Pilosa con cuatro (19,39% del total). Es importante resaltar el registro de tres especies amenazadas como son: *Leopardus tigrinus*, *Tayassu pecari* y *Cebus capucinus*, ubicadas en la categoría Vulnerable (VU), mientras que *Panthera onca*, *Lontra longicaudis* y *Saguinus geoffroyi* están catalogadas como Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), estas mismas especies estuvieron enlistadas por la Cites (2021) como susceptibles al tráfico, identificándose a *Leopardus tigrinus*, *Panthera onca*, *Lontra longicaudis* y *Saguinus geoffroyi* en el apéndice I mientras que *Tayassu pecari* y *Cebus capucinus*, están incluidas en el apéndice II.

Tabla 14. Listado de especies de mamíferos terrestres registrados en la ciénaga Caño Negro

N	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Tipo de registro				Estado de conservación			
						E	I o R	O	Uso	Resolución 1912 de 2017	IUCN (2021)	CITES (2021)	
1	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu</i>	<i>Tayassu pecari</i>	Tatabro, pecarí de labios blanco o cariblanco	X	X		A, Or		VU	II	
2	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles</i>	<i>Dicotyles tajacu</i>	Sainó, Tatabro de collar	X	X		A		LC	II	
3	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama</i>	<i>Mazama temama</i>	Venado, temama	X			A		DD	III	
4	Carnivora	Felidae	<i>Puma</i>	<i>Puma concolor</i>	León, león venado, leopardo, tigre colorado	X			A		LC	II	
5	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus</i>	<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo, tigre gallinero, oncilla	X	X		A	VU	VU	I	
6	Carnivora	Felidae	<i>Panthera</i>	<i>Panthera onca</i>	Tigre, tigre pintado, jaguar,	X			A	VU	NT	I	
7	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira</i>	<i>Eira barbara</i>	Zorro	X	X		A, Or		LC	III	
8	Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra</i>	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria, nutria neotropical, lobito de río	X	X			VU	NT	I	
9	Carnivora	Procyonidae	<i>Potos</i>	<i>Potos flavus</i>	Cuzumbí, cuzumbo, perro de monte	X			A		LC	III	
10	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus</i>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo, Armadillo nueve bandas	X	X		A, Or		LC		
11	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha	X		X	A		LC		
12	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes</i>	<i>Chironectes minimus</i>	Chucha de agua	X			A		LC		
13	Pilosa	Choloepidae	<i>Choloepus</i>	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos, perico	X			A		LC		
14	Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus</i>	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de tres dedos, perico	X			A		LC	II	
15	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua</i>	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	X	X		A, Or		LC	III	
16	Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes</i>	<i>Cyclopes dorsalis</i>	Osito rey, oso hormiguero sedoso de Gray	X			M				
17	Primates	Callitrichidae	<i>Saguinus</i>	<i>Saguinus geoffroyi</i>	Mono titi	X			A		NT	I	
18	Primates	Cebidae	<i>Cebus</i>	<i>Cebus capucinus</i>	Mono capuchino, cariblanco	X		X	A		VU	II	
19	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus</i>	<i>Cuniculus paca</i>	Guagua	X	X		A, Or		LC	III	
20	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín, ñeque	X	X		A, Or		LC	III	
21	Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou</i>	<i>Coendou prehensilis</i>	Erizo, Puercoespín	X			A		LC		
22	Rodentia	Echimyidae	<i>Proechimys</i>	<i>Proechimys semispinosus</i>	Ratón de monte	X	X		A		LC		
23	Rodentia	Sciuridae	<i>Syntheosciurus</i>	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	Ardilla roja, Ardilla coliroja, ardilla alazana	X		X	A, Or		LC		
Total		7	18	23	23		23	10	3	22	3	22	15

Referencias

Instituto de Investigaciones Ambientales de Pacífico, IIAP. (2020). Identificación, caracterización y monitoreo de humedales costeros y continentales del Chocó Biogeográfico. Quibdó-Chocó.142p.

Fuente IIAP (2021).

2.3.9. Monitoreo de la calidad fisicoquímica y biológica del río Quito, como herramienta de análisis de los efectos temporales del disturbio minero, en el municipio de Río Quito

IIAP: Lady Vargas Porras, Zoraida Quesada Martínez, Yirlesa Murillo Hinestroza, Mayra Yaneth Becerra Chalá y Yiskar Damian Murillo Asprilla

Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico.
Línea de investigación: Calidad ambiental, Colciencias.

Los monitoreos realizados en 6 puntos establecidos por el IIAP (2014), dan cuenta de la persistente afectación en la calidad fisicoquímica y ecológica en el río Quito, ocasionada por el desarrollo de actividades mineras; evidenciado en los niveles de sólidos suspendidos (254 mg/l a 660 mg/l), turbiedad (261 FAU y 620 FAU), y nutrientes como el fosfato (0,01 mg/l a 2,5 mg/l), los cuales son similares a los reportados en el 2014. Estas condiciones de afectación, también se evidenciaron en la baja composición taxonómica de macroinvertebrados con tan solo 35 individuos repartidos en 8 géneros, 8 familias, 5 órdenes, siendo la clase Insecta, la única presente durante el monitoreo y un índice BMWP/Col que denota aguas de clase V y VI (aguas críticas muy contaminadas). En cuanto a concentraciones de mercurio en peces, comparando los resultados obtenidos con la normatividad (Resolución 122 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia), solo el 20% (2) de las especies registradas en el 2014 sobrepasaron los límites para consumo humano, mientras que para este año (2021) casi el 50% de la riqueza íctica registrada, está por encima del valor establecido para el consumo de peces contaminados con Hg, resaltando especies como *Pseudopimelodus schultzi* (Bagre) con niveles entre 0,78 a 2,48 ug/g Hg y *Ageneiosus pardalis* (Doncella) entre 0,97 y 1,78 ug/g Hg.

Durante el mes de mayo de 2021, se realizaron monitoreos de la calidad fisicoquímica y biológica en 6 puntos establecidos por IIAP (2014), comprendiendo la zona media y baja de la cuenca del río Quito, y las zonas de desembocadura de sus principales afluentes; los cuales se encuentran intervenidos por la actividad minera mecanizada a cielo abierto (tabla 15, figura 91). En cada punto se midieron variables fisicoquímicas in situ, se tomaron muestras de agua integradas para análisis de contaminantes específicos en laboratorio y se emplearon macroinvertebrados y peces como bioindicadores de calidad. Se hicieron comparaciones históricas con los registros generados por el IIAP durante el año 2014, obteniendo una serie de datos para 16 variables fisicoquímicas, biológicas y microbiológicas, que permitieron el cálculo de indicadores como ICA, Índice BWWP/Col. El análisis de mercurio en peces y el cálculo del riesgo mercurial usando las directrices de la USEPA (1989, 2000), considerando una ingesta diaria estimada de Hg por comida $E=(MS*C)/W$; donde MS es el tamaño de porción estándar de 230 g para adultos; C es la concentración media de MeHg en el pescado (0,90 x Hg); y W es el peso corporal de 70 kg para adultos. El riesgo (HQ), es la relación entre la exposición (E) y la dosis de referencia (RfD, 0,1 µg/kg/día para el MeHg (USEPA, 1989). Un HQ>1 que exceda de 1, sugiere un riesgo potencial de efectos en la salud (figura 92).

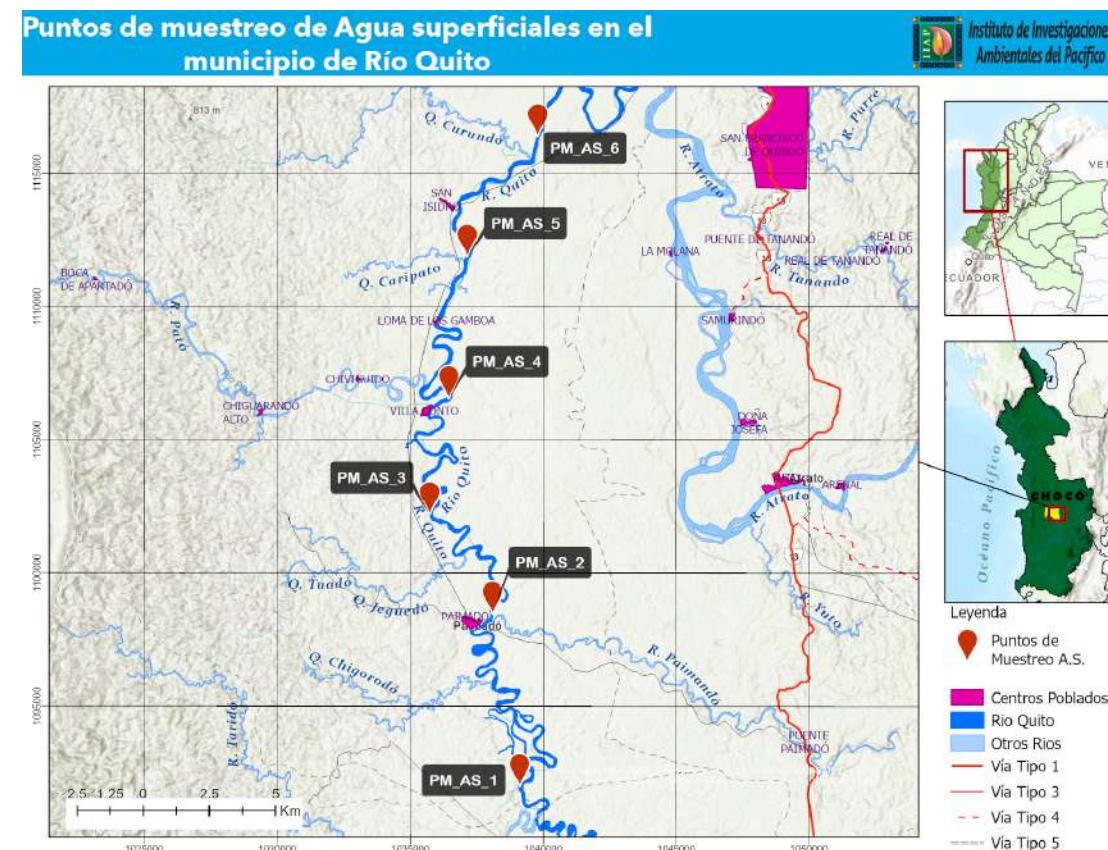
Tabla 15. Descripción de puntos de monitoreo río Quito

PUNTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
1	Punto 1 Río Quito abajo de los ríos San Pablo y Certegui	5° 25' 40,2"	76° 43' 28,3"
2	Punto 2 Río Quito abajo del Paimadó	5° 29' 10,7"	76° 44' 1,5"
3	Río Quito abajo de Geguedó	5° 31' 12,2"	76° 41' 18,2"
4	Río Quito abajo de Villa Canto	5° 33' 34,0"	76° 44' 54,9"
5	Río Quito abajo de Caripato	5° 36' 27,1"	76° 44' 32,4"
6	Río Quito abajo de Curondó	5° 38' 53,9"	76° 43' 6,3"

Fuente IIAP (2021).

En el mapa a continuación se identifican los puntos de monitoreo (figura 91)

Figura 91. Ubicación geográfica de puntos de monitoreo sobre el río Quito.



Fuente IIAP (2021).

Figura 92. Panorámica de las zonas de monitoreo impactadas por actividad minera en la parte media y baja del río Quito

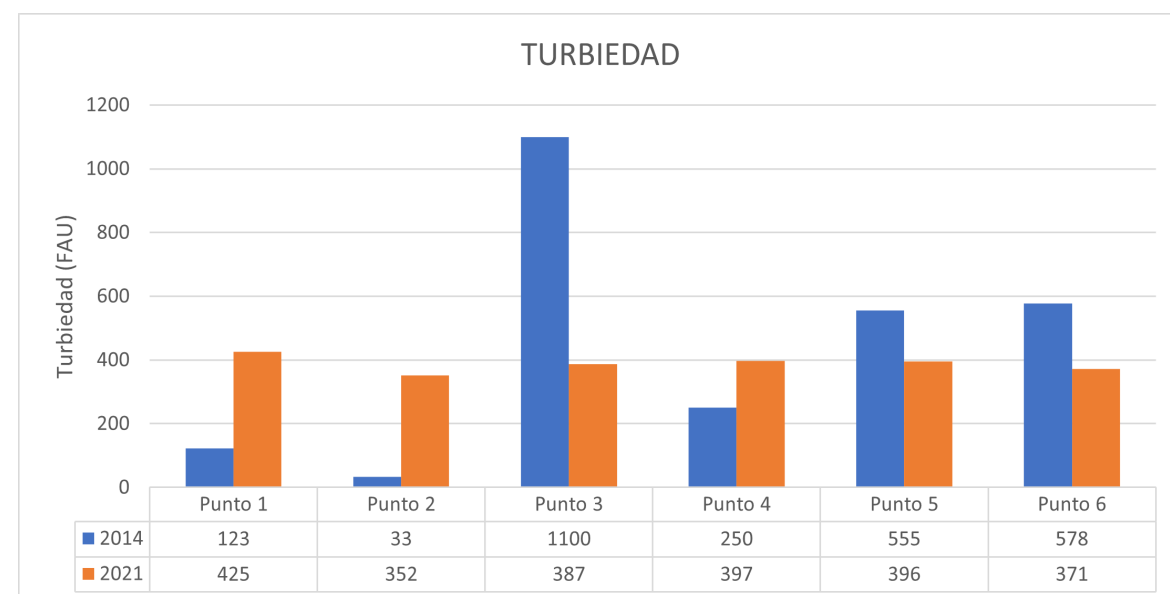
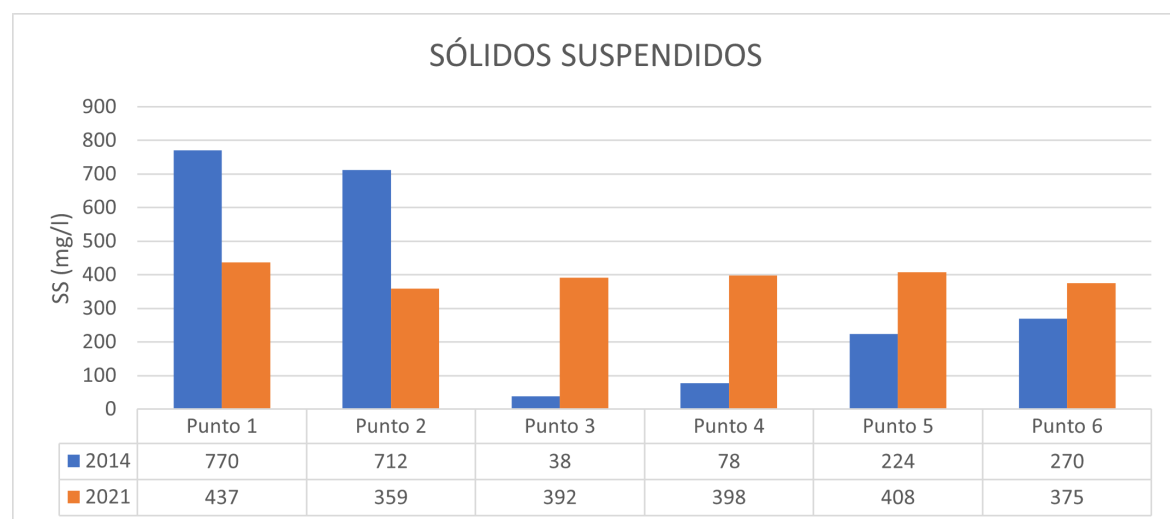


Fuente IIAP (2021).

Los resultados de monitoreo evidencian un efecto temporal sostenido en las alteraciones fisicoquímicas y biológicas ocasionadas por la actividad minera sobre la salud del ecosistema evaluado, las cuales están asociadas a los procesos erosivos, la remoción de sustratos y el vertimiento directo de aguas residuales mineras y domésticas, que afectan tanto la calidad de agua del río Quito, como las condiciones del hábitat y el ensamblaje de los organismos presentes, pese a que variables como oxígeno disuelto (5,53 a 6,57 mg/l) y pH (4,2 a 6,58) se han mantenido dentro de los rangos permisibles por la legislación colombiana para propósitos de preservación de fauna y flora de acuerdo al Decreto 703 de 2018 (Min. Ambiente, 2018).

Los sólidos suspendidos y la turbiedad oscilaron entre 254 mg/l a 660 mg/l y 261 FAU y 620 FAU respectivamente, niveles que estuvieron relacionados con el desarrollo minero, el cual genera un alto aporte de sólidos como resultado de procesos erosivos en los bosques de aluviales asociados y las rondas hídricas del río Quito y sus principales afluentes, en donde se evidenciaron más de 15 dragas en operación que vierten los efluentes del proceso directamente al sistema. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por IIAP (2014), en donde se reportaron concentraciones de sólidos suspendidos desde 38 mg/l a 770 mg/l, además de turbidez entre 123 FAU y 1100 FAU en los mismos sitios. Pese a que se evidencia una disminución con respecto a los datos de 2014, los registros de SST siguen siendo importantes, teniendo en cuenta que superan el límite permisible para agua contaminada (Log SST > 2,1 mg/l o SST >150≤400 mg/l (CONAGUA, 2015), además de que tanto la turbidez como los SST sugieren afectación de la fotosíntesis, destrucción de hábitats por disminución de la profundidad, adsorción de contaminantes, incremento de la temperatura, reducción de la productividad primaria (Dagne et al., 2005, IDEAM, 2001) y afectación de los usos tradicionales del río Quito (figura 93 y fotografía 5).

Figura 93. Comportamiento de las variables sólidos suspendidos (mg/l) y turbiedad (FAU) en puntos monitoreados sobre el río Quito



Fuente IIAP (2021).

Fotografía 5. Desarrollo de actividad minera sobre el río Quito mediante el uso de dragas

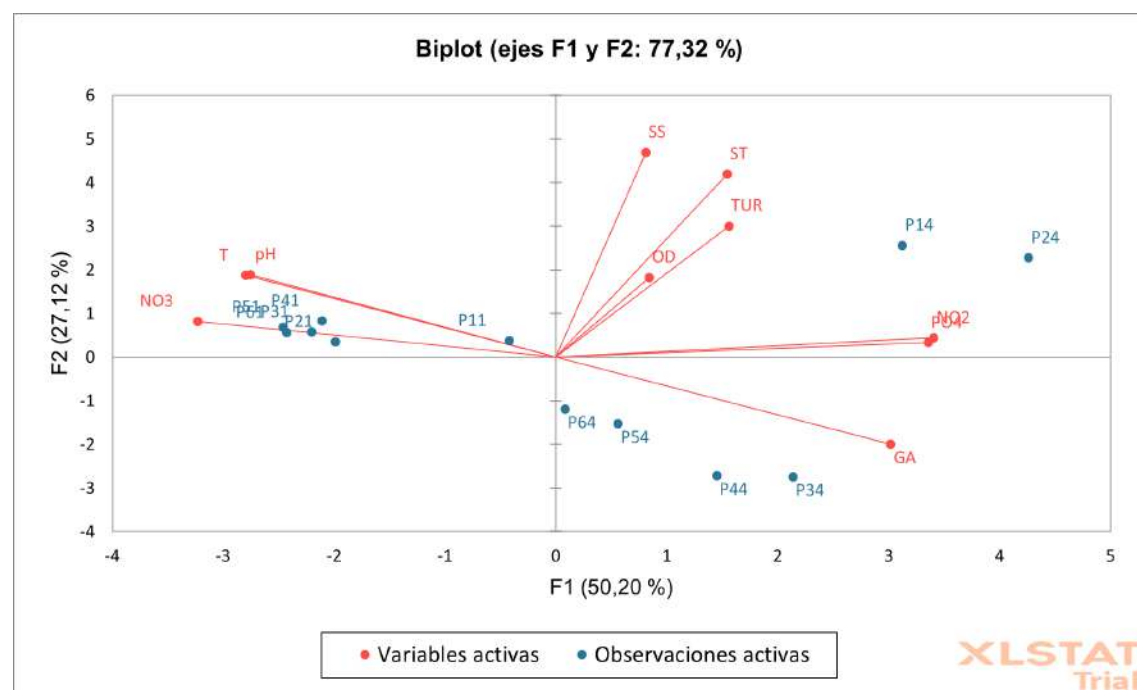


Fuente IIAP (2021).

Los nutrientes como el fosfato, mostraron niveles entre 0,01 mg/l a 2,5 mg/l; concentraciones que siguen estando altas con respecto al muestreo realizado en 2014 (1,32 a > 2.75 mg/l), superando además, valores límites establecidos para la conservación de la biota acuática como los reportados por Galvín (2008), quien afirma que los niveles de fosfato en fuentes hídricas superficiales no contaminadas debe estar entre 0,1 a 1,0 mg/l. La persistencia de altas concentraciones de esta variable en el río Quito se asocia con el desarrollo de diversas actividades humanas principalmente con vertimientos de origen doméstico y el desarrollo de practicas productivas como la minería (Pérez-Castillo y Rodríguez, 2008).

El análisis de componentes principales (PCA) ordenó y sintetizó las variables fisicoquímicas analizadas en 2 componentes que explicaron el 77.3% de la varianza de los datos. El primer componente que respondió por el 50% de la varianza total agrupó las variables que representan el contenido de oxígeno disuelto, grasas y sólidos en el agua (turbidez, sólidos suspendidos y totales), a estas asociaron los muestreos realizados en 2014, mientras que el segundo componente concentró el 27.1% de la variabilidad de los datos y en el se ordenaron los nutrientes, la temperatura y el pH, junto a los cuales se agruparon los muestreos realizados en 2021. El análisis discriminó las variables por año evidenciando la existencia de cambios temporales en la calidad del agua del sistema hídrico conformado por el río Quito y sus afluentes. Dichos cambios muestran que hubo mayor predominancia en el contenido de materia orgánica y nutrientes durante el 2021, mientras las concentraciones de grasas y material sólido suspendido asociado a procesos erosivos tuvo su máxima concentración durante 2014, sugiriendo una mayor intensidad del disturbio minero en términos de aporte de sedimentos. (figura 94).

Figura 94. Análisis de componentes principales (ACP) para la ordenación de datos entre puntos muestreo, variables fisicoquímicas y años. P: punto de muestreo con número de 1 a 6, 1: muestreos Año 2014; muestreos Año 2021

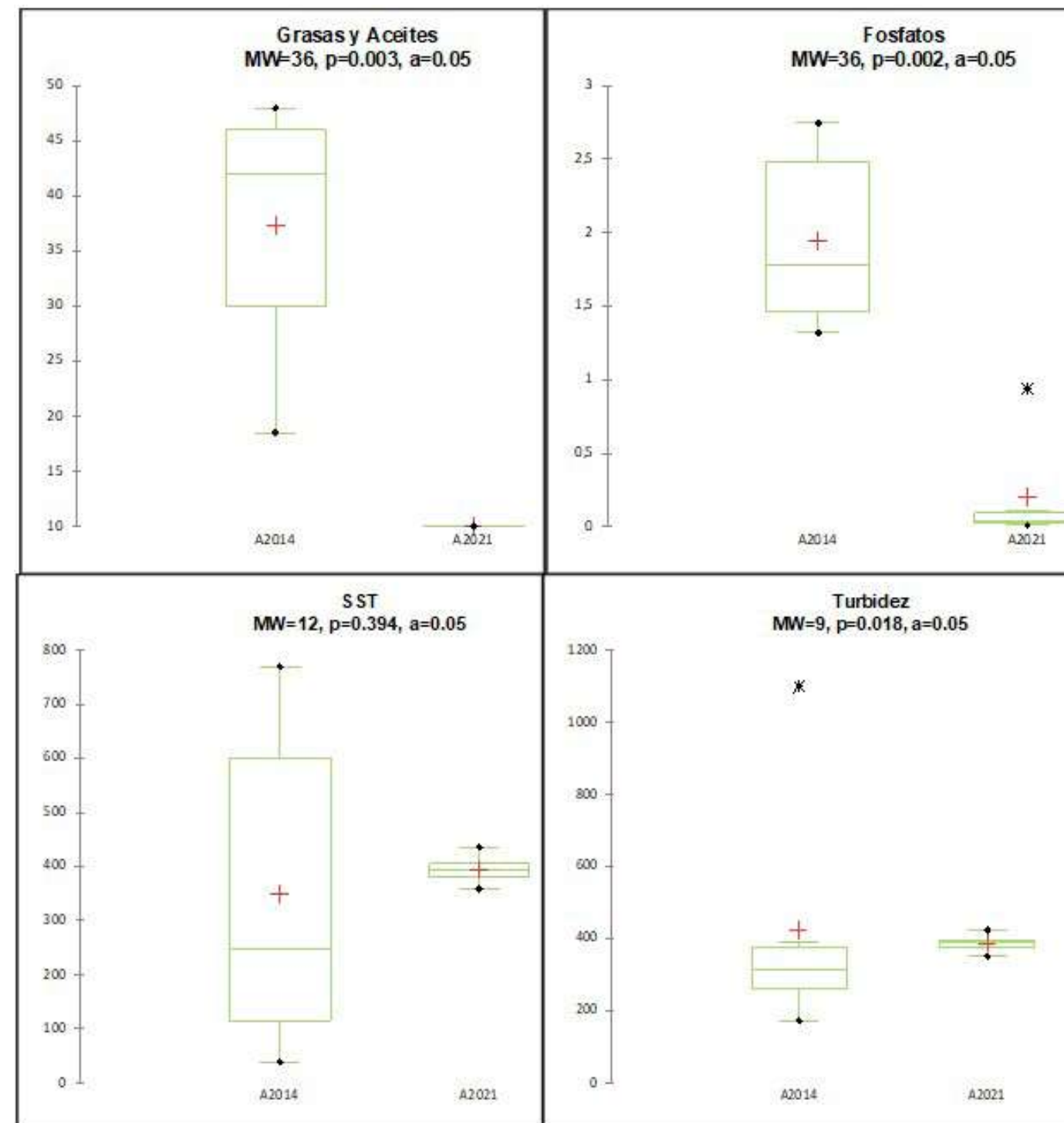


Fuente IIAP (2021).

Un análisis estadístico para comparar algunas de las variables analizadas muestra que los fosfatos, grasas y aceites presentaron diferencias significativas ($p=0,002$ y $0,003 < 0,05$) en las concentraciones medidas entre 2014 y 2021, mientras que variables como turbidez y sólidos suspendidos que se ven directamente afectadas durante el proceso minero no presentaron diferencias significativas entre los valores registrados en cada año ($p=0,18$ y $0,39 > 0,05$) (Figura 95), lo que sugiere la persistencia de afectación por estas variables pese a que presenten una disminución entre los años evaluados. Así mismo se puede analizar que el sistema hídrico recibe distintos tipos de cargas contaminantes que fluctúan en el tiempo y cambian su dominancia de acuerdo a factores antrópicos y ambientales. Los resultados muestran que para el río Quito y sus afluentes dichas cargas están relacionadas tanto con los

vertimientos mineros y su consecuente arrastre de sedimentos, como con aguas residuales de origen doméstico provenientes de los entables y de los centros poblados ubicados sobre la cuenca, los cuales en conjunto modifican las condiciones fisicoquímicas del agua de manera sostenida mientras no se implementen medidas de control ambiental a la actividad productiva y mejoramiento en los sistemas de saneamiento básico.

Figura 95. Análisis Box plot tendencia central y dispersión de grasas y aceites, fosfatos, turbidez y SST por año; valores p de Mann Whitney con un nivel de confianza del 95% teniendo en cuenta como factores de discriminación el año de muestreo



Fuente IIAP (2021).

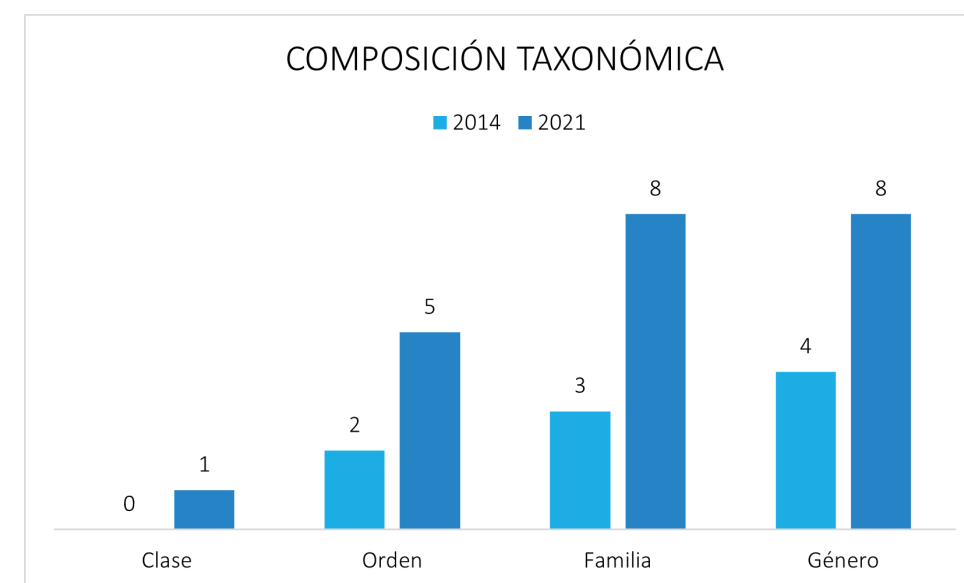
Fotografía 6. Practicas mineras mecanizadas sobre el río Quito



Fuente IIAP (2021).

A nivel biológico, la comunidad de macroinvertebrados presentó una baja composición taxonómica con un total de 35 individuos repartidos en 8 géneros, 8 familias, 5 órdenes, siendo la clase Insecta, la única presente durante el monitoreo; resultados que se asocian con la reducción de hábitats y oferta alimenticia como resultado de la modificación del cauce y la contaminación del agua generada por el ejercicio minero, lo que ha ocasionado una baja diversidad (0,84 a 1,82) y una dominancia (0,49 a 0,82) de grupos tolerantes a condiciones de disturbio como los hemípteros, que también dominaron en los muestreos de 2014 mostrando un ensamblaje biológico similar que da cuenta de la persistencia en las condiciones ambientales del medio acuático analizado. (figura 96). Estos resultados son corroborados por el índice BMWP/Col, indicando una muy mala condición ecológica del agua en el río Quito. Los puntos 1, 2 y 6 presentan puntuaciones de 32, 21 y 24 respectivamente, correspondientes a aguas de clase VI (aguas críticas muy contaminadas) y el punto 3 presenta aguas de clase V que las clasifica dentro del rango de aguas muy críticas; es decir, aguas fuertemente contaminadas. Se destaca además, que para los monitoreos realizados en el 2014 no se aplicó el índice BMWP/Col dada la baja composición taxonómica representada en tan solo dos órdenes, 3 familias y 4 géneros, para un total de 5 individuos; de los cuales 4 pertenecían al orden Hemiptera (IIAP, 2014).

Figura 96. Composición taxonómica de macroinvertebrados con respecto a los monitoreos realizados en 2014 y 2021 en el río Quito



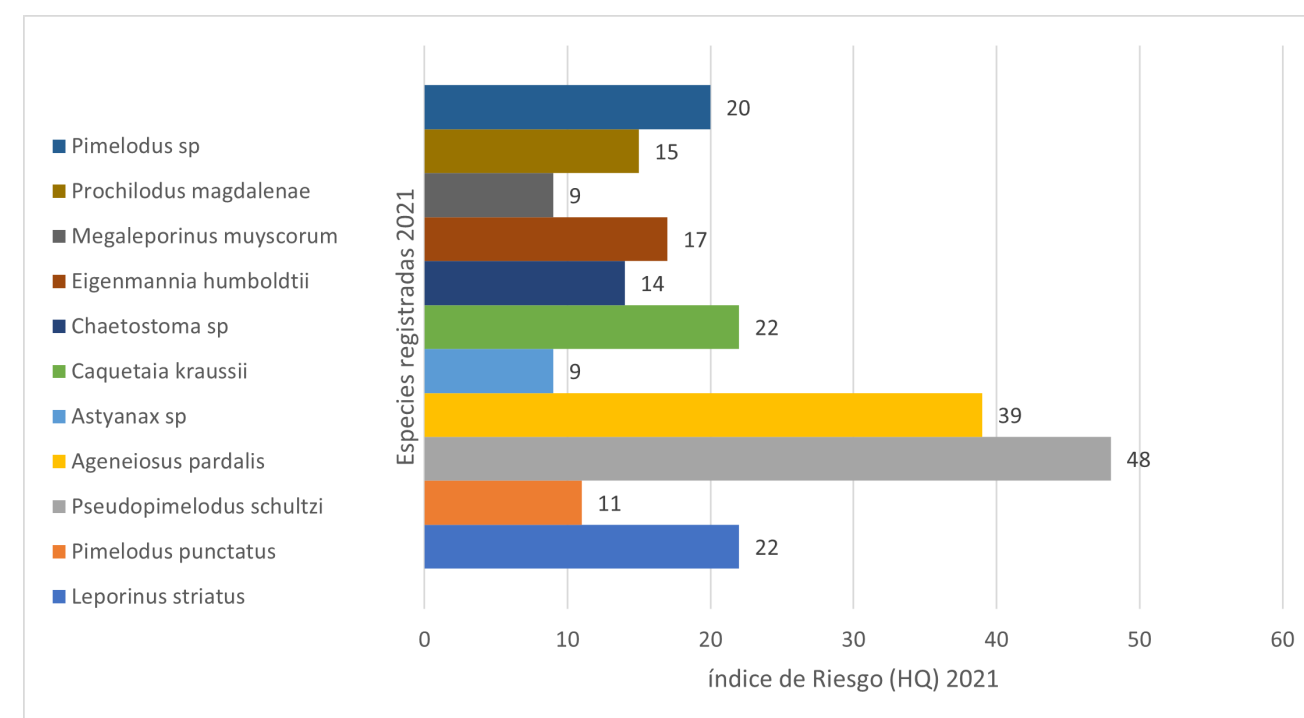
Fuente IIAP (2021).

Con relación a los peces, tanto la riqueza como la abundancia disminuyeron, de 33 individuos agrupados en 14 especies y 11 familias reportadas durante los muestreos de 2014, a 29 muestras agrupadas en 12 especies ícticas de importancia de consumo y comercial en el 2021; encontrándose que del total de muestras analizadas el 48.3% (63 individuos) exhibieron una concentración de Hg superior al 0.5 mg/kg permisible para el consumo humano, establecido en la resolución número 000122 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, resaltando especies como *Pseudopimelodus schultzi* (Bagre) con niveles entre 0,78 a 2,48 ug/g Hg y *Ageneiosus pardalis* (Doncella) entre 0,97 y 1,78 ug/g Hg (tabla 16). La concentración media de mercurio en músculo obtenida para el 2014 fue de 0,33 µg/g de Hg, mientras que para el 2021 este valor se incrementó a 0,67 µg/g de Hg. Comparando los resultados obtenidos con el valor de 0.5 mg/kg establecido por la normatividad (000122 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia), se puede indicar que solo el 20% de las especies registradas en el 2014 sobrepasan los límites para consumo, mientras que para 2021 casi el 50% de la riqueza íctica registrada, está por encima de lo establecido para el consumo de peces contaminado con Hg. En relación al índice de riesgo por consumo (HQ), los valores más elevados (>10) se presentaron en especies como *Pseudopimelodus schultzi*, *Pimelodella chagresii*, *Ageneiosus pardalis*, *Caquetaia kraussii*, *Chaetostoma sp*, *Eigenmannia humboldtii*, *Prochilodus magdalenae* y *Pimelodus sp*. Sin embargo, todas las especies registradas a excepción de *Leporinus striatus* en 2014, mostraron valores de HQ superiores a 1, lo que indica que pueden producirse efectos sistémicos si las poblaciones están expuestas al consumo frecuente de estas especies (figura 97).

Tabla 16. Concentración media de mercurio encontrado en musculo de peces presente en el río Quito

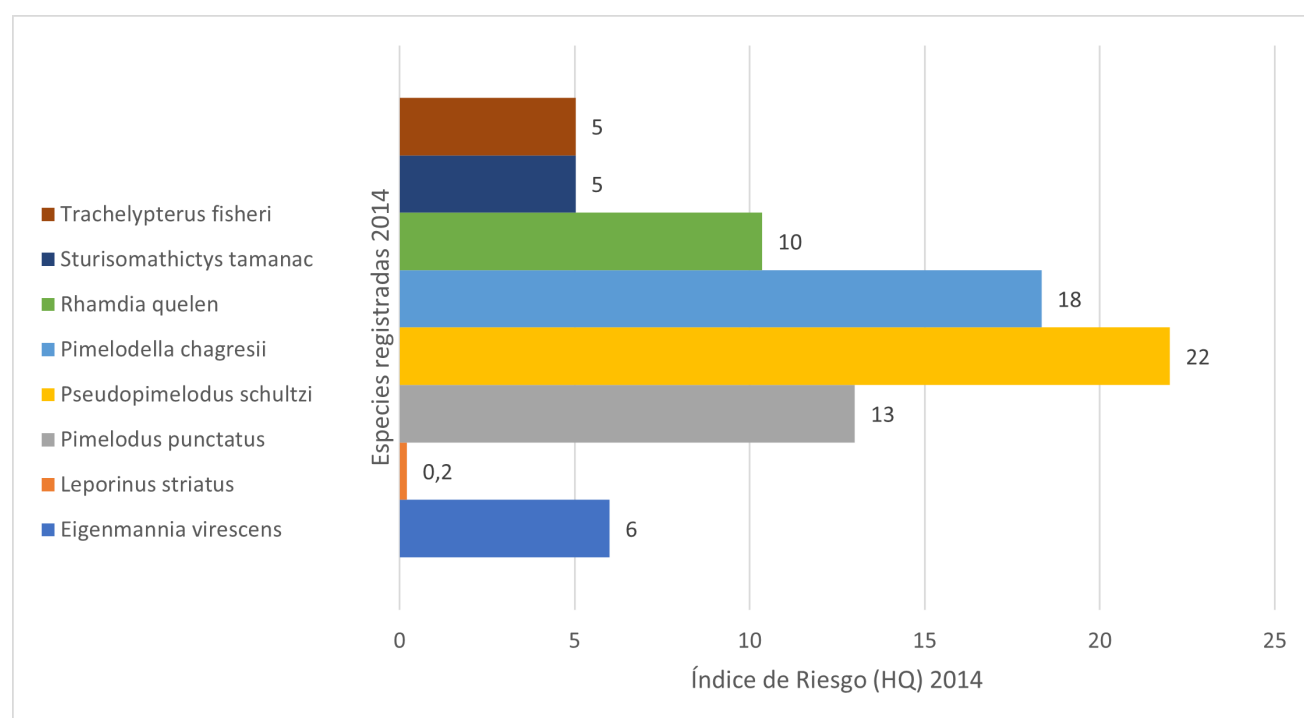
Especies	Media de Hg (ug/g) en músculo de peces -2014	Media de Hg (ug/g) en músculo de peces -2021
Eigenmannia virescens	0,21	
Leporinus striatus	0,007	0,76
Pimelodus punctatus	0,45	0,36
Pseudopimelodus schultzi	0,76	1,63
Pimelodella chagresii	0,62	
Rhamdia quelen	0,35	
Sturisomathictys tamanac	0,17	
Trachelypterus fisheri	0,17	
Ageneiosus pardalis		1,33
Astyanax sp		0,29
Caquetaia kraussii		0,74
Chaetostoma sp		0,49
Eigenmannia humboldtii		0,59
Megaleporinus muyscorum		0,31
Prochilodus magdalenae		0,5
Pimelodus sp		0,68
Promedio	0,34	0,67

Fuente IIAP (2021).



Fuente IIAP (2021).

Figura 97. Índice de Riesgo (HQ) de consumo de pescado para especies registradas en 2014 y 2021 en el río Quito y sus principales afluentes. La línea roja punteada representa el valor límite de referencia del índice



Referencias

Dagne, D., Owens, W. y Tchounwou, P. (2005). Evaluación comparativa de las cualidades físico-químicas y bacteriológicas de arroyos seleccionados en Louisiana. En t. J. Environ. Res. Salud pública. 2, 94-100.

Galván, R. M. (2008). Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (EMACSA).

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, IIAP 2014. Evaluación de la calidad físico-química y ecológica del río Quito como herramienta de análisis de los impactos ocasionados por la minería y su importancia ecosistémica y sociocultural. Informe técnico. Julio de 2014. 124 pag.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, IIAP 2021. Monitoreo de la calidad físico-química y biológica del río Quito, como herramienta de análisis de los efectos temporales del disturbio minero, en el municipio de Río Quito. Informe técnico. Diciembre de 2021. 49 pag.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2001). Indicadores de calidad ambiental. Turbidez del agua superficial. En: Pinzón-Bedoya, M.L., García Castellanos,

A.K. y Casanova Rosero, R.F. (2007). Seguimiento a la Influencia de la marea, condiciones meteorológicas y factores antropogénicos sobre la variabilidad diaria de parámetros físico-químicos en la bahía de Tumaco (Colombia). Bistua, Rev. Fac. Cienc. Bás., 5(2), 5-16.

Pérez-Castillo, A. G. y Rodríguez, A. 2008. Índice físico-químico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Rev. Biol. Trop, 56 (4): 1905-1918.

USEPA, 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund, Vol. I. Human Health. Evaluation Manual (Part a), Interim Final. EPA 540/1e89/002. United States. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

USEPA, 2000. Guidance for Assessing Chemical Contamination Data for Use in Fish Advisories, Vol. II. Risk Assessment and Fish Consumption Limits. EPA/823-B94-004. United states environmental protection agency, Washington, DC.



CAPÍTULO 3

FACTORES Y POTENCIALIDADES DE TRANSFORMACIÓN

Autores del capítulo 3.

Ideam: Aura María Bustillo Mendoza, Hugo Armando Cendales Prieto, Juan Gabriel Osorio Osuna, Jenny Paola Marín Salazar, María Constanza Rosero Mesa, Claudia Nicol Tetay Botía y Carolina Vega Viviescas, Julián David Páez Saavedra, Ana María Bernal Vásquez y Ana María Hernández Hernández, Adriana María Zapata Maya y Jorge Orlando Mendoza Ruiz, Anyela Villada Villada, Ana Derly Pulido, Sandra Isabel Granados, María Alejandra Medina, Sebastián Espitia Cano, David Andrés Monroy, Maryeni Enríquez, José Lenin Morillo, Laura Camila Casas, Rafael Chaparro, Carlos Felipe Torres Triana, Luciana Gómez Palencia, Héctor Moreno Quitian, Diana Manrique Luna, Juan David Turriago García, Lizeth Jimena Robayo Rocha, Luis Enrique Caicedo Navarro, Luis Alejandro Sánchez Pulido, Natalia Uscátegui Ruiz, Sandra Mireya Fajardo y Edilneyi Zúñiga Avirama

Invemar: Alexander Girón, Fabián Escobar Toledo, Sarith Salas Castro y Mario Rueda, Wilmar Andrés Mosquera Ardila, Wilberto Pacheco Paternina y Constanza Ricaurte Villota, David Morales Giraldo y Marco González Arteaga.

Sinchi: Sebastián Londoño Camacho y Juan Felipe Guhl Samudio, Uriel Gonzalo Murcia, Jorge Eliecer Arias Rincón y José Luis Rodríguez Acero, Luis Eduardo Acosta Muñoz, Delio Mendoza Hernández, Pablo Emilio de la Cruz Nassar y Luis Arcángel Juragaro.

Agradecimientos y reconocimientos:

A todos los establecimientos con reporte oportuno al RUA manufacturero, por su compromiso en el diligenciamiento y envío de la información dentro de los términos establecidos y a los profesionales y técnicos de las 38 corporaciones autónomas regionales y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos, por el proceso de seguimiento a través de trabajo en campo.

A los profesionales, funcionarios y contratistas del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo de la Subdirección de Estudios Ambientales, Oficina de Informática y la Oficina de Comunicaciones del Ideam, por el aporte de conocimientos técnicos, estadísticos e informáticos, con el firme propósito de generar información confiable, consistente y oportuna.

Agradecemos en primera instancia a los lectores por su interés en conocer la naturaleza de los bifenilos policlorados (PCB) y los resultados alcanzados durante el proceso de actualización en el seguimiento a las existencias y a la gestión de equipos con PCB en Colombia, tomando como referencia el 2020, ya que esto facilita al Ideam dar a conocer la información

técnica que genera; a los usuarios por su empeño con el cumplimiento de los requisitos enmarcados en la norma y en las diferentes fases necesarias para el compendio de los datos, ya que esto permite la síntesis de la información para obtener los indicadores, facilita evidenciar el avance en el cumplimiento de las metas definidas en el Convenio de Estocolmo y permite la generación de los informes nacionales de PCB. A los profesionales de las corporaciones autónomas regionales y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos por su ímpetu en la labor de seguimiento al cumplimiento del reporte oportuno y la calidad de los datos correspondientes a cada equipo o desecho que reportan los propietarios, así como por su trabajo en campo y la oportuna respuesta a las comunicaciones y solicitudes enviadas por el Ideam. Al subdirector de Estudios Ambientales encargado, Constantino Hernández Garay, así como a los profesionales de planta y contratistas que hacen parte de la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam, quienes de una u otra manera brindaron su valioso apoyo durante todo el proceso. Un agradecimiento especial a la coordinadora del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, Ana María Hernández Hernández, y al profesional de la Subdirección de Estudios Ambientales Julián David Páez Saavedra por su orientación, conocimiento e incondicionalidad que sirvieron de soporte a la gestión y consecución de este informe. Por último, se extiende un reconocimiento especial a la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible por su apoyo permanente al Ideam en todo lo relacionado con el manejo de los PCB en Colombia, así como la gestión en lo relacionado al Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo.

A Elizabeth Riaño - Investigadora (R) - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.

A los investigadores que hacen parte del programa de "Modelos de funcionamiento y sostenibilidad del Instituto Sinchi", quienes con sus contribuciones y conocimientos de los indicadores del monitoreo ambiental que se realiza en la Amazonia colombiana para conocer el estado de los recursos naturales y los ecosistemas, hicieron posible la generación del presente informe.

A las Autoridades Tradicionales Indígenas, líderes y dinamizadores locales de comunidades indígenas y a las AATI del Departamento del Amazonas como guías espirituales y liderazgo en el proceso investigativo que hoy permite contar con los Indicadores de Bienestar Humano Indígenas (IBHI), ha recorrido un camino abierto desde el año 2003 consolidando resultados hasta el 2020; reconocemos sus aportes en conocimiento y en las discusiones que se adelantaron en diferentes espacios. Fueron muchos quienes

contribuyeron a "hacer amanecer" este pensamiento de vida desde distintos bancos de sabiduría y desde distintos ámbitos de experiencias, pero sin lugar a dudas con lo mejor de sus intenciones y capacidades.

Al - Programa de Geociencias Marinas y Costeras del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". Los resultados fueron obtenidos en el marco del Convenio Interadministrativo 572 entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con supervisión de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y el Programa de Geociencias Marinas y Costeras de INVEMAR. El politólogo PhD. José Manuel Mojica contribuyó a la ejecución del proyecto para identificación de alternativas EcoRRD en las comunidades. Agradecimientos a la Asociación de Mujeres de Sound Bay, y a los representantes de instituciones y comunidades que participaron en los talleres en San Andrés, Bahía Solano y La Bocana.

3. FACTORES Y POTENCIALIDADES DE TRANSFORMACIÓN

El desarrollo de este capítulo presenta mayor relevancia en los indicadores y estudios disponibles en los Institutos ambientales del SINA; estos permiten identificar algunos de los factores y potencialidades de transformación de los recursos naturales renovables del país y las diferentes presiones en su estado. El análisis presenta distintos enfoques, el nacional, el regional y algunos en lo territorial, con matices de tipo socioeconómico en un contexto ambiental.

Continuamos mostrando indicadores relacionados con algunas de las actividades sectoriales de las que se cuenta con información a nivel nacional, así como las características socioeconómicas de algunas regiones y las actividades que en ellas se adelantan; de esta manera, se puede establecer cómo estas contribuyen de una forma u otra a su transformación, dependiendo de los modelos de desarrollo existentes o potenciales que en cada caso se implementen. En el mismo sentido, se presenta información sobre procesos naturales que pueden constituirse en factores de transformación de los recursos; igualmente estudios sobre conocimiento ancestral y ambiental de la Amazonia colombiana.

Finalmente, a partir de lo anterior, información relacionada con la dinámica oceanográfica y de geoamenazas en el medio marino costero, que explican la morfodinámica costera en algunas áreas de nuestro territorio.

3.1. Análisis ambientales sectoriales a nivel nacional

En esta primera sección temática de este capítulo, se presenta información derivada de los indicadores que dan cuenta de ciertos factores de la relación sociedad-naturaleza desde una mirada nacional. Esto con el fin de dar continuidad a la información presentada sobre este tema en versiones anteriores del informe.

3.1.1. Concesiones de agua y permisos de vertimientos reportados en el Sistema de Información del Recurso Hídrico

Ideam: Aura María Bustillo Mendoza, Hugo Armando Cendales Prieto, Juan Gabriel Osorio Osuna, Jenny Paola Marín Salazar, María Constanza Rosero Mesa, Claudia Nicol Tetay Botía y Carolina Vega Viviescas.

El Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) integra y estandariza un conjunto de elementos que facilitan la gestión integral del recurso hídrico permitiendo soportar la toma de decisiones en torno a la administración, planificación y gobernanza. Se estructura bajo cuatro ejes fundamentales oferta, demanda, calidad y gestión (IDEAM, 2014) y parte del reconocimiento de las variables que influyen en el ciclo hidrológico.

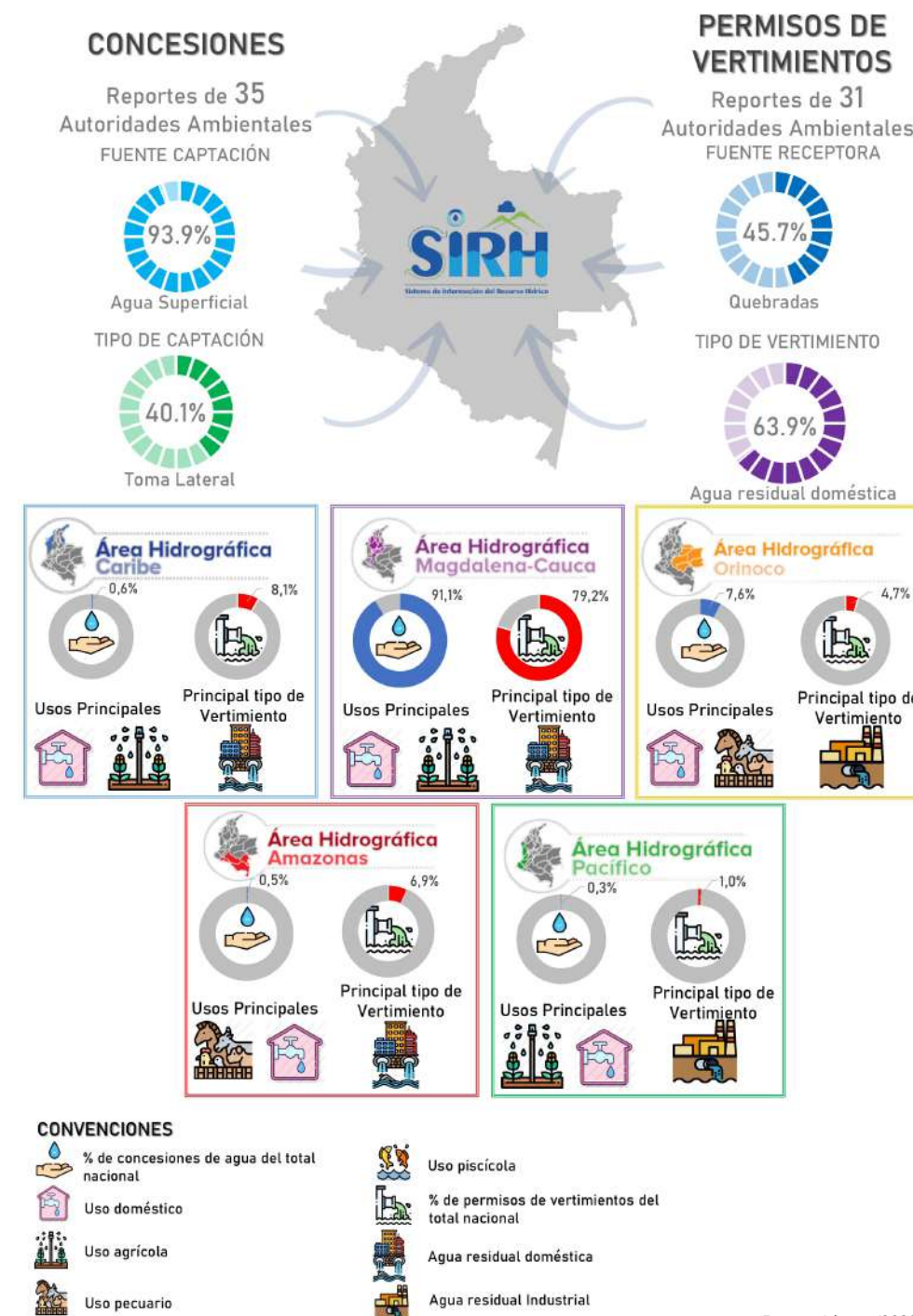
El SIRH captura información para inventariar aguas superficiales (estuario, arroyo, ciénaga, canal, caño, embalse, jagüey, lago o laguna, mar, pantano, quebrada o río) y aguas subterráneas (acuíferos a través de pozos, aljibes o manantiales), para las cuales se registran datos sobre la oferta, usuarios que demandan el recurso y sus condiciones de calidad. Esta información constituye la base de seguimiento de los resultados de las acciones de control de la contaminación y asignación de concesiones con base en reportes de las Autoridades Ambientales del país.

En esta sección se presenta un análisis a nivel nacional y por área hidrográfica del número de concesiones y permisos de vertimientos reportados por las Autoridades Ambientales en el SIRH con vigencia 2020 cuya consulta se realizó en el mes de junio del año 2022.

Es importante resaltar que el SIRH es un sistema dinámico en el cual las Autoridades Ambientales, tienen la posibilidad de realizar una actualización permanente de los datos allí dispuestos, lo cual hace que la base de datos sea depurada continuamente. Entendiendo lo anterior y específicamente para la vigencia 2020, algunas de las Autoridades Ambientales del país realizaron un cargue masivo de información y refinación de los registros que se encuentran en el sistema, bien

sea por ajustes en la resolución, fortalecimiento de capacidad técnica o porque a partir de ejercicios de validación se ha mejorado la calidad de la información. Esta dinámica implica que las estadísticas presentadas para otros informes no sean comparables.

Infografía 5. Reportes en SIRH de concesiones de agua y permisos de vertimientos

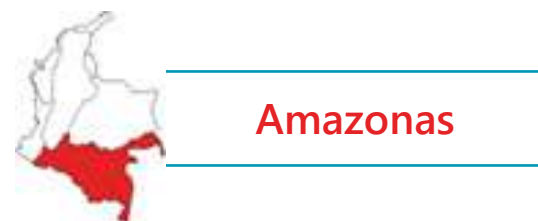


Fuente: Ideam (2022).

En el año 2020 se encontraban vigentes concesiones reportadas en el SIRH por 35 Autoridades Ambientales. Estos registros están concentrados en gran parte en el área hidrográfica Magdalena – Cauca (91.1%), que corresponde adicionalmente a la región que cuenta con el mayor porcentaje de caudal asignado (83.5%) para captaciones de agua en el país. El principal tipo de fuente de captación sobre la cual se asignaron las concesiones corresponde a fuentes superficiales (93.9%), sin embargo, en el área hidrográfica Caribe predominan las fuentes subterráneas. Así mismo, el tipo de captación más frecuente es la que se realiza en una de las márgenes del río, o también denominada toma lateral, con un 40.1% de participación, y el uso principal es el doméstico (40.1%).

Adicionalmente, en el año 2020 se encontraban vigentes permisos de vertimientos que corresponden a reportes de 31 Autoridades Ambientales y están concentrados en su mayoría en el área hidrográfica Magdalena – Cauca (79.2%). Los cuerpos de agua superficiales lóticos corresponden a la principal fuente receptora de vertimientos (97.0%), siendo las quebradas las que concentran el mayor porcentaje (45.7%). En menor cantidad, los vertimientos son realizados en fuente superficiales lénticas (2.5%), subterráneas (0.2%) o incluso al mar (0.2%). El tipo de vertimiento más frecuente corresponde al agua residual doméstica con un 63.9% de participación a nivel nacional.

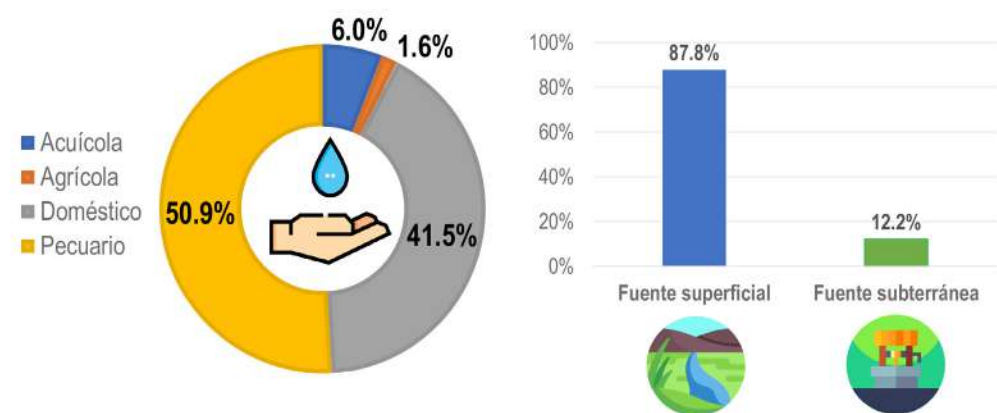
Análisis por Área Hidrográfica



Amazonas

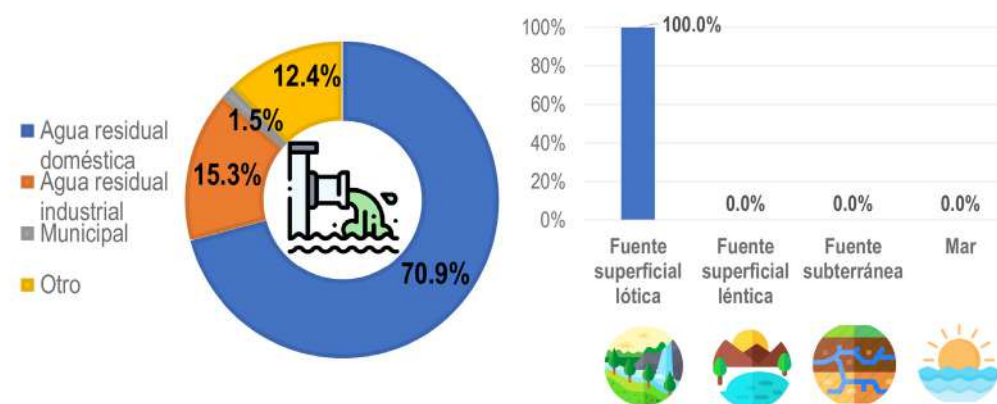
El área hidrográfica Amazonas concentra el 0.5% de las concesiones de agua otorgadas en el país cuyos usos están destinados principalmente para el sector pecuario y doméstico; el 87,8% de las captaciones, están localizadas sobre fuentes de agua superficiales (Figura 98). Respecto a los permisos de vertimientos, el 6.9% del total nacional están concentrados en esta área hidrográfica, donde los cuerpos de agua superficiales de tipo lótico, particularmente los ríos (50,5%) son la principal fuente de descarga y el agua residual doméstica el tipo de vertimiento más frecuente (70,9%) (Figura 99).

Figura 98. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Amazonas. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación



Fuente: Ideam (2022).

Figura 99. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Amazonas. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras



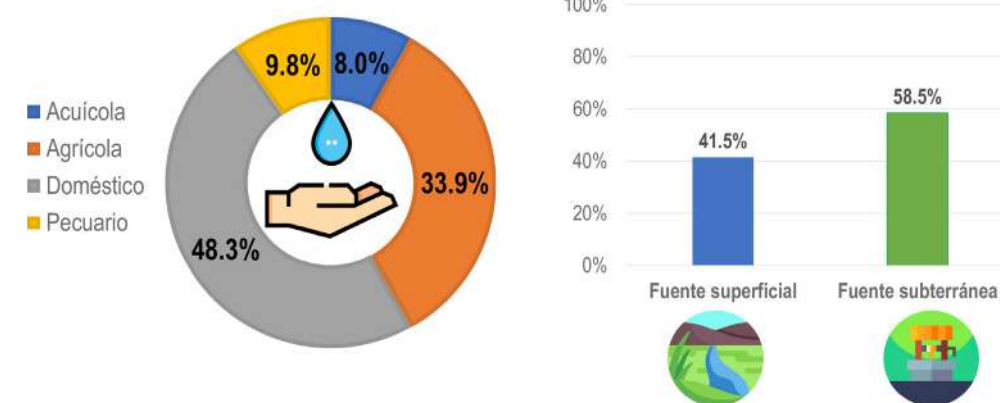
Fuente: Ideam (2022).



Caribe

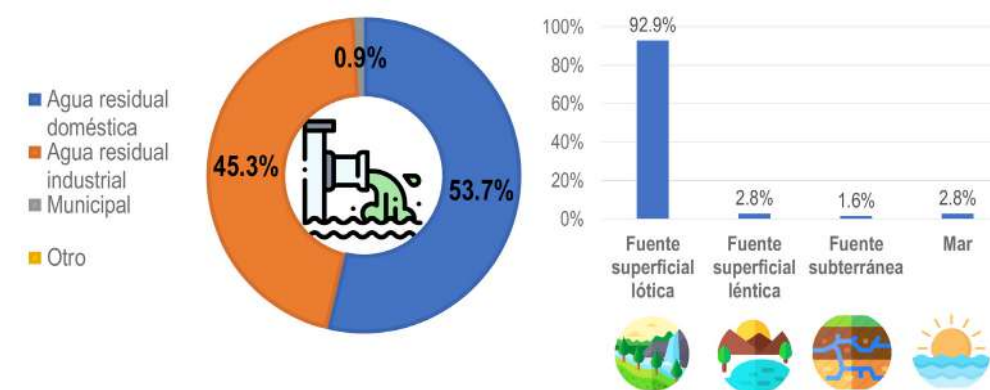
En el área hidrográfica Caribe se concentra el 0.6% de las concesiones de agua de Colombia, siendo el sector doméstico y agrícola los usos principales para los cuales se destinan dichas concesiones y las aguas subterráneas las fuentes de captación más frecuentes (Figura 100). Por otro lado, en esta área se encuentran el 8.1% de los permisos de vertimientos de Colombia, los cuales en su mayoría provienen de aguas residuales domésticas (53,7%). Los cuerpos de agua superficiales de tipo lótico, particularmente los ríos (57,8%), son la fuente receptora más común (Figura 101).

Figura 100. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Caribe. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación



Fuente: Ideam (2022).

Figura 101. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Caribe. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras



Fuente: Ideam (2022).



Magdalena - Cauca

En el área hidrográfica Magdalena – Cauca se encuentran el 91.1% de las concesiones del país destinadas principalmente para los usos doméstico y el agrícola (Figura 102). Es importante destacar que el 96.0% de las captaciones están localizadas sobre fuentes de agua superficiales. Con relación a los permisos de vertimientos, esta área hidrográfica concentra el 79.2% de dichos permisos, donde las fuentes superficiales de tipo lótico, particularmente las quebradas con un 51.1% de participación son la fuente receptora habitual, y el agua residual doméstica es el tipo de vertimiento que se presenta con mayor frecuencia (66,5%) (Figura 103).

Figura 102. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Magdalena - Cauca. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación

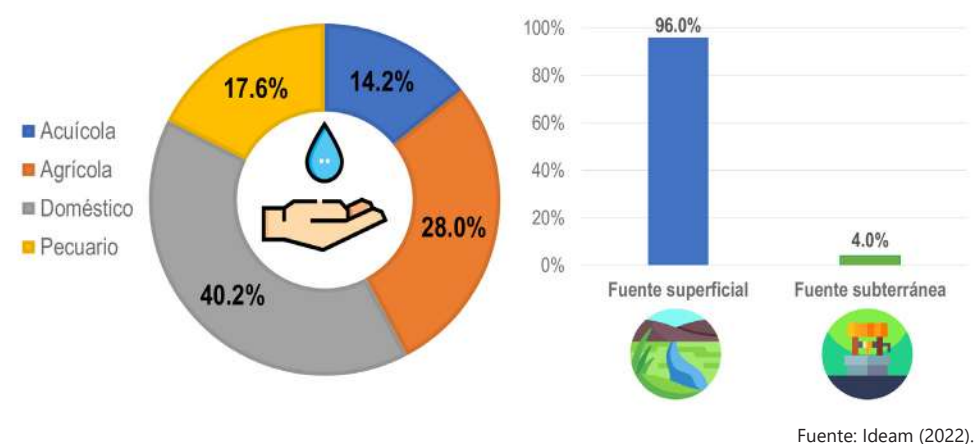
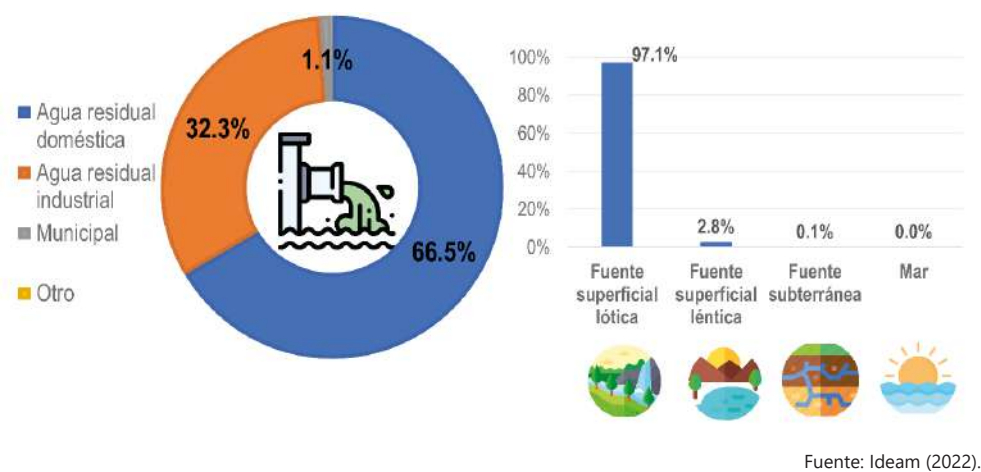


Figura 103. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Magdalena - Cauca. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras



Orinoco

El área hidrográfica Orinoco reúne el 7,6% de las concesiones de agua del país asignadas principalmente para los usos doméstico y pecuario (Figura 104). Las captaciones se encuentran localizadas con mayor frecuencia (73,9%) sobre fuentes de agua superficiales. El análisis también permitió concluir que en esta área hidrográfica se encuentran el 4.7% de los permisos de vertimiento en Colombia descargados, en su mayoría, sobre fuentes superficiales de tipo lótico, particularmente sobre ríos (53,0%) (Figura 105). Adicionalmente, el tipo de vertimiento más frecuente es el agua residual industrial (44.9%).

Figura 104. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Orinoco. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación

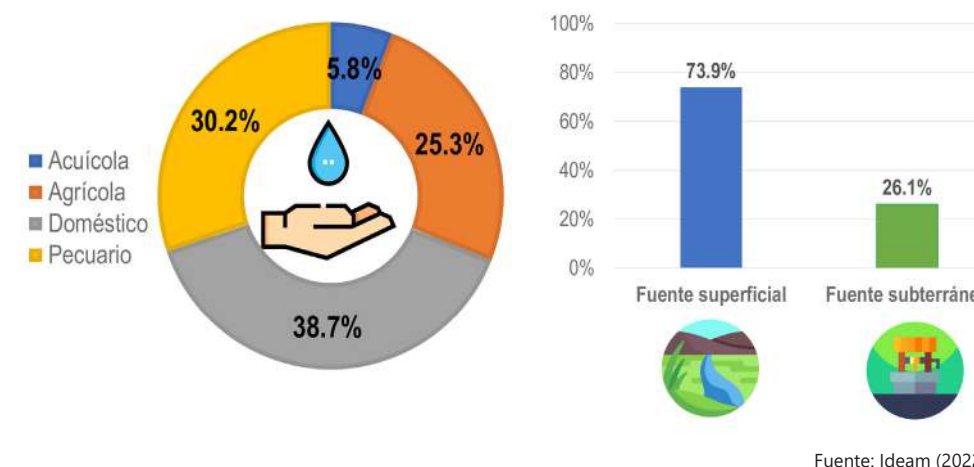
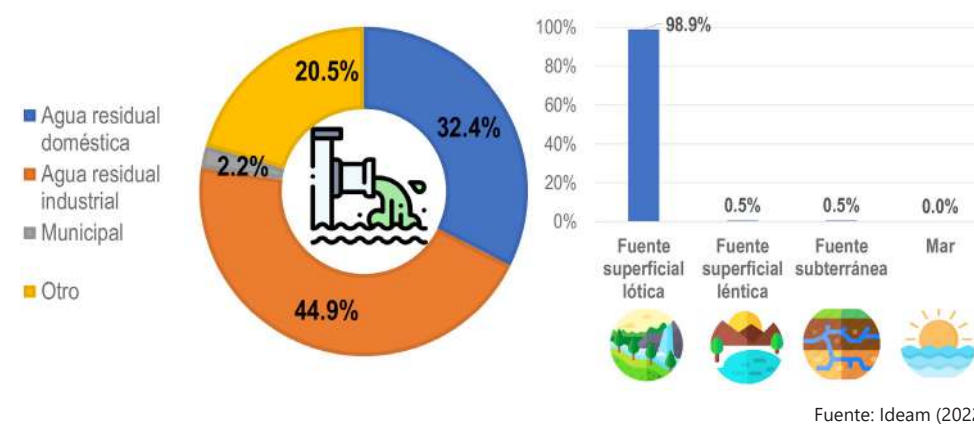


Figura 105. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Orinoco. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras





El área hidrográfica Pacífico tiene tan solo un 0.3% de participación nacional en las concesiones vigentes al año 2020, las cuales son destinadas principalmente para los usos agrícola y doméstico y el 100% de las captaciones se hace de fuentes de agua superficiales (Figura 106). Además, en esta área se encuentra el 1,0% de los permisos de vertimientos del país, siendo los cuerpos de agua superficiales, especialmente las quebradas (53,7%) y el agua residual industrial (58,5%) la principal fuente y tipo de vertimiento respectivamente.

Figura 106. Análisis de concesiones de agua en el área hidrográfica Pacífico. Izquierda: Sectores usuarios del agua. Derecha: Fuentes de captación

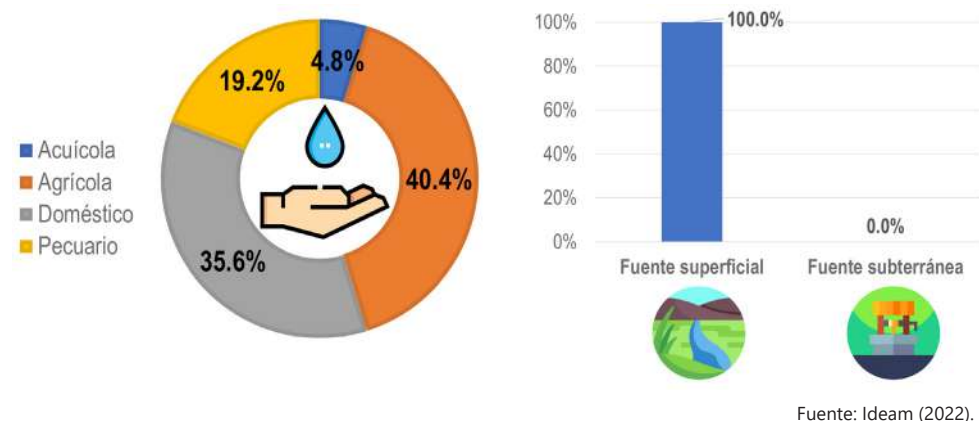
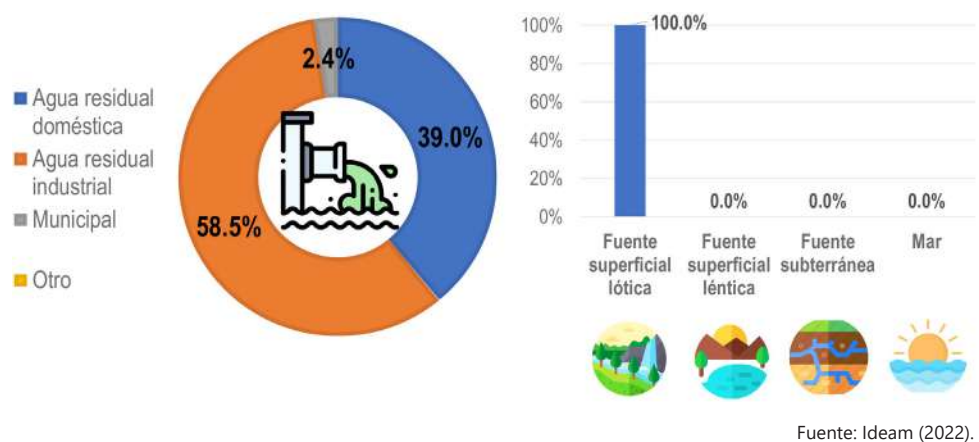


Figura 107. Análisis de permisos de vertimientos en el área hidrográfica Pacífico. Izquierda: Tipos de vertimientos. Derecha: Fuentes receptoras



Referencias

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (2014). Implementación del Sistema de Información de Recurso Hídrico. SIAC. <http://www.siac.gov.co/sirh>

3.1.2. Comportamiento del sector manufacturero de acuerdo con información declarada en el Registro Único Ambiental (RUA) 2021

Ideam: Julián David Páez Saavedra, Ana María Bernal Vásquez y Ana María Hernández Hernández.

Agradecimientos: A todos los establecimientos con reporte oportuno al RUA manufacturero, por su compromiso en el diligenciamiento y envío de la información dentro de los términos establecidos y a los profesionales y técnicos de las 38 corporaciones autónomas regionales y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos, por el proceso de seguimiento a través de trabajo en campo.

A los profesionales, funcionarios y contratistas del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo de la Subdirección de Estudios Ambientales, Oficina de Informática y la Oficina de Comunicaciones del Ideam, por el aporte de conocimientos técnicos, estadísticos e informáticos, con el firme propósito de generar información confiable, consistente y oportuna.

En el año 2021, de acuerdo al reporte de 17.651 establecimientos de jurisdicción de 40 autoridades ambientales la generación de residuos peligrosos fue de 604.774,7 t, 21% mayor que la reportada en el 2020.

El número de establecimientos objeto de reporte en el RUA Manufacturero, se incrementó en 2.38% de reportes el cual ascendió a 3.186, con respecto al 2020 en el cual obtuvo reporte de 3.110 establecimientos.

A nivel regional la distribución nacional de los establecimientos se observan el distrito capital y los departamentos con mayor número de establecimientos con reporte de información corresponde el primer lugar al departamento de Antioquia con 796 que corresponde al 24,98% con respecto al total nacional, seguido de Bogotá, D. C. con 667, correspondiente al 20,93%, en tercer lugar, se ubica el departamento del Valle del Cauca con 515 igual a 16,16%, para el cuarto lugar corresponde a Cundinamarca con 356 correspondiente al 11,17% y en quinto lugar se observa al Atlántico con 156 que corresponde al 4,89%. Para lo anterior es importante aclarar que Bogotá se incluyen en las métricas regionales por su representatividad en cuanto al número de establecimientos que se ubican dentro de su jurisdicción y la representatividad de información que tiene para la presente publicación.

El mismo comportamiento se analizó, a nivel de jurisdicción de autoridades ambientales, para el primer lugar, se ubica AMVA con reporte de 276 establecimientos en 2020 pasando a 550 en 2021, seguido de CORANTIOQUIA con 98 establecimientos en la vigencia anterior a 130 en 2021, en tercer lugar esta CAR con 344 establecimientos pasando a 375 establecimientos, para el cuarto lugar se observa EPA Barranquilla verde con 75 establecimientos aumentando a 94 establecimientos y el quinto lugar es para CMDDB, en la cual se reportaron 24 establecimientos en 2020 pasando a 42 establecimientos en la presente vigencia.

La información analizada por componente ambiental se evidencia puntualmente para la demanda de agua, las actividades con mayor consumo del recurso corresponden al CIU 1030 Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal con 62,08 millones de m³ y que constituyen el 18% del consumo respecto al total nacional, CIU 1701 Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón, que ocupó los años anteriores el primer puesto, se ubica en un segundo lugar con una demanda correspondiente a 48,7 millones de m³ (14%), seguido se encuentra la actividad CIU 1071 Elaboración y refinación de azúcar, que reportó un consumo de 32,56 millones de m³ igual al 10%. En el cuarto lugar se ubica la actividad CIU 1089 Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p., con un consumo de 23,17 millones de m³ representado en el 7% y el quinto lugar lo ocupa el CIU 1103 Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas conservando la misma tendencia respecto al 2020, con un consumo de 21,18 millones de m³ (6%).

Las principales actividades industriales que vierten el mayor volumen de agua constituyen el 72,51% del total vertido a nivel nacional. En primer lugar, se encuentra el CIU 1701 fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón, vertiendo 45,23 millones de m³, lo que corresponde al 33,09% del total nacional. la segunda actividad que genera mayor volumen de vertimientos corresponde al CIU 1071 elaboración y refinación de azúcar con un total de 9,74 millones de m³ (7,13%), en tercer lugar, se encuentra el CIU 1011 procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos con un volumen vertido de 8,48 millones de m³ igual al 6,20%.

En lo concerniente a consumos por código CIIU, la actividad económica que presentó la mayor demanda de energía correspondió al CIIU 1051 Elaboración de productos de molinería con 3375,96 GWh representada en el 19,38%. Seguidamente, se ubica el CIIU 2100 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico con 1275,8 GWh (7,32%), en tercer lugar, está la actividad con 2394 Fabricación de cemento, cal y yeso con 1063,06 GWh equivalentes al 6,10%.

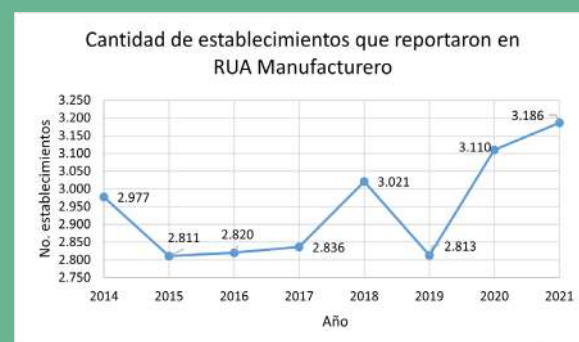
En cuanto al volumen total de residuos no peligrosos generados en el país, los principales tipos de residuos se encuentra clasificados de la siguiente manera: 10000 - Orgánicos de origen vegetal y animal, lidera el listado con una generación de 1.270.909,12 t (34,17%); seguido se encuentran 70300 - Lodos de tratamiento de aguas residuales industriales, excluidos los de la lista RESPEL con un total de 623.922,49 t generadas que equivales al (16,77%), en tercer lugar, se ubican 99900 - Demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL con un total generado de 582.260,63 t (16,65%).

Los datos analizados derivados del reporte de información en el RUA Manufacturero son obtenidos de manera directa por 3.186 establecimientos y enviada a 38 autoridades ambientales para validación y transmisión en cuya jurisdicción se ubican los establecimientos; posteriormente se realiza su consolidación y análisis para el periodo de balance 2021 el cual comprende el espacio de tiempo comprendido entre el 1/1/2021 al 31/12/2021, lo anterior dando cumplimiento a las disposiciones de la Resolución 1023 de 2010.

En este orden, los datos analizados anualmente son sometidos a procesos estadísticos denominado critica de datos propendiendo por la exactitud y calidad de información de los capítulos obtenidos de la herramienta de captura RUA Manufacturero (consumo de agua, los vertimientos de agua residual, las emisiones atmosféricas por fuentes fijas, el consumo de energía eléctrica y la generación de residuos sólidos no peligrosos).

Resultado del procesamiento estadístico y la agregación de datos. a continuación, se evidencia la evolución en la población objeto de estudio, lo cual se traduce en una transmisión del 99% de información reportada por los establecimientos.

Figura 108. Histórico de establecimientos que reportan información en la plataforma del RUA Manufacturero



Fuente: Ideam (2022).

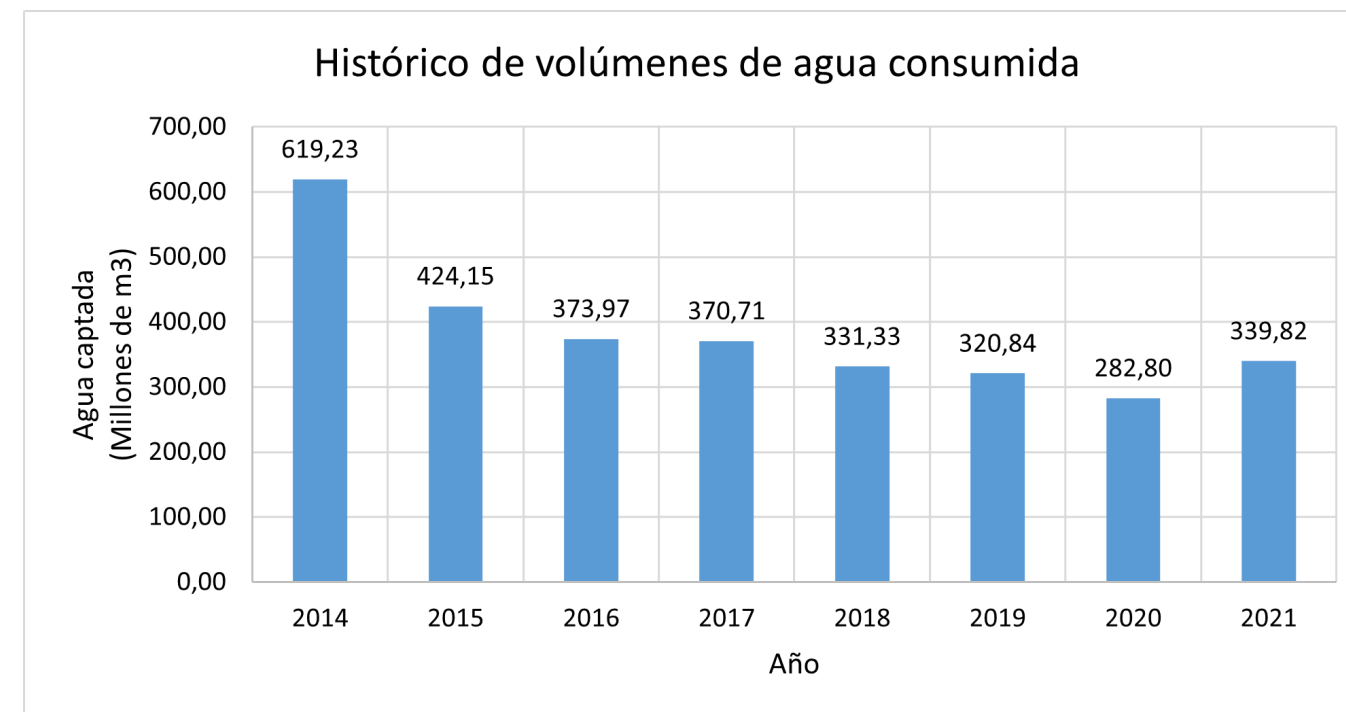
Es importante tener en cuenta que estas cifras transitan por un proceso denominado critica de datos, donde se aplican criterios estadísticos a la información, por medio del software R parametrizado para realizar internamente el cálculo de variables e indicadores, además de la determinación de posibles datos atípicos, inconsistencias y variaciones porcentuales; los cuales son verificados en conjunto con la autoridad ambiental y el establecimiento manufacturero.

Es significativo el fortalecimiento del trabajo interinstitucional que viene liderando el Ideam, por medio de espacios de participación y acompañamiento activo a las autoridades ambientales y usuarios en general, resultado de lo cual en los últimos 3 años se viene incrementando en el volumen y representatividad de información analizada.

3.1.2.1. Demanda de Agua

De acuerdo con las cifras capturadas en el RUA Manufacturero, para el año 2021 se consumieron 339,82 millones de m³ de agua en los procesos productivos para el sector industrial manufacturero del país. Esta cifra, con respecto a la vigencia 2020 representa un aumento de 57,02 millones de m³.

Figura 109. Demanda de agua utilizada durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021



Fuente: Ideam (2022).

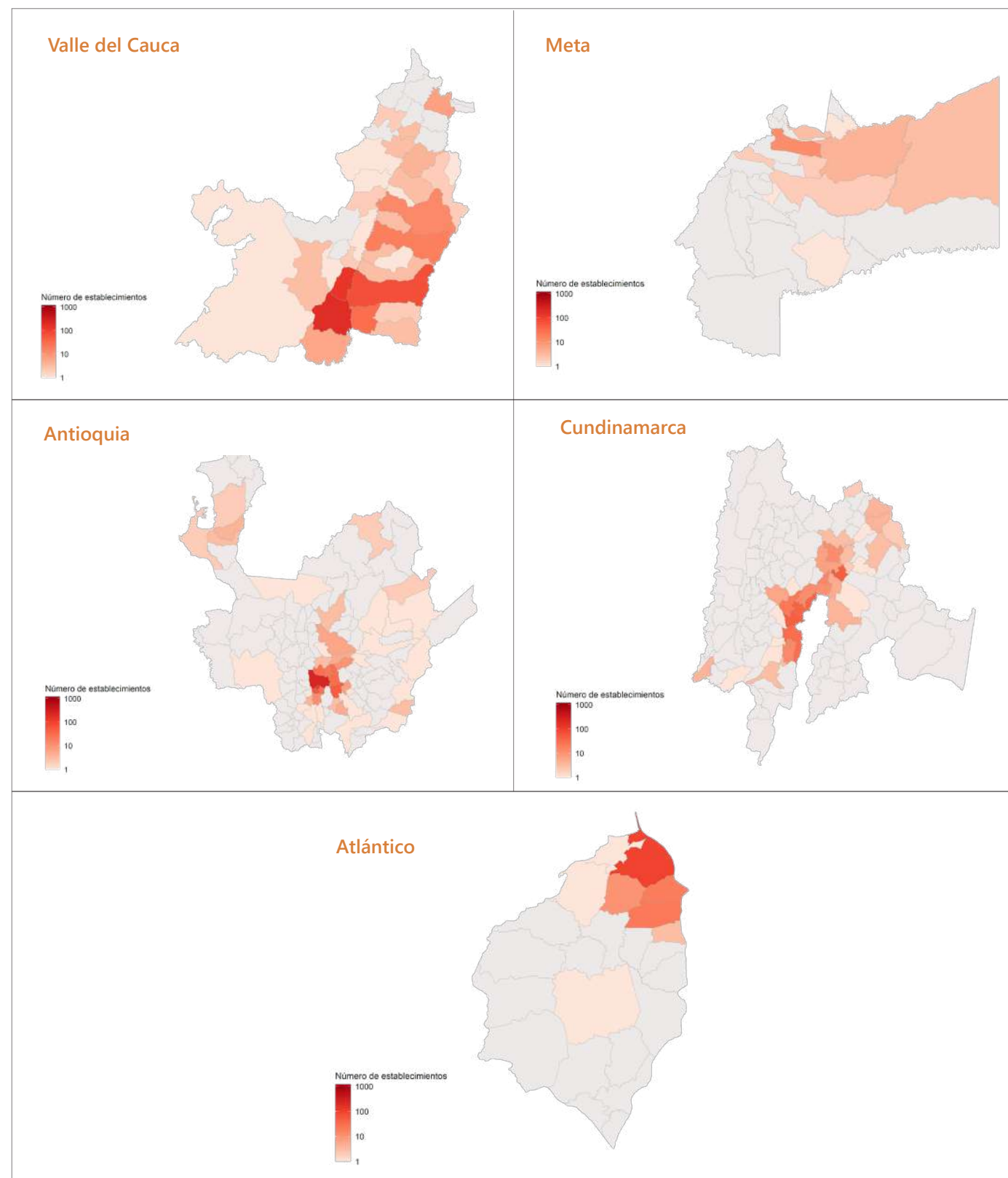
Con respecto a las actividades industriales que presentan la mayor demanda de agua, se puede observar en la siguiente gráfica, que el CIIU que más consumió para este periodo de balance, correspondió a la actividad comercial elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal (1030), fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701), elaboración y refinación de azúcar (1071), elaboración de otros productos alimenticios n.c.p. (1089) y producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas (1103).

Tabla 17. Departamentos con mayor demanda de agua en la producción manufacturera

Departamento	Consumo	Porcentaje
Valle del Cauca	117,40 millones de m ³	35,54 %
Meta	41,77 millones de m ³	12,29 %
Antioquia	37,22 millones de m ³	10,95 %
Cundinamarca	30,32 millones de m ³	8,92 %
Atlántico	19,77 millones de m ³	5,81 %

Fuente: Ideam (2022).

Figura 110. Demanda de agua



Fuente: Ideam (2022).

3.1.2.2. Agua residual vertida

Para esta vigencia, el volumen de vertimientos generados se contabilizó en 136,7 millones de m³, presentando un aumento de 6,94 millones de m³ con respecto al 2020.

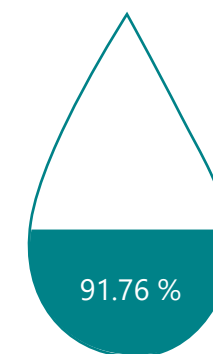
Figura 111. Agua residual vertida durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021



Fuente: Ideam (2022).

Además de evidenciar bajo volumen de vertimientos, se debe resaltar la gestión realizada por la industria manufacturera en la mitigación de impactos ambientales relacionados a los vertimientos de agua residual, para lo cual se vienen implementando diversos tipos de tratamientos previo a la descarga final; en este orden, el volumen de agua vertida que corresponde a 136.71 millones de m³, se está tratando el 91.64%, que corresponde a 125.29 millones de m³.

Control de impactos ambientales: 91.76% del total de agua vertida es tratada.



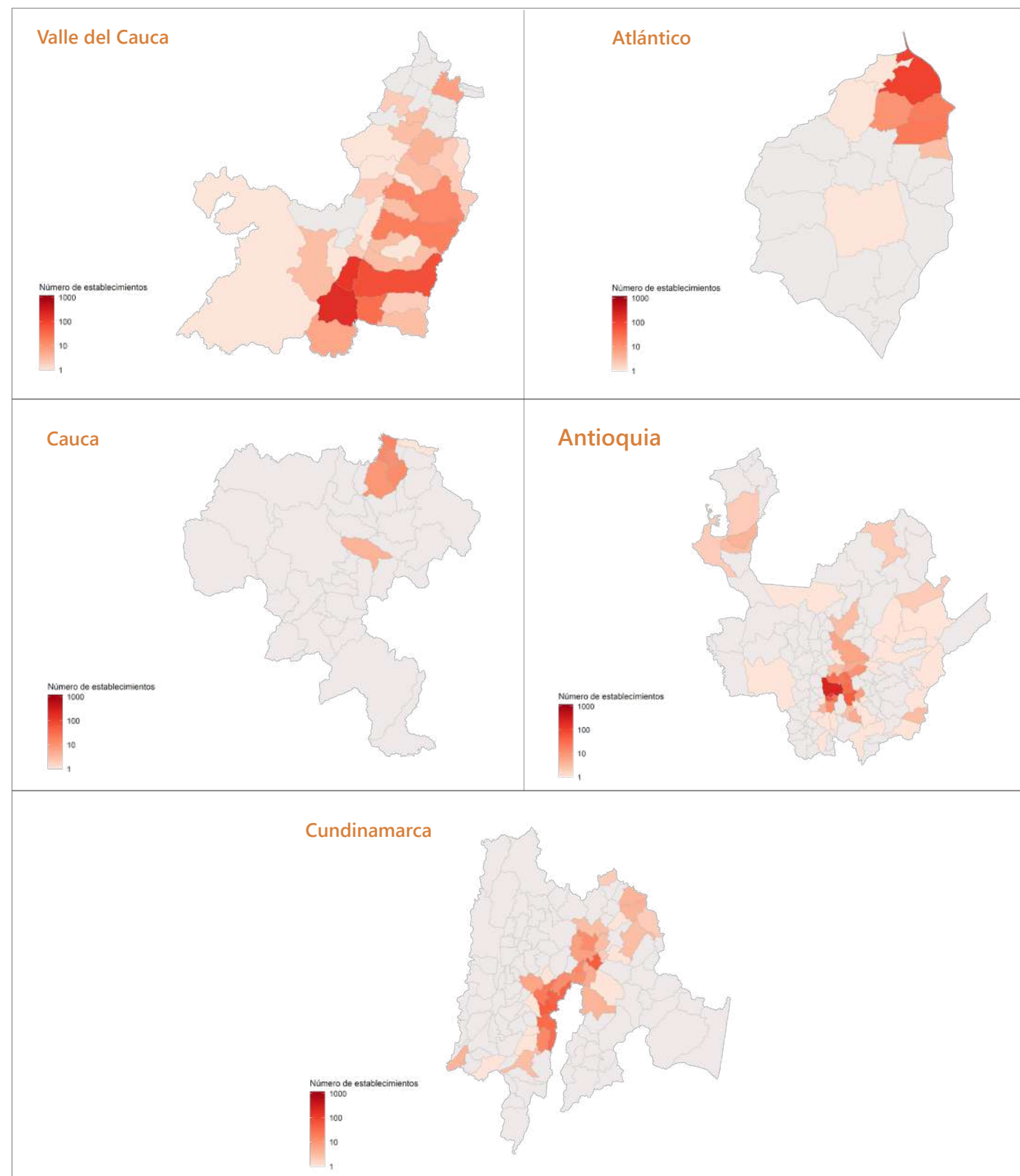
De acuerdo con las actividades productivas que vierten mayor volumen de agua residual se observa la fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701), elaboración y refinación de azúcar (1071), procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (1011), fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados (2012) y elaboración de productos lácteos (1040).

Tabla 18. Departamentos con mayor volumen de agua residual vertida en la producción manufacturera

Departamento	Vertimiento	Porcentaje
Valle del Cauca	53,01 millones de m ³	38,78 %
Atlántico	15,68 millones de m ³	11,47 %
Cauca	15,6 millones de m ³	11,41 %
Antioquia	14,76 millones de m ³	10,8 %
Cundinamarca	8,67 millones de m ³	6,34 %

Fuente: Ideam (2022).

Figura 112. Agua residual vertida

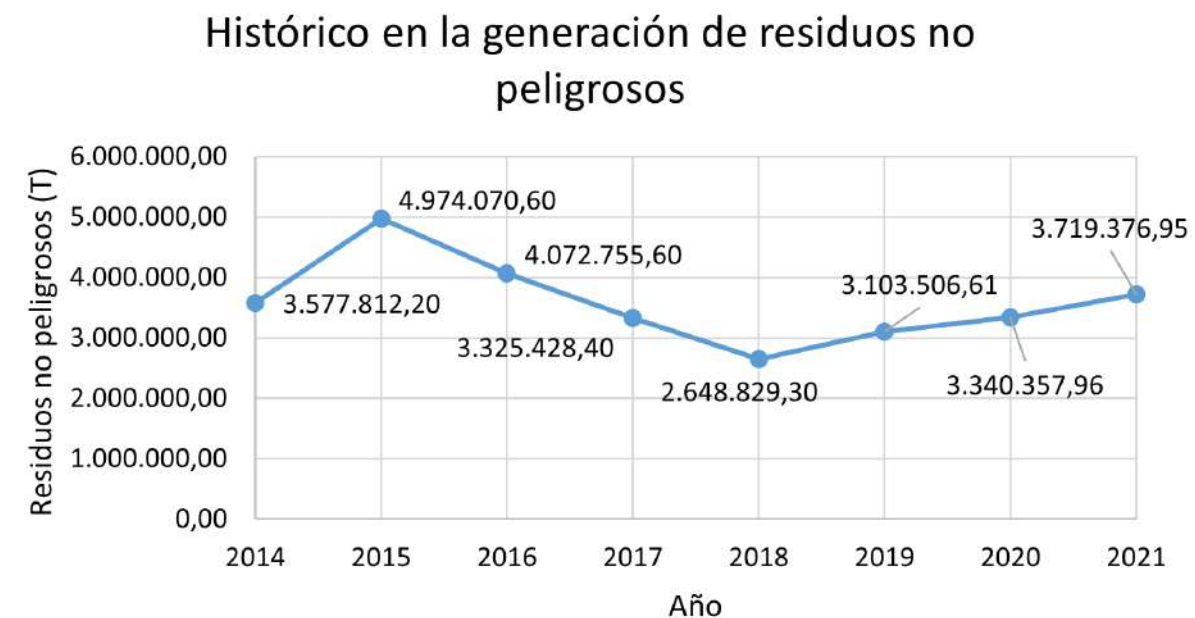


Fuente: Ideam (2022).

3.1.2.3. Generación de residuos sólidos no peligrosos

A nivel nacional se generaron 3.719.376,95 t de residuos no peligrosos, donde se observa un incremento de 379.018,05 t con respecto a la vigencia 2020.

Figura 113. Generación de residuos sólidos no peligrosos durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021



Fuente: Ideam (2022).

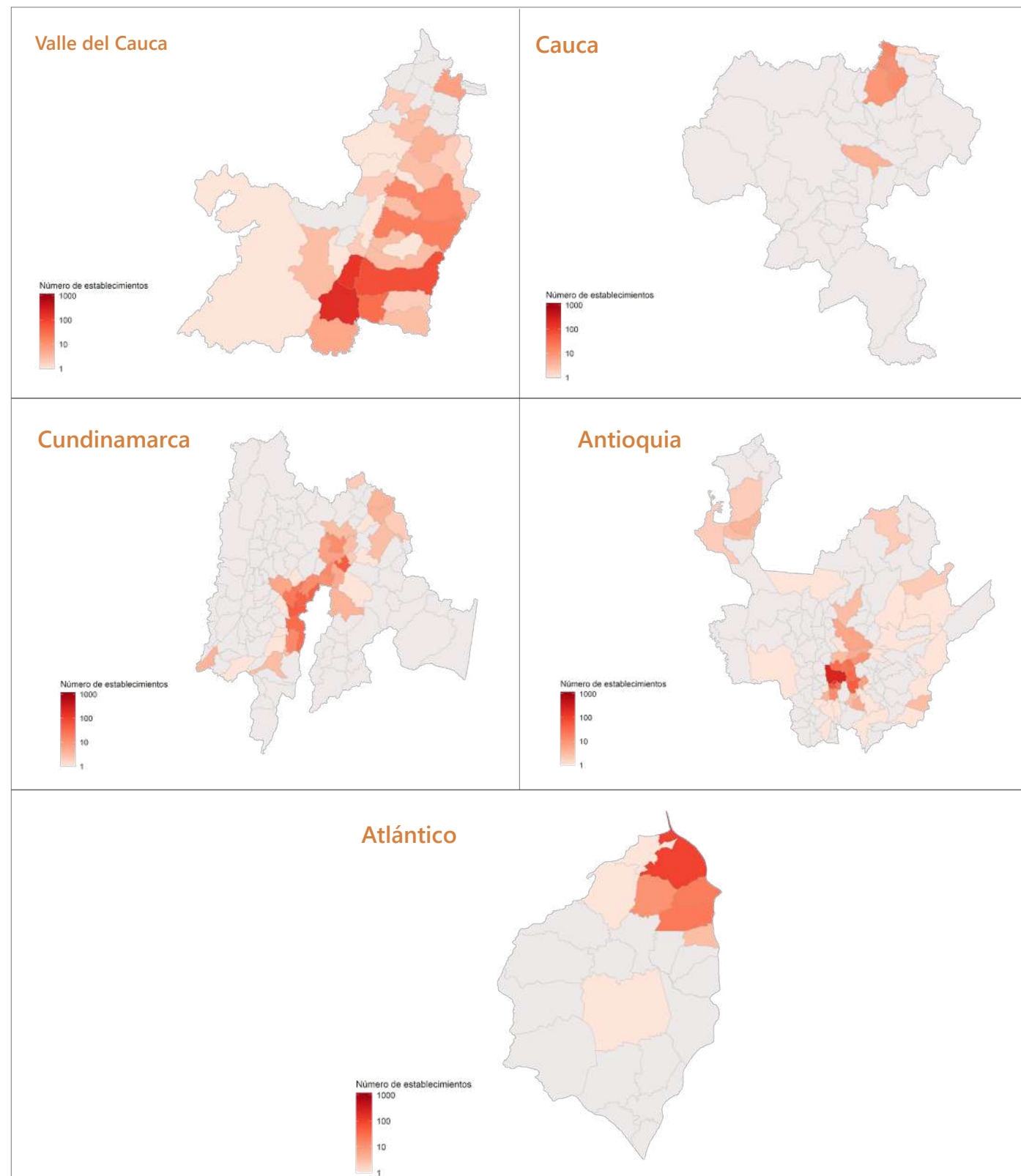
Las actividad con mayor volumen de residuo generados corresponden a la elaboración y refinación de azúcar (1071), fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701), producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas (81103), fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso (2395), y procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (1011).

Tabla 19. Departamentos con mayor generación de residuos no peligrosos en la producción manufacturera

Dapartamento	Generación	Porcentaje
Valle del Cauca	1.011.162,51 t	27,2 %
Cauca	551.927 t	14,84 %
Cundinamarca	505.202,73 t	13,58 %
Antioquia	484.022,30 t	13,01 %
Atlántico	359.043,73 t	9,65 %

Fuente: Ideam (2022).

Figura 114. Generación de residuos sólidos no peligrosos

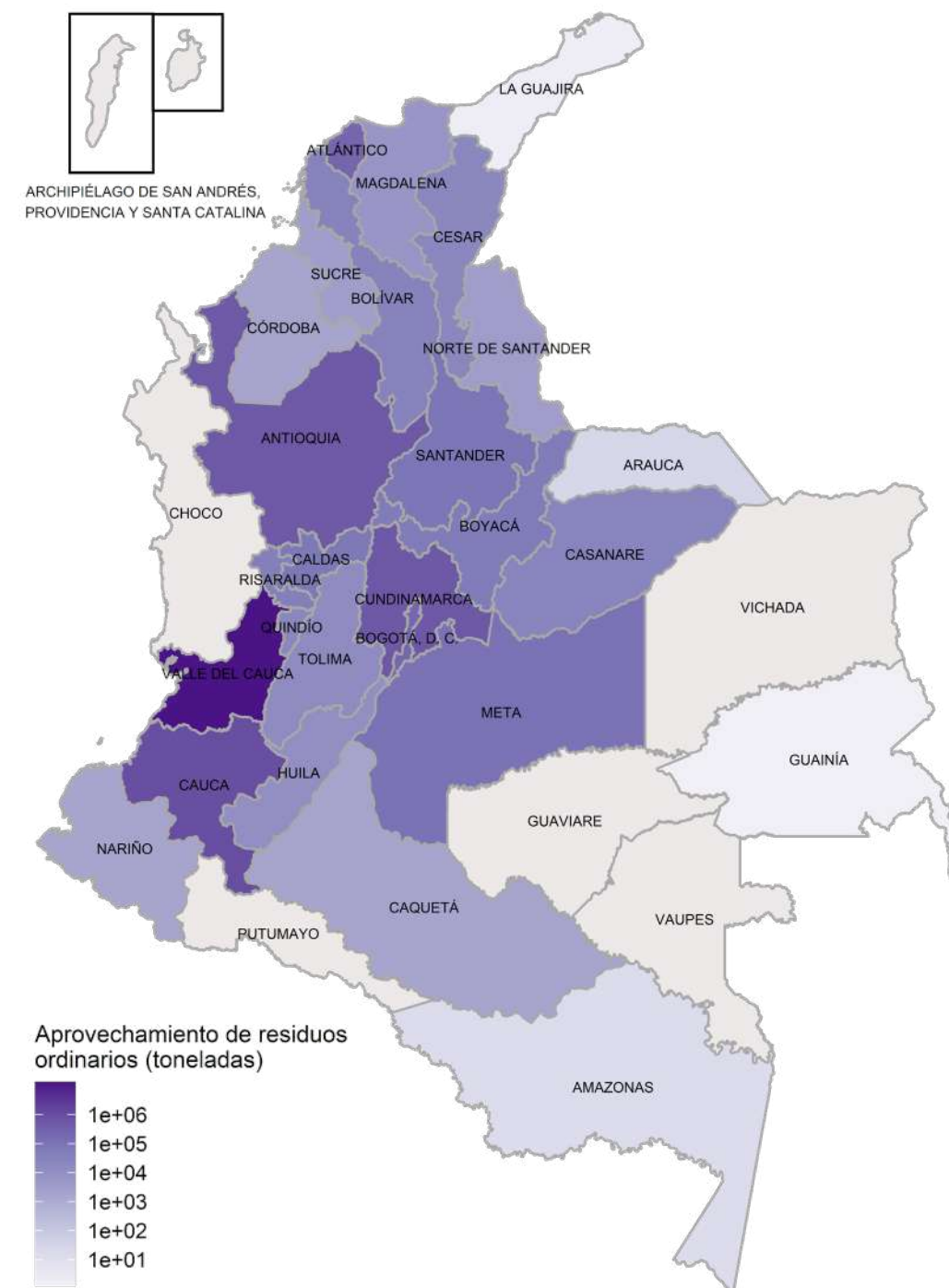


Fuente: Ideam (2022).

Por otra parte, en cuanto a la gestión enfocada a reducir el volumen de residuos derivados de la producción manufacturera por medio de procesos de aprovechamiento, tratamiento y disposición final ambientalmente controlada.

En relación al aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos a nivel departamental se tiene el reporte de 295 establecimientos los cuales a nivel regional se observa en primer lugar el departamento de Valle del Cauca con un volumen gestionado de 12.884.825,91 t, seguido del Cauca con 956.127,41 t, en tercer lugar se encuentra Antioquia con 441.033,19 t, para el cuarto lugar esta Cundinamarca con 333.185,20 t y finalmente se ubica Bogotá, D. C. con 181.477,88 t (Véase figura 115).

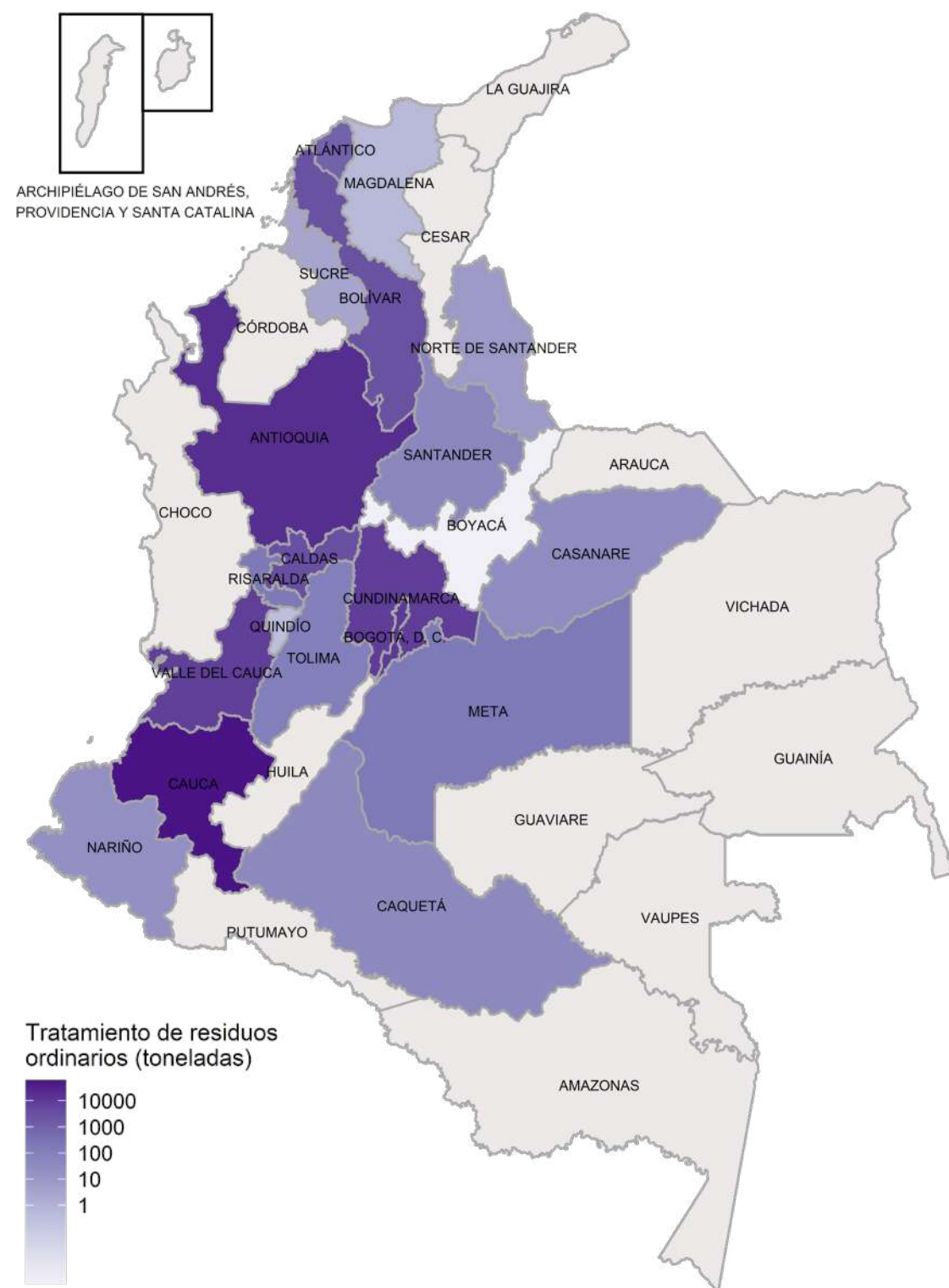
Figura 115. Aprovechamiento de residuos no peligrosos a nivel departamental



Fuente: Ideam (2022).

El tratamiento de residuos sólidos no peligrosos a nivel regional se tiene el reporte de 295 establecimientos los cuales su gestión se centralizo en los siguientes departamento: en primer lugar se ubica Cauca con un volumen de 60.971,03 t, seguido del Antioquia con 18.536,03 t, en tercer lugar se encuentra Bogotá D.C. con 10.704,74 t, el cuarto lugar es para Cundinamarca con 8.075,31 t y en quinto lugar se ubica Valle del Cauca con 7.025,99 t (Véase figura 116). A su vez, se describen los tipos de tratamiento efectuado por los establecimientos de manera interna y externa con el apoyo de un gestor.

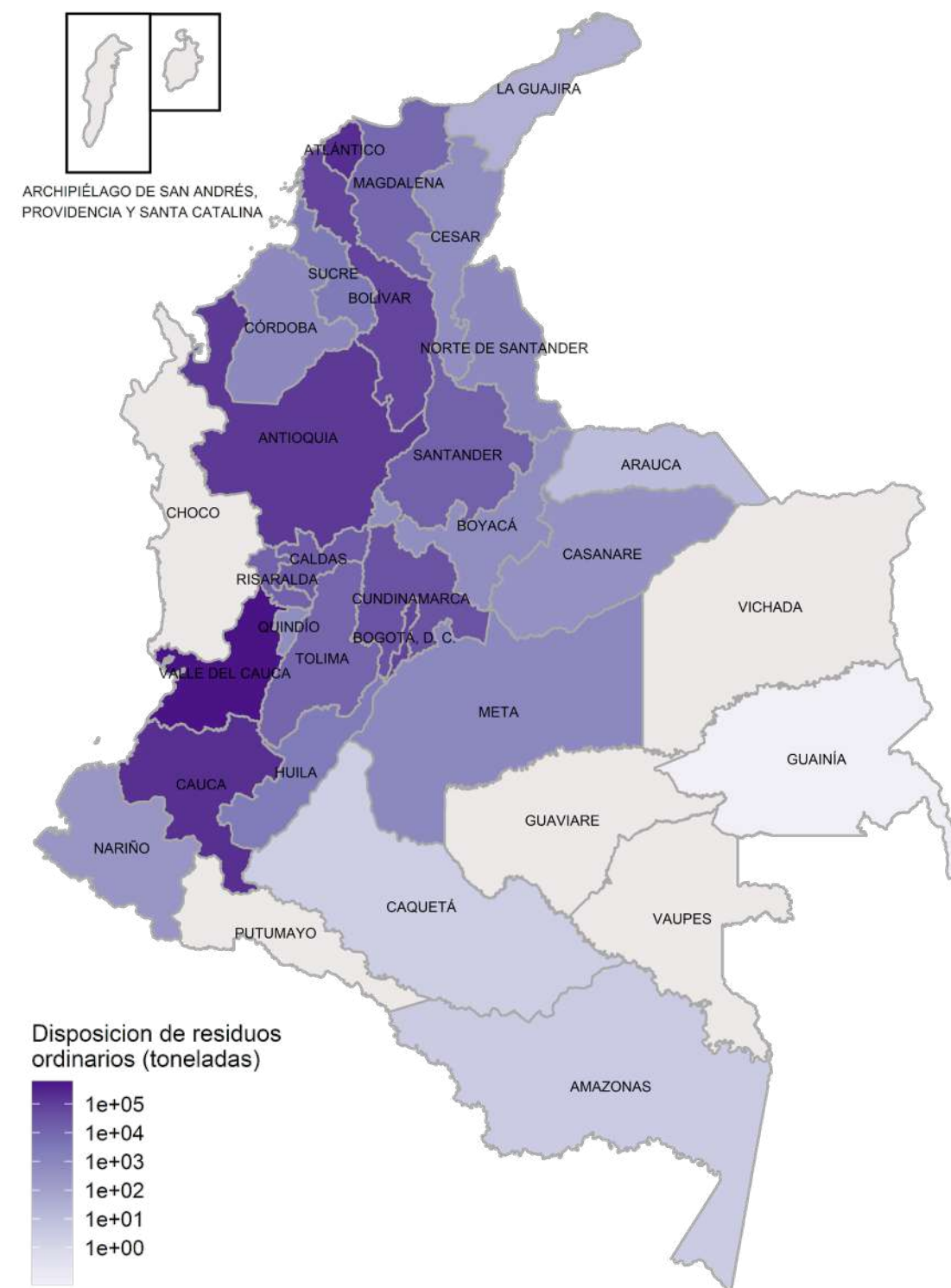
Figura 116. Tratamiento de residuos no peligrosos a nivel departamental



Fuente: Ideam (2022).

En cuanto a la disposición final de residuos sólidos no peligrosos a nivel regional se tiene el reporte de 50 establecimientos los cuales su gestión se centralizo en los siguientes departamentos: en primer lugar se ubica Cauca con un volumen de 148.512,56 t, seguido del Valle del Cauca con 136.862,71 t, en tercer lugar se encuentra Antioquia con 56.407,04 t, el cuarto lugar es para Bolívar con 25.347,74 t y en quinto lugar se ubica Atlántico con 21.971,17 t (Véase figura 117). A su vez, se describen los tipos de tratamiento efectuado por los establecimientos de manera interna y externa con el apoyo de un gestor.

Figura 117. Disposición final de residuos no peligrosos a nivel departamental

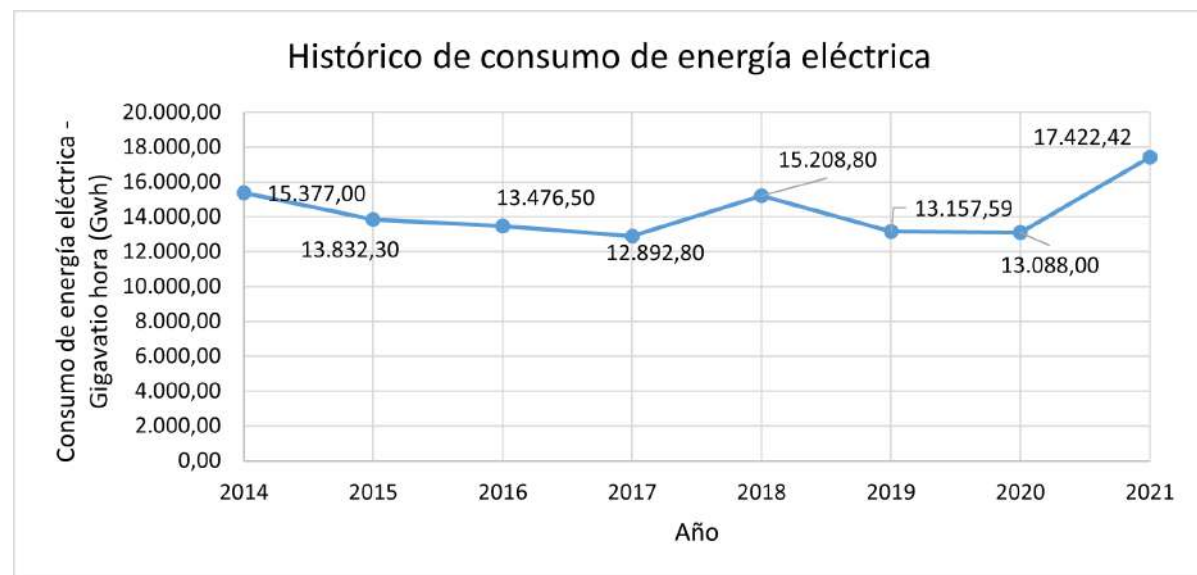


Fuente: Ideam (2022).

3.1.2.4. Consumo de energía eléctrica

Para el año 2021, el consumo de energía eléctrica reportado por la industria manufacturera en el país fue de 17.422,4 GWh, presentando un aumento de 4.334,51 GWh con respecto a la vigencia 2020.

Figura 118. Consumo de energía eléctrica durante la actividad manufacturera en el país para el período 2014-2021



Fuente: Ideam (2022).

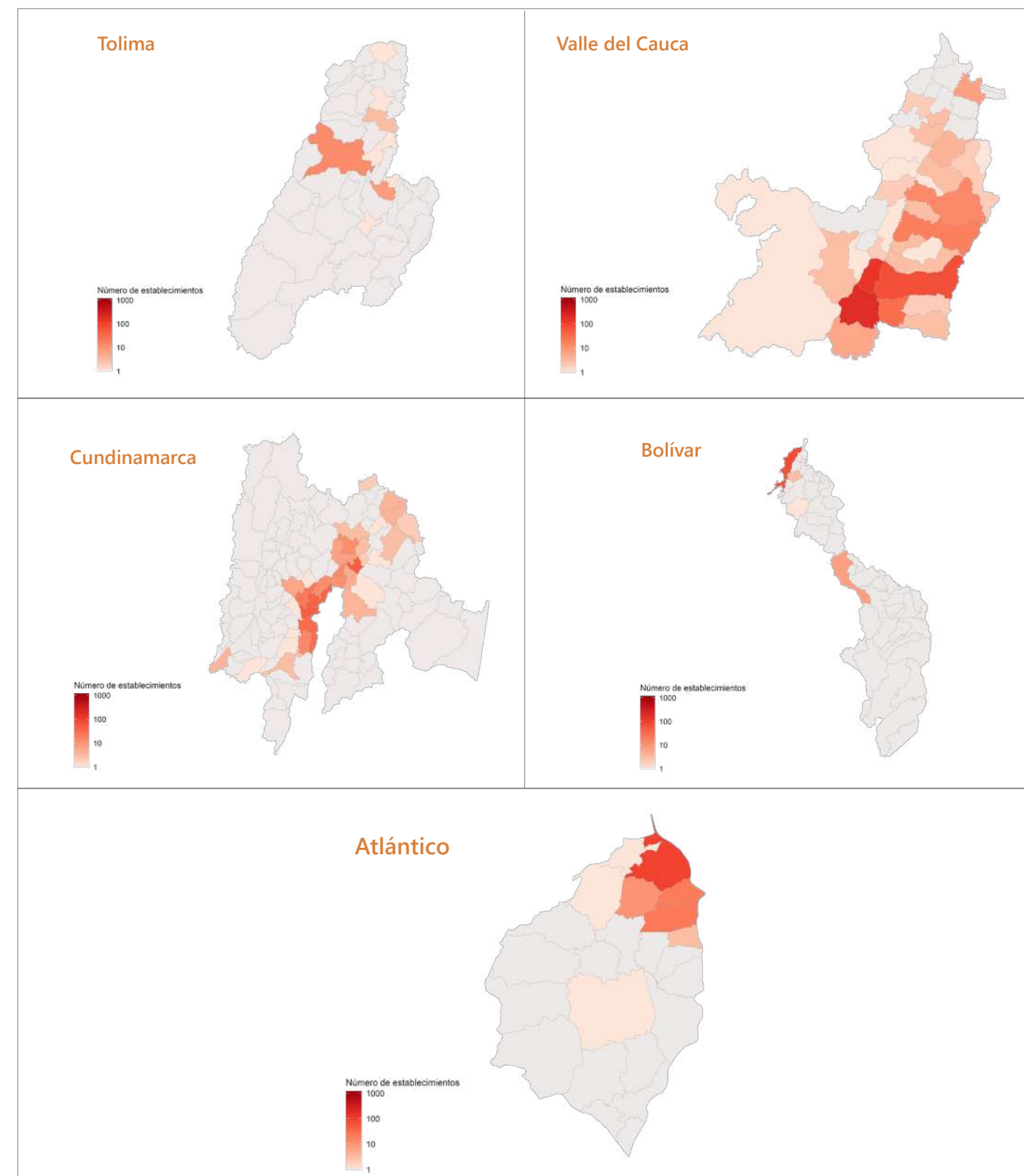
En lo concerniente a consumos por las actividades económicas, se presentó la mayor demanda de energía para la elaboración de productos de molinería (1051), fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico (2100), fabricación de cemento, cal y yeso (2394), industrias básicas de hierro y de acero (2410), y elaboración y refinación de azúcar (1071).

Tabla 20. Departamentos con mayor generación de residuos no peligrosos en la producción manufacturera

Dapartamento	Generación	Porcentaje
Tolima	3.458,7 GWh	19,85 %
Valle del Cauca	2.858,2 GWh	16,41 %
Cundinamarca	1.882,2 GWh	11,38 %
Bolívar	1.922,7 GWh	11,04 %
Atlántico	1.847,1 GWh	10,60 %

Fuente: Ideam (2022).

Figura 119. Consumo de energía eléctrica



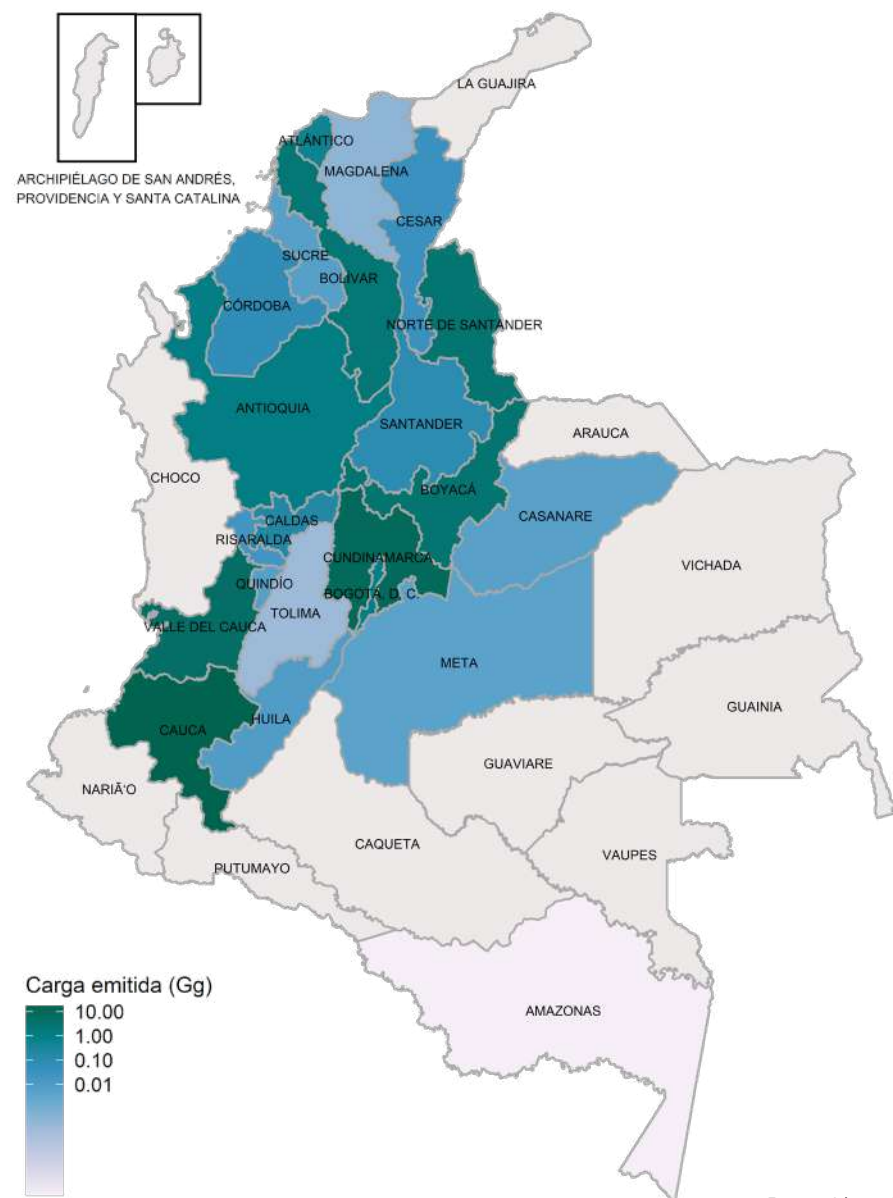
Fuente: Ideam (2022).

3.1.2.5. Emisiones atmosféricas fuentes fijas

Para la presente vigencia, en marco del mejoramiento continuo del proceso estadístico al cual se someten los datos capturados del RUA Manufacturero, se realizaron ajustes de la trazabilidad y exactitud en el cálculo de datos los cuales. A su vez, es importante resaltar, que no todas las industrias manufactureras reportan emisiones a la atmósfera³² ni periodicidad anual ya que está sujeto a los requerimientos del permiso de emisiones emitido por la correspondiente autoridad ambiental.

Para las emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂) se tiene que el total nacional emitido fue de 26.910,76 t, evidenciando reducción de 123.375,43 t respecto la vigencia anterior, equivalente al 82.09 %, toda vez que en el 2020 se emitieron 150.286,19 t. A nivel regional el primer departamento con mayor carga emitida se ubica Cundinamarca 8.928,35 t con el 33.18%, en segundo lugar, Cauca 5.107,08 t con el 18.98%, seguido de Norte de Santander 2.807,68 con el 10.43%, en el cuarto lugar se tiene a Valle del Cauca 2.785,62 t con el 10.35% y en el quinto lugar se ubica Boyacá 2.780,04 t con el 10.33% (Véase figura 120).

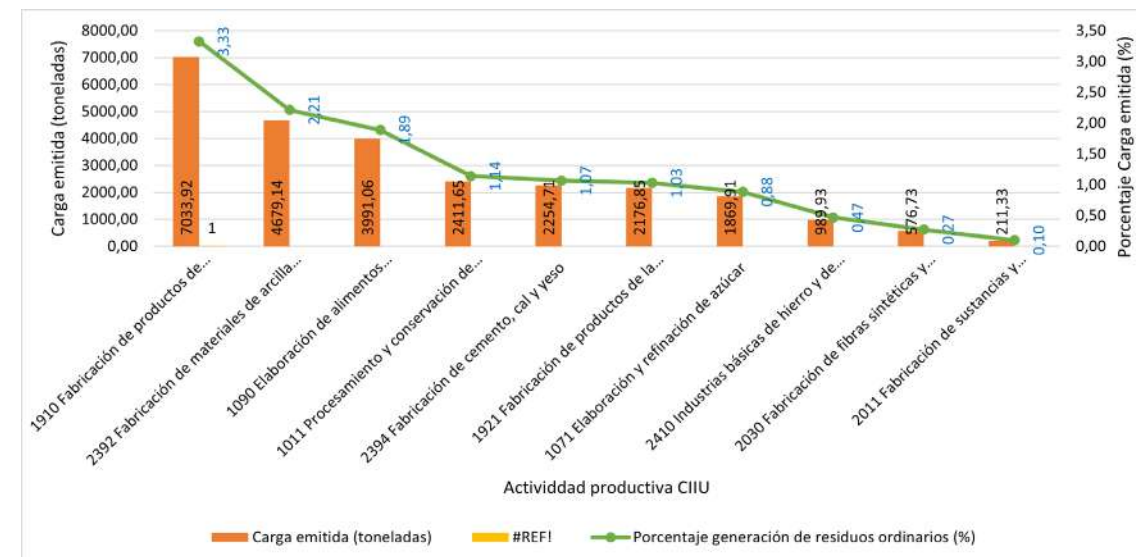
Figura 120. Distribución de la carga emitida de dióxido de azufre (SO₂)



Fuente: Ideam (2022).

³² Resolución 909 de 2008, "por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones".

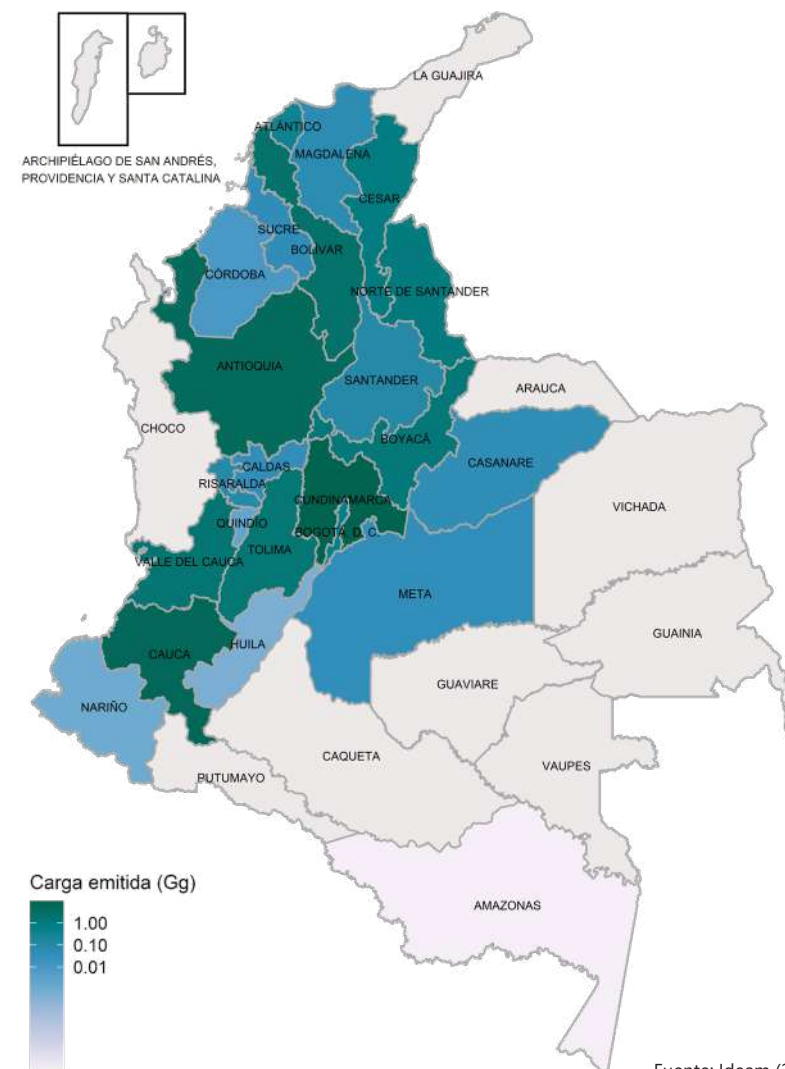
Figura 121. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de dióxido de azufre (SO₂) en la industria manufacturera



Fuente: Ideam (2022).

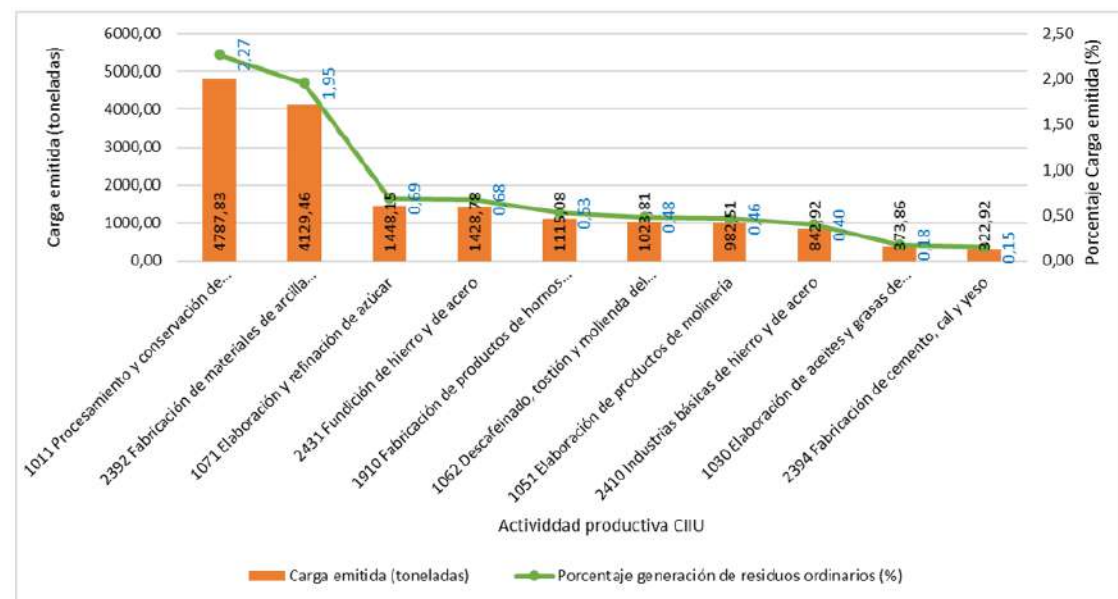
El parámetro de partículas suspendidas totales (PST), se registraron emisiones a nivel nacional con carga de 17.479,89 t evidenciando notable reducción de 86.171,36 t equivalente al 83.13%, con respecto al 2020 en el cual se reconocieron 103.651,25 t. Respecto a los departamentos con mayores cargas emitidas ubicándose en el primer lugar Cundinamarca 5.562,94 t con el 31.82%, seguido de Antioquia 4.475,48 t con el 25.6%, en tercer lugar, se ubica Cauca 2.041,51 t con el 11.68%, seguido de Boyacá 1.093,35 t con el 6.25% y Valle del Cauca 1.083,31 t con el 6.2% (Véase figura 122).

Figura 122. Distribución de la carga emitida de partículas suspendidas totales (PST)



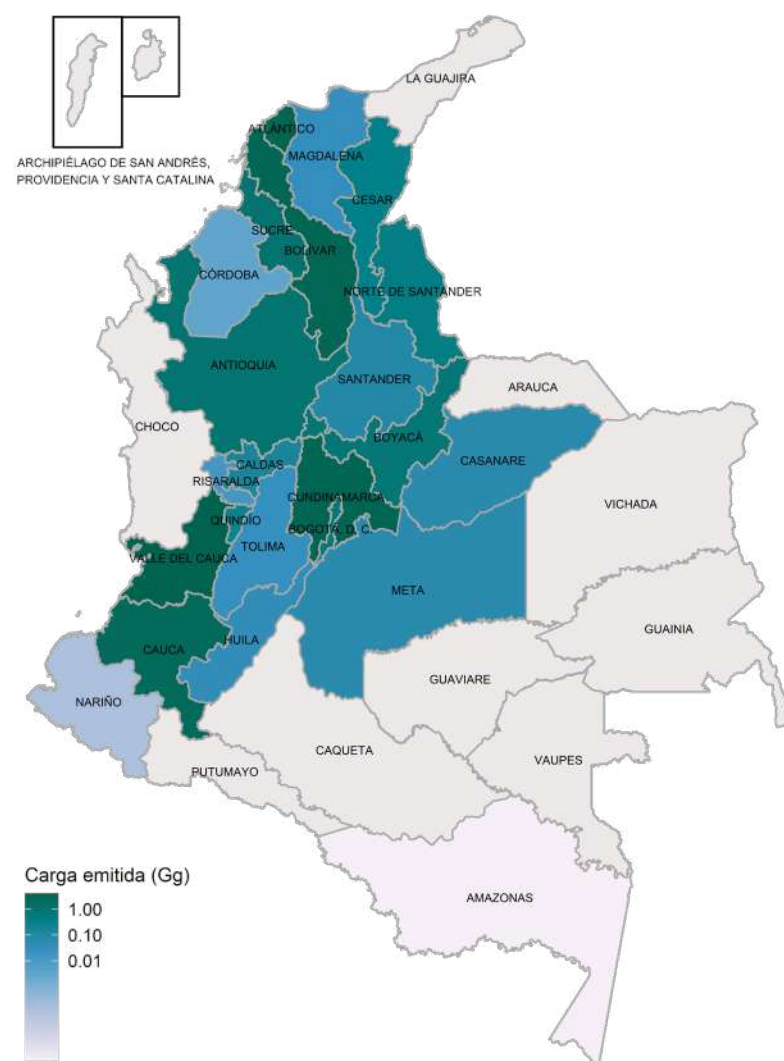
Fuente: Ideam (2022).

Figura 123. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de Partículas Suspensas Totales (PST) en la industria manufacturera



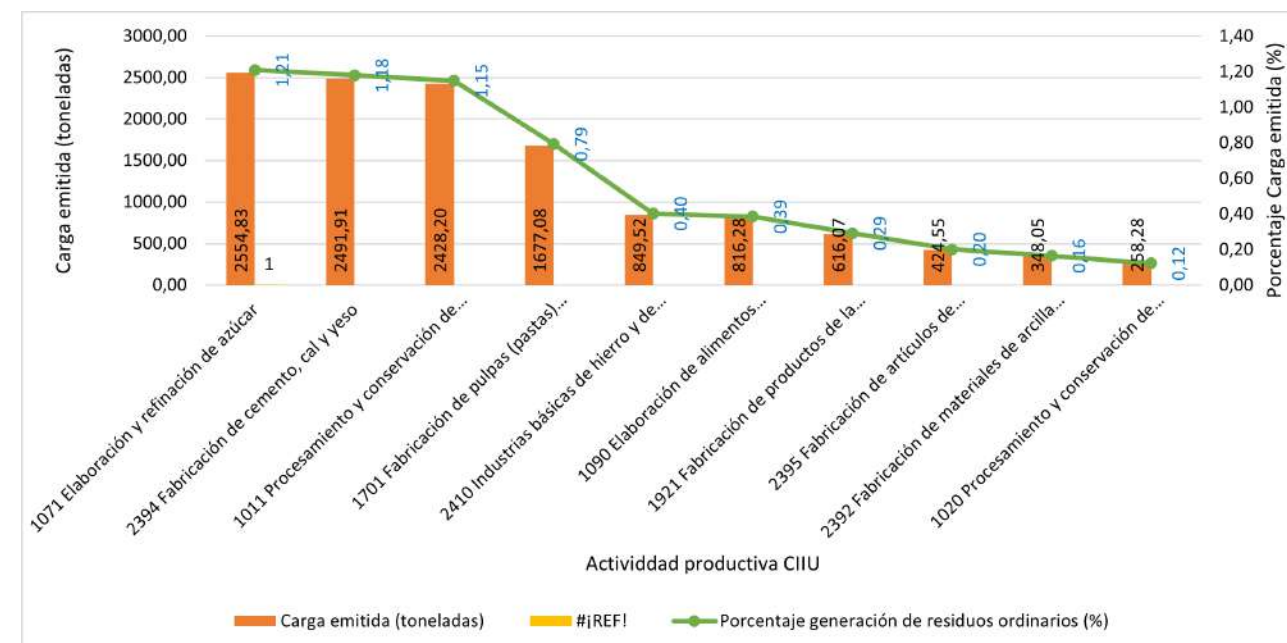
Emisiones de Óxido de Nitrógeno (NOx) se tiene que el total nacional emitido corresponde a 14.111,32 t frente el 2020 se redujo en (91.9%) en el cual se emitieron cargas 174.164,80 t. A nivel regional el primer departamento con mayor carga emitida es Cundinamarca 3.214,78 t con el 22.78 %, en segundo lugar, se ubica Valle del Cauca 2.574,91 t con (18.25%), seguido de Atlántico 1.812,12 t con el (12.84%), en cuarto lugar, se ubica Cauca 1.627,47 t con el (11.53%), y en el quinto lugar se ubica Bolívar 1.452,39 t con el (10.29%), (véase figura 123).

Figura 123.1. Distribución de la carga emitida de óxido de nitrógeno (NOx)



Fuente: Ideam (2022).

Figura 124. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de Óxidos de Nitrógeno (NOx) en la industria manufacturera



Fuente: Ideam (2022).

Referencias

IDEAM, Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia – RUA MF, 2019. Bogotá, D. C., 2020. 95 páginas.

Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/informes-nacionales1>

Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible. (2010). Resolución 1023. Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables SIUR, para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones.

Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/525775/Resolucion+1023+de+2010.pdf/c0a0c06f-4e06-4ac4-a76a-f20edbb73b1a>

Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible. (2008). Resolución 909. Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527650/Resolucion+909+de+2008.pdf/a3bcdf0d-f1ee-4871-91b9-18eac559dbd9>.

3.1.3. Residuos peligrosos en Colombia en 2021

Ideam: Adriana María Zapata Maya y Jorge Orlando Mendoza Ruiz.

Agradecimientos: A los establecimientos generadores que cumplieron con su obligación de reporte anual de generación y manejo de residuos peligrosos de la vigencia 2021 y a los profesionales de 40 Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y de las Autoridades Ambientales de los grandes centros urbanos por su compromiso en la revisión y transmisión al IDEAM de la información del Registro de Generadores de Residuos Peligrosos.

Al ingeniero Diego Escobar Ocampo, Coordinador del Grupo de Sustancias Químicas, Residuos Peligrosos y UTO de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y su equipo de trabajo por sus aportes al documento y apoyo en la diagramación.

En el año 2021, de acuerdo al reporte de 17.651 establecimientos de jurisdicción de 40 autoridades ambientales la generación de residuos peligrosos fue de 604.774,7 t, 21 % mayor que la reportada en el 2020.

El 53% de la generación fue reportada en las jurisdicciones de Corantioquia, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (Corporinoquía), SDA, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), Secretaría Distrital de Ambiente y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), y el 58% en los departamentos de Antioquia, Santander, Meta Atlántico y Casanare.

La corriente de mayor generación RESPEL fue la de mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (Y9+A4060), y de acuerdo a la subclasificación lo que más se reporta por esta corriente, con el 37% son las mezclas líquidas de agua con hidrocarburo, con contenido de sólidos <15% e hidrocarburo >3%, el tipo de gestión que reporta la mayor cantidad fue el tratamiento (77%), y de estos el biológico.

En segundo lugar, de las corrientes de mayor generación, se encuentra los desechos clínicos con 10% de la generación de RESPEL y una disminución muy leve respecto al año anterior de 517t. Se considera entre las tres primeras corrientes de generación de 33 de las 40 autoridades ambientales. La mayor generación de ésta corriente se reportó en Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Montería; y su mayor tipo de gestión reportada en cantidad fue el tratamiento (77%), y de estos el térmico por autoclave (53%) y en segundo lugar térmico por incineración. De acuerdo a la subclasificación lo que más se reporta por esta corriente, con el 89% son residuos biosanitarios.

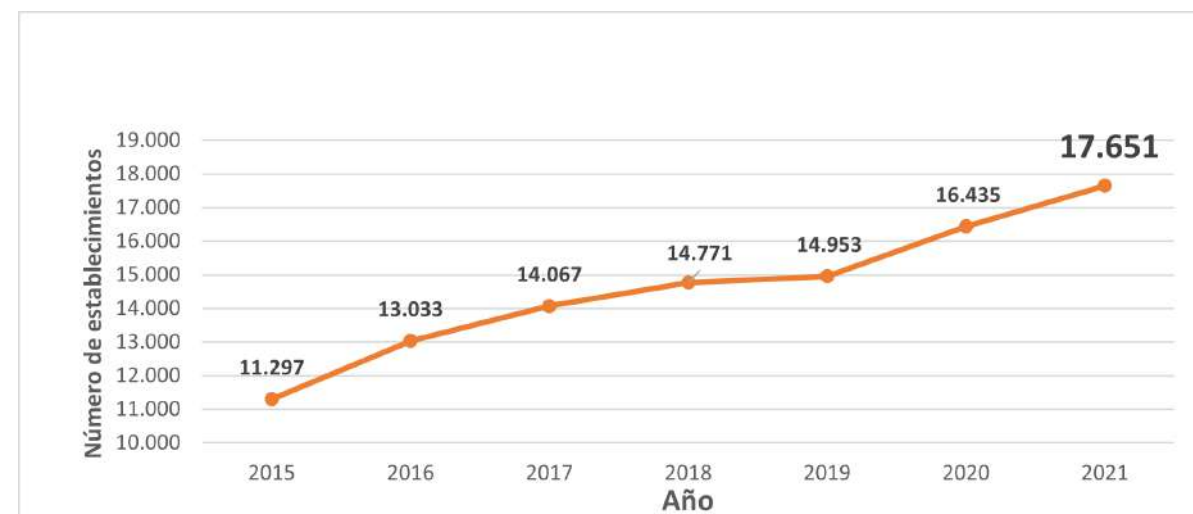
En tercer lugar, se encontraron los desechos de aceites minerales con 5% del total de la generación, y con la mayor generación ubicada en Bogotá, El Paso Cesar, Albania La Guajira, Yumbo Valle y Medellín Antioquia. El tipo de gestión reportada en mayor cantidad fue el aprovechamiento (60%), por regeneración u otra reutilización de aceites usados como la re-refinación (R9). De acuerdo a la subclasificación lo que más se reporta por esta corriente, con el 72% son residuos de aceite lubricante usado.

De las 377 actividades económicas que reportaron información en el registro RESPEL, las tres que reportaron la mayor generación son la extracción de petróleo crudo, las actividades de apoyo para extracción de petróleo y gas natural y las actividades de hospitales y clínicas con internación.

En cuanto al manejo de los residuos peligrosos, entre los tres tipos de gestión principales identificados predominó el tratamiento con el 62%, seguido del aprovechamiento y por último la disposición final con el 19%. Teniendo en cuenta que el aprovechamiento es el tipo de gestión que menos pasivos ambientales genera, al aumentar sus cifras por este tipo de gestión del 13% al 19% con respecto al 2020, se considera un avance con respecto a lo que establece la política nacional de Respel 2022-2030.

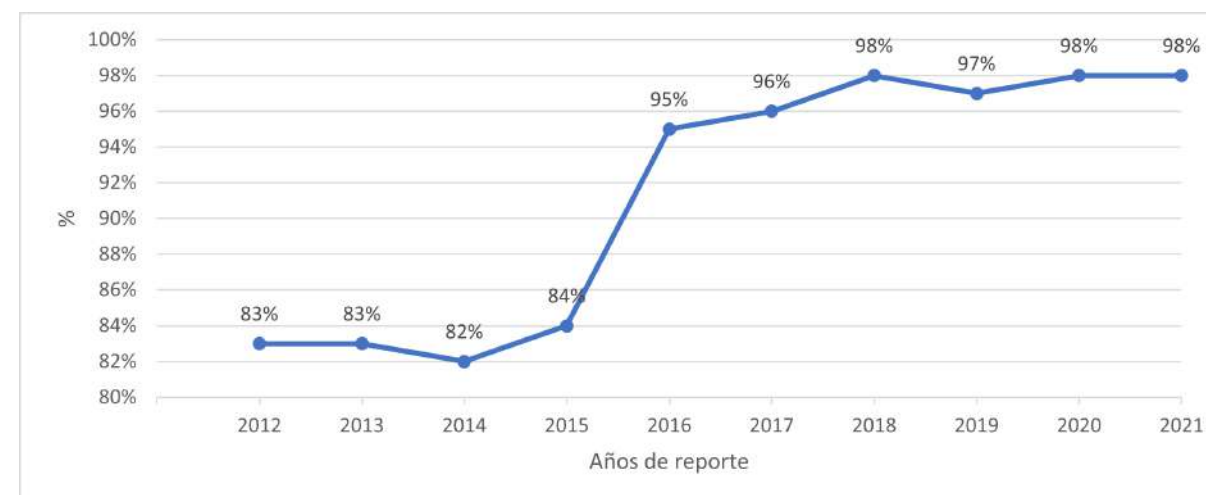
El Registro de Generadores de RESPEL es la principal fuente de los datos del presente informe. La información fue reportada por 17.651 establecimientos y validada y transmitida por 40 de las 42 autoridades ambientales del país para el periodo de balance 2021, comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2021, con fecha de corte al 2 de septiembre de 2022. ver figura 125. Las sábanas de información consultadas corresponden a **datos transmitidos** (es decir revisados y validados por las autoridades ambientales). La transmisión de datos durante el año 2021, llegó al 98% como se observa en el figura 126.

Figura 125. Establecimientos que reportaron información en el registro de generadores de residuos peligrosos 2015 -2021



Fuente: Ideam (2022).

Figura 126. Transmisión de reportes del Registro de generadores de residuos peligrosos (2012 – 2021)



Fuente: Ideam (2022).

El establecimiento tiene la opción de reportar la generación por cada tipo de respel definido en un listado de 104 corrientes las cuáles algunas se consideran equivalentes o iguales y los tipos de gestión los cuales son almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

La metodología utilizada para procesar los datos, comprende el análisis de posibles datos atípicos o erróneos (por medio el test de Tukey), el cálculo de la generación respel que tiene en cuenta todas las cifras reportadas por el establecimiento con excepción de la correspondiente en aprovechamiento interno o por el generador, y el procesamiento de los datos por medio de programa estadístico R. Para conocer con detalle la metodología, se puede acceder a los informes nacionales de residuos peligrosos, publicados en la página web del IDEAM .

Es importante tener en cuenta que estas cifras se consideran indicativas, teniendo en cuenta que si el establecimiento genera menos de 10 kilos de respel al mes, se considera exento de la obligación de inscribirse en el registro respel y reportar a menos que la autoridad ambiental así lo exija . Por lo tanto, se pueden llegar a omitir cantidades de residuos peligrosos generadas, por establecimientos exentos de la obligación de hacerlo.

Un Residuo peligroso (respel) es aquel residuo³³ o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas y radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos a la salud humana y el ambiente. Así mismo se considerarán residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que estuvieron en contacto con ellos. El conocer su generación y manejo, permite identificar posibles riesgo y acciones requeridas para garantizar su adecuado manejo, minimizando así las posibles implicaciones que estos residuos puedan ocasionar para el ambiente y la salud.

Para el 2021, la generación de RESPEL reportada por 17.651 establecimientos de jurisdicción de 40 autoridades ambientales fue de 604.774,7 toneladas, esto es 21% mayor que la reportada en el 2020 (ver figura 127), debido a la reactivación económica del país por la apertura progresiva de actividades productivas y de servicios, que fueron restringidas por la pandemia de COVID-19 a nivel nacional (Resolución 385 de 2020) y que por medio de la resolución 666 de 2022, el gobierno nacional declara su final hasta el 30/6/2022. Igualmente con la expedición de políticas públicas nacionales y regionales, el país de nuevo reactiva sus actividades económicas, lo cual se relaciona estrechamente con el incremento en la generación RESPEL.

Figura 127. Generación de residuos peligrosos en Colombia 2012-2021



Fuente: Ideam (2022).

Ubicación geográfica

Es importante tener en cuenta en la ubicación geográfica que la generación respel se distribuye en el país entre 40 autoridades ambientales, 32 departamentos (incluyendo Bogotá) y 882 de los 1103 municipios existentes. 53% de la generación fue reportada en las cinco jurisdicciones de las siguientes autoridades ambientales: Corantioquia, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (Corporinoquía), SDA, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), Secretaría Distrital de Ambiente y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). La mayor generación fue registrada en la jurisdicción de la Corantioquia con 17% (102.806 t) del total de la generación, en el departamento de Antioquia y en el municipio de Yondó, derivado de la extracción de petróleo crudo. La mayor generación de RESPEL asociada a la autoridad ambiental de Corantioquia se relaciona con el sector de hidrocarburos y con empresas de producción de baterías. En segundo lugar, estuvo Corporinoquía con 10% (61.560t) de la generación, relacionada con actividades del sector de hidrocarburos. En tercer y cuarto lugar se ubicaron Cormacarena y la Secretaría Distrital de Ambiente y con 9% y 8% cada una. En Cormacarena el mayor reporte corresponde a actividades del sector de hidrocarburos, en la jurisdicción de la SDA la mayor generación fue asociada a varios sectores: limpieza de instalaciones industriales, combustibles, automotriz, salud y se productos químicos. Ver figura 128.

³³ Artículo 2.2.6.1.1.3 del Decreto 1076 de 26 de mayo de 2015 y Artículo 3 de la Ley 1252 del 27 de noviembre de 2008

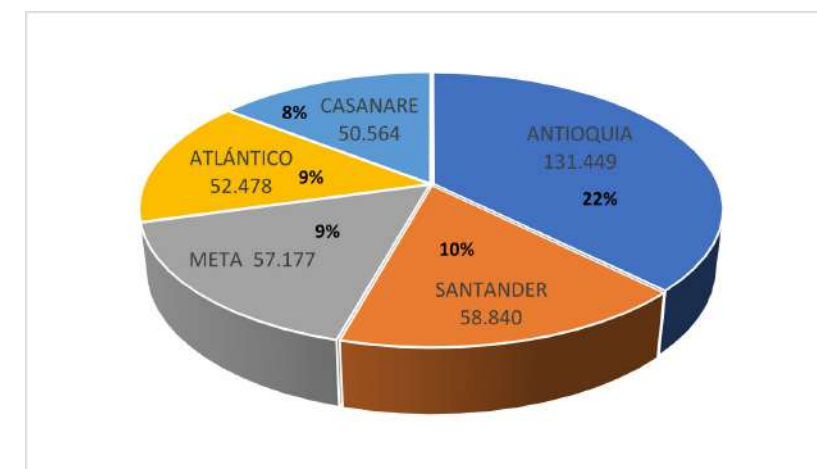
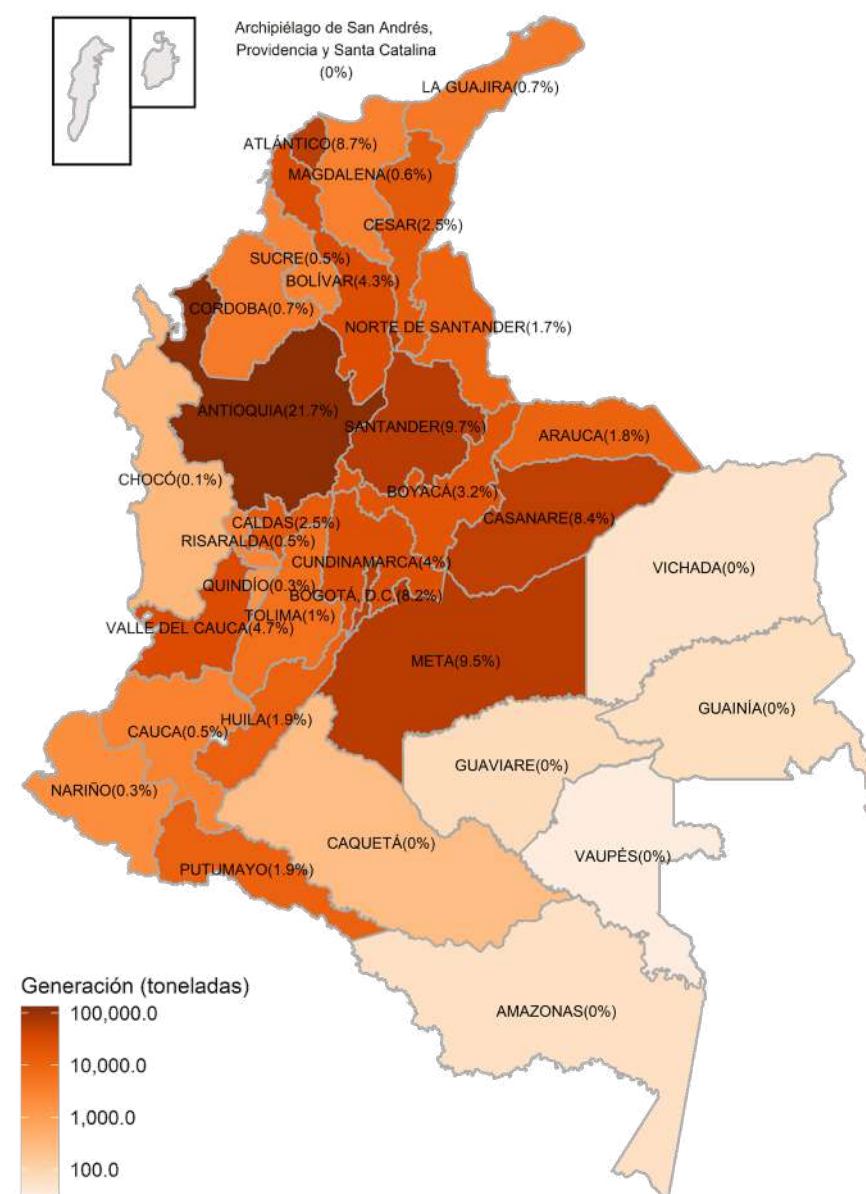


Figura 128. Principales 5 departamentos con mayor generación respel 2021 que reportan el 58% de la generación (t)

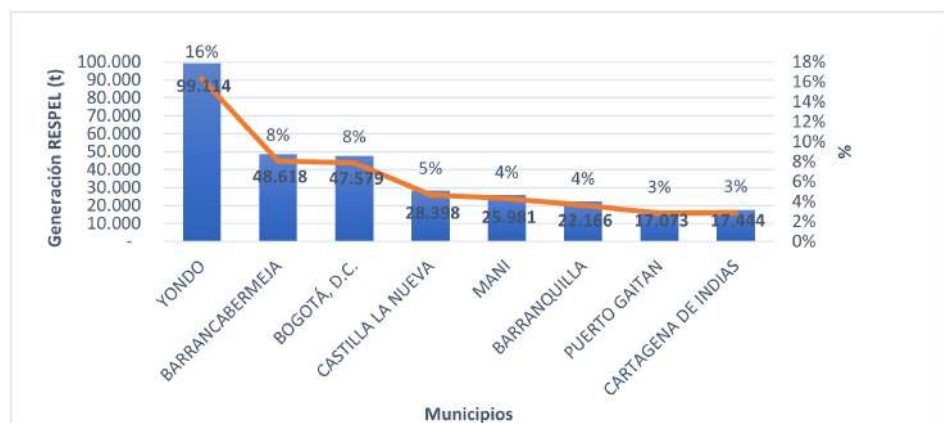
Fuente: Ideam (2022).

Figura 129. Generación de residuos peligrosos por departamento 2021 (t)



Fuente: Ideam (2021).

Figura 130. Municipios de mayor generación respel 2021 (t)



Fuente: Ideam (2021).

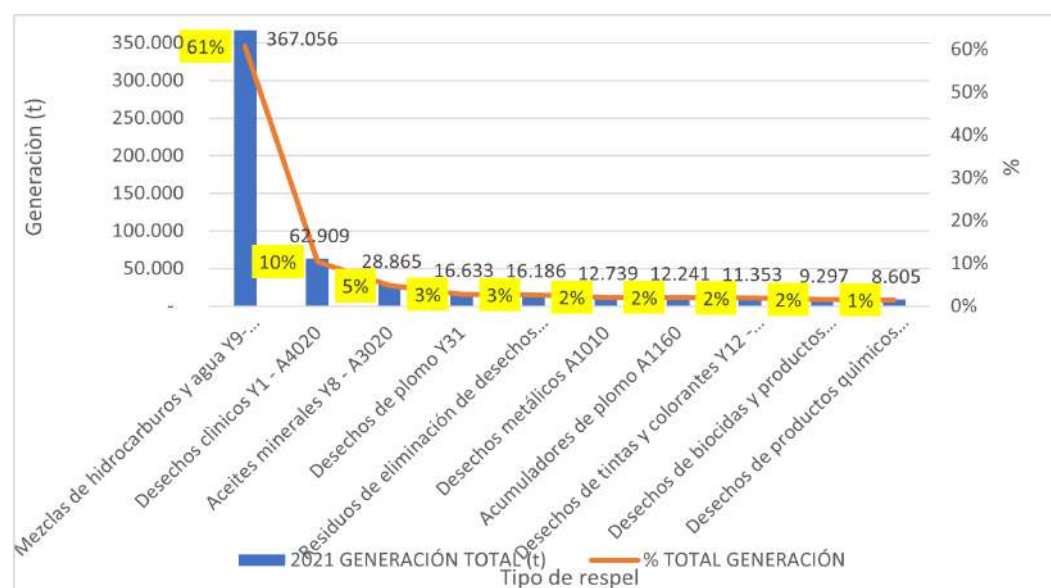
Principales tipos de respel y sectores económicos que generan la mayor generación

De acuerdo al tipo de residuos peligrosos reportado por los 17.651 establecimientos, las principales corrientes reportadas por la cantidad generada en la vigencia 2021 son:

1. Mezclas y emulsiones con hidrocarburos con un 61% con respecto al total. En este tipo de RESPEL se reportan lodos aceitosos, borras, suelos impregnados con hidrocarburos, desechos de hidrocarburos en pretratamientos y tratamientos (separadores API, sedimentadores, piscinas de oxidación, biorremediación), elementos impregnados como estopas, trapos y filtros. Esta corriente es reportada en 491 establecimientos especialmente en Yondó Antioquia, Barrancabermeja Santander, Castilla Meta, Maní Casanare y Puerto Gaitán Meta; y su mayor tipo de gestión reportada en cantidad fue el tratamiento (77%), y de estos el biológico.

2. Desechos clínicos con el 10% de la generación respel y una disminución muy leve respecto al año anterior de 517t (ver figura 133), pero que sigue considerándose alta en comparación a años anteriores, que se considera está motivada por la pandemia de COVID-19 vigente aún por el año 2021. El sector de salud es el que tiene el mayor reporte en el registro RESPEL con el 33% de la cantidad de establecimientos (5.809), y se considera entre las tres primeras corrientes de generación de 33 de las 40 autoridades ambientales.

Figura 131. Principales 10 corrientes de residuos peligrosos más generadas en 2021 (t)



Fuente: Ideam (2021).

3. Desechos de aceites minerales con 5% del total de la generación, y con la mayor generación ubicada en Bogotá, El Paso Cesar, Albania La Guajira, Yumbo Valle y Medellín Antioquia; y su mayor tipo de gestión reportada en cantidad fue el aprovechamiento (60%), por regeneración u otra reutilización de aceites usados como la re-refinación (R9) y en segundo lugar la utilización como combustible (diferente a la incineración) u otros medios de generar energía (R1).

Sin embargo de lo anterior, las actividades económicas del sector de hidrocarburos, siguen aportando la mayor generación respel con el 55% de la generación total en la vigencia (260.853,6), ver tabla 21.

Tabla 21. Generación de residuos peligrosos de actividades del sector de hidrocarburos 2019 -2021 (t)

ACTIVIDAD ECONOMICA CIIU Rev.4.0 A.C.	2021		2020		2019	
	GENERACIÓN TOTAL (t)	% total	GENERACIÓN TOTAL (t)	% total	GENERACIÓN TOTAL (t)	% total
0610 Extracción de petróleo crudo	247.680	41%	184.577,40	37%	274.347	42,9
0910 Actividades de apoyo para la extracción de petróleo y de gas natural	64.733	11%	43.308,40	9%	45.476	7,1
1921 Fabricación de productos de la refinación del petróleo	9.816	2%	23.252,70	5%	37.985	5,9
0620 Extracción de gas natural	8.001	1%	6.822,40	1%	14.616	2,3
4930 Transporte por tuberías	2107	0,30%	2.261,80	0,50%	4055	0,6
3520 Producción de gas, distribución de combustibles gaseosos por tuberías	327	0,10%	630,9	0,10%	657	0,1
TOTAL	332.665	55%	260.853,60	52%	377.136	58,9

Fuente: Ideam (2021).

Para el año 2021, las tres actividades económicas que reportaron la mayor cantidad de residuos peligrosos son:

1

Extracción de petróleo crudo (0610): con 41% (247.680t) de la generación total de RESPEL y reportada por 143 establecimientos. Respecto al 2020, aumentó en un 34%, derivado de la reactivación económica y de actividades del sector.

2

Actividades de apoyo para extracción de petróleo y gas natural (910): con 11% (64.733 t) de la generación total de RESPEL y reportada por 179 establecimientos. Respecto al 2020, aumentó en un 49%.

3

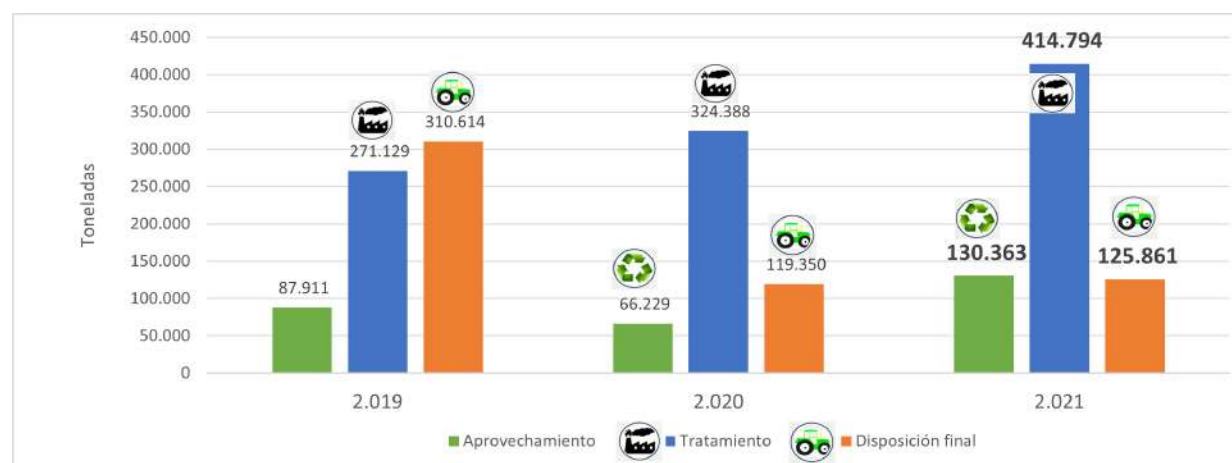
Actividades de hospitales y clínicas con internación (8610): con 7% (43.942 t) de la generación total de RESPEL y reportada por 1.614 establecimientos. Disminuyó la generación con respecto al 2020 en un 19%, aunque aumentó en 171 establecimientos el reporte (12%).

Gestión de residuos peligrosos: aprovechamiento, tratamiento y disposición final

Los establecimientos que reportan en el Registro de Generadores de RESPEL declaran el tipo de manejo dado a las cantidades de RESPEL que generan eligiendo algunas de las operaciones de manejo o eliminación: almacenamiento, aprovechamiento o valorización (recuperación, reciclaje o regeneración), tratamiento y disposición final.

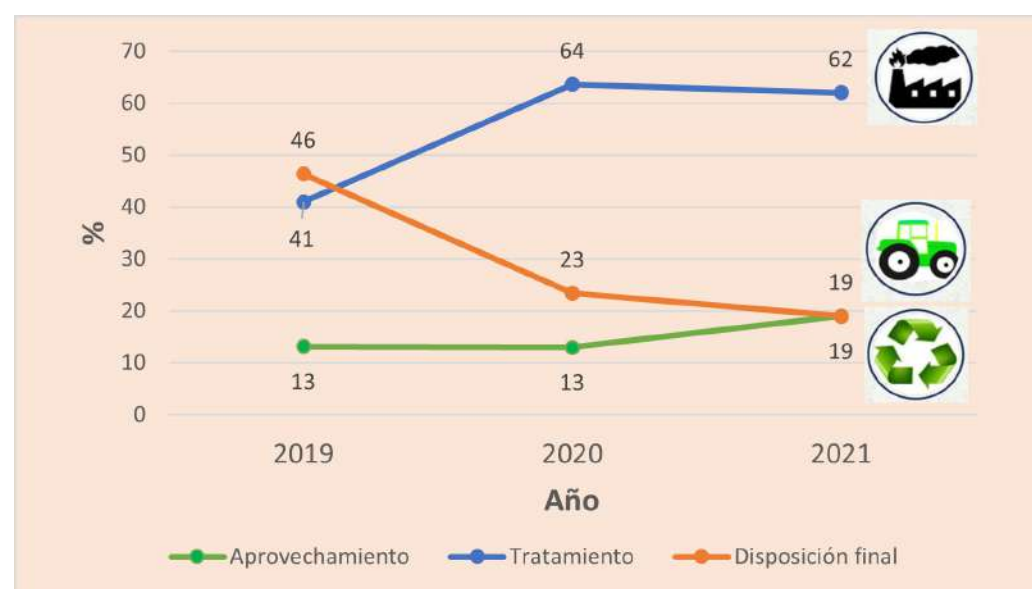
De acuerdo a lo anterior, en el año 2021 predominó el tratamiento con el 62% (414.794t), seguido del aprovechamiento con el 19% (130.363t) y por último la disposición final con el 19% (125.861t). Con respecto al 2019, el aprovechamiento presenta un aumento importante del 6% (64.134t) en relación a la cantidad total gestionada en el año, mientras que el tratamiento disminuye del 64% al 62% y la disposición final del 23% al 19% ver figura 132 y figura 133. Lo anterior, se considera un avance en línea a lo que establece la actual política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos 2022-2030, donde se prioriza como objetivo a 2030 después de la prevención la reutilización, reciclaje y otras formas de aprovechamiento.

Figura 132. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final de RESPEL 2019 -2021 (t)



Fuente: Ideam (2021).

Figura 133. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final total 2019-2021 (%)



Fuente: Ideam (2021).

Con respecto a la gestión de RESPEL de las principales actividades generadoras se observa que las relacionadas con el comercio de partes y autopartes, la extracción de hulla y la fabricación de pilas baterías y acumuladores son las que eligen realizar el mayor aprovechamiento de sus residuos, mientras que las actividades del sector de hidrocarburos y de hospitales y clínicas, optan por realizar en mayor porcentaje el tratamiento de los RESPEL. La industria básica del hierro y el acero, es la actividad que reporta la mayor gestión por disposición final por medio de celdas de seguridad especialmente de desechos metálicos A1010 (polvos de acería).

El tipo de respel de mayor aprovechamiento fueron los desechos de mezclas de hidrocarburos y agua (Y9+A4060), por medio de su utilización como combustible u otros medios de generación de energía (R1) especialmente por el mismo establecimiento, en procesos de combustión, procesos de laminación, o utilizado como combustible alternativo industrial. También se reporta la recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación (R7) y regeneración u otra reutilización de aceites usados (R9).

El tipo aprovechamiento que reportó mayores cantidades fue la utilización como combustible, diferente a la incineración u otros medios de generar energía (R1) con 55%, reportado por las actividades de generación de energía eléctrica en el municipio de Leticia Amazonas.

Con respecto al tratamiento, las dos actividades que reportan las mayores cantidades de tratamiento de residuos peligrosos son la extracción de petróleo crudo y sus actividades de apoyo (290.617 t), especialmente las mezclas o emulsiones líquidas de agua con hidrocarburo, con contenido de sólidos 3% (Y9.4) en el departamento de Antioquia, municipio de Yondó, y Santander Barrancabermeja, por tratamiento biológico (biorremediación).

De acuerdo a los tres subtipos de tratamiento de residuos peligrosos (biológico, físicoquímico y térmico), en el que se reporta las mayores cantidades es el tratamiento biológico con el 67%; de RESPEL de mezclas de hidrocarburos y agua (Y9-A4060) generados en actividades de extracción de petróleo las mayores cantidades en el departamento de Antioquia municipio de Yondó, tratadas especialmente por gestores externos en el departamento de Santander (Barrancabermeja).

Con respecto a la disposición final en celdas de seguridad o rellenos, los residuos que se reportaron en mayores cantidades fueron las mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (125.861t), en segundo lugar los residuos de desechos clínicos resultantes de atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas (27.115 t) y en tercer lugar los desechos metálicos (13.881 t) y en coherencia con lo anterior las actividades económicas que reportan la mayor cantidad en disposición final son las industrias básicas del hierro y de acero, las actividades de hospitales y clínicas con internación y la extracción de petróleo crudo.

Referencias

IDEAM. (2021). Informe nacional de residuos o desechos peligrosos 2020. Bogotá: Ideam.

3.1.4. Seguimiento a las existencias y gestión de equipos con Compuestos Bifenilos Policlorados en Colombia 2020

Ideam: Ana María Hernández Hernández, Julián David Páez Saavedra y Anyela Villada Villada.

Agradecimientos: Agradecemos en primera instancia a los lectores por su interés en conocer la naturaleza de los bifenilos policlorados (PCB) y los resultados alcanzados durante el proceso de actualización en el seguimiento a las existencias y a la gestión de equipos con PCB en Colombia, tomando como referencia el 2020, ya que esto facilita al Ideam dar a conocer la información técnica que genera; a los usuarios por su empeño con el cumplimiento de los requisitos enmarcados en la norma y en las diferentes fases necesarias para el compendio de los datos, ya que esto permite la síntesis de la información para obtener los indicadores, facilita evidenciar el avance en el cumplimiento de las metas definidas en el Convenio de Estocolmo y permite la generación de los informes nacionales de PCB. A los profesionales de las corporaciones autónomas regionales y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos por su ímpetu en la labor de seguimiento al cumplimiento del reporte oportuno y la calidad de los datos correspondientes a cada equipo o desecho que reportan los propietarios, así como por su trabajo en campo y la oportuna respuesta a las comunicaciones y solicitudes enviadas por el Ideam. Al subdirector de Estudios Ambientales encargado, Constantino Hernández Garay, así como a los profesionales de planta y contratistas que hacen parte de la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam, quienes de una u otra manera brindaron su valioso apoyo durante todo el proceso. Un agradecimiento especial a la coordinadora del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, Ana María Hernández Hernández, y al profesional de la Subdirección de Estudios Ambientales Julián David Páez Saavedra por su orientación, conocimiento e incondicionalidad que sirvieron de soporte a la gestión y consecución de este informe. Por último, se extiende un reconocimiento especial a la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible por su apoyo permanente al Ideam en todo lo relacionado con el manejo de los PCB en Colombia, así como la gestión en lo relacionado al Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo.

Debido a las características fisicoquímicas de los compuestos bifenilos policlorados (PCB), estos forman parte de los once contaminantes orgánicos persistentes (COP) prioritarios que son objeto dentro del Convenio de Estocolmo, acuerdo internacional que establece un marco basado en el principio de prevención y que está encaminado a disminuir la producción de COP, así como a su eliminación ambientalmente controlada.

Los PCB presentan bioacumulación y biomagnificación en los seres vivos, generando enfermedades crónicas, alteraciones genéticas y persistencia durante décadas y largas distancias, sin que se vean alteradas su composición y estructura molecular; por lo que se tomaron medidas para minimizar los riesgos derivados de uso, almacenamiento, manipulación, transporte, tratamiento y eliminación de equipos, aceites, desechos y suelos contaminados con PCB a través de la Resolución 222 de 2011, la cual establece la obligación de identificar, marcar, gestionar y eliminar las existencias de PCB en Colombia; además establece el campo de aplicación para el reporte y actualización de información de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con PCB.

El Inventario Nacional de PCB administrado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam mediante el Sistema de Información Ambiental – SIA inicia en el año 2012, facilitando la inscripción de los primeros propietarios de equipos con posible presencia de PCB; a partir de la información tomada del inventario, se generan Informes nacionales anuales que muestra el seguimiento a las existencias de equipos que contienen Bifenilos Policlorados (PCB), conforme a la Resolución No. 0222 de 2011.

Con base en la información histórica reportada en la plataforma del Inventario Nacional de PCB, hasta el periodo de balance 2018 se evidencia una variación que tiende al incremento en la cantidad de equipos reportados, así como un leve decrecimiento del reporte de equipos en el periodo de balance 2019. Estas variaciones tienen que ver con los esfuerzos realizados por los propietarios y las autoridades ambientales en cuanto a las etapas de reporte, actualización y transmisión de la información en la herramienta de captura. Sin embargo, en el periodo de balance 2020 se reportaron 86.807 equipos menos en el Inventario Nacional de PCB, lo cual se atribuye al no reporte de los equipos en la plataforma por parte de una de las compañías propietarias debido a cambios administrativos que dificultaron el reporte.

Sobre el histórico de las metas adoptadas a partir del Convenio de Estocolmo, definidas en la Resolución 222 de 2011, se observa un comportamiento fluctuante, ya que el reporte de los elementos es dinámico durante los periodos de actualización de la plataforma y que, así mismo, hay una variación en los estados de los elementos existentes o que ingresan como nuevos en cada periodo de balance.

Cálculo de indicadores: El Ideam estandarizó el proceso de crítica de datos mediante la implementación de validadores y algoritmos estadísticos desarrollados por los profesionales de la Subdirección de Estudios Ambientales en la herramienta estadística "R"2, los cuales generan salidas de tipo alfanumérico y gráfico, y permiten el cálculo de los indicadores de marcado, retiro de uso y eliminación de PCB; mejorando la exactitud del cálculo correspondiente al año 2020, para lo cual se toman los datos capturados con corte al 15 de octubre de 2021, pertenecientes a los equipos en uso, desuso y desechados, que se clasifican en los grupos 1, 2, 3 y 4 reportados en el periodo de balance 2020. Conforme con lo anterior se calculan los indicadores de retiro de uso y eliminación, que incluyen solamente los equipos que estén confirmados con presencia de PCB. En cuanto al indicador de marcado, se tienen en cuenta los equipos confirmados con contenidos de PCB y libres de PCB.

Para ver las ecuaciones de los indicadores y la metodología en detalle puede consultar a través de la página 20 en el siguiente código QR

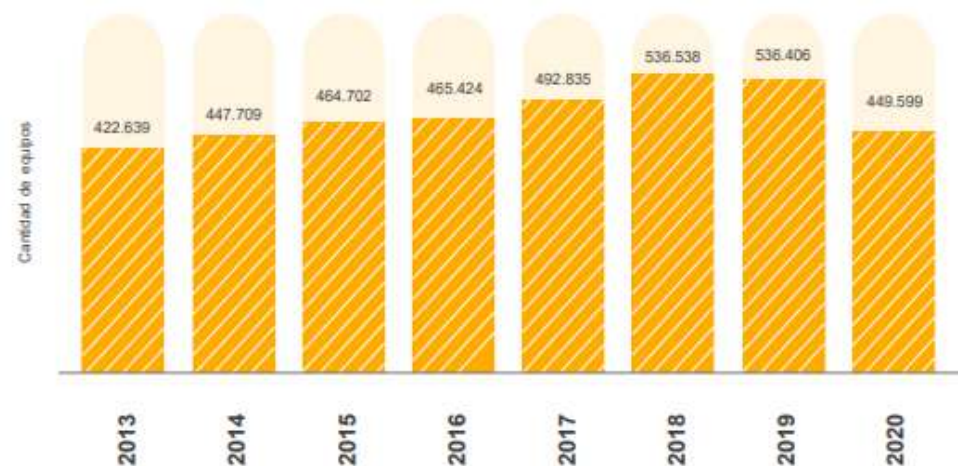


Para ver la metodología en detalle puede consultar en el siguiente enlace:



El número de equipos que se reportan anualmente en la plataforma del Inventario Nacional de PCB mostró hasta el 2018 una variación que tiende al incremento en la cantidad de equipos, tal como se puede observar en la figura 134. Esta cifra expuso un leve decrecimiento en el reporte del 2019 y, a su vez, en el 2020, cuando se dejaron de reportar 86.807 equipos. De estos equipos, el 99,8% (88.615 equipos) no fueron reportados debido a que a partir del 1.º de octubre de 2020 se dio el fraccionamiento del mercado de distribución y comercialización de energía eléctrica de la empresa Electricaribe S. A. E. S. P. hacia 2 nuevos operadores de red, las sociedades Caribe Sol S. A. E. S. P. y Caribe Mar S. A. E. S. P., quienes ahora asumen las responsabilidades señaladas en la Resolución 222 de 2011. Sin embargo, estas nuevas empresas se encuentran en el proceso de transición para el reporte futuro de los equipos en la plataforma para el período de balance 2020.

Figura 134. Histórico del reporte de equipos en el Inventario Nacional de PCB

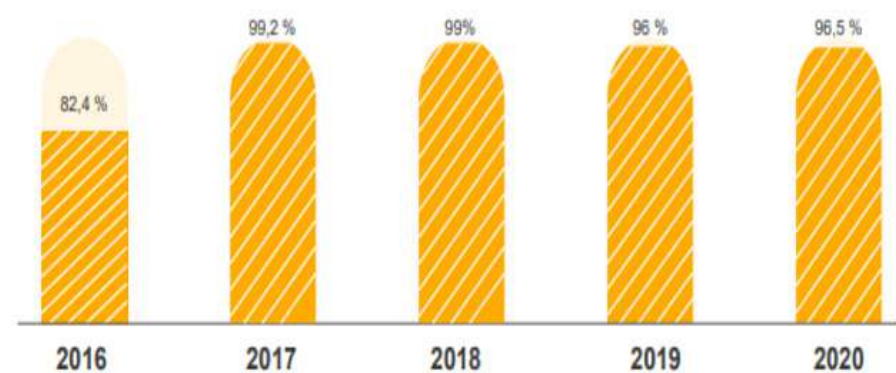


Fuente: Ideam (2021).

Para la operación estadística también es importante otro dato histórico, éste corresponde al porcentaje de transmisión de parte de las autoridades ambientales al Ideam. El porcentaje de transmisión hace referencia a la información que transfiere la autoridad ambiental al Ideam a través de la plataforma de captura de datos. Este dato es de vital importancia en las estadísticas, ya que para la construcción del informe solo se incluye la información validada y transmitida por cada autoridad ambiental a nivel nacional.

En la información histórica del Inventario Nacional de PCB se observa que la transmisión se mantiene sobre porcentajes que superan el 95%, salvo en el 2016, como se observa en la figura 135. Este comportamiento se explica ya que, a partir del 2017, el Ideam implementó un plan de sensibilización con las autoridades ambientales que permitió minimizar los datos faltantes y obtener datos representativos de la gestión adelantada con los PCB.

Figura 135. Porcentaje de transmisión (%)

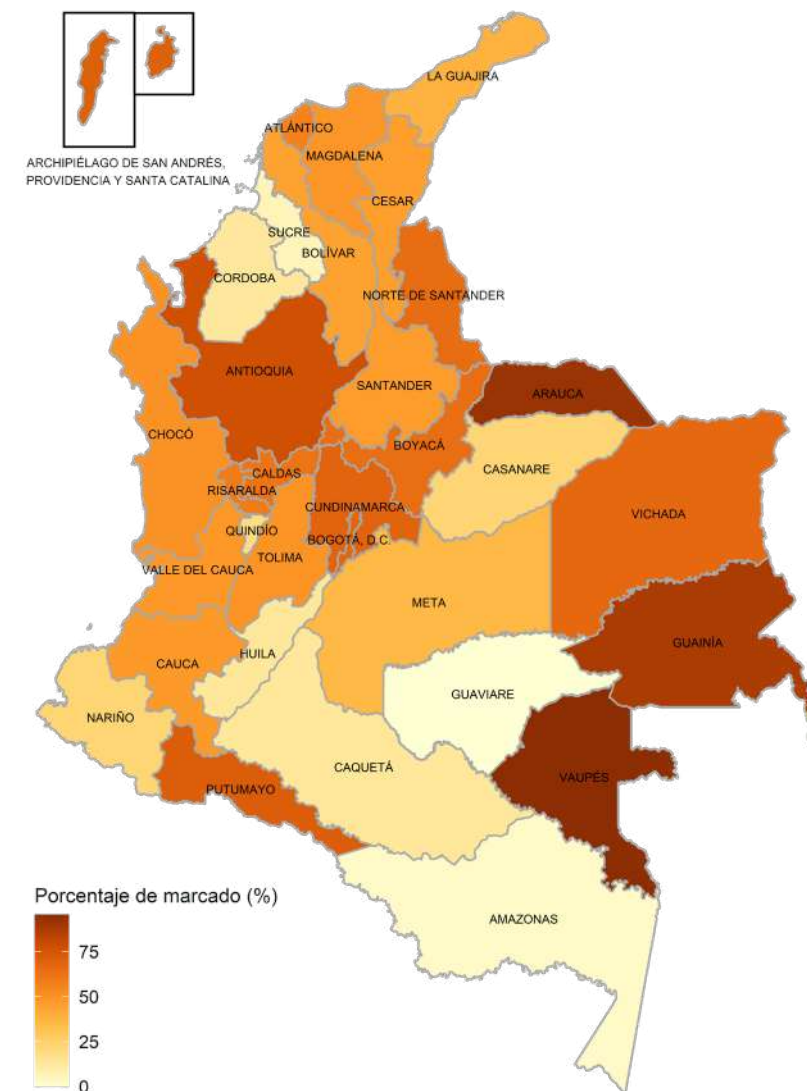


Fuente: Ideam (2021).

La información reportada por los propietarios en el Inventario Nacional de PCB corresponde al año inmediatamente anterior, hasta el 30 de junio de cada año debe reportar lo anterior; posteriormente la transmisión por parte de las autoridades ambientales cuenta con un plazo máximo hasta el 30 de septiembre de la misma vigencia, dichas etapas facilitan la consecución del contenido para la elaboración de los informes realizados por el Ideam.

Dentro de los compromisos adoptados por el país en el marco del Convenio de Estocolmo se establecieron las metas de marcado, retiro de uso y eliminación controlada de equipos o desechos contaminados con PCB, a las cuales se les realiza seguimiento a nivel departamental tal como se observa en los mapas a continuación:

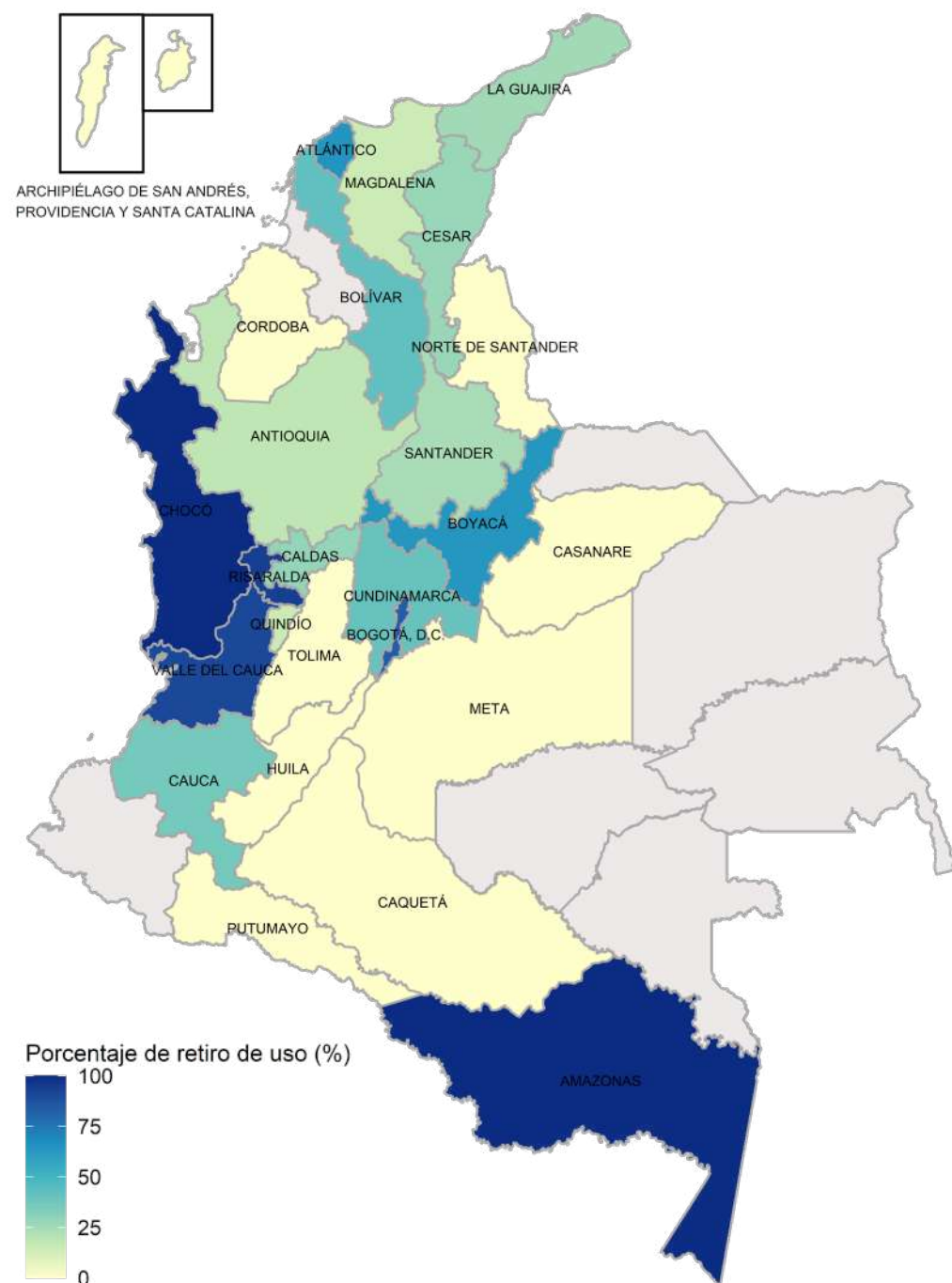
Figura 136. Cumplimiento con la meta definida para el 2020 por departamento



Fuente: Ideam (2021).

La meta de marcado en el periodo 2020 alcanzó un avance del 61,84% a nivel nacional. La figura 136 expone que, a nivel departamental, 12 (60%) departamentos han dado cumplimiento con la meta definida para el 2020. El seguimiento a las metas de marcado a nivel departamental es importante para medir la gestión territorial alcanzada, por lo cual cabe destacar el avance mostrado por algunos departamentos. Antioquia muestra un avance del 77,72% (111.534 equipos) y es el territorio con mayor número de equipos reportados en el Inventario Nacional de PCB con un total de 143.512 unidades. En segundo lugar, se encuentra el departamento Cundinamarca, que reporta un avance del 68,78% en la meta de marcado y cuenta con un inventario de 52.625 unidades reportadas. En tercer lugar, se encuentra Bogotá D. C. con un avance del 67,85% y con 56.257 unidades.

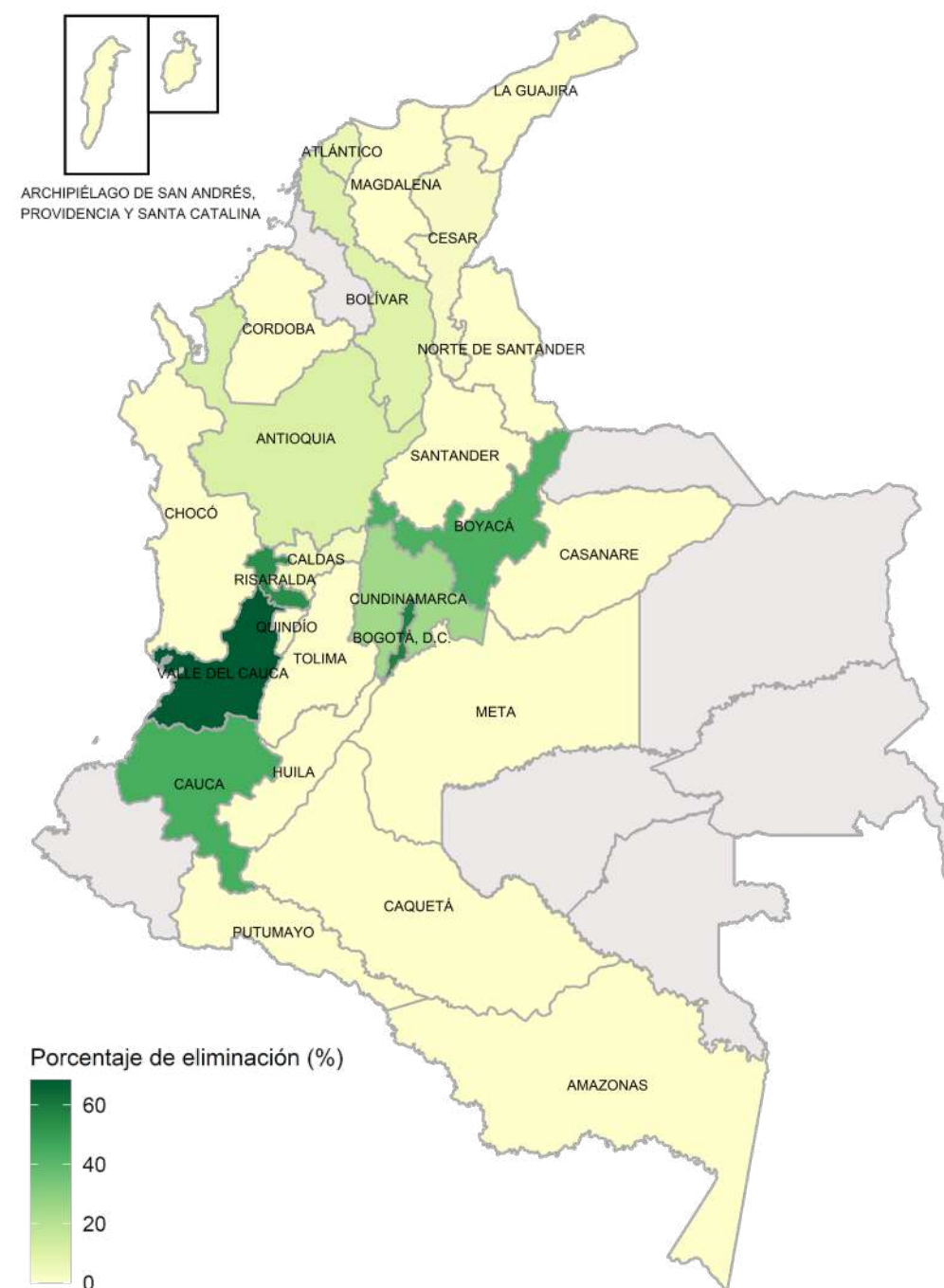
Figura 137. Porcentaje de equipos retirados por departamento



Fuente: Ideam (2021).

El retiro de uso se define, según la Resolución 222 de 2011, como «los equipos que, habiendo sido utilizados, en la actualidad no están conectados a ninguna red eléctrica y/o no están en funcionamiento (pueden estar en mantenimiento o almacenados), pero se tiene prevista su utilización futura». La meta de retiro de uso cuenta con un avance a nivel nacional del 58,24 % en el periodo de balance 2020. A nivel departamental, se observó que los departamentos Chocó y Amazonas reportan un avance del 100 % en el retiro de uso de equipos contaminados con PCB. Cabe destacar la gestión realizada por los departamentos Valle del Cauca y Bogotá D. C., donde se retiraron de uso 461 y 393 unidades, lo que significa avances porcentuales en la meta del 90,57 % y 83,09 % respectivamente, tal como se observa en la figura 137.

Figura 138. Porcentaje de eliminación por departamento



Fuente: Ideam (2021).

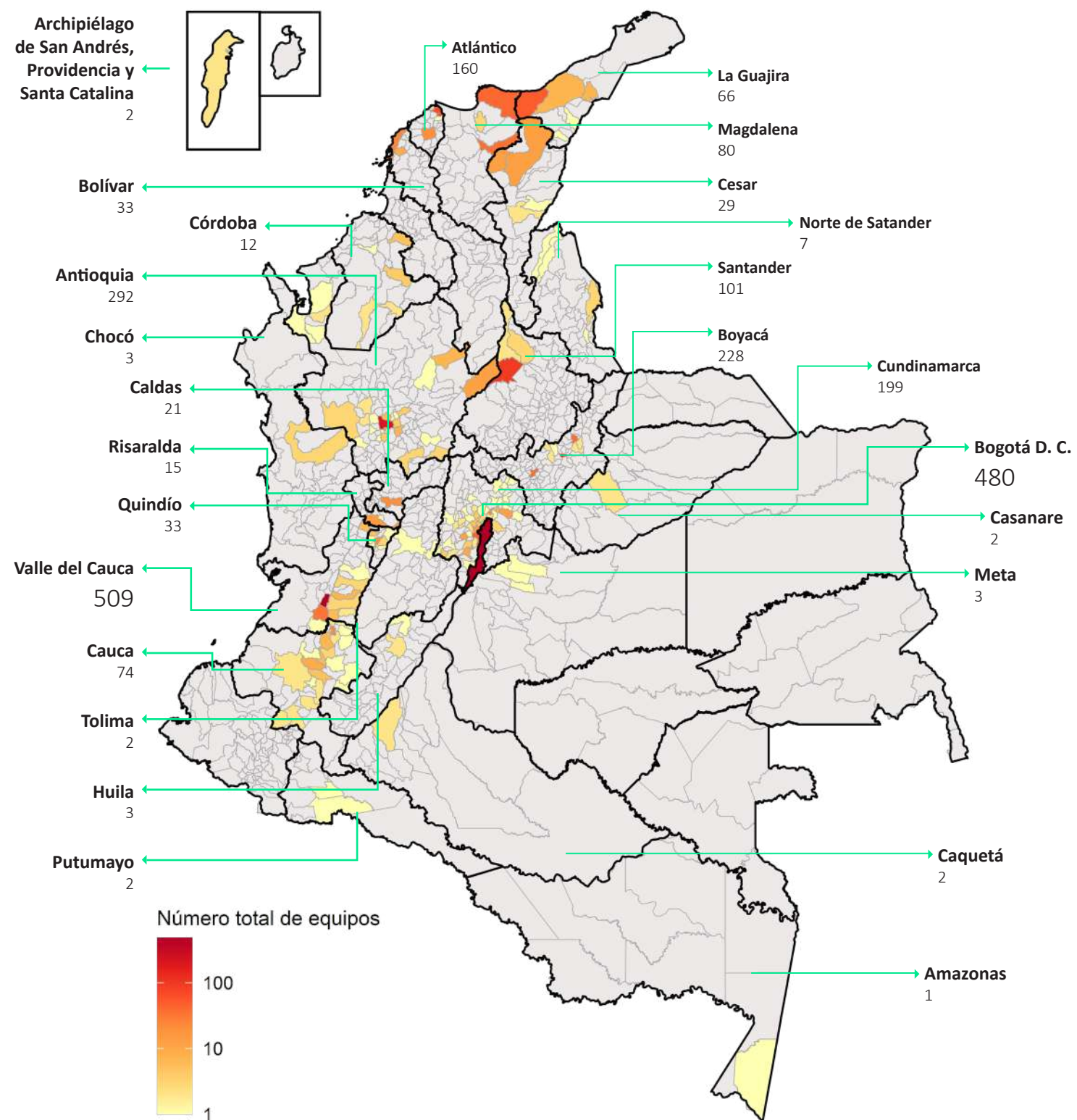
Esta meta es la más importante a nivel nacional, ya que corresponde a la eliminación de los equipos y desechos contaminados con PCB. En el periodo de balance 2020 se realizó la eliminación de 553.281,7 kilogramos, de un total nacional de 2.044.642,4 kilogramos, para un avance total del 27,06%. Como se observa en la figura 138, el departamento Valle del Cauca es el que más desechos contaminados con PCB ha eliminado, con un total de 216.944 kilogramos que equivalen al 68,4% respecto a la meta departamental y al 10,61% del total eliminado a nivel nacional. Las cifras de Valle del Cauca son seguidas por las de Bogotá D. C., que eliminó 130.876 kilogramos y muestra un avance en la meta departamental del 57,6% y aporta en la meta nacional con el 6,4%. Para esta meta solo 11 departamentos de los 26 que actualmente reportan en la plataforma de PCB han realizado eliminación de este tipo de desechos, lo que corresponde a un aporte del 42% a nivel nacional.

Figura 139. Ubicación de equipos contaminados con PCB a nivel nacional

3.1.4.1. Ubicación de equipos contaminados con PCB a nivel nacional

En cuanto a la ubicación de equipos confirmados con PCB a nivel nacional (grupos 1, 2 y 3), se cuantifica un total de 2.359 unidades en el 2020 (0,52% de los equipos totales reportados en este periodo). En comparación con las 2.397 unidades del 2019, se ve un descenso de 38 equipos confirmados con PCB, atribuible a la falta de reporte por parte de algunos propietarios en el último periodo como se observa en la figura 139.

Se identifica que los 5 departamentos en los que se sitúan la mayor cantidad de estos equipos, de mayor a menor, son: Valle del Cauca con 509 unidades (21,6% del total de los equipos confirmados con PCB), Bogotá D. C. con 480 unidades (20,3%), Antioquia con 292 unidades (12,4%), Boyacá con 228 unidades (9,7%) y Cundinamarca con 199 (8,4%) (figura 139). Es importante que las autoridades ambientales con competencia en estas jurisdicciones procuren entre sus propietarios la eliminación ambientalmente segura de los equipos citados, dado que la meta de eliminación es considerada la más importante en cuanto a la gestión de los PCB a nivel nacional.



Fuente: Ideam (2021).

3.1.4.2. Aprovechamiento de metales (enfoque a economía circular)

Según las Naciones Unidas, la economía circular se basa en tres principios: eliminar residuos y contaminación, mantener productos y materiales en uso, y regenerar sistemas naturales. Esto, mediante la implementación de un ciclo técnico en el que los materiales y productos deben tener mayor uso, desde su fabricación hasta su disposición final, incluyendo acciones que incrementen su valor a través de intercambio, mantenimiento, reutilización, remanufactura y reciclaje para finalmente retornar a la naturaleza en forma segura (Naciones Unidas, 2021). Basados en esta definición, los reportes que se presentan en esta sección se enfocan principalmente en el aprovechamiento de los metales remanentes del tratamiento de las unidades tanto contaminadas como libres de PCB. A nivel nacional se realizó el aprovechamiento de 28.320 unidades en el periodo de balance, lo que significó la recuperación de 9.066,59 toneladas de metales, tal como se observa en la figura 140. Bogotá D. C. fue donde se realizó mayor reporte de metales recuperados (58,05 % del material recuperado a nivel nacional), seguido por Antioquia (20,74 %). Según el reporte de equipos aprovechados, en comparación con los equipos que se ubican en el grupo 4 (equipos y desechos no PCB - confirmado), se tiene una tasa del 9,6% de aprovechamiento a nivel nacional.

Figura 140. Cantidad de materiales aprovechados por Departamento en toneladas (t) año 2020



Fuente: Ideam (2021).

3.1.5. Emisiones y absorciones nacionales de GEI para la serie de tiempo 1990 – 2018 y Carbono Negro para la serie 2010 – 2018.

Ideam: Ana Derly Pulido, Sandra Isabel Granados, María Alejandra Medina, Sebastián Espitia Cano, David Andrés Monroy, Maryeni Enríquez, José Lenin Morillo, Laura Camila Casas, Rafael Chaparro, Carlos Felipe Torres Triana, Luciana Gómez Palencia, Héctor Moreno Quitian, Diana Manrique Luna, Juan David Turriago García, Lizeth Jimena Robayo Rocha, Luis Enrique Caicedo Navarro, Luis Alejandro Sánchez Pulido, Natalia Uscátegui Ruiz, Sandra Mireya Fajardo y Edilneyi Zúñiga Avirama

- El artículo 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) expresa que los países deben elaborar, actualizar periódicamente y publicar los inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, adicionalmente los países deben entregar a la CMNUCC Informes Bienales de Actualización (BUR) con información actualizada sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI). Para el caso de Colombia, recientemente se presentó el BUR 3 con la estimación del INGEI para la serie de tiempo 1990 – 2018, junto al inventario nacional de carbono negro para la serie de tiempo 2010 – 2018, en adición, se estimó el inventario de emisiones departamentales para el 2018, obteniendo los siguientes principales resultados:
- Según la estimación nacional de emisiones de GEI, en 1990 se emitieron 224.952 Kt CO₂eq y en el 2018 302.974 Kt CO₂eq, lo que representa un crecimiento total de 34.7%, así mismo, en promedio, el 65% de las emisiones del país son generadas por deforestación (33%), fermentación entérica (14%), transporte (11%) e industrias de la energía (7%), siendo el CO₂ el GEI que mayor aporta a las emisiones.
- Desde el punto de vista departamental, Meta es el de mayor contribución con emisiones de 32.694 Kt CO₂eq, seguido de Caquetá y Antioquia con 28.712 Kt CO₂eq y 27.457 Kt CO₂eq, respectivamente. Adicionalmente, los departamentos con mayores absorciones de GEI son: Antioquia con 3.450 Kt CO₂eq, Vichada con 2.919 Kt CO₂eq y Meta con 2.773 Kt CO₂eq.
- Respecto a carbono negro, las emisiones nacionales en el 2018 son de 28,0 kt, siendo el módulo Energía el mayor aportante con el 97,4%, atribuible principalmente a la combustión incompleta de sector residencial, industrial y transporte.

El INGEI de Colombia es elaborado siguiendo los métodos consignados en las "Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero"; además, para este reporte se han seguido para algunas subcategorías los Refinamientos de 2019 a las Directrices del IPCC. El inventario de emisiones de carbono negro y gases precursores es elaborado siguiendo los métodos y lineamientos establecidos en la "Guía técnica para la elaboración de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA1" del año 2019.

El INGEI presentado en el BUR3 reporta emisiones y absorciones nacionales anuales calculadas para la serie de tiempo 1990-2018 y para los cuatro módulos contemplados por la metodología IPCC 2006: Energía; IPPU, AFOLU y Residuos.

Adicional al inventario nacional, se considera la escala departamental para definir mecanismos e instrumentos regionales para la mitigación y disminución de las emisiones GEI. Las aproximaciones metodológicas empleadas para la elaboración de los inventarios departamentales son bottom-up, que emplea datos a escala departamental, o top-down, que utiliza los datos a nivel nacional y través de un factor apropiado de desagregación son escalados a nivel departamental.

Referencias

Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR. (2000). Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Department of Health and Human Services.

Blanes Fernández, Miguel Ángel. (2011). Estudio de la presencia y bioacumulación de compuestos organoclorados en la piscicultura del mediterráneo occidental. Comparación con el ecosistema marino circundante. Universitat Jaume I.

Erickson, M. y Kaley, R. (2011). Applications of polychlorinated biphenyls. Environ Sci Pollut 18, 135–151.

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas – IPSE. (2020). Caracterización Energética Zonas no Interconectadas Centro Nacional de Monitoreo – CNM. 2 semestre 2020. IPSE.

Miller-Pérez C, Sánchez-Islas E, Mucio-Ramírez S, Mendoza-Sotelo J, León-Olea M. (2009). Los contaminantes ambientales bifenilos policlorados (PCB) y sus efectos sobre el sistema nervioso y la salud. Salud mental. Vol.32, No.4 (335-346).

Stockholm Convention. (2019).

Recuperado 15 de diciembre de 2020, de http://ers.pops.int/eRSodataReports2/ReportSC_EIDbyChemical.htm.

Minambiente, Manual para la gestión integral de Bifenilos Policlorados - PCB, no. 1. Bogotá, 2015.

Minambiente, Manual para la gestión integral de Bifenilos Policlorados - PCB, no. 6. Bogotá, 2015.

ATSDR, "Polychlorinated Biphenyls (PCBs)2014: What Are Routes of Exposure for PCBs? | ATSDR - Environmental Medicine & Environmental Health Education - CSEM." [Online]. Available: <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=30&po=6>. [Accessed: 06-Aug-2019]

En promedio, las emisiones de GEI históricas anuales de Colombia para el periodo 1990 – 2018 ascienden a 245.089 kt CO₂ eq, las absorciones a -12.293 kt CO₂ eq y las emisiones netas a 232.795 kt CO₂ eq. Las emisiones totales alcanzan los 224.952 kt CO₂ eq en 1990 y los 302.974 kt CO₂ eq en 2018. En consecuencia, la serie estimada presenta un crecimiento total de las emisiones GEI de Colombia del 34,7%; esto es, una diferencia entre los dos años de 78.022 kt CO₂ eq. Por su parte, las absorciones totales de GEI alcanzan los -4.696 kt CO₂ eq en 1990 y los -23.776 kt CO₂ eq en 2018, lo que evidencia un incremento constante con una tasa de crecimiento anual compuesta del 5,8% y un aumento total del 406% entre 1990 y 2018.

Los resultados nacionales son desagregados por modulo IPCC. En la Tabla 22 se presentan los valores totales de las emisiones, absorciones, y emisiones netas obtenidas para el periodo de inventario, por cada módulo.

Tabla 22. Emisiones y absorciones GEI agregadas por módulo IPCC para la serie 1990 a 2018 (kt CO₂ eq)

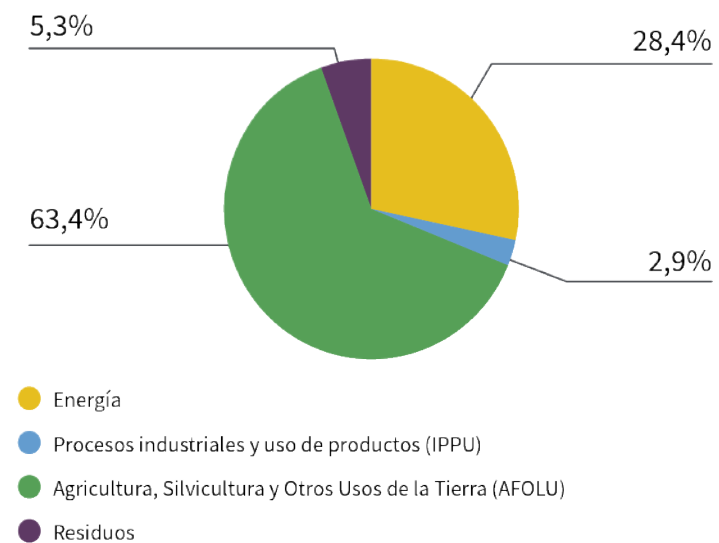
Sector	1990	2000	2010	2014	2018
Energía	50.306	61.749	81.270	90.828	92.940
Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)	4.376	5.184	7.585	9.565	10.495
Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) - Emisiones	163.725	153.743	141.975	140.551	179.006
Residuos	6.545	10.653	16.479	17.271	20.474
Emisiones totales	224.952	231.329	247.309	258.215	302.974
Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) - Absorciones	-4.696	-7.475	-17.088	-21.771	-23.776
Absorciones	-4.696	-7.475	-17.088	-21.771	-23.776
Emisiones netas (balance neto)	220.257	223.853	230.220	236.444	279.199

Fuente: Ideam (2022).

En las Figura 141 y Figura 142 se presenta la participación promedio histórica por modulo IPCC y la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por modulo, respectivamente. Históricamente el módulo AFOLU es el que más ha aportado a las emisiones GEI del país (63,4% en promedio para la serie 1990 a 2018). Sin embargo, es importante anotar que dicho aporte ha disminuido a lo largo del tiempo, pasando del 73% en 1990 al 59% en 2018. En contraste, el módulo de energía, que presenta una participación promedio histórica del 28,4%, ha aumentado gradualmente su participación, pasando del 22% en 1990 al 31% en 2018, alcanzando su máxima participación (37%) en el año 2015.

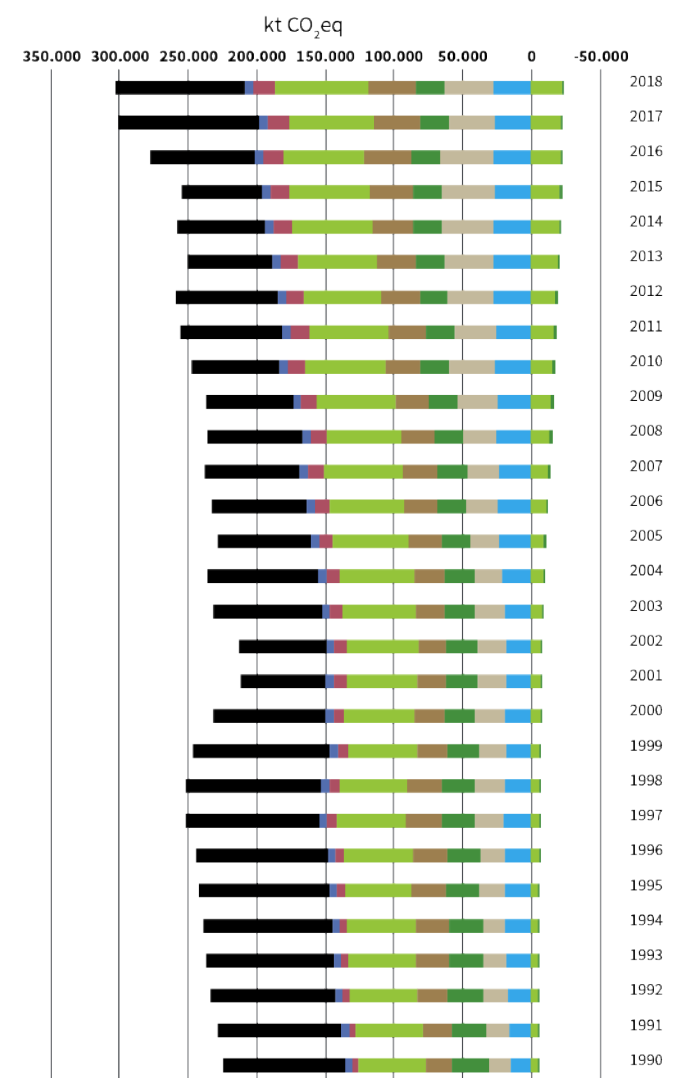
La participación promedio histórica de las emisiones reportadas en los módulos IPPU y residuos también se ha incrementado a lo largo del tiempo, aunque en menor proporción: IPPU pasa del 3% en 1990 al 3,5% en 2018, y residuos pasa del 4% en 1990 al 6,8% en 2018.

Figura 141. Participación promedio histórica por módulo IPCC en el total de emisiones de GEI



Fuente: Ideam (2022).

Figura 142. Tendencia de emisiones y absorciones de GEI agregadas por módulo IPCC para la serie 1990 a 2018



Fuente: Ideam (2022).

Respecto a carbono negro (CN), en promedio, las emisiones históricas anuales para el periodo 2010 – 2018 son de 27,1 kt. Para el año 2010 las emisiones se estiman en 26,7 kt de CN y para el 2018 en 28,0 kt de CN, lo cual indica un crecimiento del 5% de las emisiones de carbono negro en Colombia, con una tasa de crecimiento media anual de 0,6%. Teniendo en cuenta que el carbono negro se forma principalmente a partir de la combustión incompleta, las categorías que históricamente presentan los mayores aportes a estas emisiones son las del módulo Energía (97,4% del total), debidas a la quema de combustibles en los sector residencial, industrial y transporte. En la Tabla 23 se presentan los resultados nacionales desagregados por modulo IPCC.

Tabla 23. Emisiones de CN agregadas por módulo para la serie 2010 a 2018 (Kt de CN)

Sector	2010	2012	2014	2016	2018
Energía	26,09	26,50	27,04	25,82	27,42
Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Agropecuaria	0,29	0,36	0,32	0,31	0,26
Residuos	0,34	0,36	0,39	0,33	0,37

Fuente: Ideam (2022).

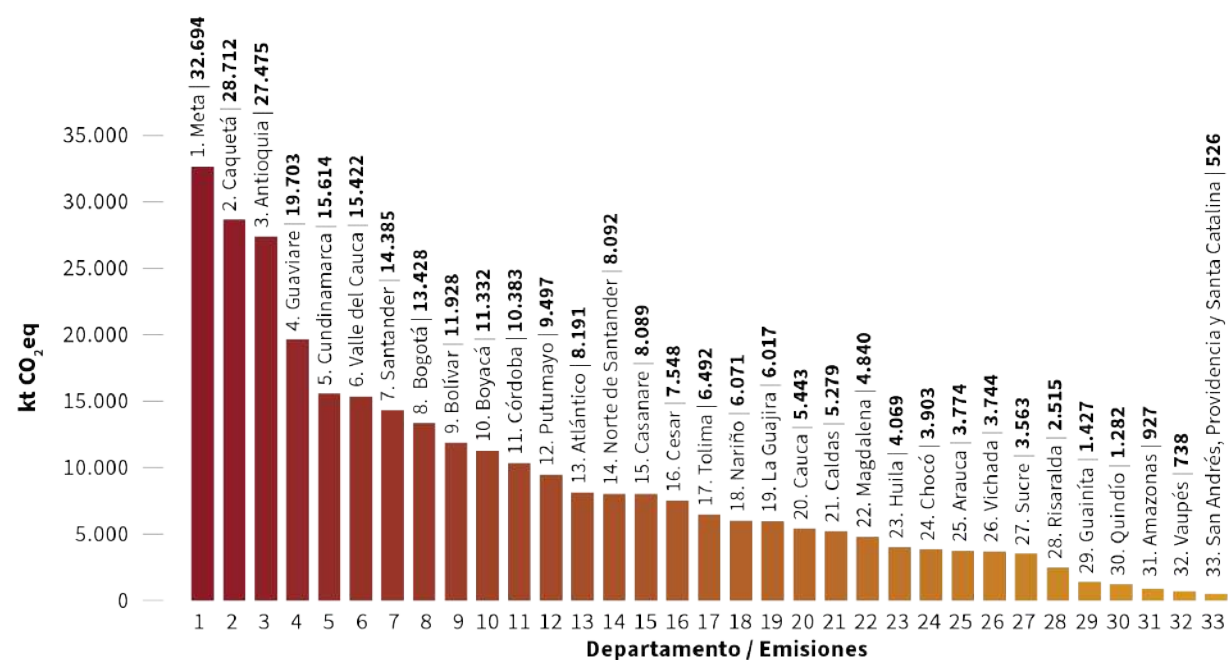
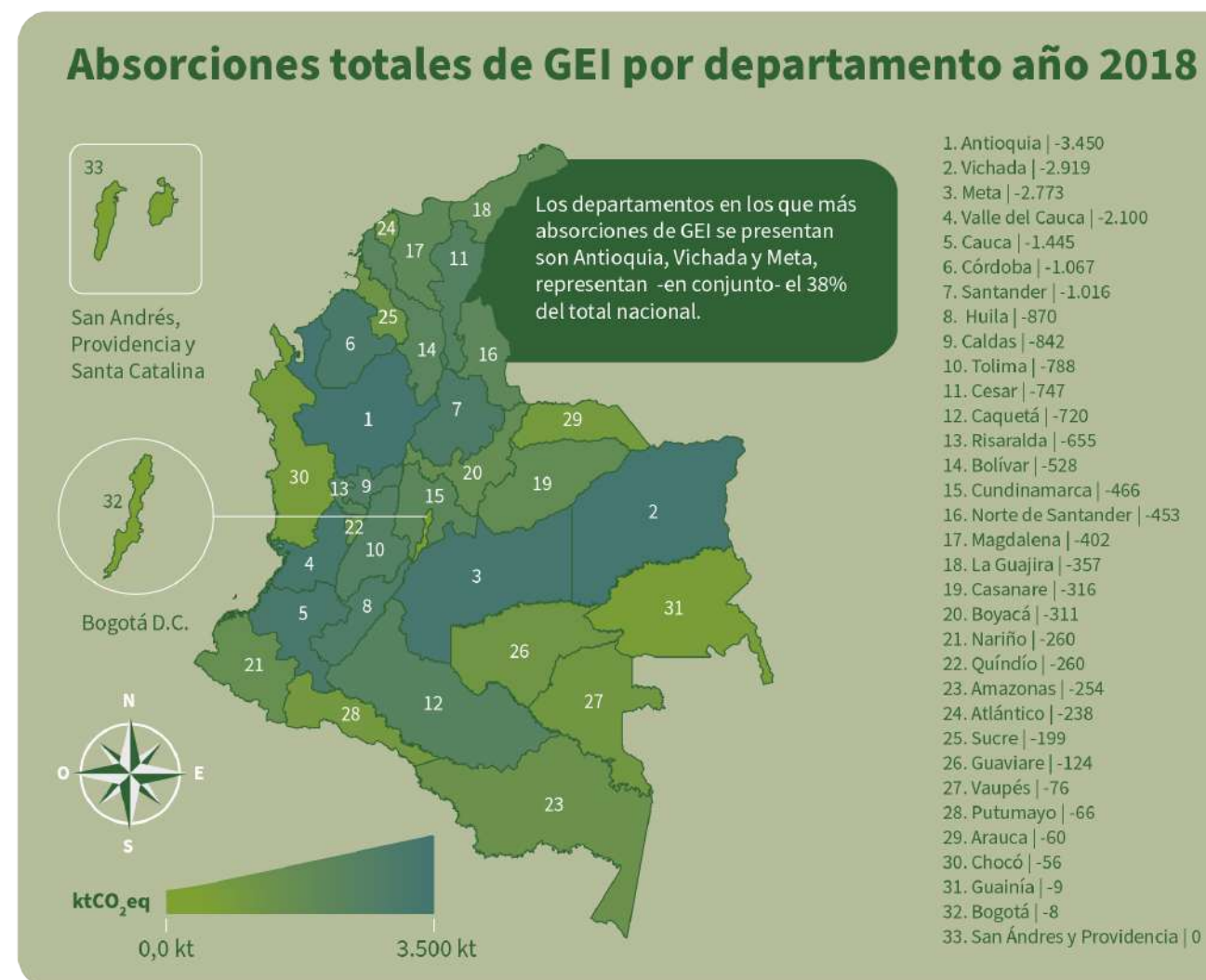
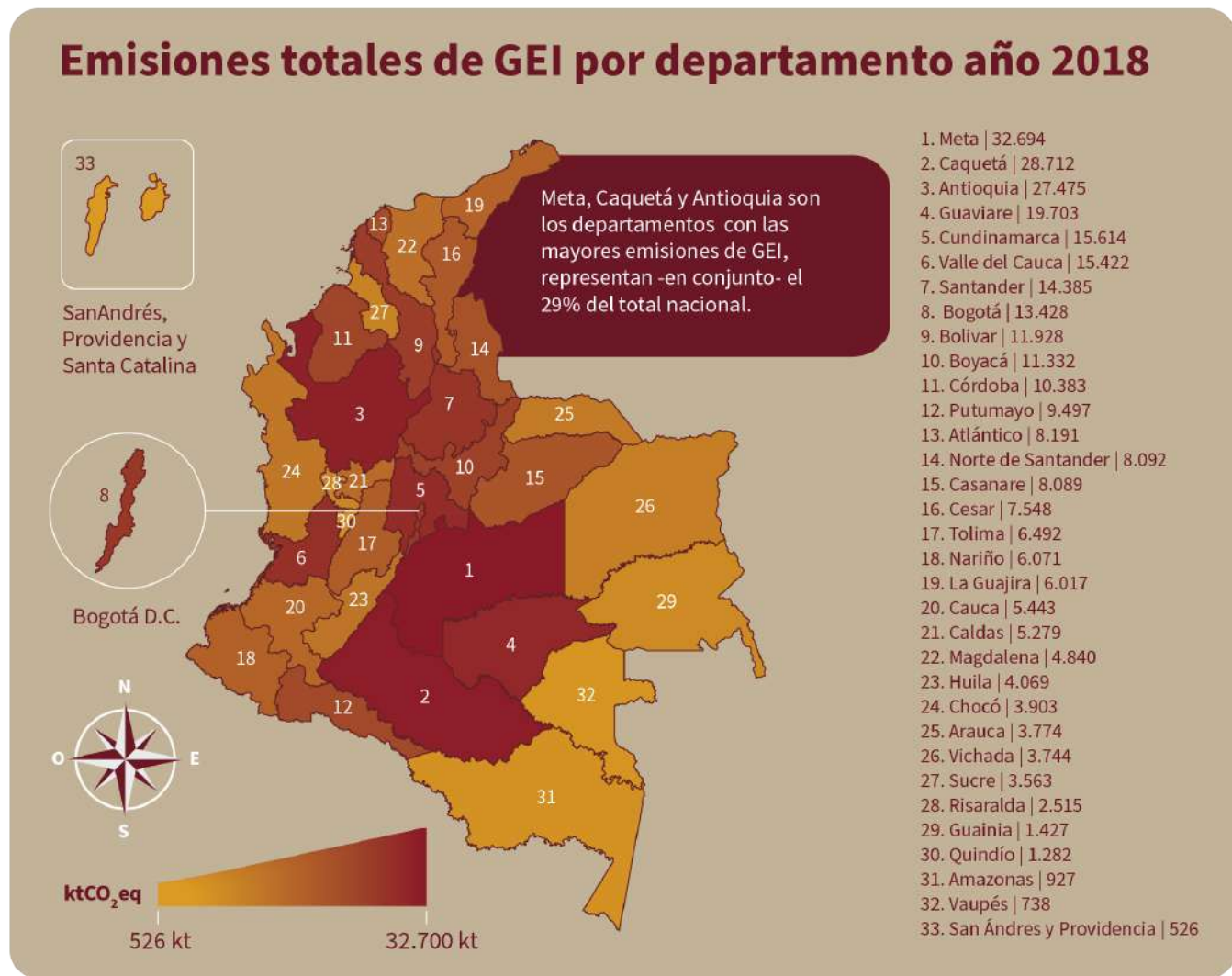
Los resultados detallados del BUR 3 de Colombia presentado ante la CMNUCC se pueden encontrar en el link <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>

Inventario departamental de gases efecto invernadero y carbono negro 2018

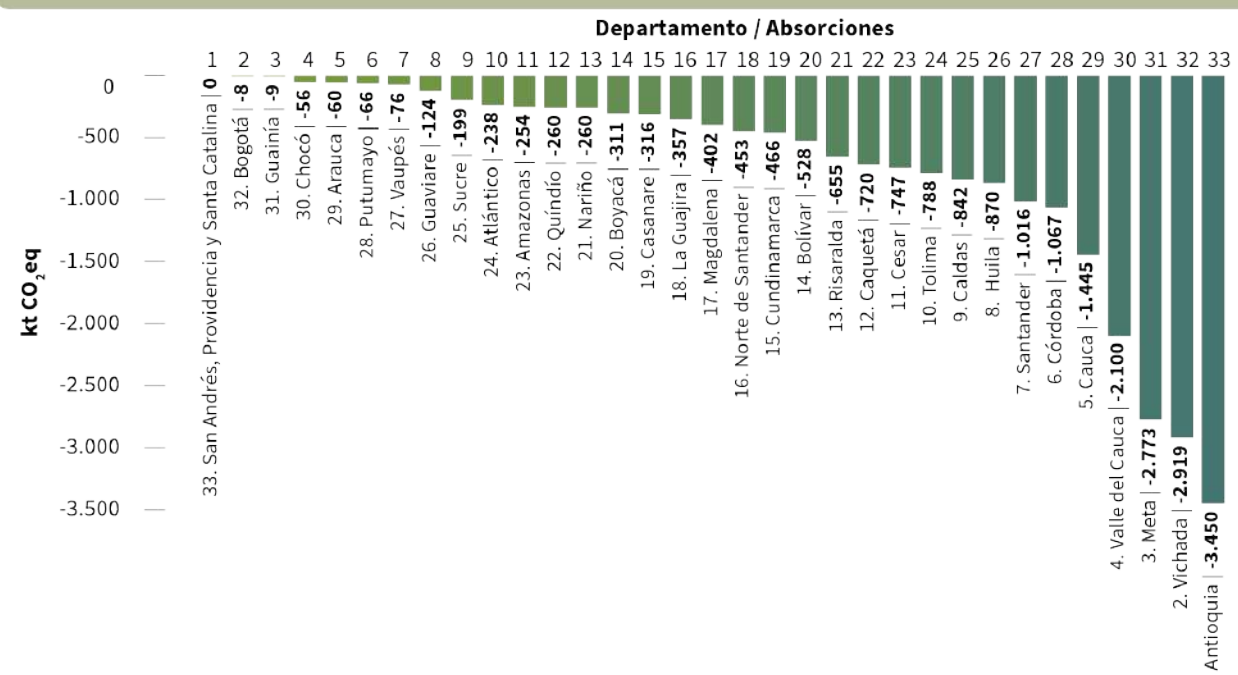
A partir del inventario departamental, se puede dimensionar a nivel territorial la distribución y generación de las emisiones y absorciones. En este sentido es posible evidenciar en la Figura 143 las emisiones de los 32 departamentos incluyendo Bogotá, donde aquellos que presentan emisiones GEI en mayor magnitud son Meta (32.694 Kt CO₂eq), Caquetá (28.712 Kt CO₂eq) y Antioquia (27.457 Kt CO₂eq). Para los dos primeros es debido a actividades de deforestación y para Antioquia producto de actividades agrícolas y de deforestación.

Para las absorciones reportadas en el país, Antioquia se encuentra en primer lugar y presenta plantaciones forestales comerciales que representan el 70% de las absorciones del departamento (-2.412,7 kt CO₂eq) y el 19% del total nacional de estas absorciones. El departamento de Vichada se encuentra en segundo lugar y reporta absorciones relacionadas con el crecimiento de cultivos permanentes de palma y frutales, mientras que en tercer lugar se encuentra el Meta con -1.499,6 kt CO₂eq, que corresponden a la implementación de un total aproximado de 39,5 hectáreas plantadas.

Figura 143. Emisiones y absorciones de GEI por departamento



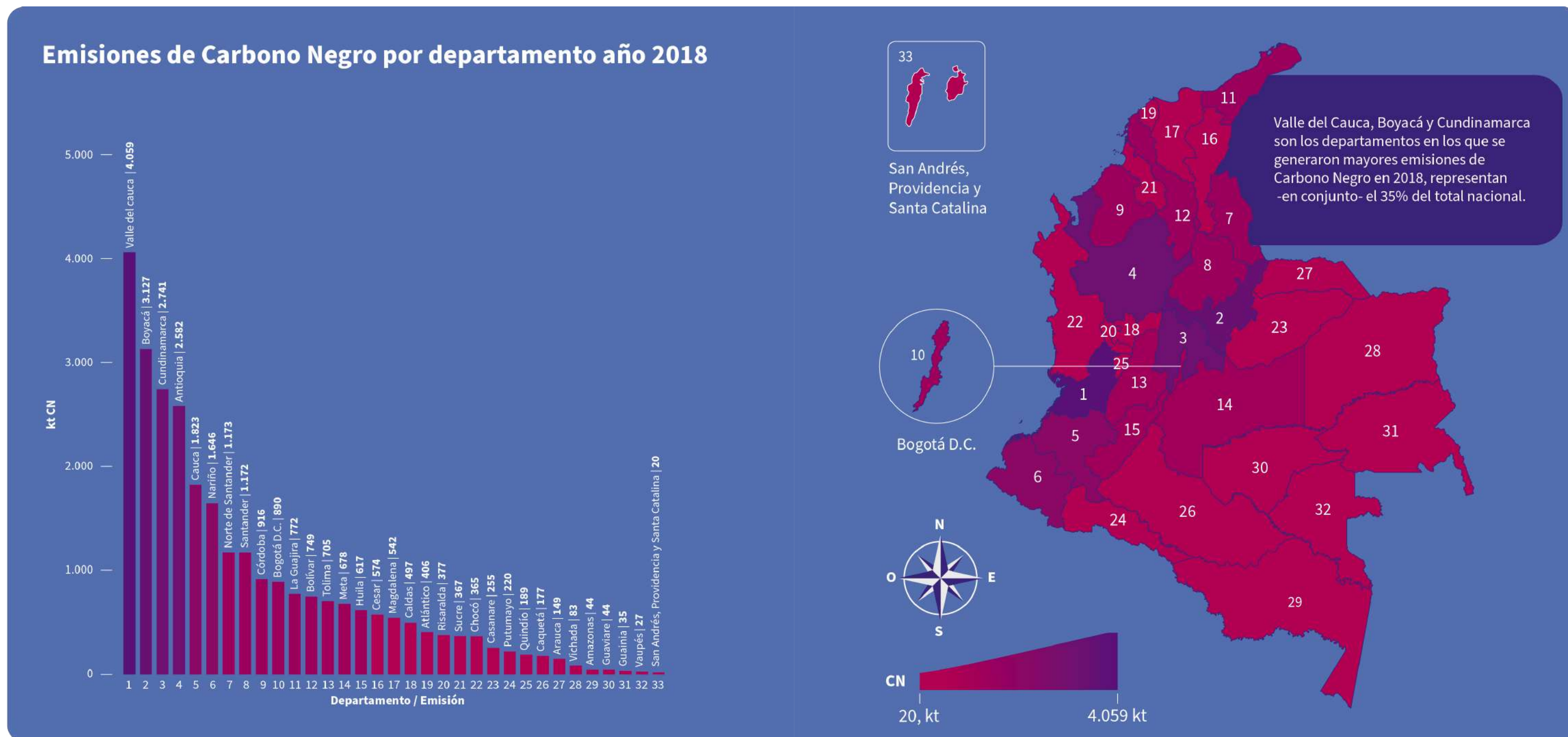
Fuente: Ideam (2022).



Fuente: Ideam (2022).

Respecto al inventario de emisiones departamental de Carbono Negro (Figura 144), se resaltan los departamentos de Valle del Cauca con 4.059 kt CN, debido a la quema de combustibles en industrias manufactureras; Boyacá con 3.127 kt CN, por la quema de combustibles para la producción de coque y el consumo de combustible en otras industrias de la energía; y Cundinamarca con 2.741 kt CN, relacionado con la quema de combustibles para uso residencial.

Figura 144. Emisiones departamentales de Carbono Negro



Fuente: Ideam (2022).

Para mayor información consultar el inventario departamental de gases efecto invernadero y carbono negro 2018 en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023936/023936.pdf>

Referencias

- IDEAM. (2022). BUR 3 Tercer informe bial de actualización de cambio climatico de Colombia. Bogotá.
- IDEAM. (2022). Inventario departamental de Emisiones de GEI . Bogotá.

3.1.6. Pesca de arrastre industrial nacional de camarón

3.1.6.1. Indicador de abundancia relativa de camarón

Invemar: Alexander Girón, Fabián Escobar Toledo, Sarith Salas Castro y Mario Rueda.

Los litorales costeros brindan soporte vital a la humanidad con el aprovechamiento de los distintos servicios que estos ecosistemas nos ofrecen. No obstante, las excesivas actividades antrópicas amenazan con la destrucción de las ofertas de servicios ambientales brindadas por estos ecosistemas marinos y costero (Balan-Zetina, Chi-Uc, & Gómez-Ramirez, 2011). Según la FAO, 2020, el porcentaje de peces que se encuentra en los rangos biológicamente sostenible en el planeta presentó una disminución de 96% en 1974 a 65,8% en 2017, lo que amenaza la seguridad alimentaria de las generaciones futuras. En Colombia, en 2021 la pesca de arrastre desembarcó alrededor de 1.283,2 t, de las cuales para el litoral Pacífico fueron 1.234,7 t (CAS = 938,5 t y CAP=296,2 t) y para el Caribe fueron 48,5 t, correspondiente a CAS (Altamar, Choles-Rodríguez, Zambrano, & Manjarrés-Martínez, 2021) (Duarte, y otros, 2020), generando alimento, ingresos y empleos directos e indirectos. Una forma de monitorear que el aprovechamiento de los recursos se encuentre dentro de límites ambientalmente sostenibles, es el seguimiento a la abundancia relativa o la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (Haggarty & King, 2006). Considerando que en el país los camarones, son objetivo de pesquerías industriales y artesanales, conocer la CPUE permite formular medidas de manejo basadas en la mejor evidencia científica disponible.

- i. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE)
- ii. Pesquerías industriales y artesanales
- iii. Aprovechamiento de los recursos

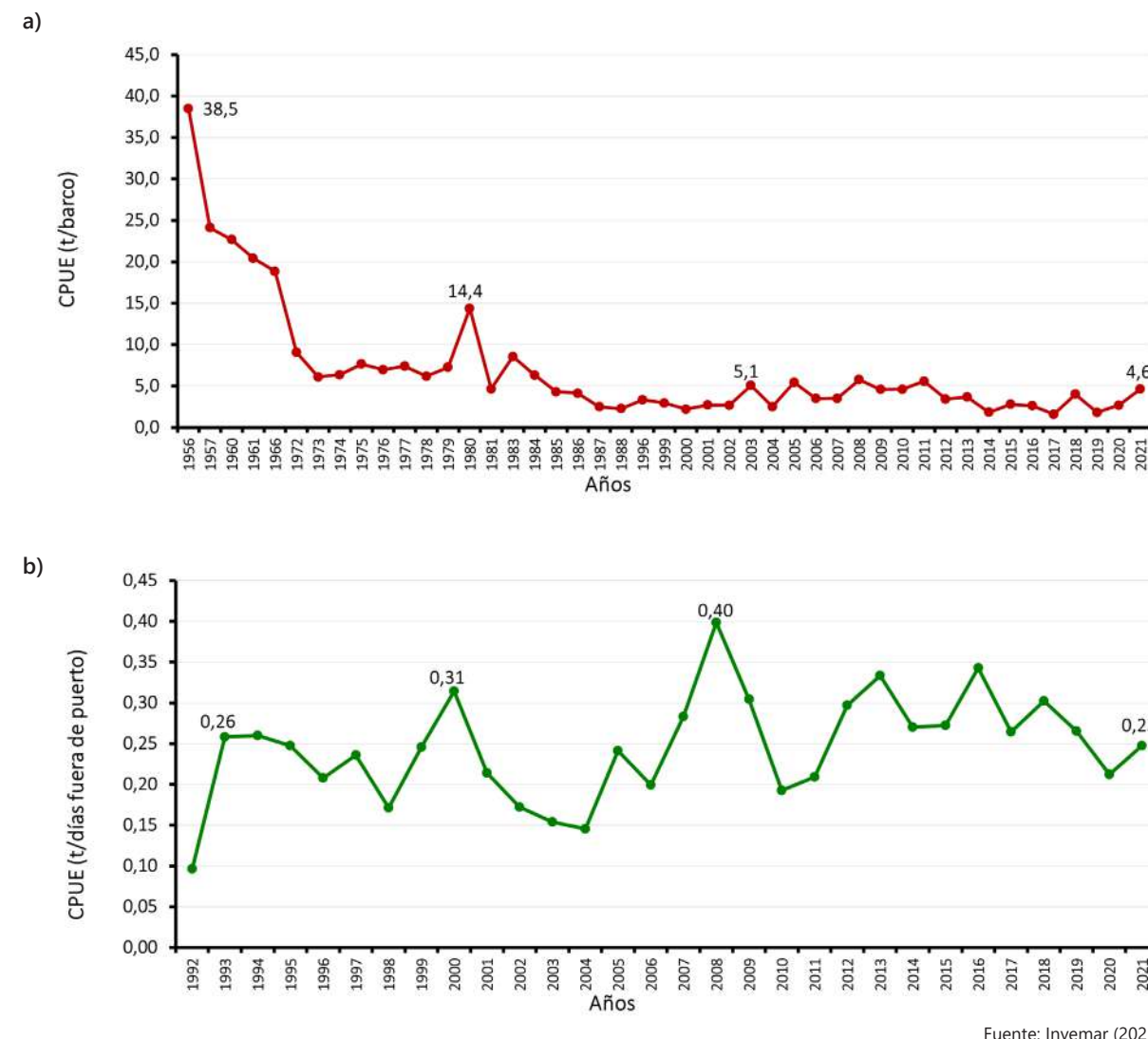
El indicador CPUE representa la cantidad de recurso o captura extraída con respecto al esfuerzo de pesca invertido, ya sea en número de barcos activos que capturan el camarón de aguas someras (CAS); o días fuera de puerto durante las faenas de pesca para el caso de la captura del camarón de aguas profundas (CAP). Si bien la CPUE es específica a un arte de pesca con poder de pesca propio, se asume que es directamente proporcional a la biomasa disponible en el medio natural, permitiendo de esta forma inferir el estado del recurso.

El indicador es calculado a partir de la información facilitada por las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura (Dpto. Valle del Cauca), Cartagena (Dpto. Bolívar) y Tolu (Dpto. Sucre). La información es ingresada y procesada con el Sistema de Información Pesquera del Invemar – Sipein.

Para mayor información: <http://www.invemar.org.co/inf-ier>

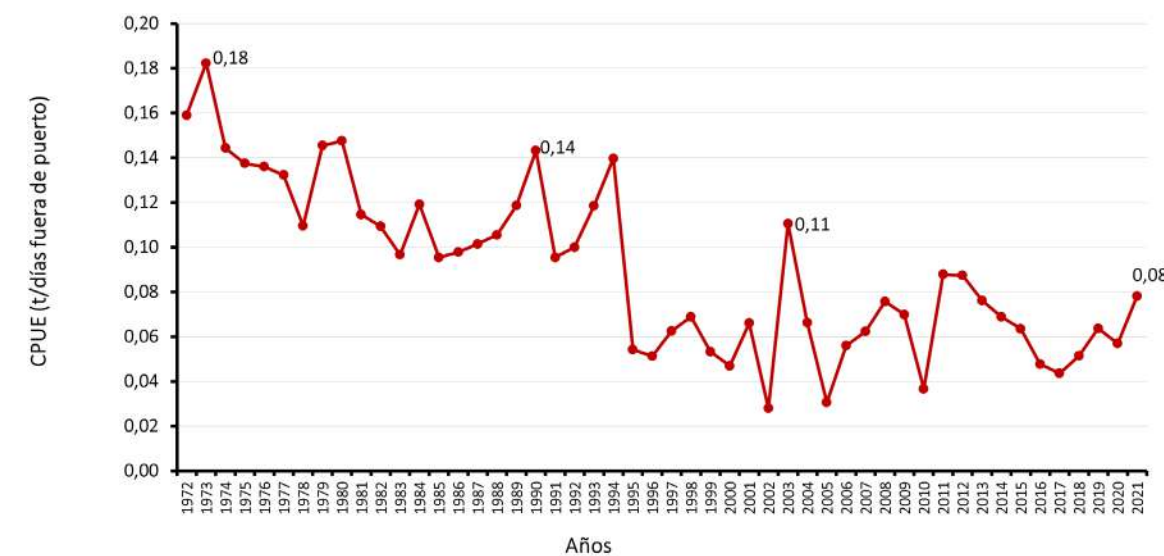
A mediados de los 80, la flota artesanal de arrastre de camarón empezó a operar simultáneamente con la flota industrial del CAS en el Pacífico, instalada hace 64 años. Desde ese momento, la CPUE del CAS en el Pacífico ha mostrado una tendencia decreciente equivalente a una reducción aproximada del 88% en la abundancia relativa (Figura 145a) al compararse con el inicio de la pesquería (1956: 38,5 t/barco; 2021: 4,63 t/barco), luego entró en una fase de sobrepesca y actualmente muestra señales de agotamiento con aproximadamente 19% de la CPUE máxima en la década de los 80s. Por el contrario, el recurso CAP del Pacífico ha mostrado tendencia mucho más estable con un ligero incremento desde el comienzo de la actividad, pasando de una CPUE de 0,1 t/día fuera de puerto a 0,25 t/día fuera de puerto, actualmente (Figura 145b). En el Caribe, el seguimiento histórico a la abundancia relativa del CAS muestra que desde la década de los 90, el recurso entró en una fase de agotamiento con leves señales de recuperación (Figura 146), sin embargo, el recurso no ha podido recuperarse y para 2021 la CPUE fue 43% del valor máximo histórico registrado (0,182 t/barco).

Figura 145. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo – CPUE en las pesquerías de camarón de aguas someras (a) y camarón de aguas profundas (b) en el Pacífico colombiano



Fuente: Invemar (2022).

Figura 146. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo – CPUE de la pesquería de camarón de aguas someras en el Caribe colombiano



Fuente: Invemar (2022).

Referencias

Altamar, J., Choles-Rodríguez, E., Zambrano, E., & Manjarrés-Martínez, L. (2021). Variaciones de los desembarcos industriales de Colombia durante el año 2020. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) - Universidad del Magdalena. Obtenido de http://sepec.aunap.gov.co/Archivos/Boletines-2020/SEPEC_Boletin_Desembarcos_Industriales_2020.pdf#page=38&zoom=100,72,76

Balan-Zetina, S., Chi-Uc, L., & Gómez-Ramírez, D. (2011). Servicio ambientales en la zona costera. (P. y. Instituto de Ecología, Ed.) JAINA-Boletín informativo, 22(1), 41-54.

Duarte, L. O., Cuervo, C., Vargas, O., Gil-Marique, B., Cuello, F., De León, G., . . . Reyes-Ardila, H. (2020). Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales de Colombia 2020. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) - Universidad del Magdalena.

FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA): Sustainability in action. Roma: FAO.

Haggarty, D., & King, J. (2006). CPUE as an index of relative abundance for nearshore reef fishes. Fisheries Research, 81, 89-93.

3.1.6.2. Indicador de talla media de captura

Invemar: Alexander Girón, Fabián Escobar Toledo, Sarith Salas Castroy Mario Rueda.

La talla de madurez (TM) es uno de los puntos de referencia límite (PRL) más usados en pesquerías para medir la presión sobre el recurso. Al compararse con la talla media de captura, se convierte en un indicador del riesgo de sobrepesca o afectación sobre la estructura de las poblaciones marinas. Es deseable que la TMC sea superior a la TM, en caso contrario se pone en riesgo la capacidad de renovación de las poblaciones naturales, ya que se ejerce más presión sobre los individuos subadultos y juveniles, con posibilidad de afectar los niveles mínimos de densidad necesarios para la reproducción (Caddy & Mahon, 1995; Cochrane, 2005). Para la pesca de camarón se usan redes de arrastre que en algunos casos usan tamaños de malla muy pequeños que retienen individuos subadultos (Rodríguez, y otros, 2012). En este sentido, la evaluación del indicador TMC vs TM es muy útil en las pesquerías de camarón, y el seguimiento anual brinda información sobre la tendencia de la presión pesquera sobre estos crustáceos. De cinco especies de camarón aprovechadas en conjunto por la pesca industrial del Caribe y el Pacífico colombiano, dos especies presentaron riesgo bajo de sobrepesca por crecimiento.

i. Talla de madurez (TM)

ii. Talla media de captura (TMC)

iii. Pesquerías de camarón

iv. Tamaños de malla

La talla media de captura (TMC) es la longitud promedio de los individuos de una población extraída con un arte de pesca específico y en un área de pesca particular. Para mostrar la presión causada por la pesca sobre la estructura poblacional, la TMC se compara con la talla de madurez (TM) como punto de referencia límite (PRL). TM representa el tamaño a la cual el 50% de los individuos adultos de la población están reclutados eficientemente a la población para su reproducción (Stearns, 1992). Normalmente con este indicador se recomiendan medidas de manejo dirigidas a la reglamentación de la selectividad de los artes de pesca y su operación.

El indicador es calculado a partir de monitoreos a bordo concertados entre el INVEMAR y las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura (Dpto. Valle del Cauca), Cartagena

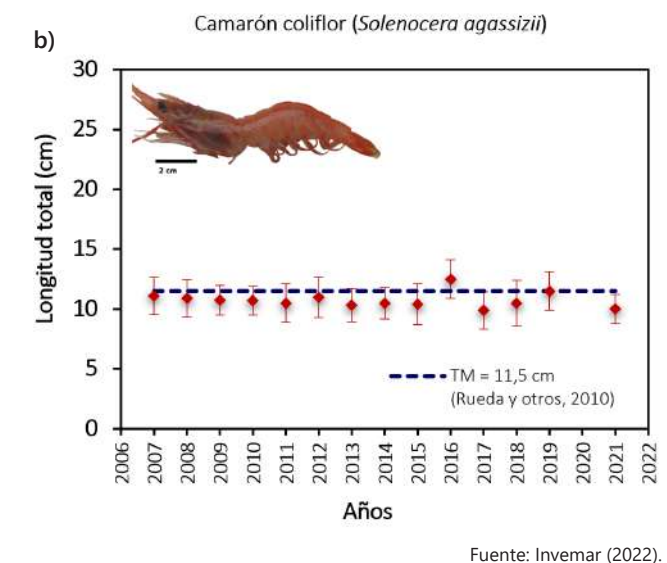
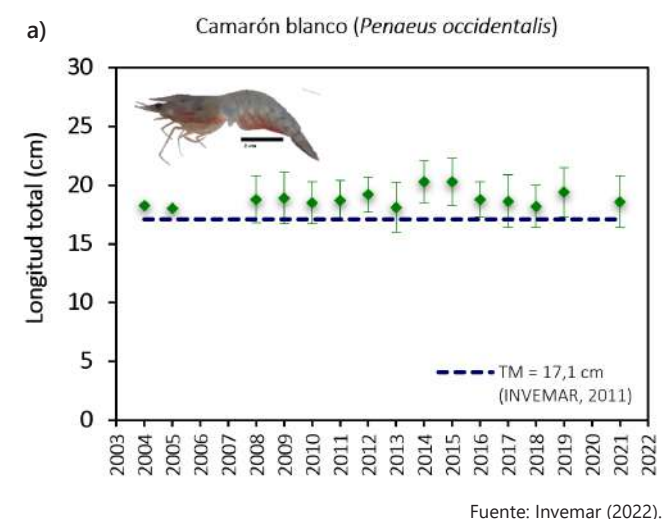
(Dpto. Bolívar) y Tolú (Dpto. Sucre). La información es ingresada y procesada con el Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

Enlaces de apoyo: <http://www.invemar.org.co/inf-ier>

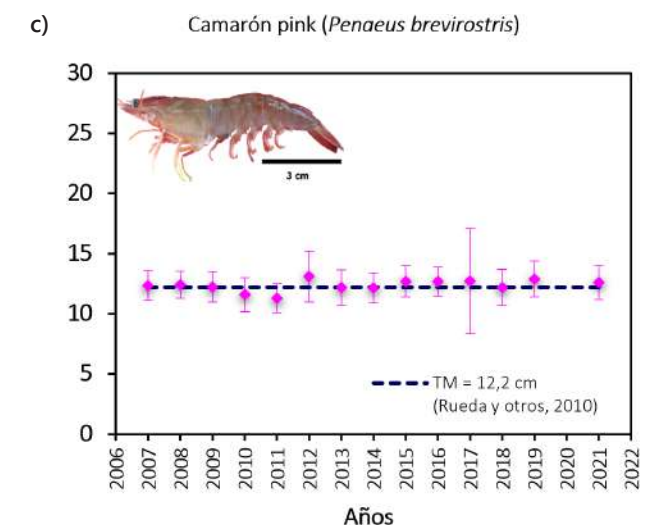
La pesquería del CAP en el Pacífico está dirigida al camarón coliflor (*Solenocera agassizii*) y al camarón pink (*Penaeus brevisrostris*), mientras que el CAS se compone principalmente de camarón blanco (*P. occidentalis*), el cual fue el único evaluado este año en esta pesquería, ya que el aumento en el tamaño del ojo de malla por parte de los pescadores esta permitiendo el escape del *Xiphopenaeus riveti*, el cual es una especie relativamente pequeña. En el Caribe solo se captura CAS, específicamente la especie *P. notialis*.

Las 2 especies capturadas en aguas someras, no mostraron riesgo de sobrepesca por crecimiento, por tanto, hay muy bajo impacto en la estructura de la población, al mantener en la serie de tiempo la TMC por encima de la TM en la mayoría de los años (INVEMAR, 2011; Paramo, Pérez, & Wolf, 2014) (Figura 147 a y b, Figura 148). En los casos del camarón de aguas profundas, las tallas medias de captura no fueron estadísticamente inferiores al PRL (Rueda, y otros, 2010; Giron, Rueda, Eraso-Ordoñez, & Rodríguez-Jimenez, 2016) (Figura 147 c y d); por lo tanto, presentan un riesgo bajo de sobrepesca por crecimiento.

Figura 147. Variación interanual de la talla media de captura +/-Desviación estándar (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla de madurez (TM)

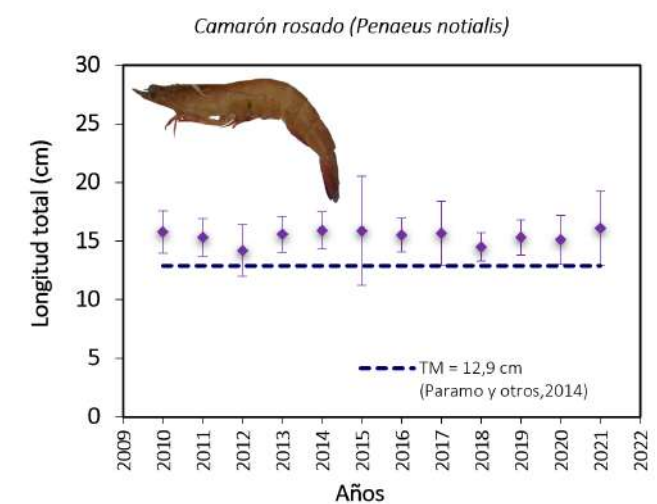


Fuente: Invemar (2022).



Fuente: Invemar (2022).

Figura 148. Variación interanual de la talla media de captura +/-Desviación estándar (TMC) de las hembras de camarón rosado (*Penaeus notialis*) en el Caribe colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla de madurez (TM)



Fuente: Invemar, 2022.

Referencias

Caddy, J., & Mahon, R. (1995). Reference points for fisheries management. Roma: FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. .

Cochrane, K. (2005). Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. Roma: FAO Documento Técnico de Pesca. No. 424.

Giron, A., Rueda, M., Eraso-Ordoñez, J., & Rodríguez-Jimenez, A. (2016). Variación interanual de la estructura de tallas y aspectos reproductivos del camarón pink (*Farfantepenaeus brevisrostris*; kingsley, 1878) en el pacífico colombiano. Bol. Investig. Mar. Costeras, 253 - 268.

INVEMAR. (2011). Valoración ecológica y económica del uso potencial de recursos y servicios ambientales de la zona marino-marino-costera. INFORME BPIN VAR 2011. . Santa Marta.

Paramo, J., Pérez, D., & Wolf, M. (2014). Reproduction of the pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* (Decapoda: Penaeidae) in the Colombian Caribbean. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 513-521.

Rodríguez, A., Rueda, M., Viaña, J., García, C., Rico, F., García, L., & Girón, A. (2012). Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012. Santa Marta: INVEMAR, COLCIENCIAS, INCODER. Serie de publicaciones generales del INVEMAR No. 56.

Rueda, M., Rico-Mejía, F., Angulo, W., Girón, A., Rodríguez, A., García, L., & Arenas, L. (2010). Evaluación biológico-pesquera del estado de las poblaciones de camarón de aguas profundas, mediante la aplicación de métodos directos (prospección pesquera) e indirectos (estadísticas de captura y esfuerzo) en el Pacífico colombiano. Santa Marta: INVEMAR.

Stearns, S. (1992). *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press.

3.1.6.3. Indicador de la proporción de fauna acompañante

Invemar: Alexander Girón, Fabián Escobar Toledo, Sarith Salas Castro y Mario Rueda.

Las pesquerías de arrastre para camarón en Colombia, desde sus inicios en los años 50s han utilizado artes de pesca con poca selectividad los cuales no superan los ¾ de pulgada de tamaño de malla en el copo, donde debería escapar una fracción de los peces pequeños. Lo anterior favorece la captura de altos niveles de descarte sobre todo en aguas someras dada la amplia variedad de biodiversidad que allí converge, lo cual pueden tener un efecto importante en la estructura de los ecosistemas (Rueda, Angulo, Madrid, Rico, & Girón, 2006; Ye, Alsaffar, & Mohammed, 2000; Labropoulou & Papaconstantinou, 2004). La cuantificación de la proporción del camarón como captura objetivo (CO) y la fauna acompañante (FA) asociada, permite inferir los impactos de la pesquería sobre la biodiversidad. El continuo seguimiento de este indicador, se ha usado como base para recomendar medidas de manejo operativas, tales como el uso de dispositivos reductores de fauna acompañante o la implementación de vedas en áreas de alta biodiversidad. En el Pacífico y Caribe de Colombia, la pesca de arrastre de camarón tiene variado impacto sobre la biodiversidad marina. Actualmente con la implementación de nuevos diseños de redes más selectivas, se busca minimizar estos impactos sobre los ecosistemas y el lecho marino (Rueda & otros, 2021).

iv. La proporción del camarón como captura objetivo (CO) y la fauna acompañante (FA)

v. Impactos de la pesquería sobre la biodiversidad

vi. La pesca de arrastre de camarón

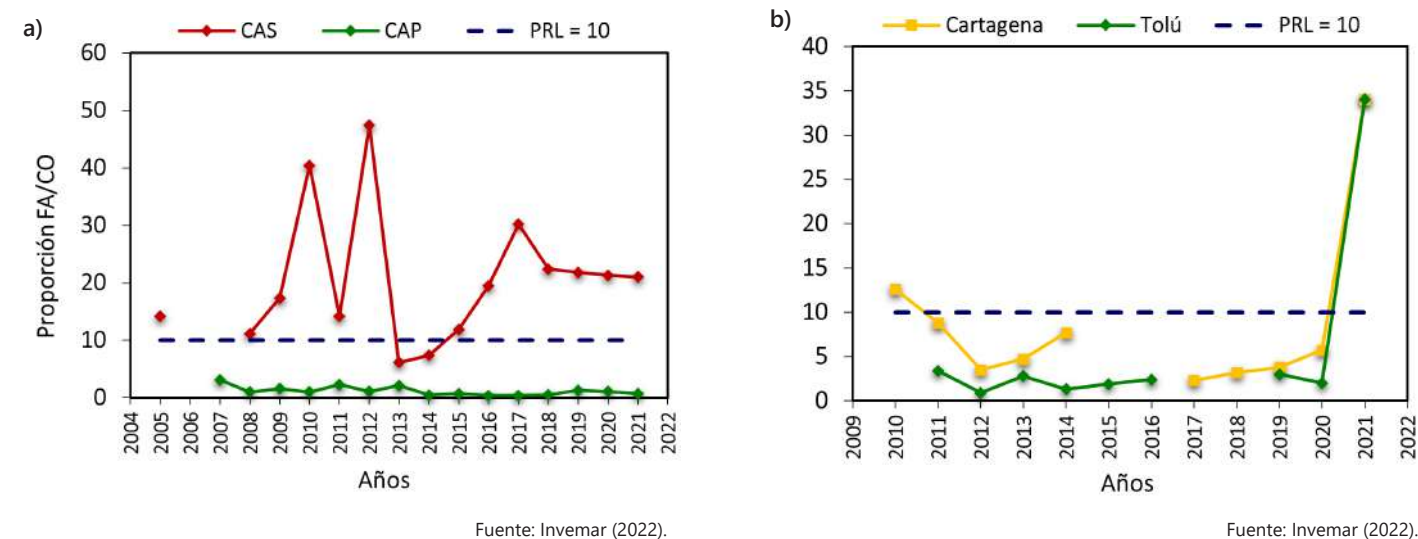
Los recursos que no son el objetivo de pesca, pero que son capturados por una pesquería, componen la fauna acompañante (FA), que se divide en captura incidental (CI: captura no objetivo que es aprovechada por su valor comercial) y descarte (D: captura sin valor comercial y que muchas veces son devueltas al mar sin vida). Lo anterior plantea que, los descartes es la fracción que debe ser reducida principalmente. La proporción fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO), se convierte en un indicador para determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina (Seijo, Defeo, & Salas, 1998). El punto de referencia límite (PRL) para este indicador es de 10 y se establece de manera arbitraria.

El indicador es calculado a partir de monitoreos a bordo concertados en el INVEMAR, en las áreas donde la pesquería ejerce la actividad. La captura objetivo e incidental es procesada a bordo, mientras que de la parte que es descartada, una fracción es procesada en laboratorio. La información es ingresada y procesada con el Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, para luego ser analizada y generar los reportes sobre la variación de dicho indicador durante el año y realizar comparaciones anuales.

En el Pacífico colombiano la pesquería del camarón de aguas someras (CAS), presentó valores de la proporción FA/CO superiores al PRL en los últimos años (Figura 149 a). No obstante, la fauna asociada de esta pesquería está representada en un 53% aproximadamente por peces que tienen valor en el mercado (CI) y 42% aproximadamente por D. Comparando la captura que se aprovecha (CI+CO) con la captura descartada (D), el valor calculado para la tasa es cercano al PRL. Para los pescadores del CAS, la captura incidental, es decir aquella fracción comercializable, se ha convertido en una parte importante para cubrir los costos de operación de la flota ante las bajas capturas de camarón objetivo y es una fuente importante de proteína de primera calidad para las comunidades costeras más vulnerables (Rueda, Angulo, Madrid, Rico, & Girón, 2006). Se resalta, que la captura descartada está compuesta por juveniles de especies comerciales aprovechables en su fase adulta por las pesquerías artesanales costeras (Seijo, Defeo, & Salas, 1998). En el caso de la pesquería del CAP, esta es la que menos FA produce en las pesquerías de arrastre del país, donde en promedio alcanza valores cercanos a 1 (Figura 149 a). Este valor indica un bajo impacto de la pesquería y un aprovechamiento más sostenible del recurso.

En 2021 la relación FA/CO (34:1) del CAS Caribe se realizó a partir de los monitoreos abordo realizados por el SEPEC-POPC en la pesquería de arrastre de las flotas del caribe colombiano. Este indicador mostró un aumento en el valor este año de evaluación por encima del PRL, lo que quizás corresponde a la unificación del valor para las dos flotas ya que estas presentan poderes de pesca muy diferentes. Durante los últimos años, este valor no había alcanzado valores muy altos en los monitoreos realizados por el INVEMAR, lo que indicaba un impacto menor para la biodiversidad presente en las áreas de pesca (Figura 149 b).

Figura 149. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (a) y el Caribe colombiano (b). PRL: Punto de Referencia Límite



Nota. PRL: Punto de Referencia Límite.

Referencias

Labropoulou, M., & Papaconstantinou, C. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: The role of fishery. *Scientia Marina*, 68, 215-226.

Rueda, M., & otros. (2021). Gestión sostenible de la captura incidental de las pesquerías de arrastre en América Latina y el Caribe (REBYC II LAC) Año 3. LoA/06/2019. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - Invemar.

Rueda, M., Angulo, J., Madrid, M., Rico, F., & Girón, A. (2006). La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del

Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - Invemar.

Seijo, J., Defeo, O., & Salas, S. (1998). Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 368. Rome, FAO. 1998.108p.

Ye, Y., Alsaffar, A., & Mohammed, H. (2000). Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. *Fisheries Research*, 45, 9-19.

3.2. Análisis socioambientales en las regiones y territorios

3.2.1. Características poblaciones en la Amazonía colombiana

3.2.1.1. Avances del diagnóstico socioambiental de los pueblos indígenas de la Amazonia colombiana – Reseña

Sinchi: Sebastián Londoño Camacho y Juan Felipe Guhl Samudio.

Agradecimientos: Elizabeth Riaño - Investigadora (R) - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.

Con el objetivo de conocer el estado actual de los pueblos indígenas de la Amazonia colombiana en cada una de las 4 subregiones de la Amazonía (Occidental, Noroccidental, Nororiental y Sur) el Instituto Sinchi adelanta un diagnóstico de los procesos de poblamiento indígena, la situación de derechos humanos y el estado de conservación de los bosques en los resguardos indígenas de la Amazonia, mediante la recopilación de fuentes de información recientes como el Censo 2018, donde el país reportó información inédita sobre los indígenas en la Amazonia, que permite, entre otros análisis, producir información novedosa sobre los procesos migratorios de indígenas no amazónicos a la Amazonia, sus asentamientos, y los esfuerzos de establecerse en el territorio con estrategias de gobierno propio que encaminan para obtener el reconocimiento del Estado y las autoridades locales, y la convivencia de los pueblos originarios que les han visto llegar en las últimas décadas para sumarse al crisol multicultural que se manifiesta en la región. Así mismo, el diagnóstico busca conocer la situación actual e histórica (desde 1985) de las violaciones y vulneraciones de derechos que han sufrido los pueblos indígenas amazónicos hasta el 2021, con análisis comparativos entre subregiones, y explora la información sobre el estado actual de conservación de los bosques en los resguardos indígenas, a la vez que un compara estos datos con el avance del anillo de poblamiento sobre estos.

La información del pasado Censo 2018, contrastada con la información de muchas fuentes distintas tanto privadas como públicas, permite al diagnóstico explorar la situación de derechos humanos y las vulneraciones de las que han sido víctimas los indígenas de la Amazonía desde 1985, donde aparecen los primeros registros de víctimas indígenas publicados por la Unidad Administrativa Especial para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas – UARIV. Otras fuentes consultadas fueron los registros de deforestación del Instituto Sinchi entre 2002, el 2012 y 2020 en resguardos y ver uno a uno las tasas de pérdida de bosques y los cambios en el uso del suelo, comparado con los avances del anillo de poblamiento en los puntos más críticos.

La Amazonia colombiana congrega una extraordinaria diversidad biológica y cultural entrelazada en una compleja y dinámica red de interacciones socioecológicas que da lugar a multiplicidad de prácticas y procesos de gobernanza ambiental, donde los pueblos indígenas juegan un rol fundamental para la protección, conservación y manejo cultural del territorio. La región, con una superficie de 48'316.300 hectáreas equivalente al 42,3% del territorio continental colombiano, es hogar de 1'289.612 personas (aproximadamente el 2,6% del total de la población nacional), de las cuales 47,63% viven en las cabeceras municipales (614.246) y el 52,37% en resto rural (675.366), incluyendo centros poblados y zonas rurales dispersas (DANE, 2018).

La Amazonia colombiana está poblada por pueblos indígenas, colono-campesinos y afrodescendientes de diversa raigambre social que habitan el piedemonte andino, las planicies de la altillanura en sus límites con la Orinoquia y las densas selvas que hacen parte de la gran Panamazonia, muchos en ciudades en constante crecimiento impulsadas por distintas oleadas y “booms” de desarrollo, y otros en los campos y bosques tropicales donde viven tradiciones que expresan la inmensa diversidad humana de decenas de pueblos y lenguas que han sobrevivido allí por milenios. Esta pluralidad de actores apropia y organiza el espacio de numerosas formas, constituyendo múltiples territorialidades en donde manifiestan su identidad y desarrollan sus medios de vida, y construyen y transmiten sus saberes para la gestión, uso y protección de recursos comunes como el agua, el bosque, y la flora y fauna silvestres.

En la región amazónica colombiana existen alrededor de 61 Asociaciones de Autoridades Tradicionales Indígenas (AATI) (Ministerio del Interior, 2020), 212 resguardos que suman 25,83 millones de ha, (51% de la región), 20 Consejos Comunitarios de Comunidades Negras, 3 Zonas de Reserva Campesina que abarcan 580.172 hectáreas (1,2% de la Amazonia), miles de veredas con sus respectivas Juntas de Acción Comunal, y numerosos centros urbanos y centros poblados con fuertes dinámicas de crecimiento impulsadas por el avance del anillo de poblamiento sobre la región. Tan sólo en Colombia, el DANE reporta la presencia de indígenas de 93 pueblos que habitan en alguno de los municipios o Áreas no Municipalizadas de la Amazonía, la mayoría de tradición y herencia cultural amazónica, pero muchos otros provenientes de zonas costeras o de las montañas andinas, y de tan lejos como La Guajira y la Sierra Nevada de Santa Marta; indígenas de todo el país, motivados por distintos intereses, algunos migrando en familias numerosas, otros individualmente, tienen hoy su hogar en la Amazonia, donde buscan las mismas oportunidades que han atraído a la población colona desde hace más de un siglo, y configuran la gran diversidad humana amazónica.

La información del pasado Censo 2018, contrastada con la información de muchas fuentes tanto privadas como públicas, permite al diagnóstico explorar la situación de derechos humanos y las vulneraciones de las que han sido víctimas los indígenas de la Amazonia desde 1985, donde aparecen los primeros registros de víctimas indígenas publicados por la Unidad Administrativa Especial para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas – UARIV, entidad adscrita a la Presidencia de la República a cargo de efectuar la identificación de las víctimas, su inscripción en el Registro Único de Víctimas - RUV, y de liderar los procesos de reparación integral y colectiva a que tienen derecho los colombianos que han sufrido las consecuencias de las seis décadas de guerra que ha vivido el país a razón del conflicto armado y la guerra en el campo. Si bien la información que ofrece la entidad aún carece de la especificidad necesaria para identificar plenamente la pertenencia específica a un pueblo indígena y la ubicación geográfica de las víctimas en contextos de resguardo o territorios indígenas, en el diagnóstico se presentan los principales hechos victimizantes que han sufrido los indígenas de la Amazonia por departamento y algunas acciones que se han adelantado por parte del Estado para su reparación integral.

El diagnóstico considera las particularidades de los pueblos indígenas de la región en las cuatro grandes subregiones de este vasto territorio, influenciados, unos, en especial los del occidente amazónico, por el crecimiento del anillo de poblamiento, de las ciudades y centros urbanos del piedemonte andino, y las consecuencias terribles de la guerra y el narcotráfico; otros, particularmente los del norte del Amazonas, han sido presionados por el avance de la frontera agrícola sobre el bosque para el establecimiento de pastizales para ganadería, los monocultivos, la presión latifundista, la apertura de vías carretables y la presencia histórica de grupos armados ilegales; al sur y el oriente amazónicos, indígenas que viven en dinámicas de mayor conservación de los usos y costumbres tradicionales asociados a la vida en el bosque, y que aún viven en relativo estado de armonía con la naturaleza en las áreas mejor conservadas de la selva a pesar de la violencia, el conflicto armado y el control territorial de algunos puntos estratégicos que sirven a intereses públicos, privados e ilegales, y que terminan en situaciones de vulneración a los derechos fundamentales individuales y colectivos de los indígenas.

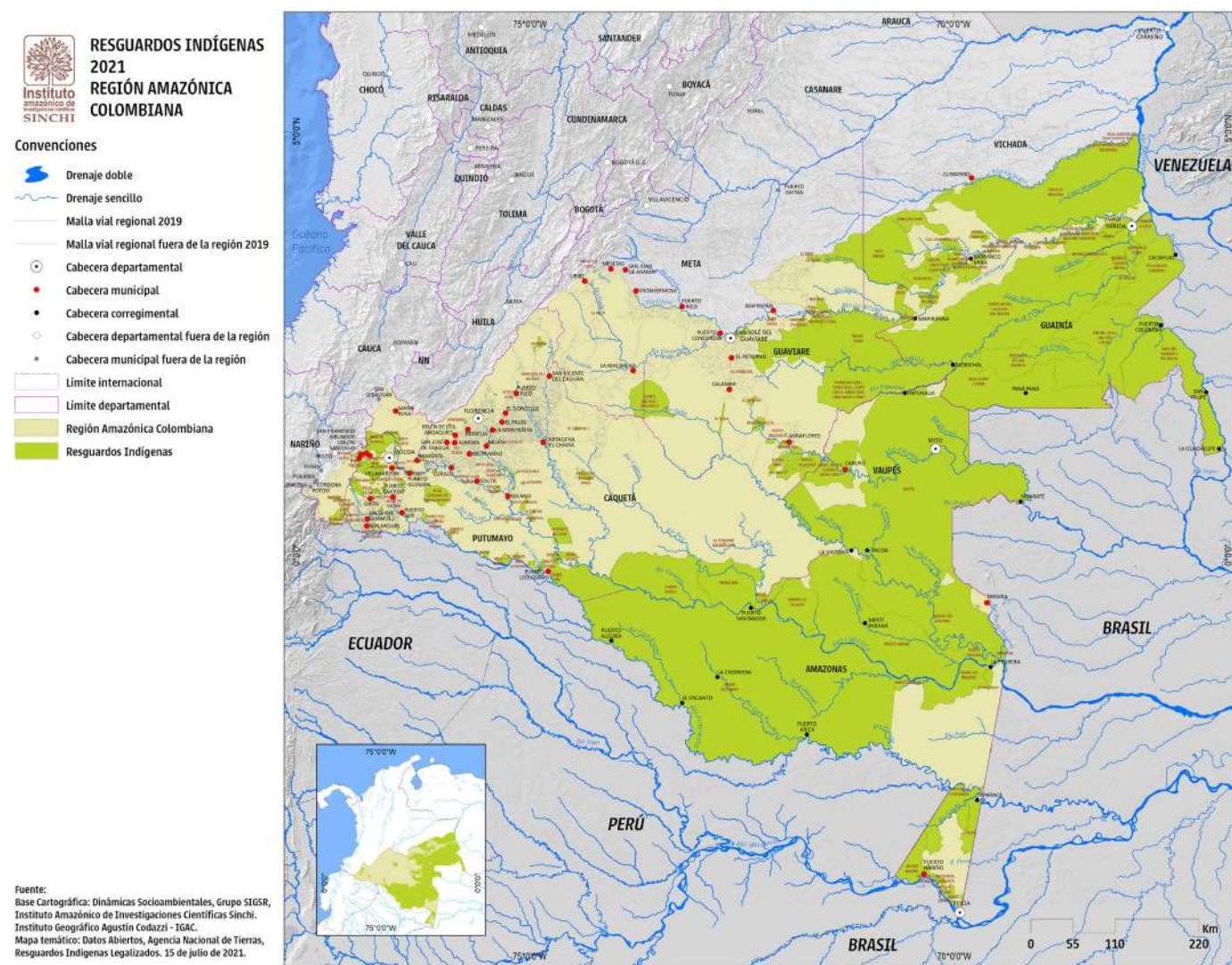
La visibilización de la situación de los indígenas dará herramientas a las autoridades indígenas y no indígenas locales y regionales para determinar mejores medidas de protección a la población, a la vez que permitirá conocer dónde están los puntos más álgidos de la deforestación en resguardos, sus causas y posibles caminos de solución. El Instituto Sinchi cuenta con mapas de coberturas de suelos amazónicos y con información cuantitativa que permite conocer, en tres periodos (2002, 2012, 2020), los cambios que ha habido en las coberturas de bosques, pastizales, herbazales, cultivos y superficies de agua dentro de los resguardos, información que permite analizar las coincidencias de las pérdidas de bosques con el avance del anillo de poblamiento sobre los resguardos. La deforestación en los resguardos de la Amazonia ha ido en aumento en las últimas dos décadas. Entre 2002 y 2020, cerca de 300.000 hectáreas de bosques (1,3% menos que en 2002) han sido arrasadas de los resguardos amazónicos, especialmente en regiones donde la influencia del crecimiento del anillo de poblamiento ha sido mayor como el piedemonte andino, el sur del departamento del Meta y el Guaviare. Las zonas mejor conservadas están hacia el nororiente y el sur.

El diagnóstico incluye mapas e infogramas que soportan el análisis comparado de las distintas subregiones y la identificación de los puntos más críticos para la conservación de los pueblos indígenas y del bosque, al igual que con tablas comparativas de los cambios de coberturas de bosques en los resguardos amazónicos

con la identificación de los territorios que mayores pérdidas de bosques han tenido, el aumento de pastizales para ganadería y los cambios en el uso de suelos en resguardos.

El Censo de 2018, la información en tiempo real de la UARIV, y la información reciente sobre coberturas de suelos, generan una oportunidad única de conocer mejor cómo han sido los procesos de poblamiento indígena en la Amazonia, incluidas las migraciones y los asentamientos urbanos recientes, las consecuencias de la guerra y el conflicto armado en la Amazonia para los indígenas (señalando los puntos y periodos más críticos), y cómo han sido afectados los resguardos indígenas durante las dos últimas décadas a raíz del avance del anillo de poblamiento sobre la región y sus efectos sobre la selva, con lo cual se puede obtener un panorama actualizado sobre estas poblaciones clave para el equilibrio socioambiental del bosque y su protección.

Figura 150. Resguardos indígenas de la Amazonia colombiana



Fuente: Sinchi (2021).

Referencias

DANE. Censo Nacional. Población indígena por pueblo a nivel municipal. 2018.

Ministerio del Interior y de Justicia. 2020. www.mininterior.gov.co

Unidad de Atención y Reparación Integral a las Víctimas. UARIV. www.unidadvictimas.gov.co

3.2.1.2. Aportes al balance anual del estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana año 2021

Sinchi: Uriel Gonzalo Murcia, Jorge Eliecer Arias Rincón y José Luis Rodríguez Acero

Agradecimientos: A los investigadores que hacen parte del programa de "Modelos de funcionamiento y sostenibilidad del Instituto Sinchi", quienes con sus contribuciones y conocimientos de los indicadores del monitoreo ambiental que se realiza en la Amazonia colombiana para conocer el estado de los recursos naturales y los ecosistemas, hicieron posible la generación del presente informe.

En cumplimiento de las funciones misionales asignadas al Instituto Sinchi (Decreto 1603 de 1994), sobretodo las referidas a: i) efectuar el seguimiento del estado de los recursos naturales de la Amazonia especialmente en lo referente a su extinción, contaminación y degradación, y, ii) producir un balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente en la Amazonia, se presenta esta información que responde en parte a ese mandato.

En este informe se presentan los resultados generados por el sistema de monitoreo de las coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana –SIMCOBA, en el periodo 2020 al 2021 para 17 municipios priorizados que presentan mayor dinámica de cambios en la región, los cuales cubren un área de 17.454.631 ha y representan el 37 % del área total de la Amazonia.

El monitoreo es llevado a cabo por el Programa de Investigación de Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI", que ha emprendido el reto de mantener actualizada, a escala 1:100.000, la información de monitoreo ambiental de la Amazonia colombiana mediante datos obtenidos de sensores remotos, análisis espacial multicriterio y verificación de campo. Esta versión del informe se presenta con los resultados del análisis de la capa de coberturas de la tierra para la Amazonia Colombiana del año 2021 de los 17 municipios con mayor dinámica de cambio.

Inicialmente, se presenta un contexto general de la Amazonia colombiana, para ingresar a los indicadores de monitoreo ambiental, comenzando con la actualización de datos de coberturas de la tierra del año 2021 de los 17 municipios priorizados, y los tres indicadores que se han establecido para medir la transformación de las coberturas: Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques (TMAPB), Tasa Media Anual de Praderización (TMAP) y Tasa Media Anual de Degradación de Bosques (TMADB).

Adicionalmente, se expone un análisis del comportamiento de los puntos de calor y cicatrices de quema monitoreados por el Instituto SINCHI sobre la Amazonia colombiana durante el año 2021. Por otro lado, se muestra el resultado del índice de conservación de bosque calculado para las 25 asociaciones que actualmente hacen parte del monitoreo al cumplimiento de los acuerdos locales de conservación de bosque MoSCAL.

Toda la documentación técnica generada se dispone al público en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana-SIAT-AC www.siatac.co y la información georreferenciada se puede visualizar y descargar en datos abiertos del SIAT-AC <https://datos.siatac.co/>

El Instituto Sinchi cuenta con diferentes mecanismos para realizar monitoreo y seguimiento al estado y condición de los recursos naturales en la Amazonia Colombiana a través del SIAT-AC; de esta manera, a través del Sistema de Indicadores del Monitoreo Ambiental para la Amazonia Colombiana –SIMAAC (<https://siatac.co/monitoreo-ambiental-simaac/>), se realiza monitoreo a temáticas como: cicatrices de quema, puntos de calor, paisajes agropecuarios, estratos de intervención, dinámica de paisajes agropecuarios, ecosistemas y restauración de rondas hídricas. Adicionalmente, se hace monitoreo a los cambios de coberturas de la tierra con el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana - SIMCOBA (<https://siatac.co/simcoba/>) con una frecuencia de actualización de dos años para toda la región; por último, se realiza un seguimiento al cumplimiento de acuerdos de conservación de bosque con campesinos de la región, el cual se realiza mediante el módulo MoSCAL (<https://siatac.co/moscal/>)

3.2.1.2.1. Contexto Amazonia Colombiana

La amazonia colombiana con sus 483.164 km² representa el 42,3% del área continental nacional (23,3% total Colombia) y el 6.8% de toda la gran Amazonia. Contiene de manera total los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés, y de manera parcial los departamentos de Meta, Vichada, Nariño y Cauca. En estos diez departamentos están presentes 61 Municipios (42 completos y 17 parciales) y 19 áreas no municipalizadas (Figura 151).

Figura 151. Localización de la amazonia colombiana



Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.2. Situación ambiental de la Amazonia colombiana

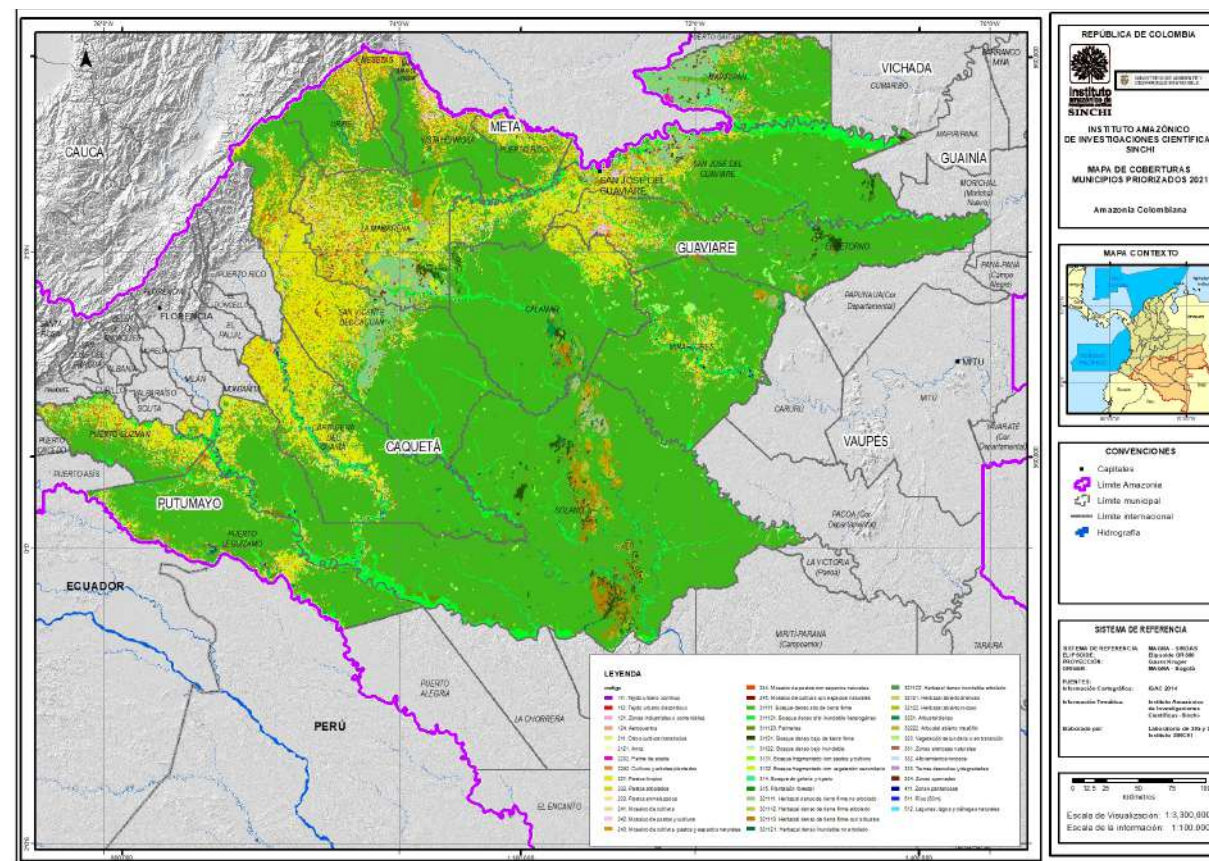
Los procesos de monitoreo y seguimiento a la condición ambiental de la región amazónica en Colombia se aborda por parte del Instituto Sinchi a través de sus diferentes programas de investigación. Desde el programa de Modelos de funcionamiento y sostenibilidad, se hace seguimiento a varios componentes del territorio amazónico a través de un conjunto de indicadores que conforman el programa regional de monitoreo ambiental, y la gestión de la información se hace con el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana SIATAC.

Para este informe se incluye una mirada general a los cambios de las coberturas de la tierra y tres indicadores de monitoreo: Tasa Media anual de pérdida de bosque (TMAPB), Tasa media anual de praderización (TMAP), Tasa media anual de degradación de los bosques (TMADB)

3.2.1.2.3. Cambios generales de coberturas de la tierra

Mediante la puesta en marcha del proceso de operación estadística del Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana – SIMCOBA-, el cual coordina y ejecuta el instituto SINCHI, se ha desarrollado periódicamente la actualización de las coberturas de la tierra mediante la aplicación metodológica de reinterpretación con el uso de técnicas de sensoramiento remoto y herramientas de sistemas de información geográfica, que ha permitido obtener resultados consistentes en periodos definidos, iniciando con una línea base elaborada en 2002; posteriormente, se actualizó en los años 2007 y 2012, sin embargo debido a la importancia y relevancia de la información obtenida, se redujo el tiempo de actualización a dos (2) años, aplicándose para los años 2014, 2016, 2018 y 2020. Para el año 2021 se decidió priorizar 17³⁴ municipios de la región para actualizar el estado de sus coberturas, seleccionándolos por ubicación, además de los reportes de altas presiones sobre sus recursos naturales (Figura 152).

Figura 152. Mapa de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana en los 17 municipios priorizados 2021



Fuente: SINCHI, 2022

³⁴ Caquetá (Cartagena Del Chairá, San Vicente Del Caguán, Solano) Guaviare (Calamar, El Retorno, Miraflores, San José Del Guaviare), Meta (La Macarena, Mapiripán, Mesetas, Puerto Concordia, Puerto Rico, San Juan De Arama, Uribe, Vistahermosa) y Putumayo (Puerto Guzmán, Puerto Leguizamo)

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron por cobertura en la jurisdicción de los 17 municipios con mayor dinámica de cambio entre 2020 y 2021, permitiendo así identificar las pérdidas y ganancias que cada unidad ha tenido durante este periodo del monitoreo llevado a cabo por el instituto SINCHI. (Tabla 24).

Tabla 24. Coberturas de la tierra de los periodos 2020 al 2021 en los 17 municipios priorizados

código	Nombre Cobertura	2020v1		2021v2	
		Área (km²)	%	Área (km²)	%
111	Tejido urbano continuo	17,7	0,0	18,1	0,0
112	Tejido urbano discontinuo	9,4	0,0	10,3	0,0
121	Zonas industriales o comerciales	2,7	0,0	2,9	0,0
124	Aeropuertos	3,6	0,0	3,9	0,0
211	Otros cultivos transitorios	12,8	0,0	10,5	0,0
2121	Arroz	45,1	0,0	58,8	0,0
2232	Palma de aceite	57,2	0,0	56,0	0,0
2242	Cultivos y árboles plantados	0,4	0,0	0,4	0,0
231	Pastos limpios	18.020,8	10,3	18.376,5	10,5
232	Pastos arbolados	15,6	0,0	17,9	0,0
233	Pastos enmalezados	1.365,5	0,8	2.760,6	1,6
241	Mosaico de cultivos	104,9	0,1	48,5	0,0
242	Mosaico de pastos y cultivos	1.081,1	0,6	1.088,0	0,6
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.186,2	1,3	2.203,4	1,3
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	4.195,2	2,4	4.575,5	2,6
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales	4,7	0,0	2,6	0,0
31111	Bosque denso alto de tierra firme	115.235,2	66,0	113.855,2	65,2
311121	Bosque denso alto inundable heterogéneo	9.893,0	5,7	9.851,7	5,6
311123	Palmares	474,1	0,3	473,4	0,3
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	1.191,4	0,7	1.182,7	0,7
31122	Bosque denso bajo inundable	65,3	0,0	65,2	0,0
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	933,8	0,5	1.088,5	0,6
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2.140,8	1,2	2.038,3	1,2
314	Bosque de galería y ripario	1.052,9	0,6	1.034,6	0,6
315	Plantación forestal	3,3	0,0	1,4	0,0
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	4.159,1	2,4	4.076,9	2,3
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado	348,3	0,2	345,3	0,2
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1.614,6	0,9	1.619,6	0,9
321121	Herbazal denso inundable no arbolado	133,0	0,1	132,2	0,1
321122	Herbazal denso inundable arbolado	44,6	0,0	44,6	0,0
32121	Herbazal abierto arenoso	0,5	0,0	0,5	0,0
32122	Herbazal abierto rocoso	644,7	0,4	644,7	0,4
3221	Arbustal denso	554,6	0,3	553,0	0,3
32222	Arbustal abierto mesófilo	358,4	0,2	356,6	0,2
323	Vegetación secundaria o en transición	6.345,6	3,6	5.787,1	3,3
331	Zonas arenosas naturales	102,3	0,1	62,2	0,0
332	Afloramientos rocosos	0,8	0,0	0,8	0,0
333	Tierras desnudas y degradadas	0,5	0,0	0,5	0,0
334	Zonas quemadas	422,5	0,2	367,3	0,2
411	Zonas pantanosas	134,3	0,1	134,0	0,1
511	Rios (50 m)	1.458,8	0,8	1.505,2	0,9
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	111,0	0,1	111,0	0,1
Total general		174.546,3		174.546,4	100,0

Fuente: Sinchi (2022).

De acuerdo al planteamiento de Murcia et al. (2016), la dinámica de cambio de coberturas en la región se da principalmente por el cambio de uso del suelo, como se evidencia en la disminución de la cobertura de bosque denso alto de tierra firme (31111) la cual reportó pérdidas en el periodo 2020 – 2021; esta cobertura registró en los 17 municipios priorizados una extensión de 115.235,2 km² en 2020 contra 113.855,2 km² en 2021, presentando una disminución de 1.380 km².

Adicionalmente, es importante mencionar en qué coberturas de origen antrópico se han tenido cambios, como es el caso de los pastos limpios (231), que representa la unidad con más aumento identificado en el análisis realizado; de esta manera, se tiene que en el año 2020 ésta abarcaba un área de 18.020,8 km², y en 2021 se reportó un área de 18.376,5 km²; incrementando 355,7 km². Estas dinámicas son un ejemplo de los cambios que la región presenta como respuesta al aumento de las actividades productivas asociadas a la ganadería y tala de árboles para extracción de madera.

En cuanto a las áreas de bosques naturales, el balance neto evidencia que su superficie cambió de 12.791.195 ha, en el 2020 a 12.646.289 ha, en el 2021, con una reducción del 1,13% (144.905 ha). En este periodo la superficie de bosques que se mantuvo sin cambio fue del 98,9 %, que incluyen pequeños cambios detectados entre los tipos diferentes de bosques clasificados, principalmente cambios dados en los bosques inundables y los bosques de tierra firme.

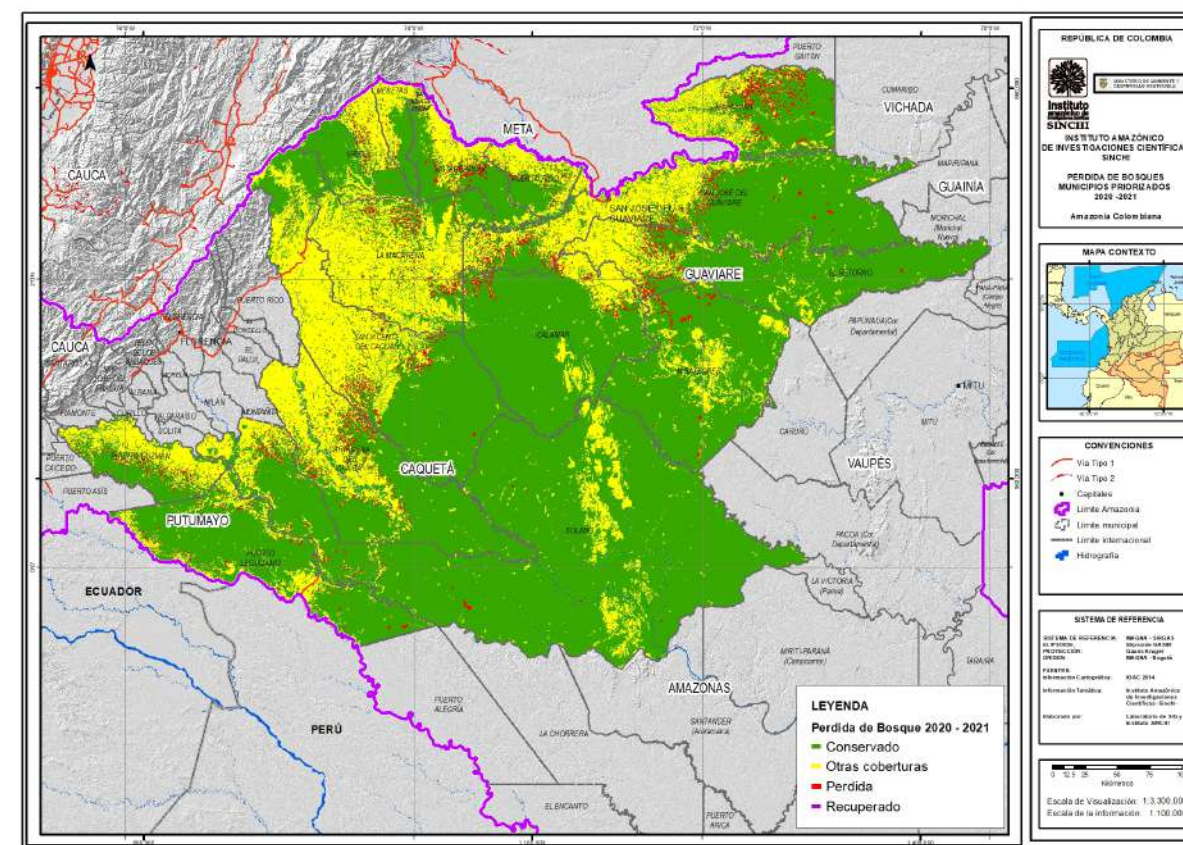
3.2.1.2.4. Tasa media anual de pérdida de bosques TMAPB

El análisis de cambio de los bosques define que, descontando las ganancias referidas, la pérdida total fue de 144.975 ha. El reporte de este periodo es la tasa más alta detectada desde el año 2002, seguida por la reportada en esta misma zona en el periodo 2018 – 2020 de 128.572 ha/año y en el 2012 - 2014 donde se registró una tasa media anual de pérdida de bosque de 124.085 ha/año.

Las superficies que disminuyeron los bosques, fueron reemplazadas principalmente por pastizales en 115.410 ha (79,6%), por bosques fragmentados el 15,5% y por vegetación secundaria el 4%.

Desde el año 2002 los bosques nativos de la Amazonia en los 17 municipios priorizados, han disminuido su superficie neta, por acciones antrópicas, con tasas anuales que varían entre 70 mil hectáreas por año y 145 mil hectáreas por año (Figura 153). Los municipios en los que se ha detectado las mayores pérdidas son Mapiripán (Meta) con 20.013 ha, San José del Guaviare (Guaviare) reporta una pérdida de 19.158 ha y San Vicente del Caguán (Caquetá) con 14.854 ha.

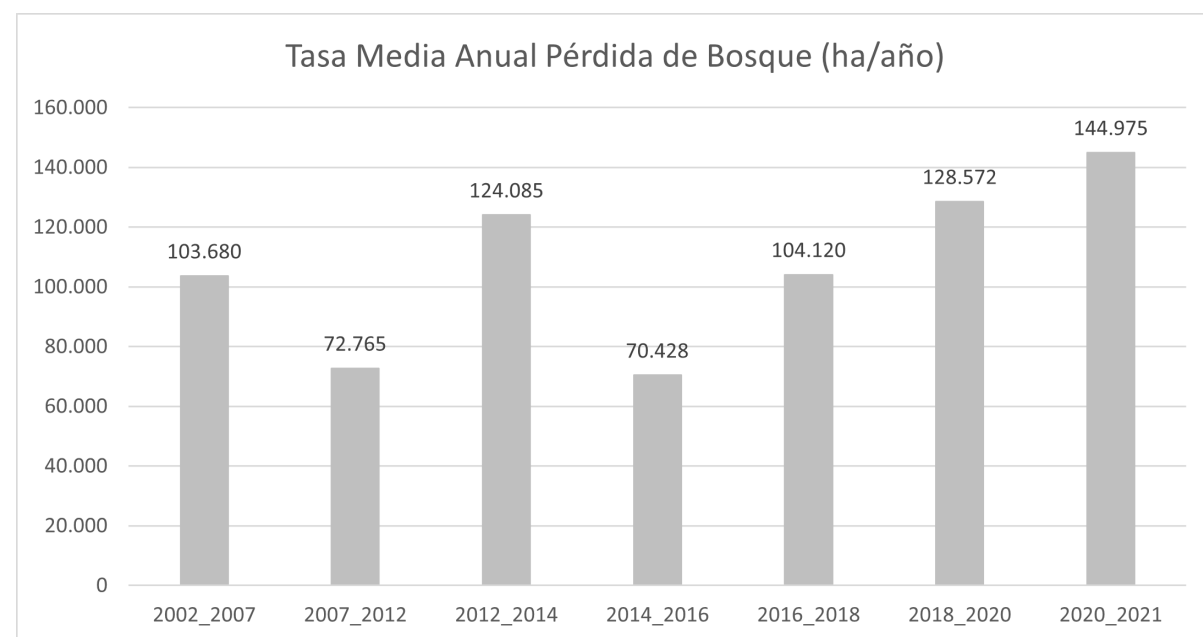
Figura 153. Localización de las áreas con pérdida de bosques en el periodo 2020-2021 17 municipios priorizados



Fuente: Sinchi (2022).

En cuanto a la tendencia presentada por esta tasa en los 17 municipios priorizados, la Figura 154 muestra los resultados que se han calculado en todos los periodos analizados por el instituto SINCHI; de esta manera, se evidencia que el comportamiento de los últimos tres periodos ha aumentado, con una diferencia entre el periodo 2018 – 2020 y 2020 – 2021 de 16.403 ha/año. En este sentido, para el periodo 2020 – 2021 se calculó la tasa má alta identificada en estos municipios priorizados durante todo el monitoreo.

Figura 154. Tendencia de pérdida de áreas de bosques (ha/año) desde 2002 al 2021 en los 17 municipios priorizados



Fuente: Sinchi (2022).

Adicionalmente, del total de bosques perdidos entre 2020 y 2021, la mayor parte correspondió a bosques densos altos de tierra firme con 138.115 ha (95,2%); las cuales cambiaron principalmente a pastizales (83,6%), bosques fragmentados (16,3%) y vegetación secundaria (4,2%).

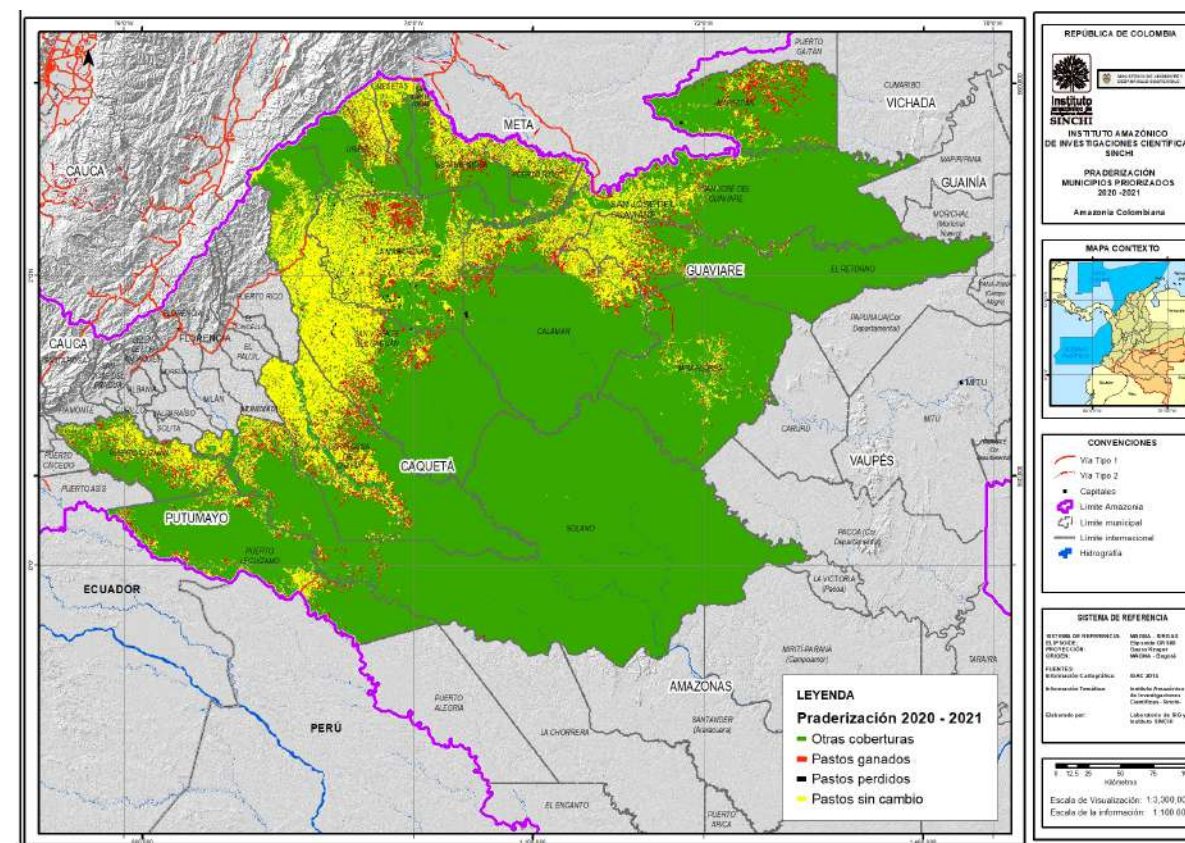
3.2.1.2.5. Tasa media anual de praderización TMAP

Para el periodo 2020-2021 se detectó un cambio neto de superficie de pastizales de 213.755 ha en los municipios priorizados, variando de 2.686.439 ha, a 2.900.193 ha. En esta dinámica se registró una pérdida de pastizales de 38.454 ha, las cuales fueron reemplazadas por vegetación secundaria o en transición (20.082 ha) y tierras degradadas (11.362 ha). De igual manera, 2.647.984 ha del área de pastizales permaneció sin cambio (Figura 155).

Luego de analizar esta dinámica de las coberturas de pastizales, se identificaron 252.208 ha, como superficies nuevas de pastos en el periodo 2020-2021. Esas superficies praderizadas, en el año 2020 eran bosques 45,8% (115.410 ha), vegetación secundaria 32,1% (80.962 ha) y herbazales 1,9% (4.715 ha).

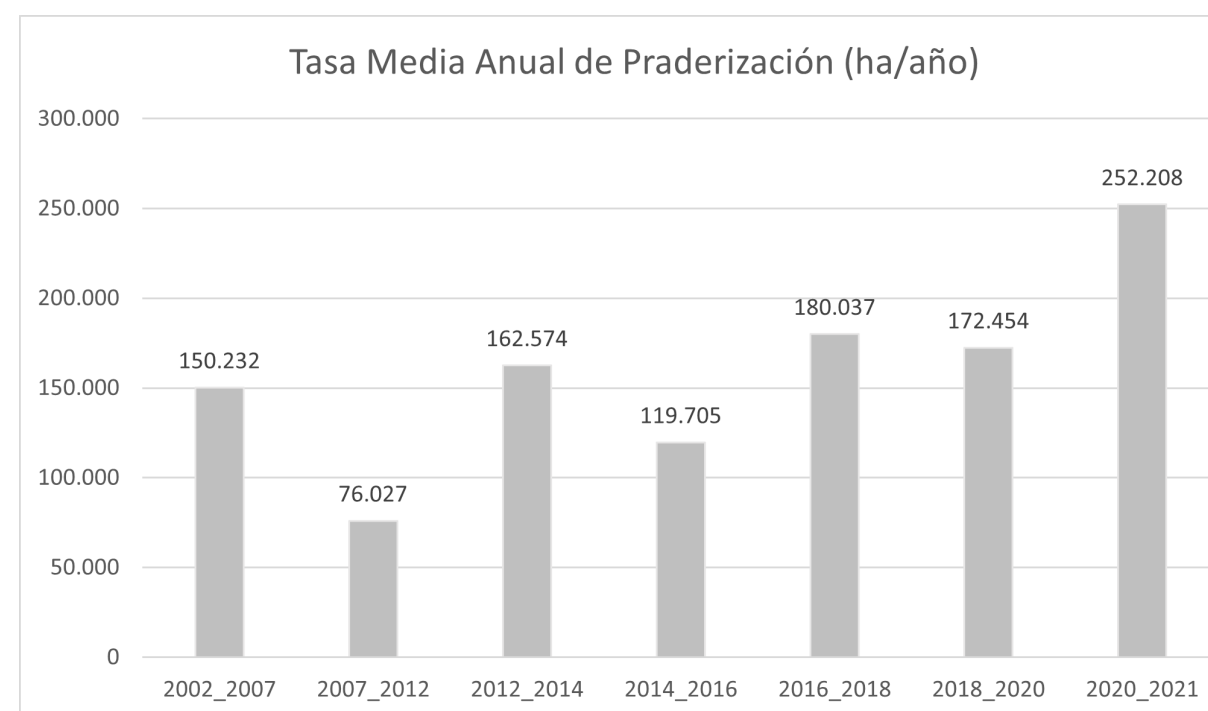
El periodo (2020 - 2021) ha sido el de mayor tasa anual de praderización en el área ocupada por los municipios seleccionados, superando el periodo 2016 - 2018. Adicionalmente, para este último periodo se evidenció un aumento de la tasa media anual de praderización de 79.754 ha/año respecto a lo reportado del periodo anterior (2018-2020) (Figura 156).

Figura 155. Localización de las áreas praderizadas en el periodo 2020-2021 en los 17 municipios priorizados



Fuente: Sinchi (2022).

Figura 156. Tendencia de la Tasa media anual de praderización (ha/año) periodo 2002 – 2021 en los 17 municipios priorizados



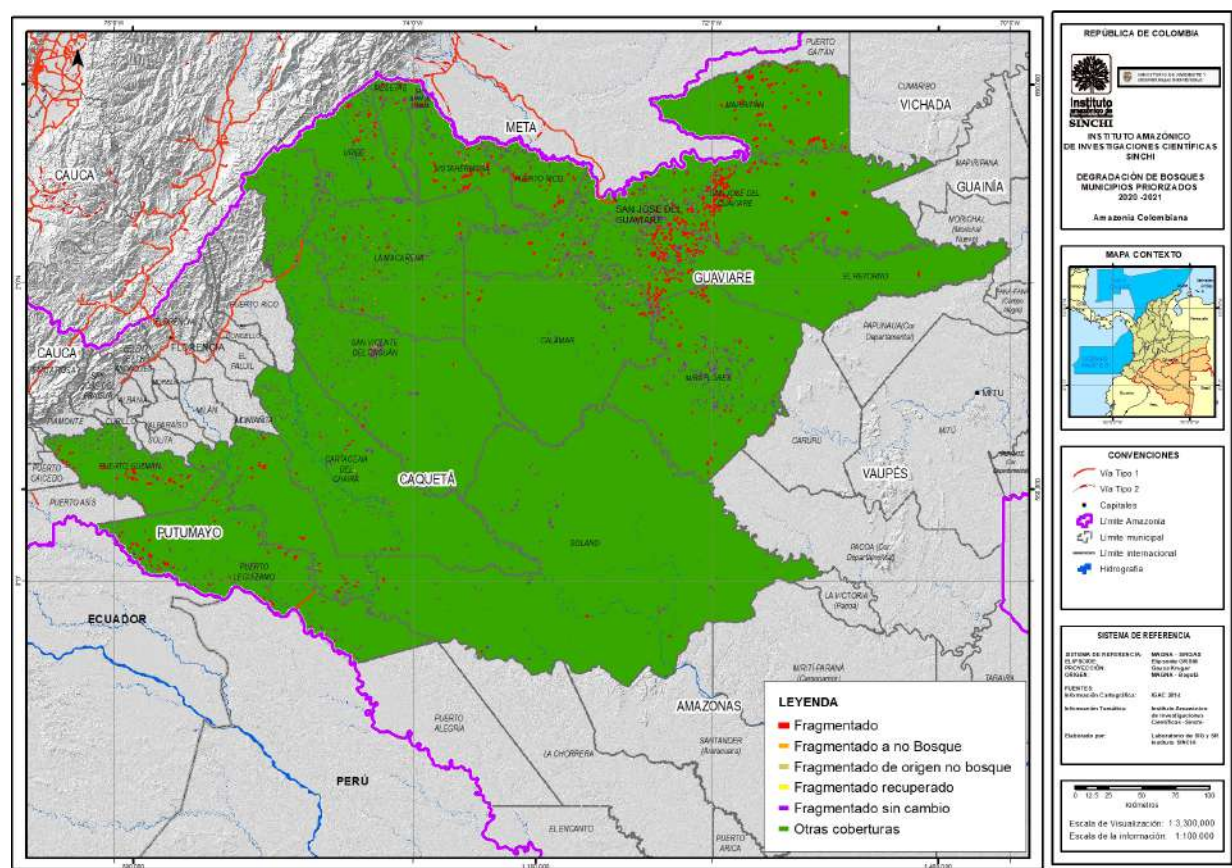
Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.6. Tasa media anual de degradación de Bosques TMADB

Para el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Amazonia colombiana (SIMCOBA), la degradación de bosques consiste en la forma como se deterioran los bosques nativos por procesos de perforación de su continuidad horizontal a causa de la implantación de otras coberturas de origen antrópico como pastos, cultivos o vegetación secundaria, en pequeñas áreas. A partir de esto, se determina la Tasa media anual de degradación de bosques, mediante el cálculo del área reportada de los bosques fragmentados provenientes de bosques naturales del periodo anterior y se divide por el número de años entre los periodos analizados (Murcia, et al., 2011).

En el periodo correspondiente a los años 2020 – 2021, se identificó una degradación de 22.558 ha/año, haciéndose más frecuente en ciertos núcleos donde la degradación fue más alta, esto principalmente en los municipios de San José del Guaviare (Guaviare), El Retorno (Guaviare), Mapiripán (Meta) y Puerto Guzman (Putumayo) (Figura 157)

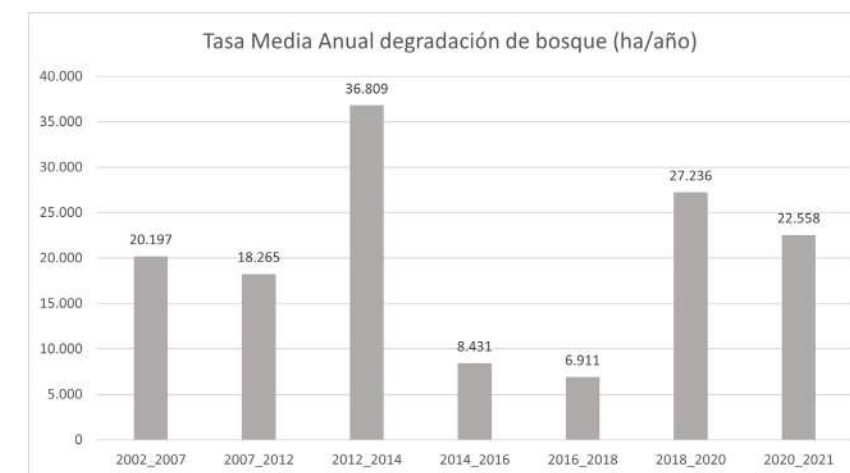
Figura 157. Mapa localización de bosques degradados en el periodo 2020-2021 para 17 municipios priorizados



Fuente: Sinchi (2022).

La tendencia de cambio de la tasa de degradación media anual de los bosques entre 2002-2021 en los 17 municipios priorizados evidenció que el periodo con la tasa más alta estuvo entre los años 2012 y 2014 con una tasa de 36.809 ha/año, seguido por el periodo 2018 – 2020 con 27.236 ha/año; sin embargo, en el periodo 2020-2021 se presentó una disminución de 4.678 ha/año (Figura 158).

Figura 158. Tendencia de cambio de áreas de bosques fragmentados (ha/año) periodo 2002 – 2021 en los 17 municipios priorizados

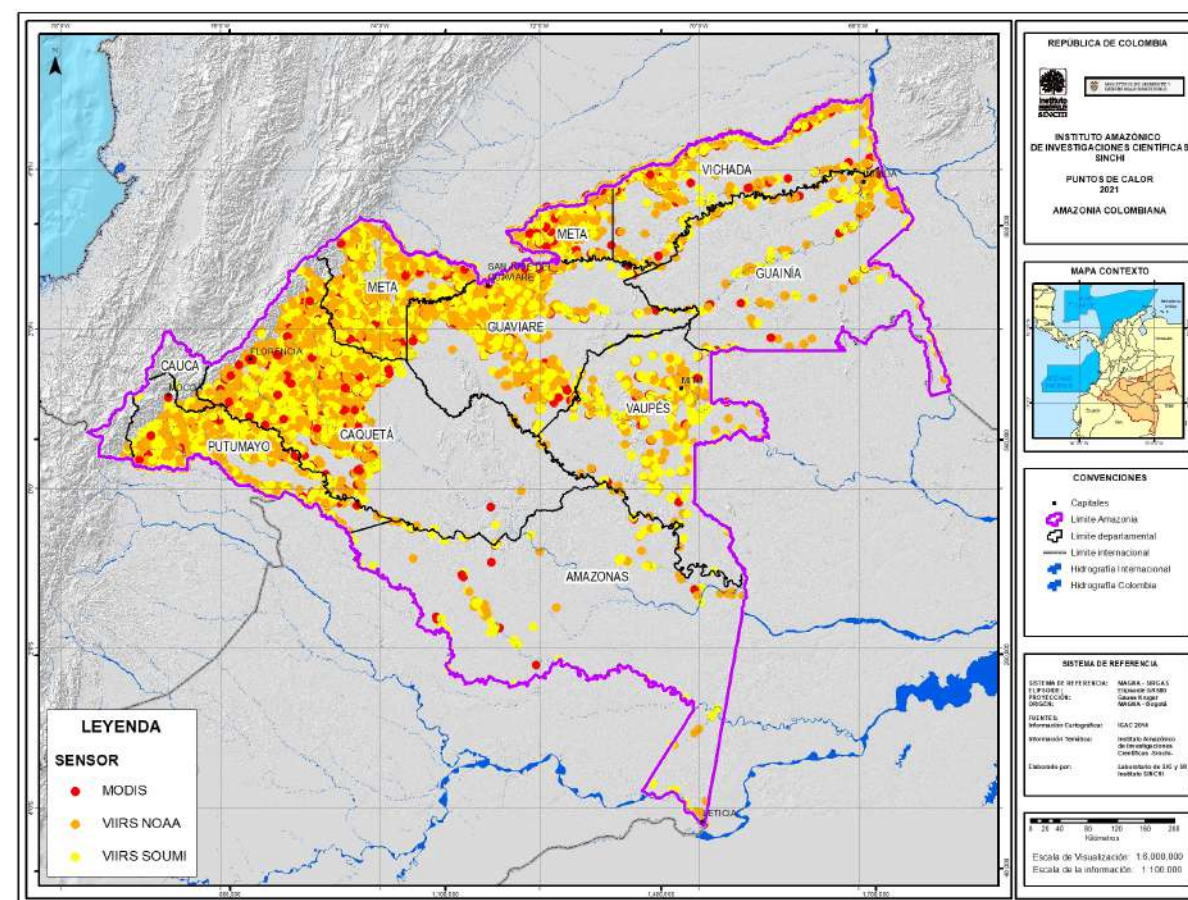


Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.7. Puntos de Calor

El instituto Sinchi recopila datos de puntos de calor desde el año 2000, los cuales se descargan diariamente del Sistema de Información sobre Incendios para la Gestión de Recursos (FIRMS) de la NASA, el cual reporta información de los sensores MODIS y VIIRS, que se encuentran presentes en los satélites Terra, Aqua y Suomi-NPP, los cuales orbitan el planeta todos los días; estos puntos no son exactamente incendios forestales, pero suelen ser aproximaciones a incendios o potenciales fuentes de fuegos o quemas (<https://siatic.co/puntos-de-calor/>). En el año 2021 fueron detectados 43.418 puntos de calor (Figura 159), principalmente en los departamentos de Meta (13.291), Caquetá (11.467) y Guaviare (9.719).

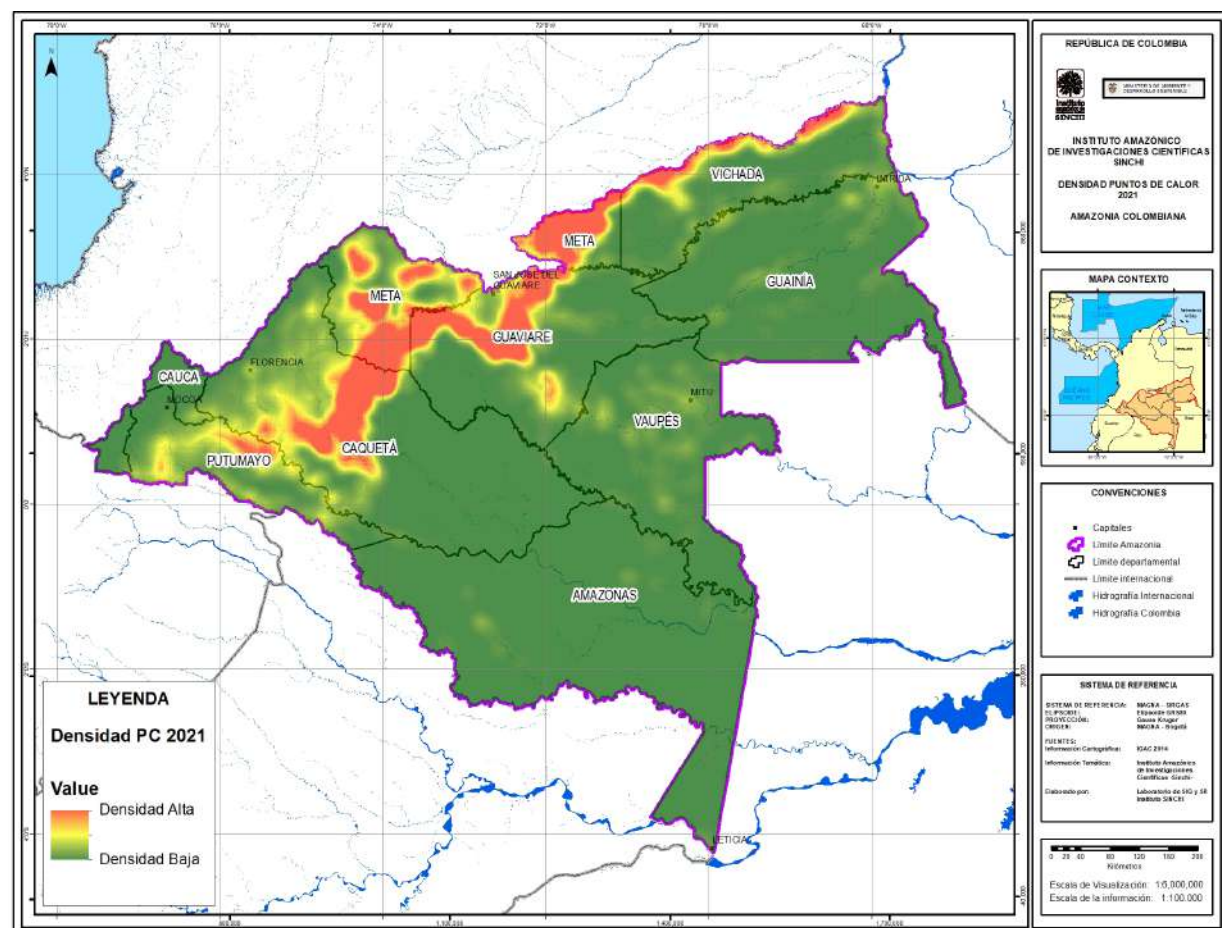
Figura 159. Localización de puntos de calor clasificados por sensor para el año 2021



Fuente: Sinchi (2022).

Espacialmente la mayor concentración de puntos de calor se localiza en la zona de frontera agropecuaria, durante los tres primeros meses de cada año. En el mapa de la Figura 160 se pueden ver las zonas con las mayores concentraciones de puntos de calor detectados durante el año 2021, principalmente en los municipios de La Macarena, El Retorno y San José del Guaviare.

Figura 160. Mapa de densidad de puntos de calor detectados por los sensores MODIS y VIIRS en el año 2021

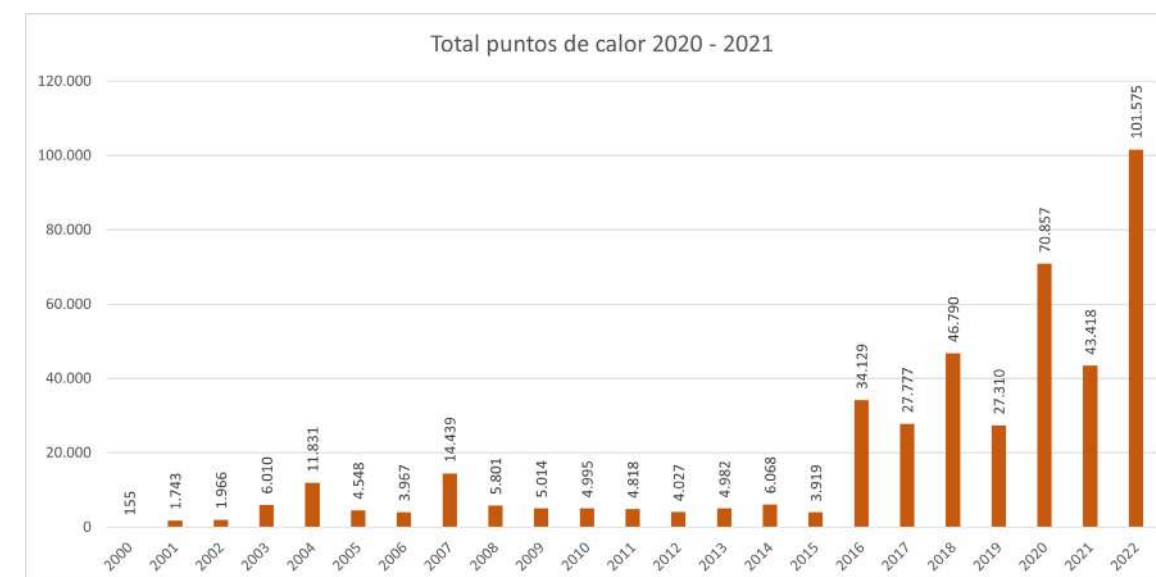


Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.8. Reporte anual

En 2021 se reportaron 43.418 puntos de calor, lo que equivale al 13% del total de los puntos registrados en la Amazonia desde el año 2000. Adicionalmente, el año que presentó el registro histórico más alto de puntos de calor fue 2020 con 70.587 puntos. Por último, entre 2016 a 2021 se reportó el 75% (250.281) del total puntos de calor registrados durante todo el monitoreo (Figura 161).

Figura 161. Puntos de calor registrados desde el año 2000 al 2021

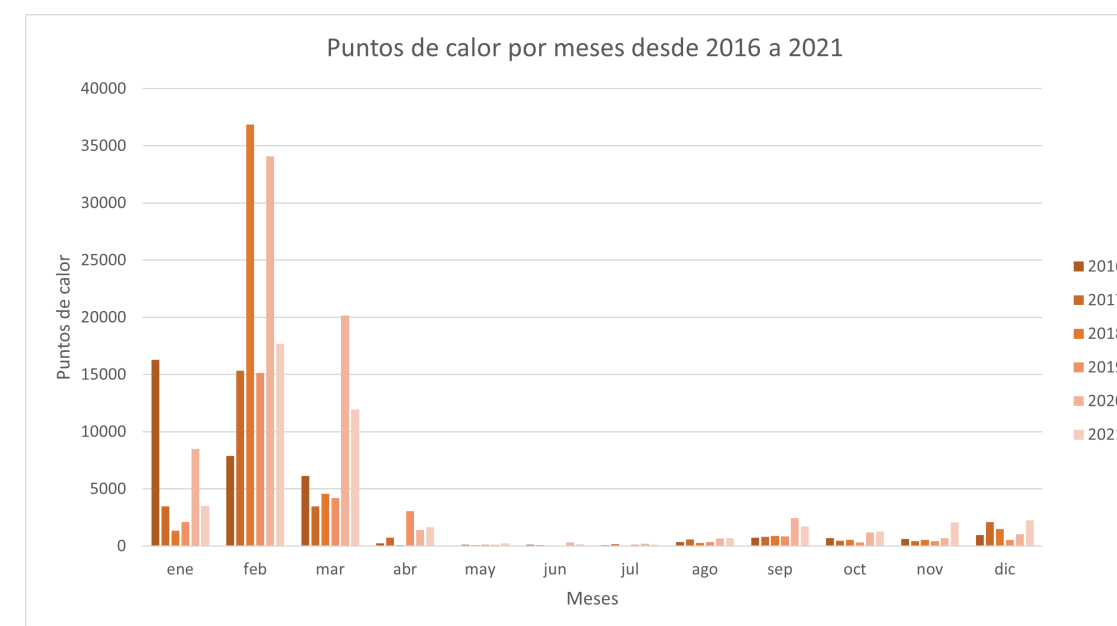


Fuente: SIATAC (2022).
<http://siatac.co/web/guest/monitoreo-fuegos/puntos-de-fuego>

3.2.1.2.9. Reporte Mes/Año

A continuación, se presenta el reporte de comparación entre cada uno de los meses del año para las distintas temporalidades comprendidas entre 2016 y 2021:

Figura 162. Puntos de calor registrados por meses desde el año 2016 al 2021



Fuente: SIATAC (2022).
<http://siatac.co/web/guest/monitoreo-fuegos/puntos-de-fuego>

La distribución mensual de los puntos de calor desde el año 2016 hasta 2021, evidencia que los mayores reportes se han concentrado en el primer trimestre cada año (Figura 162). Lo anterior, puede estar relacionado con el factor de tiempo atmosférico, pues la región Amazónica presenta una tendencia a registrar los valores de temperatura más bajos a mediados del año y a un aumento en la precipitación después del segundo trimestre del año (Arango C, Dorado J, Guzmán D, Ruiz J F. , 2010), por esta razón, en temporada de menos lluvias entre enero y marzo, es mayor la probabilidad de ocurrencia de incendios lo que lleva a una detección mayor de puntos de calor por los sensores.

Tabla 25. Puntos de calor de la Amazonia colombiana mes/año de 2016 a 2021

Mes/Año	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	PC	%	PC	%	PC	%	PC	%	PC	%	PC	%
Enero	16.283	48	3.463	12	1.339	3	2.102	8	8.492	12	3.497	8
Febrero	7.871	23	15.344	55	36.844	79	15.137	55	34.00	48	17.714	41
Marzo	6.12	18	3.474	13	4.597	10	4.209	15	20.16	28	11.95	28
Abril	228	1	723	3	105	0	3.067	11	1.431	2	1.67	4
Mayo	40	0	122	0	85	0	129	0	112	0	246	1
Junio	125	0	109	0	48	0	31	0	319	0	160	0
Julio	87	0	168	1	55	0	132	0	205	0	145	0
Agosto	353	1	586	2	271	1	344	1	664	1	699	2
Septiembre	747	2	807	3	892	2	864	3	2.456	3	1.731	4
Octubre	709	2	455	2	532	1	317	1	1.178	2	1.259	3
Noviembre	612	2	430	2	536	1	447	2	700	1	2.077	5
Diciembre	954	3	2.096	8	1.486	3	531	2	1.05	1	2.27	5
Total general	34.129	100	27.777	100	46.79	100	27.31	100	70.857	100	43.418	100

Fuente: SIATAC (2022).
(<http://siatac.co/web/guest/monitoreo-fuegos/puntos-de-fuego>)

3.2.1.2.10. Reporte por sensor

En la Tabla 26 se puede observar el comportamiento de los puntos de calor en la Amazonia colombiana para cada uno de los meses del año. Las cifras se presentan desde el año 2016 al año 2021, discriminadas por el sensor en el que fue registrado el evento.

- El sensor MODIS está a bordo de los satélites Aqua y Terra de la NASA. Transmite datos en 36 bandas que van desde el espectro visible hasta el infrarrojo térmico con una resolución espacial de 1 km.
- El sensor VIIRS está a bordo de los satélites SUOMI y NOAA, de la NASA y creados para monitoreo de la tierra; el sensor incorpora canales sensibles al fuego utilizando la banda I con 375m de resolución espacial.

Debido a la diferencia en la resolución espacial de los dos sensores, VIIRS tiene una tendencia a detectar una mayor cantidad de eventos comparado con MODIS.

Tabla 26. Total de puntos de calor presentes en la Amazonia por sensor para los meses de los años 2016 a 2021

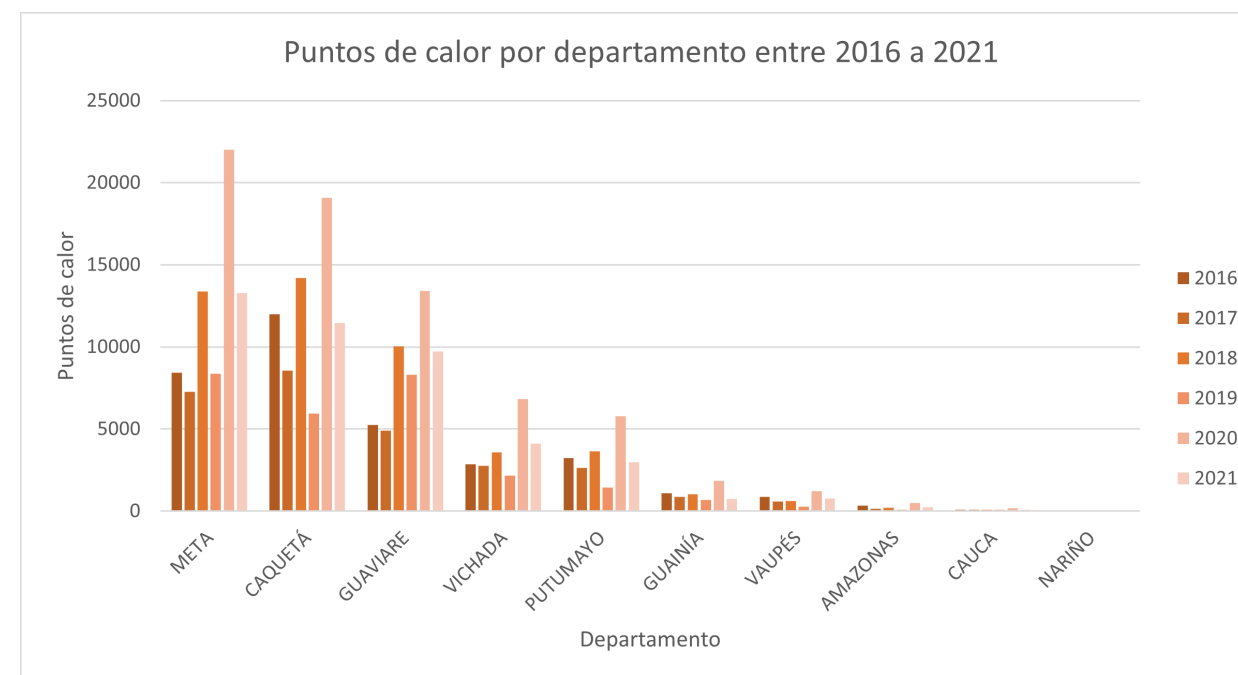
mes/Año	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	MODIS	VIIRS	MODIS	VIIRS	MODIS	VIIRS	MODIS	VIIRS	MODIS	VIIRS	MODIS	VIIRS
Enero	3,502	12,781	698	2,765	351	988	412	1,69	974	7,518	437	3,06
Febrero	1,543	6,328	3,345	11,999	7,778	29,066	3	12,137	4,265	29,825	2,322	15,392
Marzo	1,37	4,75	633	2,841	766	3,801	962	3,247	2,54	17,62	1,354	10,506
Abril	21	207	148	575	12	93	805	2,258	182	1,249	155	1,515
Mayo	8	32	39	83	19	66	27	102	10	102	23	223
Junio	26	99	17	92	4	44	8	23	30	269	18	142
Julio	14	73	17	151	13	42	24	108	14	191	1	144
Agosto	71	282	70	516	40	231	53	291	24	640	59	640
Septiembre	111	636	126	681	130	762	144	720	174	2,282	107	1,624
Octubre	113	596	83	372	99	433	63	254	93	1,085	107	1,152
Noviembre	120	492	96	334	119	417	64	383	72	628	201	1,876
Diciembre	170	784	428	1,668	307	1,179	96	433	149	901	290	1,98
Total general	7,069	27,06	5,7	22,077	9,668	37,122	5,664	21,646	8,527	62,33	5,074	38,344

Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.11. Reporte por Departamento/Año

A continuación, en la Figura 163 se muestran los puntos de calor por departamento para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021.

Figura 163. Puntos de calor por departamento desde 2016 a 2021



Fuente: SIATAC (2022).
(<http://siatac.co/web/guest/monitoreo-fuegos/puntos-de-fuego>)

Durante 2021, los departamentos con mayor cantidad de puntos de calor detectados fueron Meta, Caquetá y Guaviare con el 79% (34.477 puntos) del total de los puntos registrados; en contraste, los departamentos con menos registros fueron Cauca (80 puntos) y Nariño (10 puntos). Adicionalmente, con respecto a 2020, se presentó una reducción generalizada de registros de puntos de calor del 38%, siendo Meta y Caquetá los que presentaron mayores reducciones pasando de 22.017 a 13.291 y 19.083 a 11.497 respectivamente (Tabla 27).

Tabla 27. Total de puntos de calor registrados en la Amazonia por departamentado desde 2016 a 2021

Departamento /año	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	PC	%	PC	%	PC	%	PC	%	PC	%	PC	%
META	8.428	25	7.25	26	13.374	29	8.367	31	22.017	31	13.291	31
CAQUETÁ	11.989	35	8.548	31	14.204	30	5.951	22	19.083	27	11.467	26
GUAVIARE	5.255	15	4.897	18	10.03	21	8.296	30	13.403	19	9.719	22
VICHADA	2.845	8	2.754	10	3.594	8	2.153	8	6.828	10	4.116	9
PUTUMAYO	3.224	9	2.636	9	3.653	8	1.427	5	5.799	8	2.987	7
GUAINÍA	1.101	3	863	3	1.031	2	690	3	1.842	3	737	2
VAUPÉS	859	3	587	2	612	1	271	1	1.223	2	782	2
AMAZONAS	334	1	154	1	197	0	85	0	480	1	228	1
CAUCA	82	0	79	0	87	0	67	0	162	0	81	0
NARIÑO	12	0	9	0	8	0	3	0	20	0	10	0
Total general	34.129	100	27.777	100	46.79	100	27.31	100	70.857	100	43.418	100

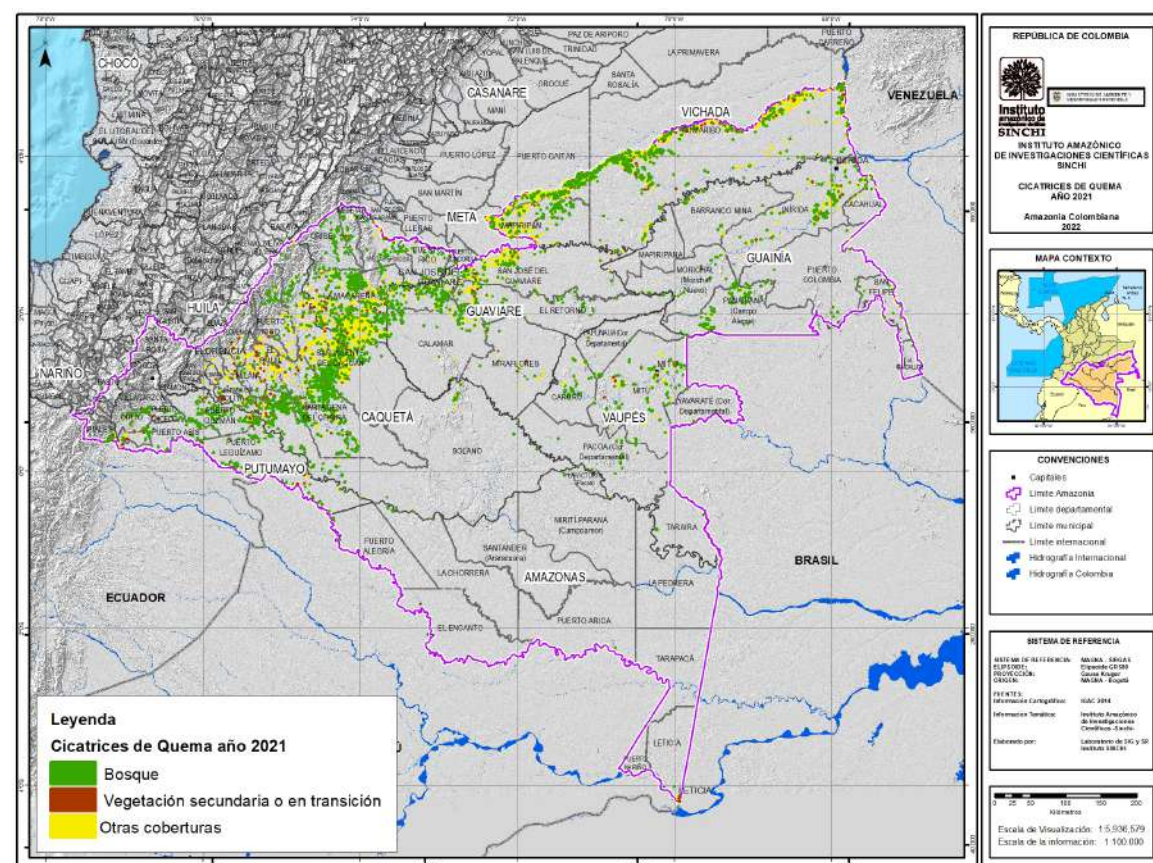
Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.12. Cicatrices de Quema

Desde el año 2017, se realiza el monitoreo mensual de cicatrices de quema que corresponden al rastro de quema sobre una superficie que ha sido afectada por el fuego; estas son generadas a escala 1:100.000 y clasificadas a partir de imágenes de satélite Landsat que cumplen un porcentaje de nubosidad menor a 30%.

En la Figura 164, se muestra las áreas que fueron identificadas como cicatrices de quema en Amazonia colombiana para el año 2021, dónde la zona noroccidental presentó la mayor concentración de áreas afectadas por incendios y coincide con las zonas con mayor densidad de puntos de calor.

Figura 164. Mapa cicatrices de quema en la Amazonia colombiana para el año 2021

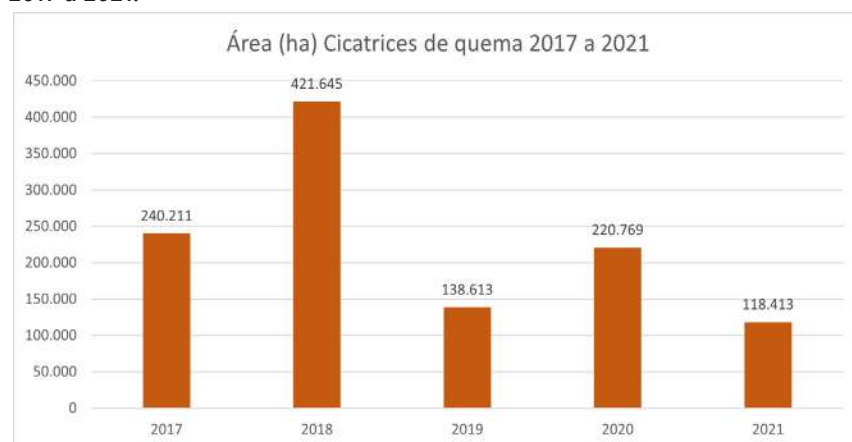


Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.13. Reporte anual

Durante el 2021, se presentó una reducción del 46 % (121.798 ha) en el área de cicatrices de quema con respecto a 2020. Adicionalmente, el año que presentó el mayor registro de cicatrices fue 2018 con 421.645 ha (Figura 165)

Figura 165. Área ha de cicatrices de quema en la Amazonia colombiana desde 2017 a 2021.

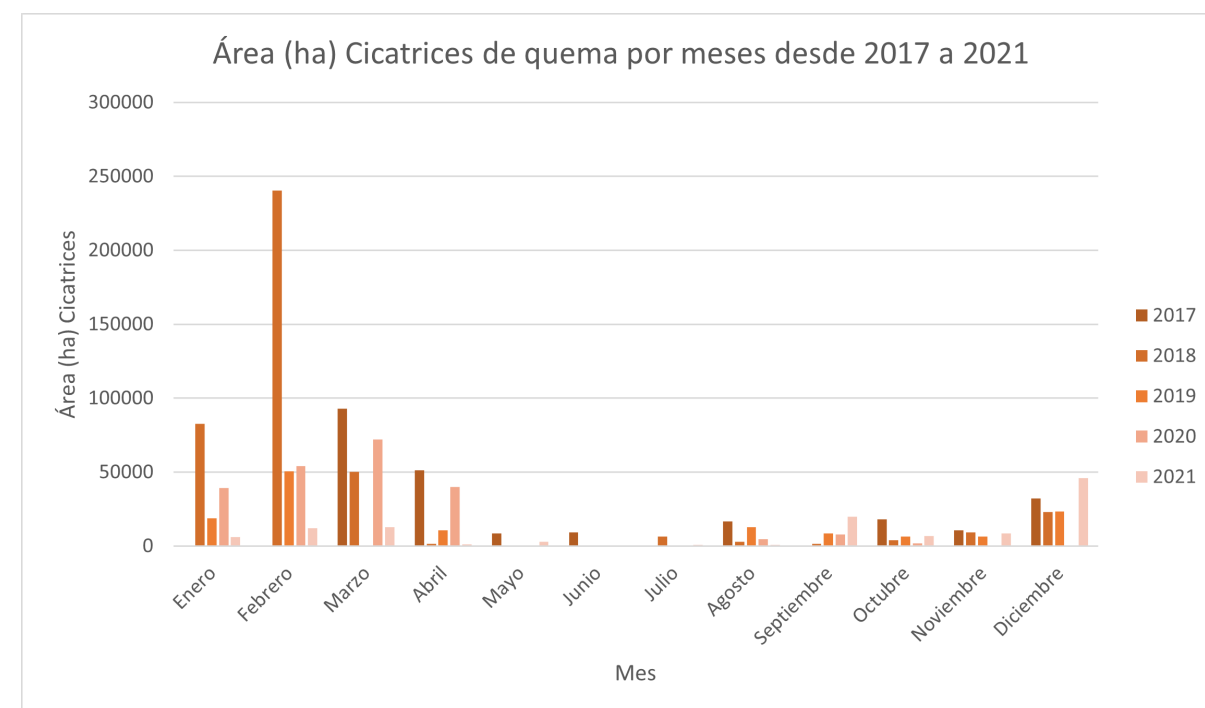


Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.14. Reporte Mes/Año

En la Figura 166 se muestran las áreas de cicatrices de quema en la Amazonia colombiana por año y mes.

Figura 166. Cicatrices de quema en la Amazonia colombiana por mes desde 2017 a 2021



Fuente: Sinchi (2022).

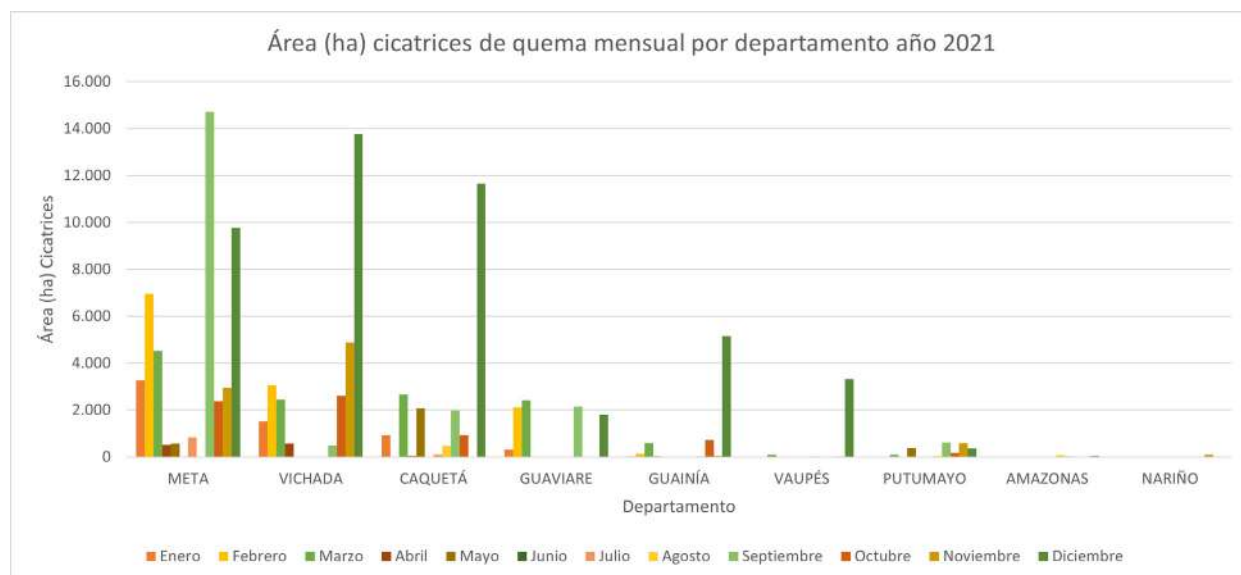
El comportamiento mensual de las áreas identificadas como cicatrices de quema mostró una tendencia similar a la que se reportó en la cantidad de registros de puntos de calor, donde en el trimestre de enero, febrero y marzo se presentaron los valores más altos en el año, seguido por los trimestres de los registros más bajos en cuanto a las áreas afectadas por incendios y se presentó un alza leve para el final del año. Es de resaltar que el año 2018 presentó los valores más altos, donde febrero alcanzó las 240.288 ha afectadas, mientras en el año 2021 se presentó una reducción significativa en el primer trimestre con respecto a 2018 del 92 %.

3.2.1.2.15. Reporte por departamento / año

En la Figura 167 se muestran las áreas de cicatrices de quema mensual por departamento para el año 2021, donde el Meta con el 39 % (46.510 ha), Vichada con el 25 % (29.341 ha) y Caquetá con el 18 % (20.863 ha) de los registros son los departamentos con las mayores áreas identificadas con cicatrices durante todo el año. Adicionalmente, el departamento del Meta reportó el mayor registro de cicatrices en el mes de septiembre con 14.718 ha, y en diciembre Vichada con 13.774 ha y Caquetá con 11.655 ha.

Teniendo en cuenta que los departamentos con los mayores registros, coinciden con los de mayor intervención antrópica, es de resaltar que en la actualidad el constante uso del fuego como práctica para la limpieza y el manejo de zonas agrícolas, la expansión de la ganadería ocupando tierras por medio de la tala y quema de bosques, y la sinergia entre sequías prolongadas y fuertes dinámicas antropogénicas, han incrementado la magnitud y ocurrencia de los incendios en la Amazonia colombiana (Otavo, Murcia, 2019)

Figura 167. Área de cicatrices de quema mensual por departamento para el año 2021



Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.16. Reporte por cobertura afectada

Posterior a la obtención de las cicatrices de quema, se aplica un proceso SIG de intersección mediante el cual se clasifican las cicatrices que se ubican en áreas que eran bosques, según la capa de bosques más reciente generada por el IDEAM (Ideam, 2022). Sobre los polígonos restantes, se aplica el mismo proceso SIG (intersección) con la capa de coberturas de la tierra, del periodo más reciente (Sinchi, 2022) y se clasifican las cicatrices que se ubican en donde había vegetación secundaria u otras coberturas, principalmente pastos (Tabla 28).

Tabla 28. Área (ha) de cicatrices de quema mensual por cobertura afectada durante el 2021

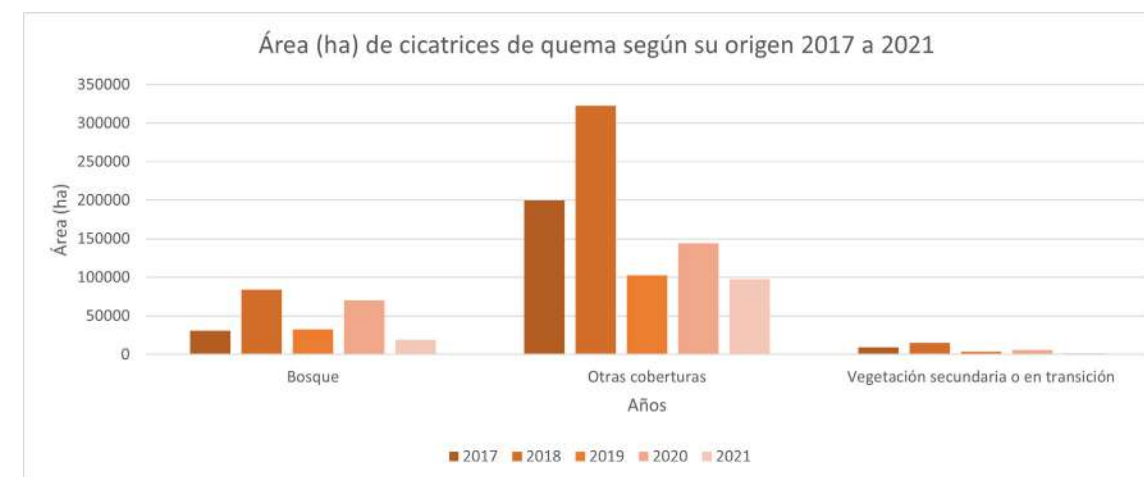
Mes/Origen	Bosque	Otras coberturas	Vegetación secundaria o en transición
Enero	565	5,464	34
Febrero	444	11,818	22
Marzo	4,403	8,073	363
Abril	542	614	22
Mayo	2,382	571	85
Junio	19	0	0
Julio	779	162	4
Agosto	341	278	40
Septiembre	2,468	17,427	122
Octubre	407	6,27	140
Noviembre	478	8,023	130
Diciembre	6,163	39,226	536
Total general	18,99	97,925	1,498

Fuente: Sinchi (2022).

En la Tabla 28 se muestra que las zonas con mayor afectación por fuego están identificadas como “otras coberturas”, que generalmente son pastos o herbazales (97.925 ha), seguido por la cobertura de bosques, la cual entre los meses de marzo, mayo, septiembre y diciembre reportó 15.416 ha de área quemada, es decir, el 81 % del área total del bosque afectado durante 2021.

Realizando la comparación anual, en 2021 se reportó una disminución del área afectada de bosque del 73% (51.619 ha) con respecto a 2020; igualmente, el origen clasificado como “otras coberturas” presentó una disminución del 32% (46.207 ha) y la vegetación secundaria o en transición del 75% (4.529 ha). Adicionalmente, el año que presentó el registro de afectación de bosque por incendios más alto fue 2018 con 84.057 ha (Figura 168).

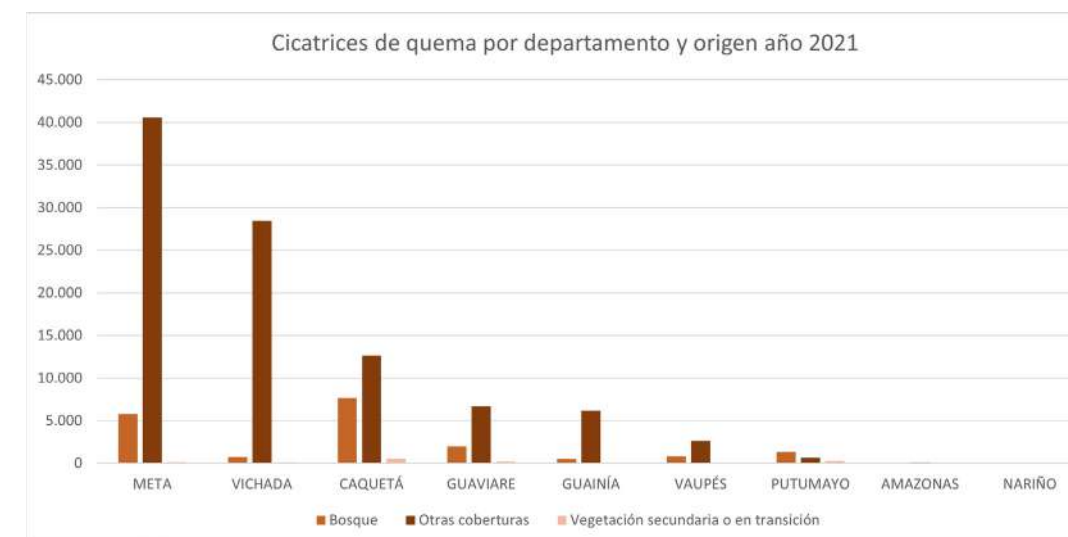
Figura 168. Área de cicatrices de quema según su origen desde 2017 a 2021



Fuente: Sinchi (2022).

Con respecto a las coberturas afectadas por departamento, en la Figura 169 se muestra que el departamento que reportó las mayores afectaciones en los bosques fue Caquetá con 7.657 ha, seguido del Meta con 5.770 ha y Guaviare con 1.975 ha, entre los tres suman el 81 % del área quemada de bosques durante 2021. Por otro lado, El origen de otras coberturas, los departamentos del Meta, Vichada y Caquetá presentan los grados más altos de afectación con el 81.663 ha, es decir, el 83 % de toda el área de esas coberturas. Por último, la mayor afectación de vegetación secundaria por incendios se detectó en Caquetá con 569 ha y Putumayo con 296 ha.

Figura 169. Área de cicatrices de quema por departamento y origen para el año 2021



Fuente: Sinchi (2022).

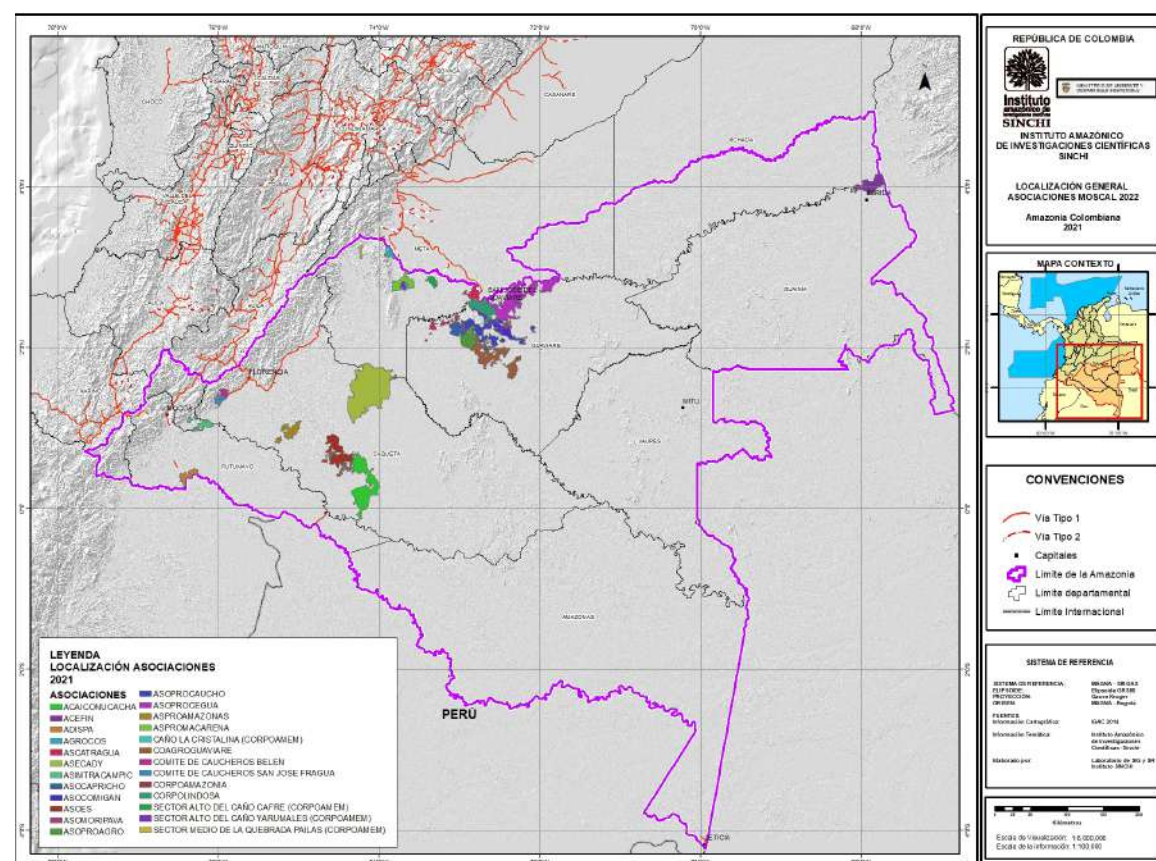
3.2.1.2.17. Módulo de seguimiento al cumplimiento de los acuerdos locales de conservación del bosque MoSCAL

El MoSCAL es el módulo de seguimiento al cumplimiento de los acuerdos locales de conservación del bosque del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC. El principal objetivo es producir información que permita analizar y evaluar el cumplimiento de los acuerdos de conservación del bosque establecidos dentro del "Subacuerdo VA No. 001 de 2016 celebrado entre el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Patrimonio Natural Programa REDD EARLY MOVERS –REM– COLOMBIA– Subacuerdo para implementación del pilar 3 agroambiental del programa visión Amazonía".

Desde el año 2017, se viene haciendo seguimiento a los acuerdos de conservación de bosque, suscritos con algunas Asociaciones de productores campesinos de la Amazonia Colombiana. En la actualidad se cuenta con 2.611 predios en 25 asociaciones con acuerdos de conservación suscritos. Adicionalmente, las Asociaciones tienen un área total de 1.395.497 ha, de las cuales, al año 2021, 610.883 ha corresponden a superficie de bosque. Igualmente, se cuenta con información de áreas de bosque para los periodos de julio 2017, enero 2018, julio 2018, enero 2019, julio 2019, enero 2020, julio 2020, enero 2021 y julio 2021.

Con respecto a los 2.611 predios, éstos tienen un área de conservación de bosque de 102.215 ha. Especialmente esos predios se enmarcan en las zonas que cubren las Asociaciones que hacen parte de los acuerdos de conservación. En la Figura 170 se presenta el mapa de localización las Asociaciones que hacen parte de los acuerdos de conservación.

Figura 170. Mapa de localización de las Asociaciones MoSCAL



Fuente: Sinchi (2022).

De acuerdo con las fechas de ingreso de las Asociaciones a los acuerdos de conservación de bosque, 19 Asociaciones corresponden a línea base 2017II, y seis (6) a la línea base 2019II, como se indica en la Tabla 29.

Tabla 29. Área (ha) de las Asociaciones con acuerdos de conservación

ASOCIACIÓN	ÁREA EN HECTAREAS	LÍNEA BASE
ACAICONUCACHA	148,792	2017II
ACEFIN	57,673	2017II
ADISPA	22,403	2019II
AGROCOS	12,997	2017II
ASCATRAGUA	44,978	2017II
ASECADY	290,665	2017II
ASIMTRACAMPIC	23,845	2017II
ASOCAPRICHIO	32,825	2017II
ASOCOMIGAN	30,765	2017II
ASOES	81,847	2017II
ASOMORIPAVA	7,396	2017II
ASOPROAGRO	42,473	2017II
ASOPROCAUCHO	110,985	2017II
ASOPROCEGUA	151,161	2017II
ASPROAMAZONAS	40,659	2017II
ASPROMACARENA	35,72	2017II
CAÑO LA CRISTALINA (CORPOAMEM)	6,096	2019II
COAGROGUAVIARE	116,091	2017II
COMITE DE CAUCHEROS BELEN	10,028	2017II
COMITE DE CAUCHEROS SAN JOSE FRAGUA	13,205	2017II
CORPOLINDOSA	56,413	2017II
CORPOAMAZONIA	26,273	2019II
SECTOR ALTO DEL CAÑO CAFRE (CORPOAMEM)	13,39	2019II
SECTOR ALTO DEL CAÑO YARUMALES (CORPOAMEM)	6,097	2019II
SECTOR MEDIO DE LA QUEBRADA PAILAS (CORPOAMEM)	4,429	2019II

Fuente: Sinchi (2022).

3.2.1.2.18. Variable de línea base

Para el área de Asociaciones que se tenían definidas a diciembre de 2021, se tienen generadas las capas de Bosque – No bosque para la línea base 2017II, y las siguientes actualizaciones: 2018I, 2018II, 2019I, 2019II, 2020I, 2020II, 2021I y 2021II. Con base en estas capas, se generó la variable de línea base de bosque para las Asociaciones, y los predios que se encuentran contenidos en estas áreas.

Los datos de línea base de área de bosque para cada una de las asociaciones en los diferentes periodos medidos se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30. Área (ha) de bosque para las Asociaciones con acuerdos de conservación

ASOCIACIÓN	jul_2017	Ene_2018	jul_2018	ene_2019	jul_2019	ene_2020	jul_2020	ene_2021	jul_2021
ACAICONUCACHA	111,531	109,713	109,556	106,787	106,549	105,502	104,774	103,195	102,748
ACEFIN	44,681	44,448	43,977	43,866	43,238	43,167	42,965	42,943	42,914
ADISPA					8,697	8,634	8,54	8,486	8,454
AGROCOS	6,587	6,371	6,306	6,145	6,052	5,759	5,658	5,512	5,466
ASCATRAGUA	20,32	18,548	18,253	17,177	17,004	16,561	15,851	15,511	15,115
ASECADY	172,794	163,937	162,52	155,258	154,814	147,982	143,993	137,096	135,797
ASIMTRACAMPIC	11,507	10,964	10,897	10,62	10,406	10,19	9,984	9,732	9,677
ASOCAPRICO	15,97	15,255	14,983	14,028	13,933	13,388	13,07	12,277	12,168
ASOCOMIGAN	13,263	12,646	12,453	12,218	12,156	12,004	11,82	11,368	11,191
ASOES	37,278	34,73	34,461	32,809	32,761	32,139	31,845	31,117	30,927
ASOMORIPA	4,86	4,658	4,532	4,351	4,318	4,195	4,12	3,983	3,903
ASOPROAGRO	17,08	15,564	15,03	14,211	13,929	13,259	13,255	12,462	12,365
ASOPROCAUCHO	34,188	32,768	31,934	31,15	30,983	30,048	29,812	28,956	28,697
ASOPROCEGUA	67,36	65,022	64,077	63,201	62,643	61,756	61,02	60,126	59,665
ASPROAMAZONAS	14,735	14,223	14,204	13,691	13,354	12,937	12,856	12,418	12,37
ASPROMACARENA	21,128	19,979	19,588	18,659	18,396	18,025	17,59	16,925	16,468
CAÑO LA CRISTALINA (CORPOAMEM)					2,477	2,456	2,4	2,378	2,363
COAGROGUAVIARE	74,68	71,149	69,342	66,379	64,992	62,889	62,871	59,337	58,563
COMITE DE CAUCHEROS BELEN	2,322	2,299	2,274	2,257	2,222	2,179	2,173	2,164	2,162
COMITE DE CAUCHEROS SAN JOSE FRAGUA	2,846	2,821	2,791	2,781	2,742	2,715	2,698	2,694	2,694
CORPOAMAZONIA					15,569	15,178	15,127	14,879	14,807
CORPOLINDOSA	19,528	19,046	18,859	18,536	18,525	18,461	18,407	18,359	18,313
SECTOR ALTO DEL CAÑO CAFRE (CORPOAMEM)					5,313	5,262	5,072	4,926	4,896
SECTOR ALTO DEL CAÑO YARUMALES (CORPOAMEM)					3,68	3,513	3,354	3,188	3,073
SECTOR MEDIO DE LA QUEBRADA PAILAS (CORPOAMEM)					1,375	1,363	1,326	1,291	1,263

Fuente: Sinchi (2022).

De acuerdo con los datos de la Tabla 30, para las 19 asociaciones que corresponden a la línea base 2017II, y las seis (6) que corresponden a la línea base 2019II, se ha conservado para el año 2021, de acuerdo con la última medición, 610. 883 ha de bosque. Con relación a los predios, 2.214 corresponden a la línea base 2017II, y 397 a la línea base 2019II, y entre ellos conservan un área total de bosque de 102.214 ha.

3.2.1.2.19. Índice de conservación de bosque

Luego de calculados los datos de bosques para cada periodo, se calcula el indicador del índice de conservación del bosque para cada Asociación para sus correspondientes líneas base. En la Tabla 31 se muestran los datos del índice de conservación de bosque de las Asociaciones que pertenecen a la línea base 2017II, y en la Tabla 31.1, se muestran los datos para la línea base 2019II.

Tabla 31. Índice de conservación de bosque (%) para las asociaciones con acuerdos de conservación línea base 2019 II

ASOCIACIÓN/PERIODO	2017JUL-2018ENE	2017JUL-2018JUL	2017JUL-2019ENE	2017JUL-2019JUL	2017JUL-2020ENE	2017JUL-2020JUL	2017JUL-2021ENE	2017JUL-2021JUL
ACAICONUCACHA	98,37	98,23	95,75	95,53	94,59	93,94	92,53	92,13
ACEFIN	99,48	98,42	98,18	96,77	96,61	96,16	96,11	96,04
AGROCOS	96,72	95,73	93,28	91,88	87,42	85,9	83,68	82,97
ASCATRAGUA	91,28	89,83	84,53	83,68	81,5	78,01	76,33	74,39
ASECADY	94,87	94,05	89,85	89,59	85,64	83,33	79,34	78,59
ASIMTRACAMPIC	95,29	94,7	92,29	90,43	88,55	86,77	84,57	84,1
ASOCAPRICO	95,53	93,82	87,84	87,25	83,83	81,84	76,88	76,2
ASOCOMIGAN	95,35	93,89	92,12	91,66	90,51	89,12	85,71	84,38
ASOES	93,17	92,44	88,01	87,88	86,22	85,43	83,47	82,97
ASOMORIPA	95,84	93,25	89,52	88,86	86,32	84,77	81,96	80,31
ASOPROAGRO	91,12	88	83,2	81,55	77,63	77,6	72,96	72,39
ASOPROCAUCHO	95,85	93,41	91,11	90,62	87,89	87,2	84,69	83,94
ASOPROCEGUA	96,53	95,13	93,82	93	91,68	90,59	89,26	88,58
ASPROAMAZONAS	96,53	96,4	92,91	90,62	87,8	87,25	84,27	83,95
ASPROMACARENA	94,56	92,71	88,31	87,07	85,31	83,26	80,11	77,95
COAGROGUAVIARE	95,27	92,85	88,88	87,03	84,21	84,19	79,46	78,42
COMITE DE CAUCHEROS BELEN	99,01	97,91	97,18	95,69	93,85	93,58	93,19	93,09
COMITE DE CAUCHEROS SAN JOSE FRAGUA	99,11	98,05	97,71	96,33	95,39	94,8	94,65	94,65
CORPOLINDOSA	97,53	96,57	94,92	94,86	94,53	94,26	94,01	93,78

Fuente: Sinchi (2022).

Tabla 31.1. Índice de conservación de bosque (%) para las asociaciones con acuerdos de conservación línea base 2019 II

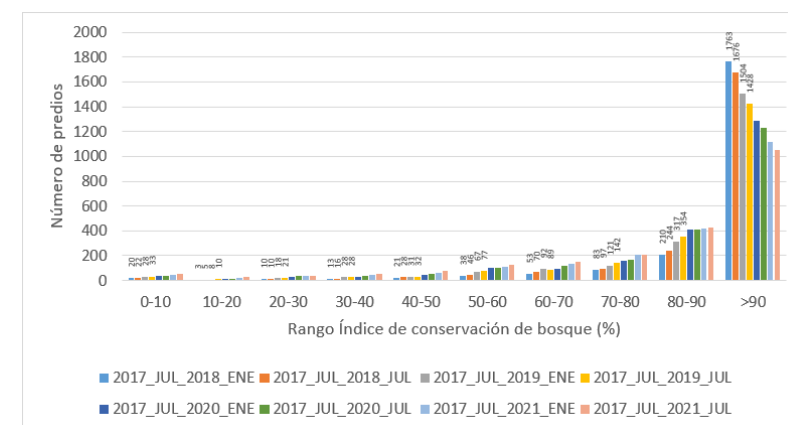
ASOCIACIÓN/PERIODO	2019JUL-2020ENE	2019JUL-2020JUL	2019JUL-2021ENE	2019JUL-2021JUL
ADISPA	99,27	98,19	97,58	97,21
CAÑO LA CRISTALINA (CORPOAMEM)	99,14	96,88	95,99	95,4
CORPOAMAZONIA	97,49	97,16	95,56	95,1
SECTOR ALTO DEL CAÑO CAFRE (CORPOAMEM)	99,05	95,47	92,73	92,15
SECTOR ALTO DEL CAÑO YARUMALES (CORPOAMEM)	95,45	91,14	86,61	83,51
SECTOR MEDIO DE LA QUEBRADA PAILAS (CORPOAMEM)	99,14	96,46	93,93	91,87

Fuente: Sinchi (2022).

En promedio, toda el área de las Asociaciones que corresponden a la línea base 2017II, en los diferentes periodos en los que se han realizado los monitoreos se ha logrado conservar los bosques en un índice superior al 84%, lo que indica que los acuerdos generan un impacto positivo que evita la pérdida de bosque de una manera más acelerada. Igualmente, sucede con las Asociaciones de la línea base 2019II, las cuales tienen un índice de conservación de bosque superior al 92%.

Con relación al índice de conservación de bosque en los predios que corresponden a la línea base 2017II (2.214), en promedio para todos los periodos del monitoreo al año 2021, el 47.4% de los predios de los acuerdos de conservación se ha ubicado por encima del 90% de índice de conservación de bosque (Figura 171). Mientras que los predios de la línea base 2019II (397 predios), el índice de conservación de bosque mayor al 90% se presenta para el 69,5% de los predios (276 predios).

Figura 171. Número de predios por rango de conservación de bosque y periodo



Fuente: Sinchi (2022).

Esta información hace parte del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana, y puede ser consultada en el siguiente enlace: <https://siatac.co/moscal/>.

3.2.1.2.20. Sistema de información ambiental de la amazonia colombiana SIAT – AC

La Amazonia colombiana cuenta con el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC, el cual está conformado por procesos sistematizados y estandarizados de generación de información de temáticas ambientales que dan a conocer el estado de los recursos naturales, y del medio ambiente, este sistema de información opera sobre una plataforma tecnológica robusta de TICs la cual integra sistemas formales de bases de datos, procesos de negocio, aplicativos, infraestructura informática y personal altamente capacitado.

Por medio del sitio WEB <https://siatac.co/> se comparte con la comunidad los resultados del seguimiento realizado al estado y condición de los recursos naturales y del medio ambiente en la región basado en el estudio de los impactos de los disturbios ocasionados sobre el medio ambiente que inciden sobre la realidad biológica, social y ecológica para direccionar las decisiones de actores internacionales, nacionales, regionales y locales, además de generar conocimiento sobre aspectos ambientales del territorio. Para ello dispone de un conjunto de aplicaciones y servicios informáticos al servicio de usuarios especializados, no especializados y de los tomadores de decisiones a través de esta plataforma centralizada de información.

Figura 172. Página principal portal SIAT-AC



Fuente: Sinchi (2022).

En el año 2021 se ejecutaron procesos de generación de información ambiental con el fin de actualizar los datos al periodo 2020 y 2021 y disponer al público:

- Se actualizó la información de monitoreo ambiental del SIAT-AC al 2020 en base de datos, aplicaciones y reportes automatizados para las temáticas de: Simcoba 100k, Moscal, Puntos de Calor, SIMAAC (Sistema de indicadores ambientales de la amazonia Colombiana), Cicatrices de quema, Estratos de intervención, Paisajes Agropecuarios, ecosistemas, restauración rondas hídricas y pendientes, Monitoreo ambiental a nivel municipal Vista Hermosa. Como resultado se actualizaron 604 capas de información y 124 reportes de información en línea. Adicional se actualizó la información de Simcoba 100K a 2021 para 17 municipios priorizados. Esta información está disponible para la descarga abierta y libre en el portal especializado de datos abiertos <https://datos.siatac.co>.

Figura 173. Página principal portal datos abiertos SIAT-AC

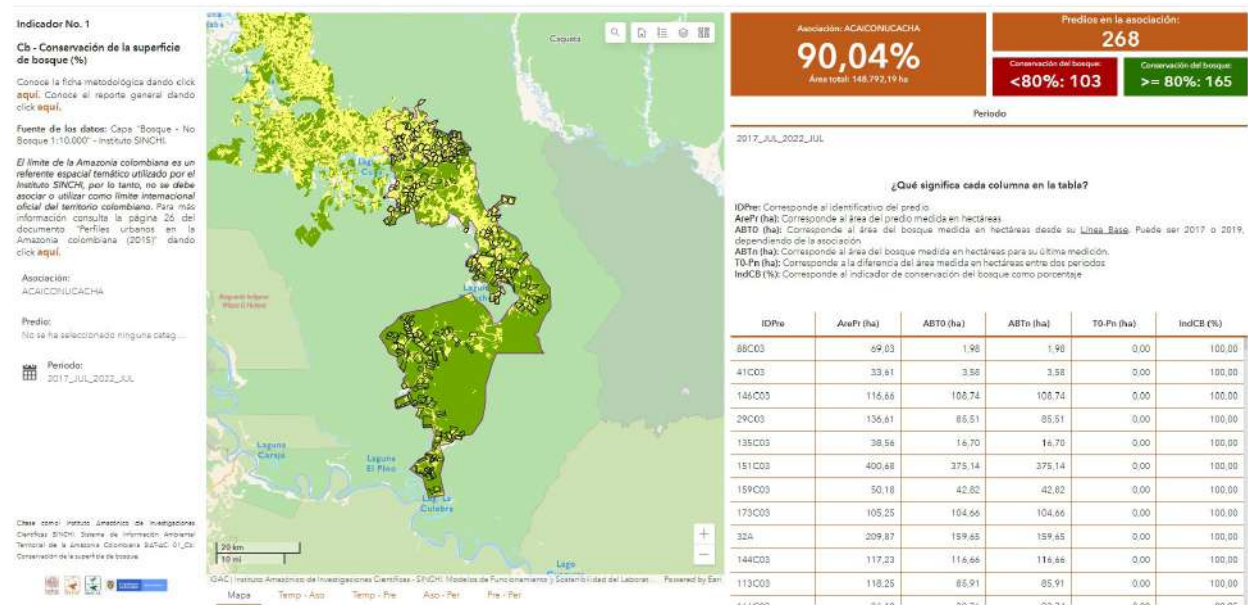


Fuente: Sinchi (2022).

A nivel tecnológico TICs se fortaleció el sistema de producción y publicación de información ambiental:

- Se actualizó el proceso de producción y publicación de información de Moscal: automatización de la producción de indicadores y variables por medio de la herramienta de control de procesos ArcGIS Workflow Manager y en la generación de reportes automatizados en plataforma Google Data Studio y actualización de aplicaciones con mapas (Como se aprecia en la figura 174) incluido el componente de planificación predial.

Figura 174. Interfaz aplicación conservación de superficie de bosque, <https://siatac.co/moscal-mapas/>



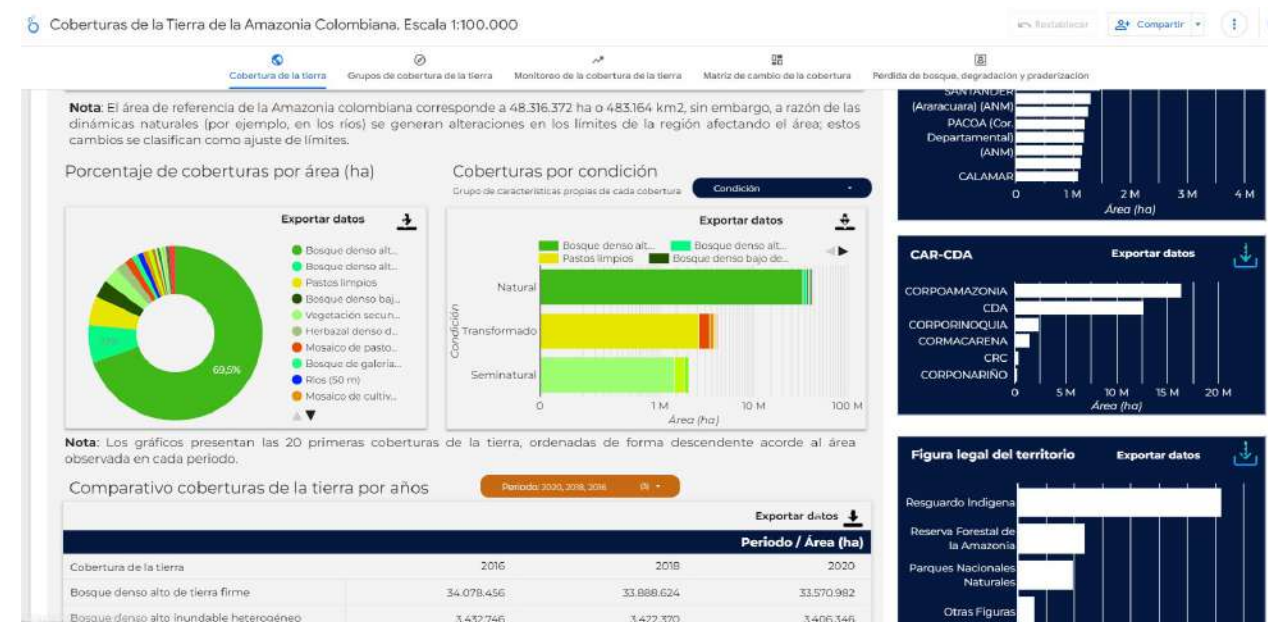
Fuente: Sinchi (2022).

- Se completó la implementación del plan de infraestructura del SIAT-AC a 2021, donde se adquirió una nueva NAS con funcionalidad SAN para soportar el almacenamiento de datos, se realizó el proceso de separación de carga de trabajo de producción y publicación de información instalando y dejando en funcionamiento un único servidor para producción de datos y un único servidor para publicación de información, esto mejora la capacidad de procesamiento de datos para el monitoreo ambiental en la

Amzonía y nos permite avanzar en el monitoreo diario, trimestral, semestral anual y bienal para conocer el estado de Iso recursos naturales

- Se migró el sistema de generación de reportes automatizados de monitoreo ambiental a la plataforma Google DataStudio con conexión directa a la base de datos lo cual permite actualización inmediata de la información expuesta al público una vez se genera para los temas de: Simcoba 100k, Moscal, Puntos de Calor, SIMAAC(Sistema de indicadores ambientales de la amazonia Colombiana), Cicatrices de quema, Estratos de intervención, Paisajes Agropecuarios, ecosistemas, Restauración rondas hídricas y pendientes

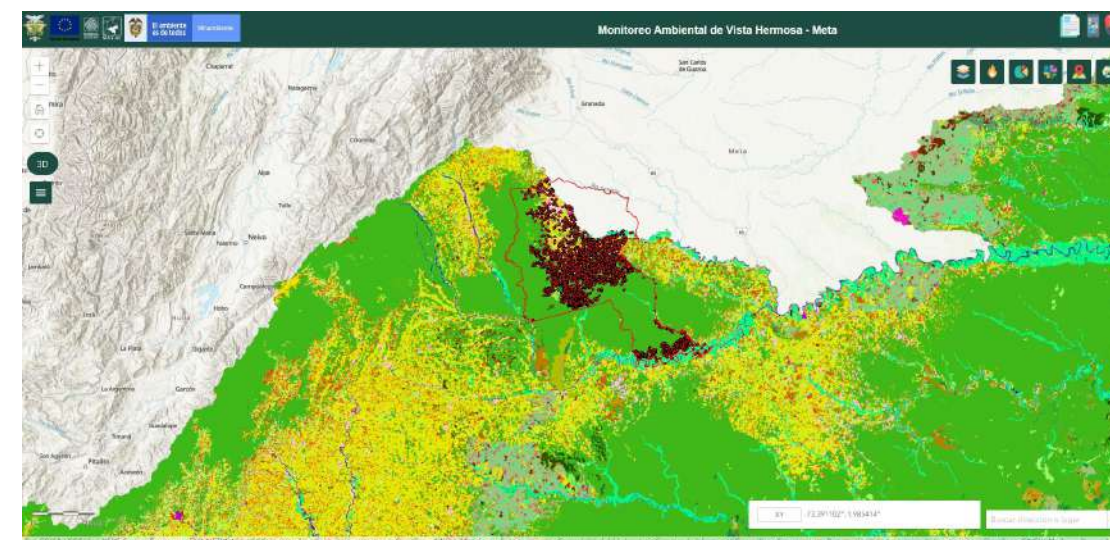
Figura 175. Interfaz Reporte coberturas de la tierra 1:100.000, <https://siatac.co/coberturas-100k/>



Fuente: Sinchi (2022).

- Se actualizó la plataforma de monitoreo ambiental municipal Vista Hermosa al estado del arte en plataforma tecnológica en cuanto a aplicación web y reportes automatizados en Google DataStudio con información de indicadores del seguimiento ambiental municipal de 2021.

Figura 176. Interfaz aplicación de monitoreo ambiental a nivel municipal <https://aplicaciones.siatac.co/vistahermosa/>



Fuente: Instituto Sinchi, 2022

- Se llevo a cabo la primera etapa de construcción del sistema de información de monitoreo ambiental de restauración Ecológica, esta fase se enfocó en procesos de siembra de árboles para reforestación en la Amazonia Colombiana.

Referencias

Arango C, Dorado J, Guzmán D, Ruiz J F. . (2010). Climatología trimestral de Colombia. Bogotá: IDEAM.

Galindo, G., García, M., Ordoñez, M. (2011). Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. IDEAM.

Murcia García U, García S, Baron O. (2017). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2014 al 2016 y coberturas del año 2016. Bogotá: Instituto Sinchi.

Murcia García, U. G., Gualdrón Díaz, A., & Londoño Villegas, M. (2016). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2012 al 2014. Bogotá: Printed in Colombia. Obtenido de http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=b0d68dce-3bb1-494e-ac3b-1b90e71d3014&groupId=762

Murcia García, U. G., Huertas, C. M., Rodríguez Rondón, J. M., & Castellano Quiroz, H. A. (2010). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, datos del año 2007. Printed in Colombia. Obtenido de http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=cdd1f25f-aa52-4f79-85c2-0256110aa818&groupId=762

Murcia, U., & Gualdrón A, L. M. (2016). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonía Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2012 al 2014. Bogotá: Printed in Colombia.

Murcia, U., & Medina, R. (2015). Cambio de uso del suelo: Monitoreo de los bosques y otra coberturas de la Amazonía Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales 2002 a 2012. Bogota.

Otavo, Murcia . (2019). . La amazonia se quema: detección de áreas con mayor ocurrencia de incendios de vegetación como estrategia para la prevención y control. . Revista Colombia amazónica.

SIAT-AC. (2013). Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIATAC. Bogotá D.C.

3.2.1.3. Indicadores de Bienestar Humano Indígena (IBHI): Departamento del Amazonas.

Sinchi: Luis Eduardo Acosta Muñoz, Delio Mendoza Hernández, Pablo Emilio de la Cruz Nassar, Uriel Gonzalo Murcia y Luis Arcángel Juragaro.

Agradecimientos: El proceso investigativo que hoy permite contar con los Indicadores de Bienestar Humano Indígenas (IBHI), ha recorrido un camino abierto desde el año 2003 consolidando resultados hasta el 2020, junto a las Autoridades Tradicionales Indígenas, líderes y dinamizadores locales de comunidades indígenas y a las AATI del Departamento del Amazonas como guías espirituales y liderazgo en el proceso, de quien reconocemos sus aportes en conocimiento y en las discusiones que se adelantaron en diferentes espacios. Fueron muchos quienes contribuyeron a “hacer amanecer” este pensamiento de vida desde distintos bancos de sabiduría y desde distintos ámbitos de experiencias, pero sin lugar a dudas con lo mejor de sus intenciones y capacidades, a continuación, los mencionamos como reconocimiento a sus grandes aportes.

Tabla 32. Dinamizadores locales participantes

AATI	Zona	Etnias	Dinamizador
COIMPA	Puerto Alegría	Murui, Inga	Andrés Sanda Narváez, Ruth Sanda Martínez
CIMPUM	El Encanto	Murui	Ronny Henry Hichamon, Walter Anacleto Agga, Rubén Darío Menitofe, Leder Arcadio Tejada, Marlon Hichamon

AIZA	Puerto Arica	Murui-munina, Bora	Numa Pompilio Castro, Roldan Julio Fajardo Gómez, Jorge Morales Gómez, Gildardo Zapata Kuyuedo
AZICATCH	La Chorrera	Murui-muina, Bora, Okaina, Muinane	Álvaro Sneyder Neñetofe, Manuel Alejandro Joinama, Juan Bosco Tejada Martínez, Julio Alveiro Eimenekene, Jimmy Adolfo Gifichiu Attama, Jhon Fredys Umire
CIMTAR	Tarapacá	Ticuna	Sidifredo Ruppi Santamaría, Andres Montezuma Silva
ASOINTAM	Tarapacá	Murui-muina, Bora, Ticuna, Inga	Nilida Mendoza Sanchez, Berlandy Gabino Acosta
CRIMA	Araracuara	Murui-muina, Muinane, Andoque, Nonuya	Willinton Muruy, Nicolas Mendoza Helio Paki, Omar Mendoza, Nicolás Mendoza, Israel Rodríguez, Nicolás Mendoza, Israel Rodríguez, Edilio Andoke, Dagoberto Suarez, Gersón Londoño (fallecido).
PANI	La Pedrera	Miraña, Bora	Jader Yepes, Hennyng Antonio Godoy
AIPEA	La Pedrera	Tanimucas. Yucunas	Carlos Daniel Miraña, Albear Yucuna, Frank Ramirez Miraña
CITMA	Miriti Parana	Yucuna, Matapi, Tanimuca	Walberto Matapi Yucuna, Jilmer Geronimo Yucuna, José Eliecer Matapi Yucuna, Arminda Yucuna Tanimuca
ACITAM	Leticia	Ticuna, Cocama, Yaguas	Elex Anthony Ahue, Paulo Andrés Panduro, Camilo Araujo López Oscar David Curico, Luis Héctor Huaines Vento
CAPIUL	Leticia	Uitoto, Murui	Aidee Agga
TIWA	Leticia	Murui, Yucuna, Bora	Jacksessim Cuellar

Fuente: Instituto Sinchi, 2022

Tabla 33. Autoridades Indígenas participantes

AATI	Nombres
CRIMA	Máximo Kiriyaeteke, Orlando Mendoza (Fallecido), Eusebio Mendoza (Fallecido), Ramiro Hernández, Aurelio Suarez, Delio Andoke, Milciades Andoke, Alfonso Andoque, Eduardo Paky, Elías Moreno y José Moreno, Ignacio Kiriyaeteke, Orlandp Paky, Hernán Moreno, Elizabeth Rodríguez y Rufina Romá.
PANI	Juvenal Bora Miraña.
AZICATCH	Pueblo Uitoto: Victor Martínez, Luis Guerrero (fallecido), Azael Angulo, Liberato Kudiramena (fallecido), Ostino Funoratofe, Enrique Ducha, Alejandro Jacobombaire, Manuel Zafiama, Camilo Sánchez, Luis Naforo, Blas Kandre, Marcelo Buinaje, Calixto Kuiru, Antonio Dimas, Angel Kuyuteka, Bernardo Soneray. Pueblo Okaina: Noé Siake, Pablo Neikase, Cantalicio Eynenekene e Ignacio Atama. Pueblo Bora: Fernando Gifichieu, Benito Teteye, Rufino Kuguo, Santiago Meikuaco, Enrique Teteye, Enrique Ducha, Bartolomé Teteye, Pedro Taumarima, Plácido Fariratofe, Toribio Sueche. Pueblo Muinane: Pablo Umire y Lorenzo Yoabore. Harrison Soneraí, José Enmanuel Kueygaje, Juan Pedro Firisateke, Gil Farekadet, Norberto Farekatde, Gerardo Sueche, Jesús Teteye, Carlos Botyay.

	Ana Kueconamuy, Virgelina Sánchez, Candelaria Ordoñez, Ángela Ruieofiana, Ema Eymenekene, Carmen Sueche, Antonieta Macías, Yoadina Kumimarima, Ángela Taunimarima, Mariana Kuyekudo, Virgelina Okainatofe, Ageda Biyakudo, Soledad Cauchero, Elvira Rochicon, Bibiana Kuyekudo, Leonor Manaideke, Carmelita Aemuya, Rosaura Kuyekudo, Rosiri Umire, Edelmira Kuyekudo, Carmen kuegaje, Rosa Atama, Cornelia Suy, Adriana Gimaido, Mari Fajardo, Antonia Martínez, Gorety Kudo, Luz Mila Cauchero, Luz Mila Riecoche, Carmen Gittoma, Luz Erminda Martínez, Mariana Neikase, Celina Ranoke, Ines Toikemuy, Isabel Castro, Flor Ángela Kañube, Lucía Umire, Luz Ester Kañube, Fortunata Kuyuedo, Teresa Evachiu, Gregoria Kañude, Pilar Botyay.
AIZA	Gerardo García Noriega, Pastor Gebuy Candre, Pablo Uaroke Mokema, Luis Adalberto Rimabake, Artemio López Rojas, Samuel Toikema, Oliverio Rodríguez, Julio Fajardo Ordoñez, Abel Márquez Bolívar, Andres Yacod, Jorge Morales. Francisco García, Roldan Julio Fajardo Gómez.
CIMPUM	Ángel Ortiz, José Achin
COIMPA	Humberto Cote, Valerio Greffa, Pablo Cote, Ricardo Sanda y Boxander Cote Giduyama.
ASOINTAM	Andrés Churai, Alba Tabares, Adalgiza Ahuanari, Teófilo Seita, Octavio Falcón, Nilida Mendoza, Berlandi Gabino, Sigifredo Rupi, Andrés Montezuma, Fausto Borraez.
CIMTAR	Marcelino Noe Sánchez.
ACITAM	Augusto Falcón, Elex Anthony Ahue, Paulo Andrés Panduro, Camilo Araujo Lopez, Oscar David Curico, Luis Hector Huaines Vento.

Fuente: Instituto Sinchi, 2022

Tabla 34. Asociaciones indígenas participantes.

Eje	AATI
Río Amazonas	Asociación de Cabildos Indígenas del Trapecio Amazónico – ACITAM.
	Cabildo Indígena TIWA
	Cabildo Indígena CAPIUL
Río Putumayo	Consejo Indígena de Puerto Alegría - COINPA.
	Consejo Murui - Indígena del Pueblo CIMPUM.
	Asociación Indígena Zona Arica - AIZA.
	Asociación Zonal Indígena de Cabildos y Autoridades Tradicionales de La Chorrera - AZICATCH.
	Cabildo Indígena Mayor de Tarapacá – CIMTAR.
	Asociación de autoridades indígenas tradicionales de Tarapacá – ASOINTAM.
Río Caquetá	Asociación Consejo Regional Indígena del Medio Amazonas – CRIMA.
	Asociación de Indígenas de Mirañas y Boras del río Cahuinari - PANI.
	Consejo Indígena del Territorio Mirití Paraná Amazonas – CITMA.
	Asociación Capitanes Indígenas Yaigoje Apaporis – ACIYA.
	Cabildo Indígena Mayor de Tarapacá – CIMTAR.

Fuente: Instituto Sinchi, 2022

i. El bienestar humano es un concepto que puede considerarse como un estado de satisfacción a la que espera llegar una persona al lograr desarrollar, de manera libre, su proyecto de vida, siempre y cuando el estado y la sociedad se lo permitan.

ii. Con lo anterior surge la importancia de los indicadores de bienestar humano (IBH), como una propuesta viable para medir el estado de los modos de vida indígena bajo un enfoque diferencial y de derechos adelantada en el departamento de Amazonas, Colombia. Se enmarca en un debate donde la investigación y aplicación de indicadores en sociedades indígenas y sus territorios conlleva complejas

discusiones conceptuales y metodológicas entre las entidades de los gobiernos nacional y local y las AATI que vislumbra como una iniciativa innovadora para instrumentalizar derechos de los pueblos indígenas como el gobierno propio (o autogobierno) y la autonomía territorial.

iii. Los pueblos indígenas en sus territorios, en particular en la Amazonia colombiana, se basan en la existencia y la sostenibilidad de sus patrimonios ambientales, sociales, culturales, éticos, económicos y políticos. Estos se constituyen en la base para la sustentabilidad del bienestar y protección frente al empobrecimiento inducido por la intensidad de su vinculación con la sociedad nacional, las economías locales y sus dinámicas globales. Sin embargo, existe un gran vacío de información relevante y diferencial, que entorpece y quebranta dicha sostenibilidad, al igual que los procesos de empoderamiento y gobernanza sobre sus patrimonios y el desarrollo libre de sus modos de vida. Los IBHI pretenden llenar el vacío de información que le impide al país conceptualizar correctamente los modos de vida y territorios de los pueblos indígenas en la Amazonia colombiana.

iv. El proceso de construcción e implementación de los IBHI, con la participación activa de la población indígena concluyó en el diseño de 21 indicadores y sus respectivas líneas base que muestran una aproximación a la realidad que viven estas poblaciones en sus territorios.

La implementación de los IBHI fue un proceso de concertación permanente con los pueblos indígenas en el departamento de Amazonas, desde su conceptualización, el levantamiento de la línea base hasta el análisis de la información. Esta relación ha permitido la conformación de un marco metodológico que hace de este proceso una experiencia interdisciplinaria e intercultural donde confluyen aspectos técnicos del conocimiento científico y los aspectos culturales y sociales de los conocimientos tradicionales, así como los procesos de participación de las organizaciones de los pueblos indígenas del departamento de Amazonas. El levantamiento de la información desde los territorios indígenas, se basó en un proceso de capacitación al equipo de dinamizadores de cada una de las AATI, con el propósito de garantizar la validez y pertinencia de la información, definir las estrategias de trabajo de campo, y efectuar una revisión y ajuste de los formatos prediseñados de acuerdo a las particularidades locales. Lo anterior implicó efectuar una revisión conceptual, definiciones, pertinencia y medición de cada uno de los 21 indicadores. El aporte de los dinamizadores permitió ajustar los instrumentos para el levantamiento de la información, dado su conocimiento y experiencia, como vivientes de la zona y concedores de sus propios procesos.

Los pueblos indígenas son sociedades en un acelerado proceso de cambio social y cultural producto de su relacionamiento con las sociedades nacionales y economías extractivas. En el departamento de Amazonas, prevalecen actividades económicas dependientes de procesos extractivos de los recursos naturales como la minería, y actividades ilícitas vinculadas al narcotráfico. Actualmente, no existe suficiente información sobre los impactos de las economías extractivas en los sistemas socioculturales de los pueblos indígenas. Además, las intervenciones sociales adelantadas por el Estado mantienen una brecha social histórica que se sustenta por una inversión pública inequitativa y no incluyente, y en medio de un vacío político administrativo que profundiza esas brechas que no permite fortalecer la gobernabilidad indígena sobre los territorios.

En ese sentido, la información de línea base de los IBHI levantada en los territorios bajo la jurisdicción de las AATI, contribuye a posibilitar el empoderamiento de las capacidades de gobernabilidad y gobernanza en la gestión de uso y manejo de los recursos naturales en los territorios indígenas. Así, los IBHI, son un instrumento de información que permitirá a las Autoridades Tradicionales Indígenas formular políticas propias, además de conformar, retroalimentar y actualizar sus planes de vida de manera equilibrada y realista.

A continuación, se presenta los resultados de los IBHI y una síntesis de sus interpretaciones sobre las cinco (5) temáticas que abordan estos indicadores.

3.2.1.3.1. Resguardos indígenas y conservación de la biodiversidad

_PATR. Evalúa las áreas que son transformadas en razón al uso y manejo en los territorios, que cuentan con recursos naturales disponibles y que constituyen la base de la autosuficiencia alimentaria usados por los pueblos indígenas: con 0,5% su estado es estable.

_SPNN. Evalúa las áreas de protección, reserva forestal y/o político administrativas que cuentan con un estado legal del territorio, las cuales se superponen con las áreas de los territorios de las AATI: con 7,5%, su estado es estable.

_ADC. Evalúa el estado del área total en chagras demandadas en los resguardos indígenas por las unidades familiares indígenas en el contexto de su sistema de producción y bajo las exigencias de la sostenibilidad de sus modos de vida: con 0,1% su estado es bueno.

3.2.1.3.2. Gobierno propio, cultura y control social

PAT. Evalúa las estructuras de Gobierno Propio desde la participación de sus autoridades. Permite de evidenciar la transición desde lo tradicional a lo intercultural como una estrategia para asumir los retos de la modernidad y de la globalización sin descuidar lo cultural: con 48,7%, su estado es estable.

PCE. Evalúa la vigencia de las prácticas culturales de los pueblos indígenas amazónicos legadas desde sus orígenes. El grado de conciencia sobre el valor y significado de las prácticas culturales, contribuye a garantizar la existencia física y cultural de los pueblos indígenas: con 28,9%, su estado es regular.

PI. evalúa el nivel de práctica del idioma propio. Su pérdida o desuso supondría la desaparición cultural de los pueblos indígenas de la Amazonia colombiana, toda vez que los consejos, los ritos, las narraciones, los rezos o conjuros, los bailes, se transmiten en el idioma originario a través de la oralidad: con 64%, su estado es regular.

3.2.1.3.3. Población, diversidad étnica, el idioma propio y la educación

_FP. Evalúa el estado de la población neta en un momento dado, como producto de su dinamismo y en referencia a: nacimientos, defunciones y el saldo migratorio, con respecto al total de población indígena: con -1,4%, su estado es crítico.

_DE. Evalúa la identificación étnica que los individuos manifiestan pertenecer en sus territorios. Permite evidenciar el estado de la cohesión social y la consciencia étnica en los territorios: con 60,9%, su estado es alto.

_PIP. Evalúa el nivel de práctica del idioma propio. Su pérdida o desuso supondría la desaparición cultural de los pueblos indígenas de la Amazonia colombiana, toda vez que los consejos, los ritos, las narraciones, los rezos o conjuros, los bailes, se transmiten en el idioma originario a través de la oralidad: con 16,8%, su estado es crítico.

_GEF. Evalúa el nivel de educación formal como una necesidad para hacer frente a los retos que implica la globalización, dada la vinculación, cada vez más fuerte, de las sociedades indígenas con la sociedad global: con 61,8%, su estado es muy bueno.

3.2.1.3.4. La autonomía alimentaria de los pueblos indígenas

_EAD. Evalúa la disponibilidad de especies alimenticias en las chagras, recolectadas, pesca y cacería, que permiten obtener una diversificación de los alimentos que otorga un grado de bienestar y autonomía alimentaria a los pueblos indígenas: con 38,3 up, su estado es bueno.

_Importancia Cultural de Especies Alimenticias (ICEA). Evalúa el nivel de uso cultural de las especies alimenticias, dado que las sociedades indígenas mantienen reconocen propiedades especiales sobre especies que se usan para la alimentación

y que permiten un buen estado de salud y de bienestar: con 15,6 up, su estado es regular.

_ETCC. Evalúa la existencia de formas y medios para la conservación y consumo a corto plazo de ciertos productos de autosuficiencia alimentaria, para su aprovechamiento en el largo plazo: con 10,9 up, su estado es regular.

_DS. evalúa la persistencia de las semillas fundamentales para garantizar la siembra de las chagras, cuya producción permite un abastecimiento continuo para garantizar, no solo la abundancia de alimentos, sino la reproducción cultural: con 20,9 up, su estado es bueno.

_ETC. Determina la vigencia de las especies tradicionales en el espacio de la chagra dada la importancia alimenticia, cultural, social y espiritual de la población indígena: con el 70%, su estado es alto.

3.2.1.3.5. Servicios públicos y salud en los resguardos indígenas

_NCSP. Evalúa el cubrimiento de los servicios básicos públicos, los cuales permiten mejores condiciones de salubridad y bienestar de las familias de las comunidades indígenas: con el 17,8%, su estado es crítico.

_APEMT. Evalúa el estado de la atención preventiva de la salud física y mental, desarrollados tanto por los servicios formales prestados por el Estado, como a través de la medicina tradicional, con base en el respeto de normas y valores dados culturalmente: con el 76,8%, su estado es muy bueno.

_ACEMT. Evalúa el nivel de atención curativa en salud proveídos por el Estado —atención primaria, medicina farmacéutica, intervención hospitalaria, sistemas de inmunización—; y los servicios de medicina tradicional: con el 59,7%, su estado es bueno.

_PAMT. Evalúa la vigencia e integralidad de los métodos tradicionales de atención a partos y los ofrecidos por el sistema de atención de salud pública: con el 53,1%, su estado es bueno.

_PDT. Evalúa la participación de la sociedad en las prácticas deportivas tradicionales y formales en los eventos de carácter oficial en los resguardos: con el 29,2%, su estado es regular.

_PID. Evalúa el nivel de afectación de la población por problemas de desnutrición por deficiencias en la ingesta de calorías y proteínas, ocasionadas por el limitado acceso a los alimentos, lo cual genera repercusiones en la salud y en aspectos sociales y culturales: con el 0,4%, su estado es estable.

Referencias

Acosta, A. (2009). El Buen Vivir, una oportunidad por construir. En: Revista, América Latina en Movimiento (ALAI). Ecuador Debate. 15 p. Acceso: 5 de marzo de 2011. Disponible en: <http://www.alainet.org/active/29019&lang=es>.

Acosta, A. (2011). El "buen vivir" para la construcción de alternativas. En: Encuentro Latinoamericano del Foro Mundial de Alternativas, realizado en Quito del 26 al 29 de febrero de 2008. 8 p. Acceso: 5 de marzo de 2011. Disponible en: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=70419>.

Acosta, L.E. (2008). Sostenibilidad territorial y bienestar Indígena: bases para el diseño de Indicadores en la Amazonia colombiana En: Revista Colombia Amazónica Nueva Época. Instituto Amazóni-

co de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá. Colombia. N° 1. Pág. 113 – 128

Acosta, L.E. (2013). Tesis Doctoral: Pueblos indígenas de la Amazonia e indicadores de desarrollo humano sostenible en la en-cru-cijada de la globalización: estudio de caso Amazonia colombiana. Doctorado Globalización, Desarrollo y Cooperación Internacional, de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (Departamento de Economía Aplicada I), Universidad del País Vasco. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bilbao, España. 350 p.

Acosta, L.E. (2016). Los indicadores de bien-estar humano: propuesta para el monito-reo de los modos de vida y territorios de

los pueblos indígenas. Elementos y aportes para su definición y medición. Amazonia colombiana. Cartilla de divulgación. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Leticia, Amazonas. 40 p.

Acosta, L.E., García, OI., Dubois, A., (2016). Las capacidades colectivas como un instrumento metodológico para la evaluación del bienestar humano en territorios indígenas del Amazonas colombiano. Mundo Amazónico, 7(1-2), pp.5-30.

Acosta, L.E. (2018). Los Indicadores del Bienestar Humano: innovación social y cultural que busca fortalecer las capacidades de gobernabilidad de los pueblos indígenas en la Amazonia colombiana. Mundo Amazónico, 9(2): e64149. <http://dx.doi.org/10.15446/ma.v9n2.64149>

Acosta, L.E. (2019). "Los Indicadores Del Bienestar Humano: Innovación Social y Cultural Que Busca Fortalecer Las Capacidades de Gobernabilidad de Los Pueblos Indígenas En La Amazonia Colombiana" Mundo Amazónico 9(2).

Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo-AECID. 2008. ¿Son compatibles los territorios indígenas y los parques nacionales? Aproximaciones jurídicas. Observatorio Indígena de Políticas Públicas de Desarrollo y Derechos Étnicos. Centro de Cooperación al Indígena (CECOIN). 28 p.

Bell Adell, C. (2002). Exclusión Social: Origen y características. En: Curso "Formación específica en compensación educativa e intercultural para Agentes Educativos". Universidad de Murcia. Murcia.

Carpio, P. (2008). El buen vivir, más allá del desarrollo: la nueva perspectiva constitucional. En: ALAI, América Latina en Movimiento. Ecuador. 12 p. Acceso: 5 de marzo de 2011. Disponible en: <http://alainet.org/active/24609&lang=es>.

Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía - CELADE / Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL-Fondo Indígena. (2007). Sistema de Indicadores Sociodemográfico de Poblaciones y Pueblos Indígenas de América Latina - SISPP. Guía para el usuario. Del Popolo, F; Oyarce, AM; Ribotta. Acceso: 3 de mayo de 2011. Disponible en: http://celade.cepal.org/redatam/PR-YESP/SISPP/SISPP_notastecnicas.pdf

Collado, J. (1992). El Bienestar Social: concepto y medida. Madrid: Popular S.A.

Convenio sobre la Diversidad Biológica-CDB. (2006). Indicadores para evaluar el progreso hacia la meta de diversidad biológica 2010: situación de los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales. Granada: Grupo de Trabajo Especial sobre el Artículo 8(j) y disposiciones sobre el CDB. p. 11.

Charters, C. y Stavenhagen, R. (2010). El desafío de la Declaración Historia y futuro de la declaración de la ONU sobre pueblos indígenas. Grupo internacional de trabajo sobre asuntos indígenas - IWGIA. Copenhague, Dinamarca. 390 p. Acceso: 13 de febrero de 2012. Disponible en: <http://www.mugengainetik.org/archivos/el%20desafio%20de%20la%20declaracion%20de%20los%20derechos.pdf>

Dávalos, P. (2010). Reflexiones sobre Sumak Kaway (el Buen Vivir) y las teorías del desarrollo. En: ALAI, América Latina en Movimiento. p. 6. Acceso: 5 de marzo de 2011. Disponible en: <http://alainet.org/active/24609&lang=es>

Departamento Nacional de Estadística - DANE. 2014. 3er Censo Nacional Agropecuario. Hay campo para todos. Uso del suelo. Anexos departamentales. Acceso: 31 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#2>

Departamento Nacional de Estadística - DANE. (2019). Población

indígena de Colombia. Resultados del censo nacional y vivienda 2018. Bogotá. 54 p.

Departamento Nacional de Estadística - DANE. (2019). Propuesta Índice de Pobreza Multidimensional con Enfoque Étnico-IPMÉ para la Coordinación de Pobreza y el Área de Estadísticas Diferenciales e Interseccionales del Departamento Nacional de Estadística-DANE. Documento de trabajo. 52 p.

Duarte, C. 2015. Los macromodelos de la gobernanza indígena colombiana: un análisis socioespacial a los conflictos territoriales del multiculturalismo operativo colombiano. En: Revista Manguare vol. 29, n. 1 (ene-jun). ISSN 0120-3045 (impreso) - 2256-5752 (en línea) Universidad Nacional de Colombia. pp. 181-234. Acceso: 20 de marzo de 2020. Disponible en: https://www.google.com/search?q=concepto+gobernabilidad+en+territorios+indigenas+de+colombia+PDF&rlz=1C15QJL_esCO832CO832&oq=concepto+gobernabilidad+en+territorios+indigenas+de+colombia+PDF&aqs=chrome..69i57.25140j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Dubois, A. (2008). El debate sobre el enfoque de las capacidades: las capacidades colectivas. En: Araucaria Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades, N° 20 Segundo semestre de 2008. Pág. 35 -63. Acceso: 17 de julio de 2012. Disponible en: <http://institucional.us.es/araucaria/nro20/nro20.htm>

Feres, J.C., Mancero, X. (2001). El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. CEPAL-SERIE Estudios estadísticos y prospectivos. 52 p. Acceso: 3 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/4/6564/lc1491e.pdf>

Gómez, A. (1997). Las necesidades Básicas Insatisfechas: sus deficiencias técnicas y su impacto en la definición de políticas sociales. Instituto Nacional de Estadística - INDEC. Argentina. 28 p. Acceso: 3 de mayo de 2011. Disponible en: <http://websie.eclac.cl/mmp/doc/INDEC%20NBI.pdf>

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2015). Proyecto: Los indicadores de bienestar humano: propuesta para el monitoreo de los modos de vida y territorios de los pueblos indígenas. Elementos y aportes para su definición y medición. Leticia, Amazonas.

Muñoz, D., Segura, A., Acosta, L.E., Lozano, C. (2015). Experiencias de Un Dialogo de Saberes Entre El Grupo SINA y Las Autoridades Tradicionales Indígenas, Para La Definición de Estrategias, Metodologías y Acciones, Que Han Contribuido Al Ordenamiento Ambiental Del Territorio En El Departamento de Amazonas. Leticia. 16 p.

Murcia, U., Barón, O., León, A., García, S., Arias, J. (2017). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2014 - 2016 y coberturas de la tierra del año 2016. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá. 361 p. Organización de las Naciones Unidas - ONU. (1978). Indicadores sociales: Directrices preliminares y series ilustrativas. Informes estadísticos, serie M, N° 63. Acceso: 10 de abril de 2013. Disponible en: http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_49S.pdf

Organización de las Naciones Unidas-ONU. 2007. (2004). Segundo Decenio Internacional de las Poblaciones Indígenas del Mundo. Quincuagésimo noveno período de sesiones Tercera Comisión Tema 102 del programa Programa de actividades del Decenio Internacional de las Poblaciones Indígenas del Mundo, 1995-2004. 4 p. Acceso: 19 de enero de 2012. Disponible en: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N04/F569/63/PDF/N0456963.pdf?OpenElement>

Organización de las Naciones Unidas-ONU. (2007). Declaración de

las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas. Resolución 61/295 aprobada por la Asamblea General. 107a. Sesión plenaria. Washington, DC.

Organización Internacional del Trabajo - OIT. (2009). Los derechos de los pueblos indígenas y tribales en la práctica. Una guía sobre el Convenio N°169 de la OIT. Programa para promover el Convenio N° 169 de la OIT (pro 169). Departamento de Normas Internacionales del Trabajo. p. 201. Acceso: 19 de enero de 2012. Disponible en: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@normes/documents/publication/wcms_113014.pdf Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (1990). Informe sobre el desarrollo Humano. 1990. Definición y medición del desarrollo humano. <http://hdr.undp.org/es/informes/mundial/idh1990/capitulos/espanol/> (Consultada: 11 de abril de 2013)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2010). Informe sobre Desarrollo Humano 2010. La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano. Edición del Vigésimo Aniversario. Publicado para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Ediciones Mundi-Prensa. 262 p. Acceso: 18 de marzo de 2011. Disponible en: <http://hdr.undp.org>

3.3. Dinámicas naturales

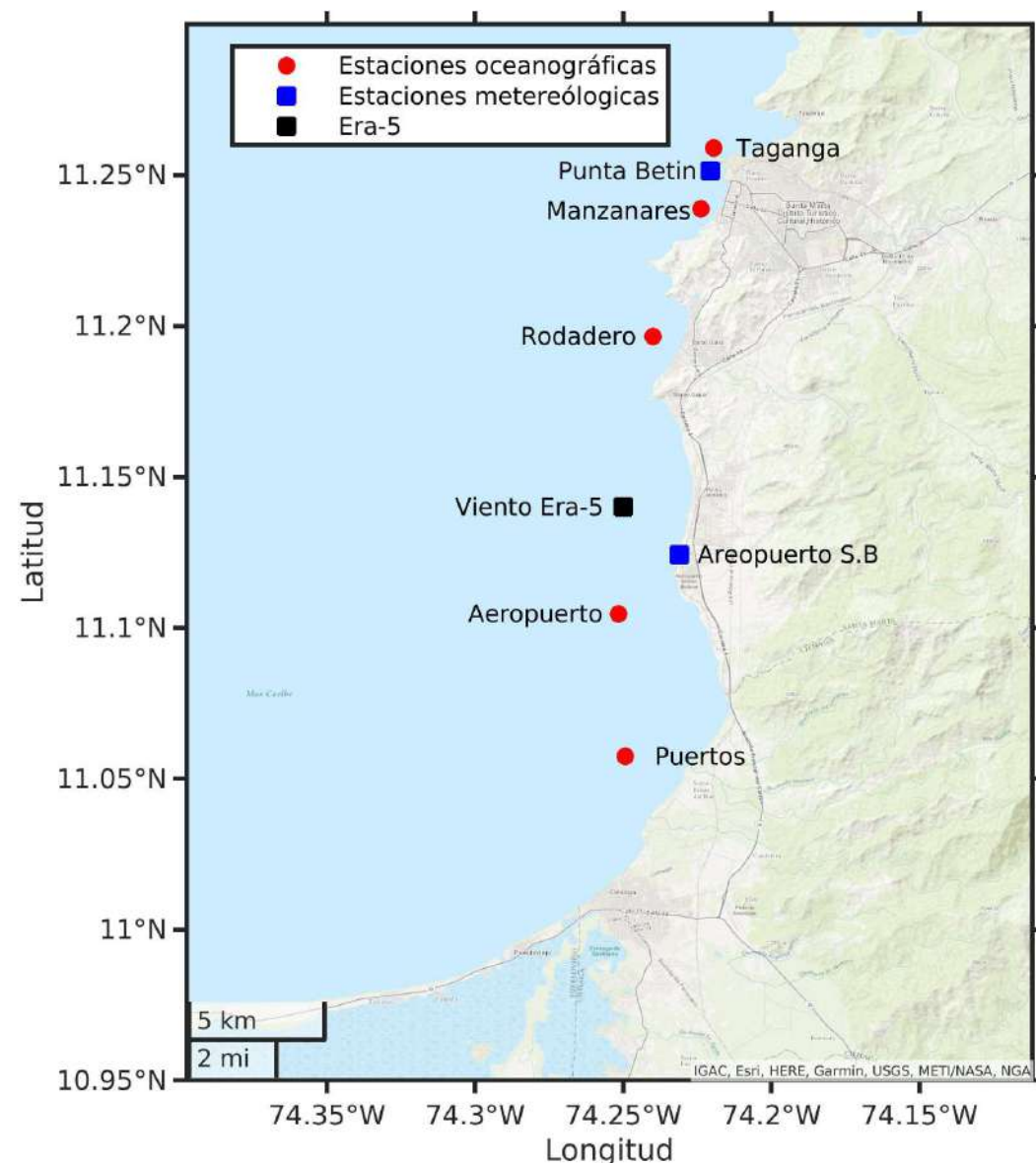
3.3.1. Dinámica oceanográfica en la franja costera del departamento del Magdalena

Sinchi: Wilmar Andrés Mosquera Ardila, Wilberto Pacheco Paternina y Constanza Ricaurte Villota.

El Programa Geociencias Marinas y Costeras de INVEMAR, desarrolla actividades de monitoreo que ayudan a comprender y describir la dinámica oceanográfica y climática del mar Caribe, con el fin de contribuir a generar información espacio-temporal que registre la variación dinámica de los ecosistemas oceánico-costeros frente al departamento del Magdalena. Esto ha permitido identificar una influencia importante de los fenómenos climáticos y la dinámica hídrica de los afluentes que descargan sus aguas en la zona costera sobre las variables oceanográficas en la zona de estudio. Se reconocieron las variaciones temporales de las variables oceanográficas presentes en el sector, así como una variación espacial entre las estaciones ubicadas al norte y sur del departamento, observando que, para la época seca mayor, cuando los vientos son más intensos, provenientes del NE, la TSM presenta un gradiente marcado entre el norte y sur de la franja costera, y a medida que estos disminuyen, disminuye el gradiente de TSM. A su vez, las corrientes marinas tienen una dirección predominante del SE y S, que viajan bordeando la forma de la costa. También se determinó que, la salinidad es una variable que está relacionada directamente con las variaciones temporales de las precipitaciones locales y las descargas de los ríos. Así mismo, se determinaron los principales armónicos de las componentes de la marea para la zona, mostrando que existen componentes de bajas frecuencias que no han sido reportadas en estudios anteriores.

Desde el 2014, el programa Geociencias Marinas y Costeras ha destinado esfuerzos para obtener información que permita describir la dinámica oceanográfica y climática en el departamento del Magdalena como aporte para generar información espacio-temporal sobre el componente abiótico de los ecosistemas. A partir de ese año, se han generado caracterizaciones de escala local sobre la variación de los parámetros oceanográficos de la zona costera del departamento, lo cual ha permitido identificar una influencia importante de los fenómenos climáticos y la dinámica hídrica de los cuerpos de agua que están presentes en la zona sobre las variables oceanográficas de la franja costera. Este monitoreo se ha llevado a cabo mensualmente en 5 estaciones oceanográficas, 2 estaciones meteorológicas (con registro en tiempo real) comparadas con información de la base de datos atmosférica global de ERA5 cuya ubicación se encuentra detallada en la Figura 177.

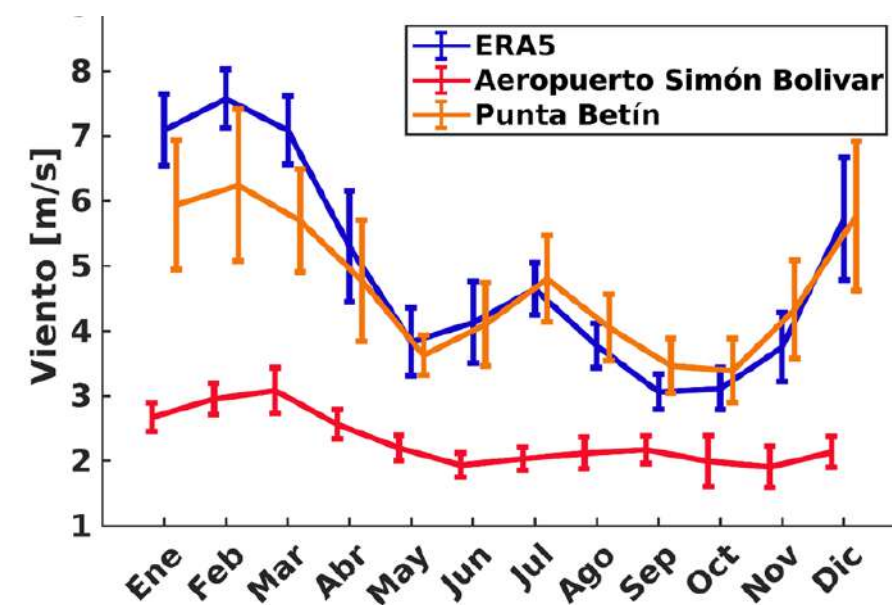
Figura 177. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la franja costera del departamento del Magdalena



Fuente: Invemar (2022).

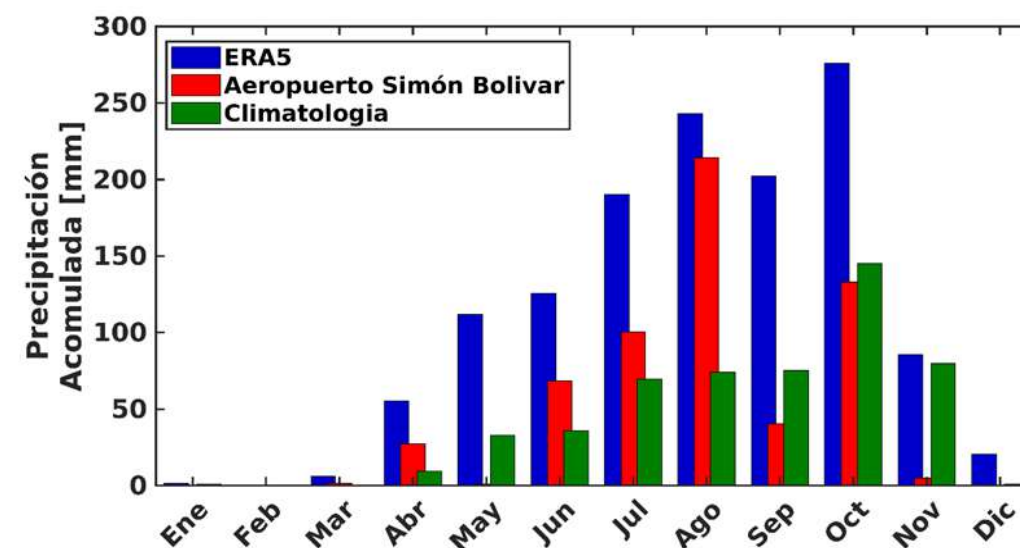
La descripción de la oceanografía y el clima en la franja costera del departamento del Magdalena, comprendida entre el río Córdoba y la bahía de Taganga durante el periodo 2014-2022, ha contribuido a obtener y generar información del componente abiótico de los ecosistemas. A través del promedio multianual de los datos de las estaciones meteorológicas de Punta Betín del INVEMAR y del Aeropuerto "Simón Bolívar" a cargo del IDEAM, comparadas con la base de datos de ERA5 del Copernicus Climate Change Service (C3S) (Hersbach, y otros, 2018) con el fin de suplir vacíos (Figura 178), se reporta que existe una atenuación de la velocidad del viento conforme éste realiza su recorrido sobre la franja costera del departamento debido a sus características orográficas. Estas velocidades muestran unos valores máximos entre 6 y 8 m/s para los meses de diciembre a marzo, época que caracterizada por presentar los menores valores de precipitación en el departamento (época seca, Figura 179), con una representatividad de menos del 1% del total acumulado climatológico (INVEMAR 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2021). Posteriormente, se registró un segundo máximo entre mayo y julio (época de transición), con un 28% de la precipitación climatológica, como consecuencia de la influencia del Chorro de Bajo Nivel del Caribe, cuyos vientos realizan su tránsito a través de la franja costera del Magdalena. Finalmente, se observa una relajación de los vientos en la temporada septiembre a noviembre, caracterizada también por ser la más húmeda en el departamento, con cerca del 71% de la precipitación climatológica.

Figura 178. Promedios mensuales multianuales de la velocidad del viento para las estaciones Punta Betín del INVEMAR, la estación Simón Bolívar del IDEAM y la base de datos ERA5 del C3S



Fuente: Invemar (2022).

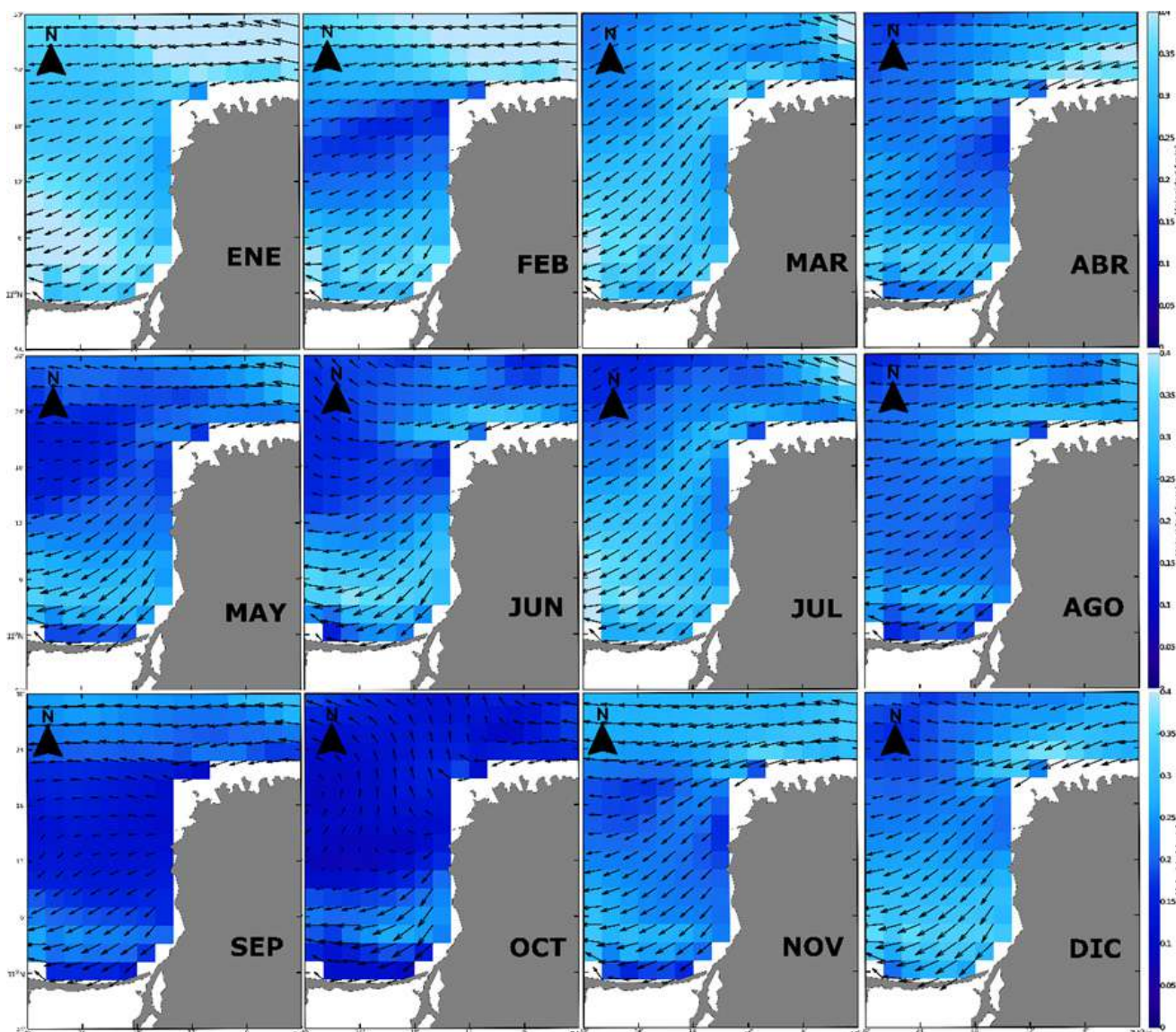
Figura 179 y 180. Precipitación acumulada mensual para el año 2021 en la estación Aeropuerto Simón Bolívar del IDEAM, la base de datos global ERA5 y promedio climatológico mensual (2014-2021) de la estación Aeropuerto Simón Bolívar



Fuente: Invemar (2022).

La circulación superficial es un sistema hidrodinámico notablemente influenciado por la variación climática de los vientos en la zona oceánica y costera del departamento del Magdalena. El comportamiento climatológico de las corrientes superficiales modeladas mediante CROCO (ROMS-AGRIF) (INVEMAR, 2021. Figura 181) describe una variación intermensual anual, siendo los meses de Ene-Mar los que presenta mayores velocidades de la corriente, alcanzando hasta 0,4 m/s que viajan en dirección hacia el O en la zona NE y SO, altamente influenciadas por los vientos Alisios del NE que se presentan para esta época del año; mientras que, para los meses de Sep y Oct se presentan las menores magnitudes de la corriente alcanzó valores de hasta 0,15 m/s, es comportamiento asociado a los bajos valores de magnitud del viento y altas precipitaciones en la zona. En general el sistema de corrientes oceánicas ingresa por la zona E, influenciada por la corriente del Caribe, y sufren una pequeña difracción que viaja bordeando la zona costera del Departamento (Rodríguez-Rubio, y otros, 2013).

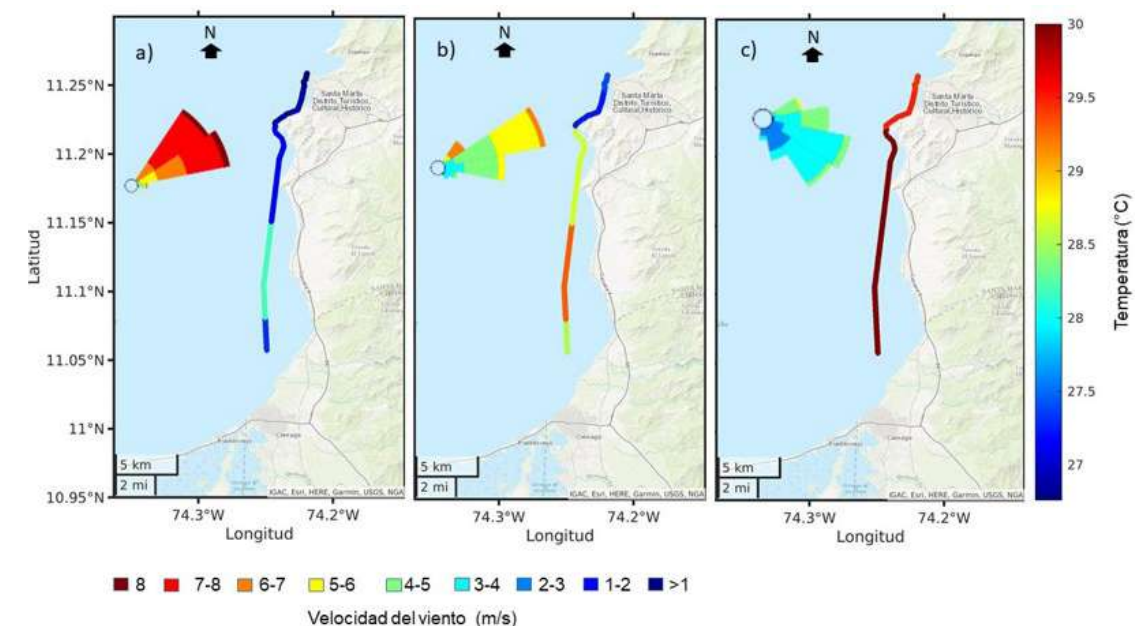
Figura 181. Climatología mensual de la magnitud y dirección de las corrientes superficiales para la zona oceánica y costera del departamento del Magdalena. Modeladas mediante CROCO (ROMS-AGRIF)



Fuente: Invemar (2022).

Así mismo, el monitoreo mensual in-situ en las bahías del Magdalena entre el 2014 y 2022 realizado por el INVEMAR, ha permitido determinar variaciones temporales de las variables oceanográficas monitoreadas en el sector, así como una diferenciación espacial entre las estaciones ubicadas al norte y sur del departamento. La variación temporal de la oceanografía local presenta una relación con los fenómenos meteorológicos y climáticos descritos anteriormente, por ejemplo, se observó que, en la época seca (Figura 182 a), cuando los vientos son más intensos y provienen del NE, la temperatura superficial del mar (TSM) presenta un gradiente de sur a norte, con mayores valores al sur, los cuales descienden paulatinamente hacia el Parque Tayrona. En la época de transición (Figura 182 b), el gradiente se hace menos evidente y la TSM aumenta conforme los vientos se debilitan, ya que hay más descargas de los cuerpos de agua en el sur del departamento (INVEMAR 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021) y hay más presencia de vientos provenientes del interior (componente Sureste, SE). Por último, en la época húmeda (Figura 182 c) la TSM en la franja costera se distribuye de manera uniforme ya que las descargas de los tributarios son máximas y la relajación de los vientos sobre el Caribe permite mayor ingreso de los vientos provenientes del SE.

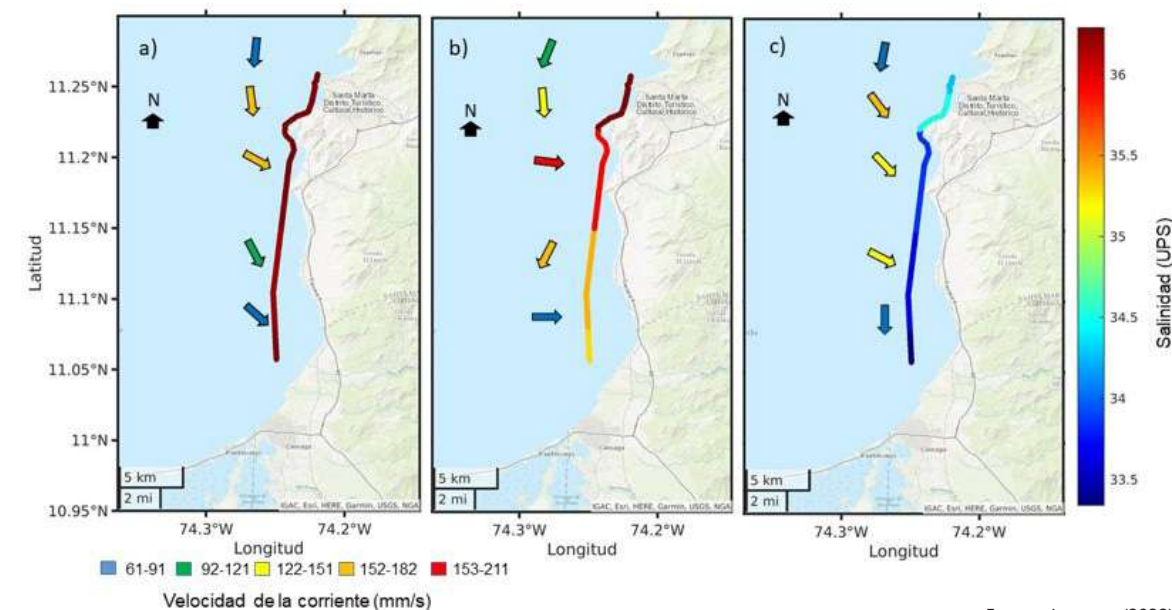
Figura 182. Promedio multianual de la temperatura y dirección del viento en las estaciones de medición a lo largo de la franja costera del departamento del Magdalena para A) época seca, B) época de transición y C) época húmeda



Fuente: Invemar (2022).

La caracterización oceanográfica 2014-2022 realizada mensualmente por el INVEMAR también ha permitido conocer la distribución espacial de la salinidad y las corrientes marinas (Figura 183). La salinidad es una variable que se relaciona directamente con las precipitaciones locales y las descargas de los ríos. Para el caso de la franja costera del Magdalena, el promedio multianual muestra que la mayor salinidad se da en los meses de la temporada seca y estas pueden llegar a extenderse hasta la época de transición, mientras que para octubre disminuyen a causa de la dilución provocada por la gran cantidad de agua dulce que desemboca por los ríos (INVEMAR 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). A su vez, las corrientes marinas tienen como destino frecuente direcciones SE y Sur (S) y el promedio multi anual muestra que son más intensas en la temporada de transición (INVEMAR 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021)

Figura 183. Promedio multianual de la salinidad y las corrientes en las estaciones de medición a lo largo de la franja costera del departamento del Magdalena para A) época seca, B) época de transición y C) época húmeda



Fuente: Invemar (2022).

Adicional al monitoreo mensual de las estaciones meteorológicas y oceanográficas, el INVEMAR realiza de manera continua el monitoreo de las condiciones de marea para Santa Marta a través del uso de un mareógrafo cuya serie de tiempo inició en 2017 y se ha extendido hasta el 2021. Haciendo uso de estos datos se reporta que el cálculo de los componentes de marea, arrojaron resultados similares a los reportados en la bibliografía del sector (INVEMAR-GEO, 2014; (García, Palacio, & Garcia, 2011)), sin embargo, mostró también que existen componentes con frecuencias bajas que no han sido reportadas en trabajos anteriores, debido a que previamente no se registraron datos con una periodicidad superior a 2 meses. Estas frecuencias bajas corresponden a armónicos anuales y semi-anuales tanto diurnos como semi-diurnos (SA, SSA, MM y MF) cuyos valores característicos se presentan en la Tabla 35.

Tabla 35. Componentes armónicos de marea registrados en el mareógrafo para la zona costera del departamento del Magdalena.

Componente	Nombre	Periodo (días)	Amplitud (m)
SA	Solar anual	366,25	0,0426
SSA	Solar semi-anual	182,62	0,4613
MM	Lunar mensual	27,55	0,1408
MF	Lunisolar quincenal	13,66	0,1112

Fuente: Invemar (2022).

Referencias

García, F., Palacio, C., & Garcia, U. (2011). Constituyentes de marea en la bahía de Santa Marta (Colombia). *Revista Universidad Nacional*, 78, 142-150. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25777>

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., . Thépaut, J.-N. (2018). ERA5 hourly data on single levels from 1979 to present. (Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS).) doi:10.24381/cds.adbb2d47

INVEMAR-GEO. (2014). Dispersión de sedimentos mediante el estudio de la dinámica meteo-marina en el sector Isla-Salamanca -PNN Tayrona (departamento del Magdalena). Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2015). Variabilidad oceanográfica y climática en la bahía de Santa Marta, ensenada de Gaira y zona de puertos (Caribe colombiano) y su relación con la dinámica sedimentaria del carbón. Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2016). Dinámica oceanográfica en la franja Taganga -río Córdoba (Caribe colombiano) y su relación con la variabilidad natural y antrópica de sector. Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2017). Dinámica meteo-marina de alta y baja frecuencia en la franja costera Taganga-río Córdoba (Departamento del Magdalena). Informe técnico final. Actividad GEO -BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2018). Dinámica meteo-marina de alta y baja frecuencia en la franja costera Taganga -río Córdoba (departamento del Magdalena)-Fase II. Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2019). Dinámica meteo-marina de alta y baja frecuencia en las bahías de Taganga, Santa Marta y El Rodadero (Departamento del Magdalena). Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2020). Variabilidad estacional de la clorofila y su relación con dinámica oceanográfica en la franja costera del Rodadero, Manzanares y Taganga (departamento del Magdalena). Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

INVEMAR-GEO. (2021). Validación y calibración de modelos oceanográficos de reanálisis e información satelital en las bahías del Rodadero, Santa Marta y Taganga a partir de datos multi instrumentales. Informe técnico final. Actividad GEO-BPIN, INVEMAR, Santa Marta (Colombia).

Rodríguez-Rubio, E., Gil-Agudelo, D., Martínez, A., Bernal, G., Devis-Morales, A., Osorio, A., & Sepúlveda, H. (2013). Estudio de la circulación del mar Caribe usando el modelo numérico ROMS-AGRIF: aproximación climatológica. Conferencia: XV Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar., SENALMAR, Colombia.

3.3.2. Estado actual de las zonas identificadas como críticas por erosión costera en el país

Invemar: Constanza Ricaurte Villota, David Morales Giraldo y Marco González Arteaga.

Agradecimientos: Programa de Geociencias Marinas y Costeras del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés".

i. El monitoreo de la erosión costera constituye un método práctico y rápido para caracterizar los cambios de la costa.

ii. El monitoreo de la erosión costera aporta información detallada para la toma de decisiones frente a la intervención de las costas.

iii. Las tasas de erosión costera en los sectores analizados representan un factor importante para la calificación de la amenaza.

iv. La erosión costera afecta diferentes sectores vulnerables de la línea de costa, que incluyen áreas naturales, rurales y urbanas.

La información presentada es una síntesis de los resultados contenidos en los informes técnicos y convenios del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) y las corporaciones autónomas regionales CORPAMAG y la CVS en cuanto al monitoreo de la erosión costera en los últimos años. Los datos mostrados corresponden a tasas de cambio expresadas en m/año. Estos valores resultan de los cálculos sobre un conjunto de líneas de costa de diferentes fechas, es decir corresponden a un periodo de tiempo específico que puede variar en cada zona identificada como crítica.

La línea de costa del país presenta actualmente una alta y muy alta probabilidad de que ocurra en algún momento un proceso de erosión costera (Ricaurte-Villota et al., 2018), lo cual se traduce en pérdida de territorio. En algunos casos la evolución de la costa puede llegar a afectar los ecosistemas, las poblaciones y la infraestructura cerca de la línea de costa, desencadenando un aumento en el grado de amenaza y vulnerabilidad en diferentes zonas.

En este sentido los monitoreos de la erosión costera además de contener el levantamiento a detalle de información, contribuyen al seguimiento y medición del proceso de evolución de la costa. Desde el año 2001 el Invemar inicio los estudios de erosión y a partir del año 2011 se ha hecho énfasis en el monitoreo en zonas críticas como el departamento del Magdalena, el Valle del Cauca y el departamento de Córdoba, con el fin de entender su variabilidad estacional e interanual, así como su asociación con diversos procesos como oleaje, mareas, corrientes, precipitación, entre otros, además de la influencia de procesos socioeconómicos, culturales, institucionales y políticos (Ricaurte-Villota et al., 2018). De igual manera y para tener mayor cubrimiento de los lugares monitoreados en el Caribe y el Pacífico se ha realizado transferencia de metodologías de monitoreo a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) costeras (MADS-INVEMAR, 2014).

Específicamente en los departamentos se ha priorizado una serie de puntos de monitoreo que para efectos del presente informe se distribuyen de la siguiente manera: departamento del Magdalena (Playa Salguero, Kilómetro 19), Córdoba (Minuto de Dios -Punta Rey, Santander de la Cruz, la Rada) y Valle del Cauca (Punta Soldado). Aunque no son los únicos que actualmente se están monitoreando presenta un panorama completo de las características de la erosión costera en sitios de gran afectación.

3.3.2.1. Departamento del Magdalena

Playa Salguero

Playa Salguero actualmente presenta un desequilibrio en su dinámica morfológica (erosión, acreción y/o estabilidad), la cual tiende a estar dominada por los procesos erosivos en ambas épocas climáticas. Una de las causas que interviene desde el año 2017 en los cambios de la línea de costa es el espolón de la calle 23 del Rodadero sur, el cual cambió las condiciones naturales de transporte de sedimentos, cuya dispersión debería darse principalmente de norte a sur. Esta obra costera, construida sin diseños técnicos, generó la intensificación de los procesos naturales de erosión y acreción, aproximadamente en un 80% y 20% de la línea de costa respectivamente. Lo anterior ha tenido efectos en el proceso constructivo de la playa y su estabilidad durante periodos largos. El sector entre la calle 23 y la calle 29 ha mostrado un aumento de las condiciones críticas por erosión, lo cual está generando que la problemática se intensifique hacia el sur de Playa Salguero. Según el último reporte de los monitoreos (INVEMAR, 2022), la línea de costa registra tasas de cambio asociadas a la erosión entre -7,0 y -1 m/año, y en promedio un retroceso que está alrededor de -3,0 m/año (INVEMAR-GEO, 2021). Estos cambios han estado influenciados por eventos climáticos extremos con periodos de fuerte sequía que limitan el suministro de sedimentos, por ejemplo, el acontecido durante el año 2015 originado por el evento El Niño y que se manifestó desde finales de 2014 hasta mediados de 2016 (NOAA, 2016).

El caso de playa Salguero es un ejemplo para el país de las consecuencias que puede tener la construcción de obras duras en una playa, sin embargo, es importante mencionar que actualmente las condiciones de la playa aún tienen potencial para implementar alternativas amigables con la naturaleza que contribuyan a su recuperación. Recientemente, fueron instaladas barreras blandas en playa Salguero y se observaron ganancias de la playa durante el primer trimestre del año 2022 (Figura 184).

Figura 184. Barreras blandas implementadas en playa Salguero. A y B. Estado de la barrera en marzo 2022. C, D y E. Características morfológicas de la playa en abril de 2022.



Fuente: Invemar (2021).

3.3.2.2. Departamento del Valle del Cauca

Punta Soldado

El resultado del monitoreo realizado en la isla barrera de Punta Soldado, muestra una tendencia generalizada al retroceso de la línea de costa (Figura 185). Actualmente el sector donde se encuentra ubicada la base militar de la Tercera Brigada del Ejército Nacional, viene presentando un proceso acelerado de la erosión costera que está amenazando con impactar la infraestructura principal de la base y la torre. Es evidente un avance interno de la línea de costa llegando a conectarse con el curso de los esteros. En este sector se observa infraestructura caída, cimientos expuestos, troncos de manglar y palmeras, terrazas de sustratos de manglar y bancos de arena. El proceso de retroceso de la línea de costa está expresado en tasas de erosión de 16 y 21 m/año (Ricaurte et al., 2021). Al encontrarse en la parte sur una línea de vegetación fragmentada de manglar, las tasas de erosión son menores (-2 a -6 m/año), sin embargo, es notable un fuerte proceso de erosión vertical, es decir una pérdida de los volúmenes de arena de la playa.

El monitoreo de la erosión costera en esta zona del Pacífico Colombiano ha permitido el entendimiento de los procesos que actúan sobre la isla destacando la influencia que tiene la marea como principal factor modelador del litoral, así como otras variables entre las que se encuentran el vientos, oleaje y la precipitación (INVEMAR-GEO, 2017).

Figura 185. Procesos erosivos de la playa frente a la base militar de la Tercera Brigada del Ejército Nacional



Fuente: Invemar (2021).

Referencias

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar. (2017). Morfodinámica costera de playas del Pacífico y Caribe colombiano (playa La Bocana y playa Salguero). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés", Geociencias Marinas y Costeras - GEO.

INVEMAR-GEO. (2021). Evolución morfodinámica de playa Salguero como aporte a la evaluación de alternativas ambientales frente a la erosión costera. Actividad GEO - BPIN INVEMAR. Santa Marta.

MADS- INVEMAR. (2014). Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de la Erosión Costera – Capacitaciones a las corporaciones autónomas regionales de las zonas litorales del Pacífico y Caribe colombiano. En: Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país. Santa

Marta, Colombia: INVEMAR- MADS, Convenio interadministrativo No 190, 68 p.

NOAA (2016). National Weather Service, Climate Prediction Center. [En línea]: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#references>, consultado el 16 de septiembre de 2016.

Ricaurte-Villota, C., Coca-Domínguez, O., Gonzáles, M. E., Bejarano-Espinosa, M., Morales, D. F., Correa-Rojas, C., Briceño Zuluaga, F., Legarda, G. A., Arteaga, M. E. (2018). Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en Colombia: enfoque regional para la gestión del riesgo. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés". Publicaciones Especiales de INVEMAR No.33. Santa Marta, Colombia. 268 p. <http://hdl.handle.net/1834/15782>

3.3.3. Soluciones basadas en ecosistemas para la adaptación al cambio climático con énfasis en el manejo de la erosión costera en Colombia

Invemar: Constanza Ricaurte Villota y David Morales Giraldo.

Agradecimientos: Los resultados fueron obtenidos en el marco del Convenio Interadministrativo 572 entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con supervisión de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y el Programa de Geociencias Marinas y Costeras de INVEMAR. El politólogo PhD. José Manuel Mojica contribuyó a la ejecución del proyecto para identificación de alternativas EcoRRD en las comunidades. Agradecimientos a la Asociación de Mujeres de Sound Bay, y a los representantes de instituciones y comunidades que participaron en los talleres en San Andrés, Bahía Solano y La Bocana.

- i. Las soluciones basadas en ecosistemas generan beneficios en el mediano plazo, no son costosas y disminuyen el riesgo de desastres.
- ii. Es necesario que las soluciones basadas en ecosistemas se incorporen en el ordenamiento ambiental del territorio a través de la formulación de proyectos
- iii. Las soluciones basadas en ecosistemas reducen la vulnerabilidad de las comunidades.
- iv. La participación comunitaria ayuda a enfocar las necesidades en el territorio que requieren la implementación de soluciones basadas en ecosistemas.

A partir de las soluciones basadas en ecosistemas identificadas en los informes técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), se realizaron talleres comunitarios con el fin de formular proyectos orientados a la eco-reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. Para ello se seleccionaron algunas alternativas con mayor viabilidad a partir de un análisis multicriterio, se generaron los perfiles teniendo en cuenta el análisis de problema, el diseño de objetivos, establecimiento de metas e indicadores, definición de alternativas y actividades y la estimación de costos. Finalmente, se realizaron ruedas de negocio para presentar a identificar los actores en el territorio que puedan fomentar la implementación de las soluciones.

La erosión costera constituye una de las principales amenazas para la población, la economía y la sostenibilidad de las zonas costeras. A su vez, el aumento del nivel del mar, la subsidencia y la ocurrencia de eventos extremos como huracanes e inundaciones, aumentan las pérdidas de terrenos (Pörtner, et al, 2019, Nicholls et al., 2021). Tradicionalmente, se han considerado tres enfoques para el manejo de la erosión costera: el retiro, la acomodación y la protección. El primero propone que la población debe retirarse y la infraestructura abandonarse o removerse de la línea de costa. La acomodación implica reorganizar las actividades humanas sin que se mitigue la erosión o desocupe la costa. Y finalmente, el enfoque de protección promueve la construcción de obras duras o blandas para la mitigación (Gilbert y Vellinga, 1990).

Sin embargo, han emergido otros enfoques basados en ecosistemas para la reducción del riesgo de desastres (Eco-RRD) y la adaptación al cambio climático (AbE). La Eco-RRD consiste en el manejo, la conservación y la restauración de ecosistemas con la finalidad de reducir la intensidad de las amenazas y construir resiliencia (Estrella y Saalismaa, 2013). Mientras que la AbE es el uso de los servicios ecosistémicos –i.e. captura de carbono, regulación climática e hídrica- para la adaptación a los efectos negativos del cambio climático (Convención de Diversidad Biológica, 2009).

Hoy en día se cuenta con evidencia científica de los resultados de la Eco-RRD y la AbE, generan beneficios en el mediano plazo, no son costosas y disminuyen el riesgo (Gracia et al., 2018; Sudmeier-Rieux et al, 2021). Estas soluciones reducen la vulnerabilidad de las comunidades, al brindar medios de vida, mejorar la calidad de vida y generar oportunidades de inversión. También pueden implementarse con medidas de protección, como la construcción de obras duras o blandas, especialmente en zonas urbanas. Sin embargo, cuando el riesgo no sea mitigable, y se requiera reubicar a la población o la infraestructura, estas soluciones pueden dirigirse para la recuperación de ecosistemas luego de la reubicación.

En este sentido, los ecosistemas de las zonas costeras que brindan los servicios de protección frente a la erosión costera y construyen adaptación son: pastos marinos, arrecifes, dunas y playas, humedales –i.e. lagunas, ciénagas, pantanos, selvas inundables-, manglares y sistemas fluviales. Estos ecosistemas amortiguan el aumento del nivel del mar, disminuyendo la intensidad de la erosión costera. Igualmente, permiten un balance al mantener estables las pérdidas y aportes de sedimentos. La protección y la restauración de estos ecosistemas, así como el desarrollo sustentable de las comunidades que dependen de los mismos, constituyen las soluciones basadas en ecosistemas (Figura 186)

En este sentido, se propusieron varias alternativas de solución mediante el convenio MADS 572-2021 (Ricaurte-Villota et al, 2021) cuyo objetivo fue aunar esfuerzos técnicos y administrativos para formular proyectos orientados a la eco-reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en comunidades negras, afros, raizales y palenqueras. Se tuvo en cuenta el inventario de alternativas identificadas durante el año 2020, para la priorización de alternativas se realizó el análisis multicriterio y se realizaron talleres comunitarios en las localidades de Sound Bay en San Andrés, la cabecera urbana de Bahía Solano y La Bocana en Buenaventura.

Figura 186. Registro de los talleres con las comunidades en las localidades de a) Sound Bay, San Andrés Isla, b) Bahía Solano, Choco, c) La Bocana, Buenaventura, Valle del Cauca



Fuente: Invemar (2022).

En el taller comunitario de Sound Bay los participantes se enfocaron en la playa, los manglares y el rescate de la cultura raizal (Tabla 36). Teniendo en cuenta el uso de plantas nativas para la protección costera, y la implementación de viveros comunitarios que rescaten el conocimiento tradicional sobre otros usos de las plantas en la isla de San Andrés. Se señaló la importancia de la limpieza y recolección de residuos en los manglares y playas con vías a educación ambiental para reducir esta contaminación. Para la comunidad raizal es muy importante el rescate de la tradición cultural como elemento para la adaptación y la protección frente al cambio climático.

Tabla 36. Proyectos identificados en Sound Bay

OBJETIVO	Nombre de alternativa
Implementar soluciones basadas en la naturaleza para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la localidad de Sound Bay.	Restauración ecológica participativa de Sound Bay
	Restauración ecológica participativa de arrecifes coralinos
	Construir capacidades de adaptación desde la cultura raizal

Fuente: Invemar (2022).

Para la comunidad de Bahía Solano es importante el enfoque en los manglares, las rondas hídricas y el fortalecimiento de las capacidades locales (Tabla 37). Plantearon la necesidad de reubicar viviendas en zonas de alto riesgo, ocupadas por comunidades vulnerables desplazadas por la violencia. Esto debe realizarse con una concientización continua para que la comunidad reconozca la importancia de los ecosistemas para la reducción de los riesgos. En cuanto a los manglares, conociendo el servicio

que prestan de protección frente a la erosión costera, inundaciones y fuerte oleaje, se promueve la recuperación y siembra rescatando el conocimiento ancestral de las comunidades. Esto va asociado al ordenamiento de las rondas hídricas para la protección frente a inundaciones y avenidas torrenciales, revegetando sus riberas con plantas nativas. Finalmente, se hace énfasis en fortalecer los organismos de socorro y las organizaciones comunitarias para la gestión del riesgo, que permitan la comunicación y alertas tempranas en caso de peligros inminentes.

Tabla 37. Ecosistemas para proteger y restaurar en Bahía Solano

OBJETIVO	Nombre de alternativa
Implementar soluciones basadas en ecosistemas para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la cabecera urbana del municipio de Bahía Solano, Chocó.	Reubicar y/o mejorar viviendas en zonas de alto riesgo con enfoque bioclimático
	Proteger y restaurar rondas hídricas frente a amenazas y adaptación al cambio climático
	Fortalecer las capacidades locales para la gestión del riesgo de desastres a través del monitoreo, la alerta temprana y la respuesta a emergencias.

Fuente: Invermar (2022).

En el corregimiento de La Bocana, Buenaventura, los asistentes al taller manifestaron la necesidad de reubicar las viviendas en zonas de alto riesgo (Tabla 38). Para ello recomendaron el uso de viviendas bioclimáticas que permitan la adaptación al cambio climático sobre todo en las comunidades de Shangai, Pianguita y Vista Hermosa. Estos diseños también tendrían en cuenta el conocimiento local y cultural para su diseño arquitectónico, y utilizando los terrenos del consejo comunitario. Como medida para el saneamiento ambiental se propuso construir una planta de reciclaje que contemple la clasificación y separación de residuos siguiendo la normatividad ambiental y con recomendaciones para la sostenibilidad de la iniciativa. Finalmente, en los proyectos de recuperación de playa se fomenta la concientización ambiental, para permitir la recuperación del espacio y la siembra de plantas nativas que sirvan para la retención de sedimentos generadores de playa que son importantes para el turismo.

Tabla 38. Ecosistemas para proteger y restaurar en La Bocana

OBJETIVO	Nombre de alternativa
Implementar soluciones basadas en ecosistemas para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la localidad de La Bocana, Buenaventura.	Reubicar viviendas en zonas de alto riesgo con un enfoque bioclimático
	Proteger y restaurar los manglares y la vegetación costera
	Construir y operar una planta de reciclaje para el aprovechamiento de residuos sólidos
	Construir capacidades de adaptación desde la cultura Afro

Fuente: Invermar (2022).

Referencias

Convención de Diversidad Biológica (2009). Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Technical Series No. 41. Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Estrella, M. y Saalisma, N. (2013). Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR): An overview. En Renaud, F., Sudmeier-Rieux,

K. y Estrella, M. (eds.). The Role of Ecosystems for Disaster Risk Reduction. United Nations University Press.

Gilbert, J., & Vellinga, P. (1990). Coastal zone management. IPCC Response Strategies Working Group Reports. Chapter 5: 131-158.

Gracia, A., Rangel, N., Oakley, J., & Williams, A. (2018). Use of ecosystems in coastal erosion management. Ocean & Coastal

Management, 277-289. Volume 156, 15 April 2018, Pages 277-289. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.009>

Nicholls, R.J., Lincke, D., Hinkel, J., Brown S., Vafeidis, A. T., Meyssignac, B., Hanson, S. E., Merkens, J-L., Fang, J. (2021). A global analysis of subsidence, relative sea-level change and coastal flood exposure. Nat. Clim. Chang. 11, 338–342. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-00993-z>

Pörtner, H., Masson-Delmotte, D., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., . . . Alegria, A. Nicolai, M. Okem, A. Petzold, J. Rama, B. Weyer, N. M. (2019). Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate. IPCC.

Ricaurte-Villota, C., Coca-Domínguez, O., Gonzáles, M. E., Bejarano-Espinosa, M., Morales, D. F., Correa-Rojas, C., . . . Briceño Zuluaga, F., Legarda, G. A., Arteaga, M. E. (2018). Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en Colombia: enfoque regional para la gestión del riesgo. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés". Publicaciones Especiales de INVEMAR No.33. <http://hdl.handle.net/1834/15782>

Sudmeier-Rieux, Arce-Mojica, T., Boehmer, H.J. et al. (2021). Scientific evidence for ecosystem-based disaster risk reduction. Nature Sustainability. No. 4, 803–810. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00732-4>

CAPÍTULO 4

EVIDENCIAS DE TRANSFORMACIÓN

Ideam: Reinaldo Sánchez López, Javier Otero García, Juan Camilo Ramírez Gómez, Edson Urrego Marroquín, Lina Rocío Viasús Figueredo, José Alejandro Salamanca García, Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas, Kelín Johanna Gómez Hernández y Eliana Marcela Mendoza Hernández, Jorge Luis Ceballos Liévano, José Alejandro Ospina Niño, German Andrés Merchán Arévalo y Yina Paola Nocua Ruge; Edersson Cabrera Montenegro.

Invemar: Tania Liceth Córdoba Meza, Lizbeth Janet Vivas y Cristián Camilo Ruíz, Andrés Felipe Acosta Chaparro, Laura Sánchez Valencia, Johanna Vega Sequeda, Diana Isabel Gómez López y David Alejandro Alonso Carvajal, Amanda Selene Rojas Aguirre, Sebastian Herrera Fajardo, Juan Camilo Rodríguez Ataró y Alexandra Rodríguez, Edgar Arteaga Sogamoso y Julián Franco Angulo.

Humboldt: Liliana Corzo¹, Susana Rodríguez-Buriticá², Diego Ochoa³, María Fernanda Batista¹, Shan He³, Anne Virnig³, Di Zhang³, Claudia Fonseca³, Marion Marigo³, Oscar Venter⁴, Scott Atkinson³, Jamison Ervin³ y Hernando Garcia². (Institución, Programa, Área: 1 Investigador independiente PNUD-contratista; 2 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 3 Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-; 4 Universidad del Norte de Columbia Británica.)

Agradecimientos y reconocimientos: A Juan Camilo García, Laboratorio Nacional de Suelos, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.; Roy González Martínez, Investigador Adjunto, Ciencias Básicas de la Biodiversidad - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos - IAvH; Laboratorio Fertilidad de Suelos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; Ana Celia Salinas Martín, subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental, Ideam.; Fabio Bernal, Subdirección de Hidrología, Ideam.; Julieta Serna, Subdirección de Meteorología, Ideam.; Nidia Cristina Mayorga, grupo Suelos y Tierras, Ideam ; Nubia Traslaviña, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Liz Johanna Díaz Cubillos, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Patricia León, Grupo Sistema de Información Ambiental, Ideam; Kelín Johanna Gómez Hernández, Ideam – Pasante; Eliana Marcela Mendoza Hernández, Ideam – contratista.

A Aguas y Aguas de Pereira, Alcaldía Municipal de Güicán, Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdeguias), Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán (Asguinturg), Association of Polar Early Career Scientists (APECS, Colombia), Chemonics International Inc. Colombia, Corporación Cumbres Blancas Colombia, Heidi Sevestre. Glacióloga, Francia, Jairo Alexander López Rodríguez. Estudiante de pasantía de la Universidad Nacional de Colombia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, Parque Nacional Natural El Cocuy, Parque Nacional Natural Los Nevados, Pueblo indígena U'WA, Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima, Unión Temporal Operación Nevados (UTON), Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).

A la REDCAM; este trabajo se desarrolló en el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM, integrada por las corporaciones autónomas regionales y desarrollo sostenible de los departamentos costeros de Colombia: CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCO, CVC, CRC y CORPONARIÑO, coordinada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR y co-financiada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

A la IAEA; la información presentada son resultados de las actividades desarrolladas en el año 2021 por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del BPIN Misional Resolución 61 y 176 de 2021, y los proyectos RLA 7025 y COL 7004 financiados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés).

Al Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM-; Impact Observatory; National Geographic Society; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Swedish International Development Cooperation Agency (Sida) y la University of Northern British Columbia por el equipo conformado con el IAvH.

4. EVIDENCIAS DE TRANSFORMACIÓN

Se presentan en este capítulo los resultados de estudios y seguimientos que permiten dar cuenta de tendencias y señales de transformación, a partir del análisis de series históricas que permiten evidenciar dichas transformaciones en algunos ecosistemas objeto de estudio, en el marco de las acciones adelantadas para su monitoreo por parte de las entidades encargadas en cada caso.

Las evidencias de transformación, sintetizadas a continuación, están relacionadas con degradación de las tierras, monitoreo de glaciares y boques a nivel nacional a cargo del Ideam; así como un análisis de tendencia de diferentes indicadores de ecosistemas marinos y costeros desarrollados por el Invemar. Por último, aportes del IAvH para fortalecer el conocimiento de la diversidad biológica.

4.1. Suelos y su proceso de degradación

4.1.1. ¿En dónde se encuentran las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia?

Ideam: Reinaldo Sánchez López, Javier Otero García, Juan Camilo Ramírez Gómez, Edson Urrego Marroquín, Lina Rocío Viasús Figueredo, José Alejandro Salamanca García, Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas, Kelín Johanna Gómez Hernández y Eliana Marcela Mendoza Hernández.

Agradecimientos: Juan Camilo García, Laboratorio Nacional de Suelos, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.; Roy González Martínez, Investigador Adjunto, Ciencias Básicas de la Biodiversidad - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos - IAvH; Laboratorio Fertilidad de Suelos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; Ana Celia Salinas Martín, subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental, Ideam.; Fabio Bernal, Subdirección de Hidrología, Ideam.; Julieta Serna, Subdirección de Meteorología, Ideam.; Nidia Cristina Mayorga, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Nubia Traslaviña, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Liz Johanna Díaz Cubillos, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Patricia León, Grupo Sistema de Información Ambiental, Ideam.

La identificación y zonificación de tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia, para el año 2021; se elaboró a partir de la aplicación metodológica y conceptual, que integra la información de factores y variables relacionadas con las condiciones del clima atmosférico y del suelo. La estructura del modelo conceptual incluye 4 factores: Clima, Suelos, Geomorfología y biomas y 8 variables (zonas climáticas, índice de aridez, índice de aridez mensual, régimen de humedad, sistemas morfogénicos, laderas de sotavento y biomas), alimentada por la información secundaria oficial de cubrimiento nacional y la información primaria de orientación y disposición orográfica (laderas de sotavento) generada a partir del modelo digital de elevación digital del terreno de 30 metros de resolución espacial y la información de dirección de los vientos (Ideam, 2015). Las variables generadas se categorizaron asignándoles valores de 1 a 5 (1: áridas, 2: muy secas; 3 secas; 4 subhúmedas secas; 5 zonas húmedas) y posteriormente se usó análisis multicriterio de comparación por pares mediante la consulta de expertos para establecer los pesos de cada variable, con los pesos se realizó la sobreposición ponderada y se calcularon los factores, dichos factores posteriormente se unificaron nuevamente mediante una sobreposición ponderada estableciendo el mismo peso para cada uno de ellos, estos valores se aproximaron al entero más cercano y se obtuvo la zonificación mediante álgebra de mapas.

La zonificación resultante fue validada en talleres con 15 de las Corporaciones Autónomas Regionales y 6 campañas de campo a nivel nacional. Esta información está disponible a escala de 1:100.000 para el área continental y a escala 1:10.000 para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

i. La desertificación es la degradación de las tierras de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, y se ha convertido en uno de los problemas más importantes a nivel mundial que pone en peligro a la humanidad.

ii. Las tierras áridas, semiáridas (muy secas, secas) y subhúmedas secas, comprenden aquellas zonas hidro-climáticamente áridas, semiáridas y subhúmedas secas, que reciben menos o igual precipitación que la evapotranspiración y está limitada por la escasez de humedad del suelo durante una parte importante del año, lo cual genera baja productividad primaria. Estas tierras secas se enfrentan a una serie de procesos de ampliación y degradación debidos a su fragilidad, que son potenciados por las presiones antrópicas y la variabilidad y el cambio climático.

iii. El 26,7% del área continental e insular de Colombia corresponde a tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas (30'554.862 ha) y son los de mayor vulnerabilidad a los eventos de variabilidad y el cambio climático, por lo anterior se sugiere implementar prácticas de uso, manejo y ocupación que permitan prevenir, mitigar y reducir la susceptibilidad a los procesos de degradación por desertificación.

iv. Las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas actualmente presentan los procesos de degradación de suelos por erosión y salinización severos y muy severos y de mayor magnitud en el territorio nacional.

v. Las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas soportan las coberturas vegetales más vulnerables a los incendios, por lo anterior, serán de especial atención en las temporadas secas y en los eventos cálido del Océano Pacífico "El Niño".

vi. Las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas son muy frágiles y son las que actualmente mayor presión antrópica recibe, aquí viven y desarrollan actividades socioeconómicas la mayor parte de la población colombiana.

La desertificación es "la degradación de las tierras de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas, debida a la pérdida del equilibrio natural y a la disminución de las funciones ambientales, la productividad biológica y económica, poniendo en peligro la biodiversidad y la supervivencia de las comunidades humanas."

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD) considera la degradación de las tierras secas como uno de los problemas mundiales más importantes que amenaza a la humanidad.

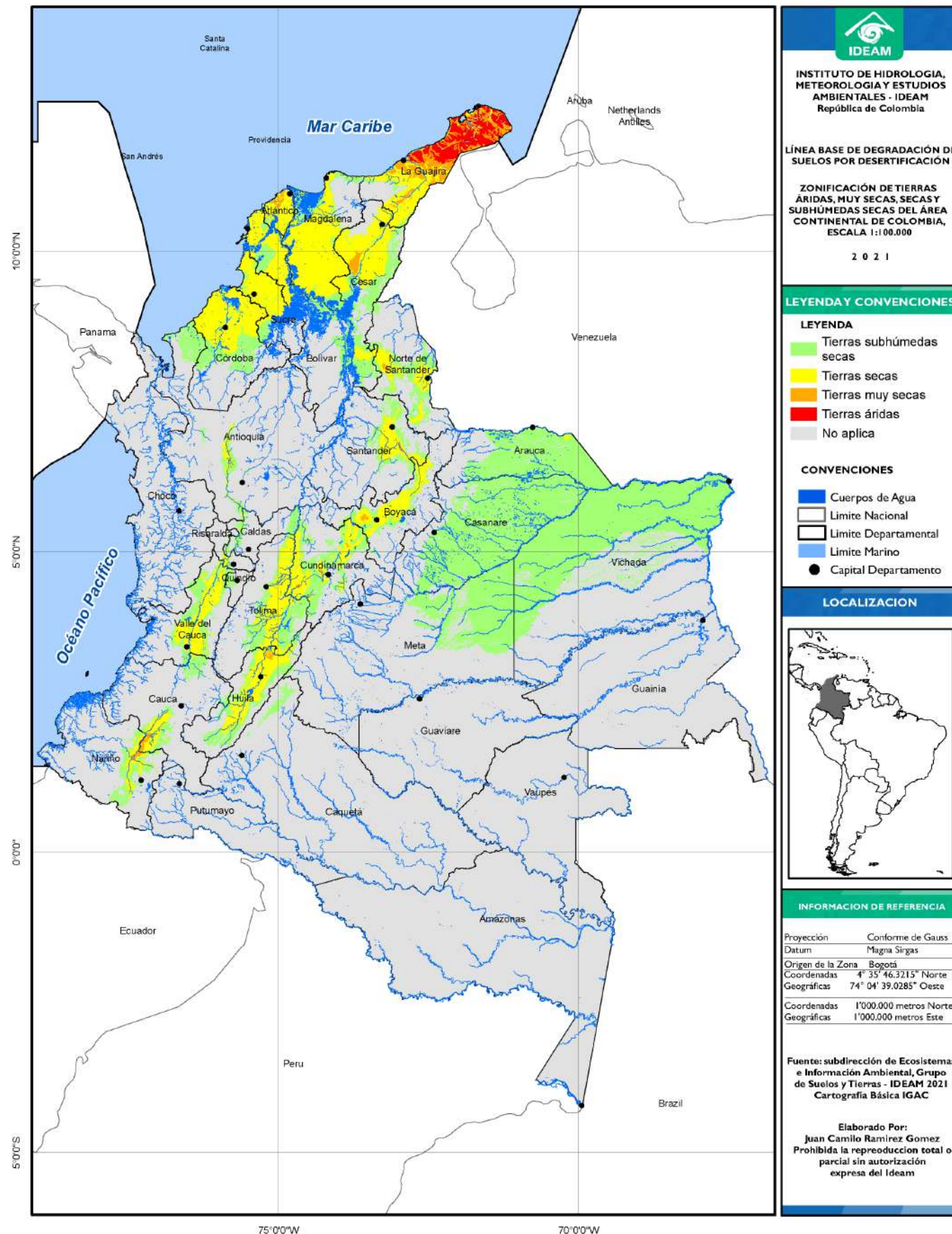
La zonificación de las tierras áridas, semiáridas (muy secas y secas) y subhúmedas secas en Colombia es uno de los referentes para la implementación de acciones para prevenir, mitigar y establecer medidas de adaptación a los procesos de degradación por desertificación, debido a los efectos de la variabilidad y el cambio climático y las actividades inadecuadas de los seres humanos.

¿Que son las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas?

Comprenden aquellas zonas hidro-climáticamente áridas, semiáridas y subhúmedas secas, que reciben menos o igual precipitación que la evapotranspiración, y está limitada por la escasez de humedad del suelo durante una parte importante del año, que genera baja productividad primaria. Estas tierras secas se enfrentan a una serie de procesos de ampliación y degradación debidos a su fragilidad, que son potenciados por las presiones antrópicas y la variabilidad y el cambio climático.

En la figura 187 se presenta la identificación y zonificación de las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas para el área continental de Colombia.

Figura 187. Mapa de la zonificación de las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia



Fuente: Ideam (2021).

En la tabla 39, se presenta la distribución porcentual y la descripción de las categorías de las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia para el área continental.

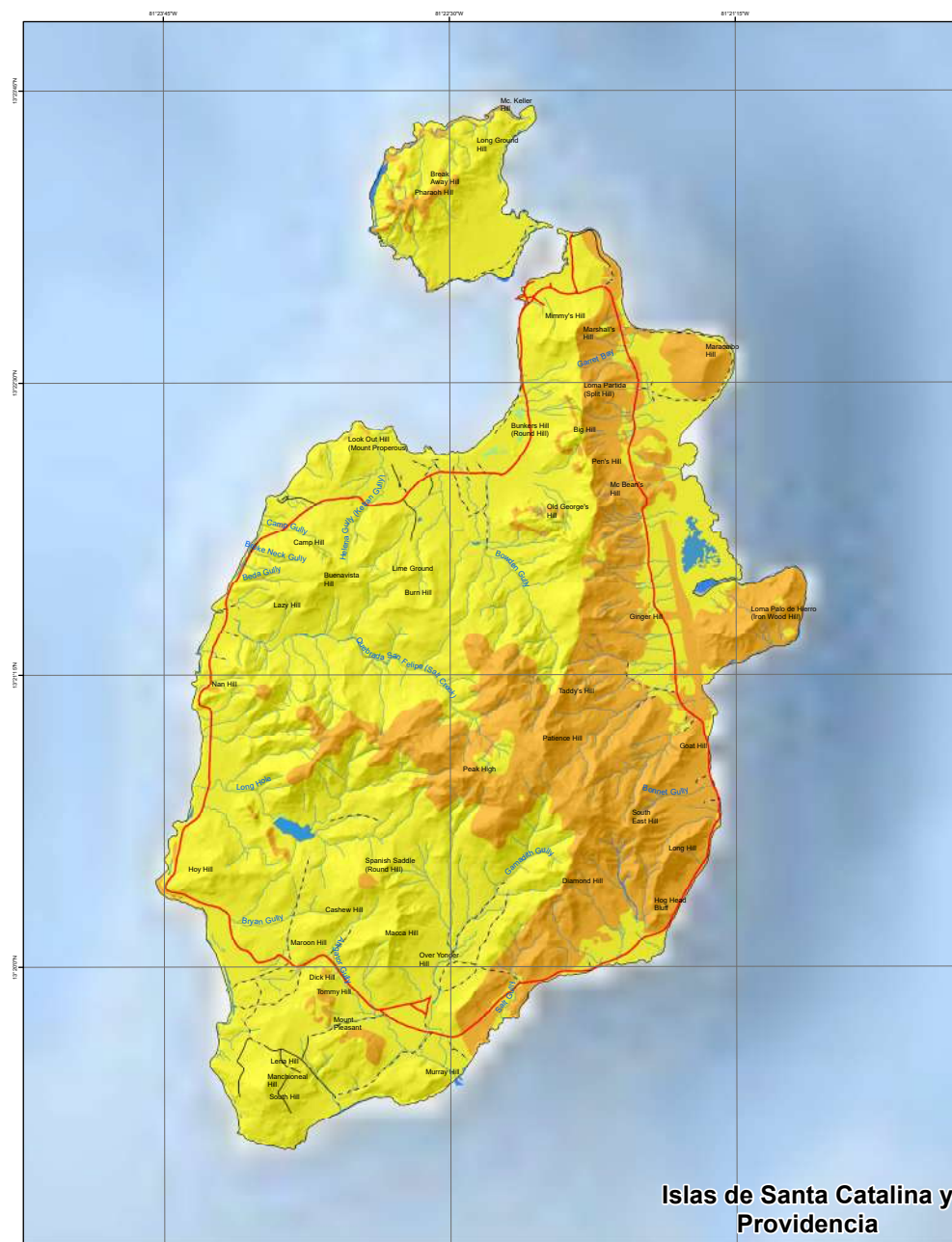
Tabla 39. Distribución y descripción de las Tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia

Distribución	Descripción
Áridas (0,7%)	Corresponde a zonas con climas áridos, donde la lluvia es inferior a la mitad de la evapotranspiración, con suelos muy secos durante la mayor parte del año, con muy baja capacidad de regulación y disponibilidad de humedad. Estas condiciones generan coberturas vegetales muy escasas y organismos con adaptaciones especiales.
Muy secas (0,8%)	Las tierras muy secas corresponden a zonas en climas semiáridos (muy secos), donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, que comprende periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos durante 6 o más meses seguidos o fraccionados. En estas zonas domina la vegetación arbustiva y herbácea espinosa sobre el bosque seco.
Secas (6,5%)	Las tierras secas corresponden a zonas en climas semiáridos (secos), donde la lluvia es ligeramente menor o igual a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, que comprende periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, con periodos estacionales y predominio de suelos secos. En estas zonas domina la vegetación de bosque seco sobre la arbustiva espinosa.
Subhúmedas secas (18,8%)	Corresponde a zonas transicionales entre las zonas secas a las húmedas. La lluvia es ligeramente mayor a la evapotranspiración, pero con periodos de estacionalidad o distribución irregular de las lluvias. La humedad en los suelos es irregular y predominan los estados secos a semihúmedos. En estas zonas domina la vegetación boscosa y exuberante y el uso de la tierra se intensifica.
Otras tierras	Corresponde a tierras húmedas y muy húmedas, cuerpos de agua y zonas urbanas.

Fuente: Ideam (2021).

A continuación, en la figura 188 se presenta la identificación y zonificación de las tierras secas y subhúmedas secas del archipiélago de San Andrés, Providencia y Sata Catalina elaborado a escala 1:10.000, Ideam 2022.

Figura 188. Mapa de la zonificación de las tierras secas y subhúmedas secas del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 2021



Leyenda

Zona	Definición	Área ha	%
Seca Tipo I	Las zonas secas tipo I corresponden a áreas en clima semiárido a subhúmedo seco (muy secos), con periodos de 7 a 8 meses donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, que comprende periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, durante 6 o más meses seguidos. Sin embargo, los periodos de lluvia se extienden por 3 a 4 meses continuos, con altos volúmenes de precipitación. En estas zonas predominan los suelos con régimen de humedad ústico, drenaje natural bueno y humedad aprovechable en un rango de 10 a 20%. Las zonas secas tipo I se concentran en formas del terreno de ladera, en zonas urbanas y misceláneos desprovistos de suelo y vegetación. La vegetación que crece en estas zonas corresponde a arbustales secos, con árboles de alturas intermedias y de escaso follaje.	1369,43	27,98
Seca Tipo II	Las zonas secas tipo II corresponden a áreas en clima semiárido a subhúmedo seco (muy secos), con periodos de 7 a 8 meses donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, que comprende periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, durante 6 o más meses seguidos. Sin embargo, los periodos de lluvia se extienden por 4 a 5 meses continuos, con altos volúmenes de precipitación. En estas zonas predominan los suelos con régimen de humedad ústico sobre los álcuicos, con drenaje natural es bueno a excesivo y humedad aprovechable en un rango de 10 a 20%. Las zonas secas tipo II se concentran en formas del terreno de laderas y planos de abrasión y en menor proporción en zonas urbanas y misceláneos desprovistos de suelo y vegetación. La vegetación que crece en estas zonas corresponde a bosques secos, que con la diferencia de estar conformado por árboles de mayor altura y follaje exuberante .	3424,82	69,98
Subhúmeda a seca	Las zonas subhúmedas secas corresponden a áreas de transición entre las zonas secas y húmedas, con periodos de 7 a 8 meses donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, que comprende periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, durante 6 o más meses seguidos. Sin embargo, los periodos de lluvia se extienden por 4 a 5 meses continuos, con altos volúmenes de precipitación. En estas zonas dominan los suelos con regimenes de humedad álcuico, drenaje natural imperfecto a muy pobre y humedad aprovechable mayor 20%. Las zonas subhúmedas secas se concentran en formas del terreno de bajos y dolinas, con pendientes planas a cóncavas. La vegetación que crece en estas zonas corresponde a bosques secos transitando a húmedos y manglares.	99,93	2,04



INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM
República de Colombia

Mapa de Zonificación de las tierras Subhúmedas secas y secas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 2021

Convenio Interadministrativo N° 628 de 2021, MADS, IAVH, IDEAM, INVEMAR Seaflower Plus

El ambiente es de todos 



LOCALIZACIÓN



Escala:
1:10.000

CONVENCIONES

 Cuerpos de agua	 Vías
 Drenajes sencillos	 Vía principal
 Límites político administrativos	 Vía Secundaria
 Límite municipal	 camino

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Proyección:	Conforme de Gauss
Datum:	Magna Sirgas
Origen de la Zona:	San Andres Isla
Coordenadas Geográficas:	12°31'25.659" Lat N 81°43'45.753" Long O
Coordenadas Planas:	1'877.357,828 m N 820.439.298 m E
Fuente:	Convenio No 628 de 2021
Elaboró:	Grupo de suelos y tierras Convenio No 628 de 2021, Seaflower Plus.
Salida Gráfica:	Viasús-Figueroado, Lina
Copyright © MADS, IAVH, IDEAM, INVEMAR, 2022.	Convenio Interadministrativo N° 628 de 2021 - Expedición Seaflower Plus
Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización expresa del IDEAM	

Tabla 40. Leyenda de las tierras Subhúmedas secas y secas Archipiélago de San Andrés y Providencia

Zona	Descripción	Área ha	%
Subhúmeda seca	Las zonas subhúmedas secas corresponden a áreas de transición entre las zonas secas y húmedas, con periodos de 7 a 8 meses donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, que comprende periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, durante 6 o más meses seguidos. Sin embargo, los periodos de lluvia se extienden por 4 a 5 meses continuos, con altos volúmenes de precipitación. En estas zonas dominan los suelos con regímenes de humedad ácuico, drenaje natural imperfecto a muy pobre y humedad aprovechable mayor 20%. Las zonas subhúmedas secas se concentran en formas del terreno de bajos y dolinas, con pendientes planas a cóncavas. La vegetación que crece en estas zonas corresponde a bosques secos transitando a húmedos y manglares.	99,8	2,04
Seca Tipo II	Corresponden a áreas en clima semiárido a subhúmedo seco (muy secos), con periodos de 7 a 8 meses donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, con periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, durante 6 o más meses seguidos. En estas zonas predominan los suelos con régimen de humedad ústico sobre los ácuicos, con drenaje natural bueno a excesivo y humedad aprovechable en un rango de 10 a 20%. Las zonas secas tipo II se concentran en formas del terreno de laderas y planos de abrasión y en menor proporción en zonas urbanas y misceláneos desprovistos de suelo y vegetación. La vegetación que crece en estas zonas corresponde a bosque seco conformado por árboles de mayor altura y follaje exuberante.	3424,8	69,98
Seca Tipo I	Las zonas secas tipo I corresponden a áreas en clima semiárido a subhúmedo seco (muy secos), con periodos de 7 a 8 meses donde la lluvia es menor a las pérdidas por evapotranspiración y/o percolación profunda, con periodos de pocas lluvias y baja humedad en los suelos, durante 6 o más meses seguidos. En estas zonas predominan los suelos con régimen de humedad ústico, drenaje natural excesivo y humedad aprovechable en un rango de 10 %. Las zonas secas tipo I se concentran en formas del terreno de ladera, en zonas urbanas y misceláneos desprovistos de suelo y vegetación. La vegetación que crece en estas zonas corresponde a arbustales secos, con árboles de alturas intermedias y de escaso follaje.	1369,4	27,98

Fuente: Ideam (2022).

4.1.2. La desertificación una amenaza para las tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas de Colombia

Ideam: Reinaldo Sánchez López, Javier Otero García, Juan Camilo Ramírez Gómez, Edson Urrego Marroquín, Lina Rocío Viasús Figueredo, José Alejandro Salamanca García y Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas

Agradecimientos: Juan Camilo García, Laboratorio Nacional de Suelos, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.; Roy González Martínez, Investigador Adjunto, Ciencias Básicas de la Biodiversidad - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos - IAvH; Laboratorio Fertilidad de Suelos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano; Ana Celia Salinas Martín, subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental, Ideam.; Nidia Cristina Mayorga, grupo Suelos y Tierras, Ideam ; Nubia Traslaviña, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Liz Johanna Díaz Cubillos, grupo Suelos y Tierras, Ideam; Patricia León, Grupo Sistema de Información Ambiental, Ideam.; Kelín Johanna Gómez Hernández, Ideam – Pasante; Eliana Marcela Mendoza Hernández, Ideam – contratista.

La identificación y zonificación de la susceptibilidad de los suelos a la degradación por desertificación se genera a partir de la aplicación metodológica y conceptual del Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por desertificación (IDEAM, 2019).

La metodología se basa en la implementación del modelo conceptual de susceptibilidad el cual está conformado por 6 factores (clima, suelos, geomorfología, ecosistemas, cobertura y uso de la tierra y estado actual de los procesos de degradación); los factores corresponden a la estructura principal del modelo, los cuales se encuentran compuestos por 18 subfactores (Zonas climáticas, Estacionalidad de la precipitación, Índice de Aridez, Índice de sequía, Taxonomía de suelos, Condición de humedad, Materia orgánica, Propiedades químicas, morfometría, morfografía, morfodinámica, Biomas, Estado ecosistemas, Sistemas de uso y Coberturas, susceptibilidad de las coberturas vegetales a los incendios, aporte potencial de Materia Orgánica, Grado Erosión, Grado Salinización) y 32 variables biofísicas y socioeconómicas.

Para el cálculo de la capa digital se abordó el modelo de manera jerárquica, procesando las variables, las cuales provienen de información oficial más reciente disponible de cubrimiento nacional con excepción de las variables que fueron calculadas mediante geoprocésamiento (Índice topográfico de humedad, pendiente, índice de rugosidad y laderas de sotavento).

Con las categorías establecidas se realizó un álgebra de mapas, para esto se estableció un peso de cada variable con un modelo multicriterio de análisis jerárquico mediante matrices de comparación por pares las cuales fueron evaluadas con ayuda de expertos.

Como métodos de evaluación y control de calidad temática, se realizaron 3 talleres regionales, con 15 corporaciones autónomas regionales y dos universidades. También, se realizaron 6 campañas de campo, en las cuales se hicieron recorridos de observación, validación y toma de muestras de suelos y aguas para determinaciones en laboratorio.

Esta información está disponible a escala de 1:100.000 para el área continental y a escala 1:10.000 para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

i. La desertificación es un proceso de degradación de los suelos y las tierras que sucede de forma exclusiva en zonas áridas, semi áridas, secas y subhúmedas secas.

ii. La susceptibilidad a la desertificación es la propensión de una zona a que se presente procesos de degradación de suelos por desertificación en distintos grados de probabilidad cualitativa, los cuales están definidos por factores y variables biofísicas (clima, suelos, biomas, geomorfología, cobertura terrestre), antrópicos (uso y sistemas de uso) y algunos procesos de degradación actual (erosión, salinización, entre otros).

iii. La zonificación de susceptibilidad de los suelos a la degradación por desertificación está dirigida a la generación de alertas tempranas, las cuales permiten prevenir, mitigar o adaptarse a los procesos de degradación de suelos. Además, es un insumo fundamental para el monitoreo y seguimiento de estos procesos mediante la elaboración de la línea base de degradación de suelos por desertificación, que contribuye a la gestión sostenible de los suelos en Colombia.

iv. El 26,7% del área continental e insular de Colombia presenta algún grado de susceptibilidad a la degradación de suelos por desertificación, las cuales serán de mayor vulnerabilidad a los eventos de variabilidad y el cambio climático, se sugiere implementar prácticas de manejo sostenible para cada una de estas unidades de susceptibilidad, que incluya prácticas de conservación de los suelos alrededor de la agricultura, la silvicultura y la ganadería, la conservación de las coberturas naturales y restauración de las coberturas degradadas por incendios o deforestación y la adaptación a eventos extremos de variabilidad climática y cambio climático.

Introducción

La desertificación es la degradación de las tierras de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas, debida a la pérdida del equilibrio natural y a la disminución de las funciones ambientales, la productividad biológica y económica, poniendo en peligro la biodiversidad y la supervivencia de las comunidades humanas.

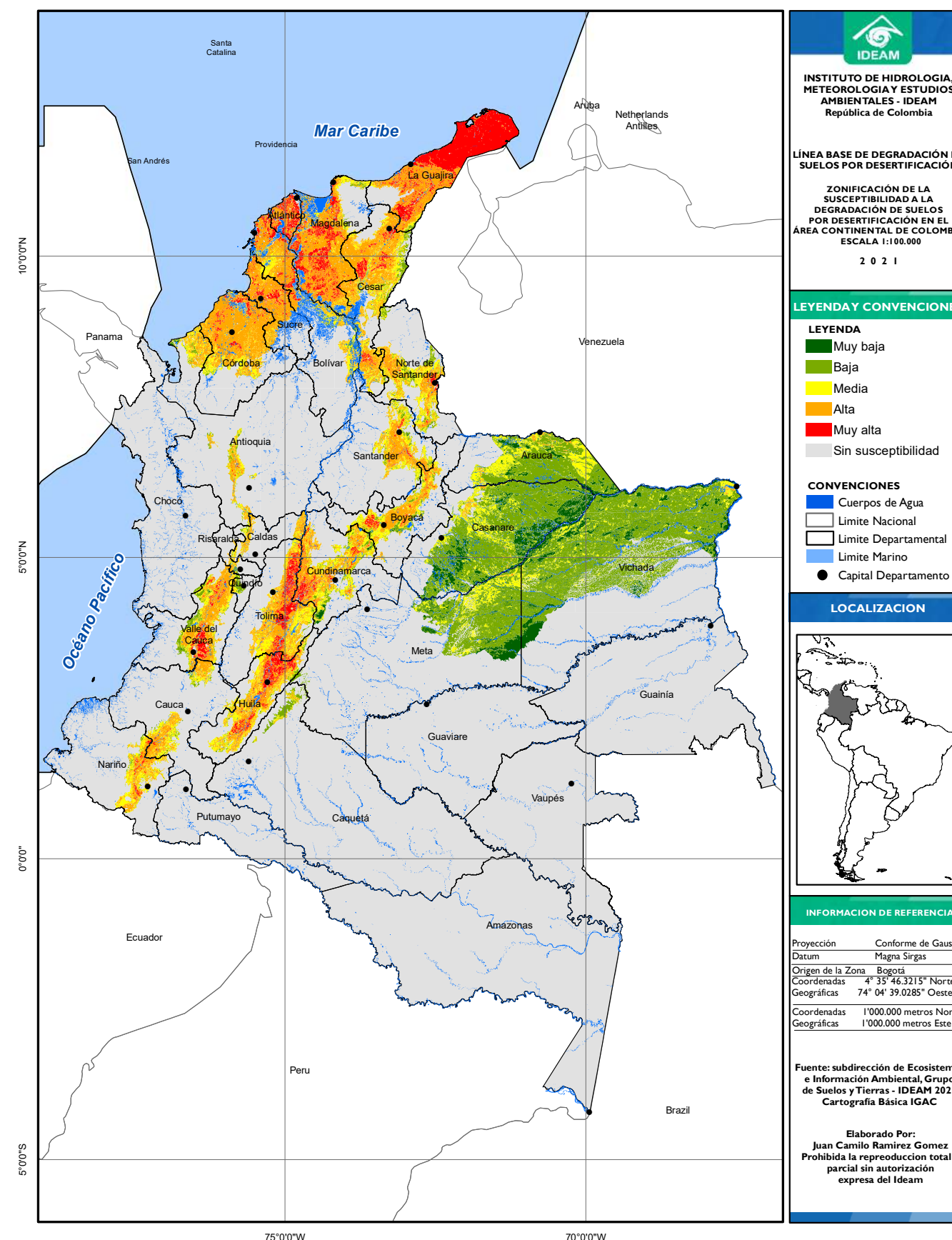
La susceptibilidad a la desertificación es la propensión de una zona a presentar procesos de degradación

de suelos por desertificación en distintos grados de probabilidad. Estos están definidos por factores y variables biofísicas (clima, suelos, biomas, geomorfología, cobertura vegetal), antrópicos (sistemas de uso) y algunos procesos de degradación actual (erosión, salinización, compactación, entre otros).

La susceptibilidad a la desertificación es un modelo que permite identificar y generar alertas tempranas para prevenir, mitigar e implementar medidas de adaptación de los suelos y las tierras ante los procesos de degradación inducidos por las actividades antrópicas inadecuadas y la variabilidad climática.

En la figura 189, se presenta la identificación y zonificación de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación para el área continental de Colombia a escala 1:100.000.

Figura 189. Mapa de la zonificación de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación para el área continental de Colombia



En la tabla 41, se presenta la distribución porcentual y la descripción de las categorías por grado de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación para el área continental de Colombia

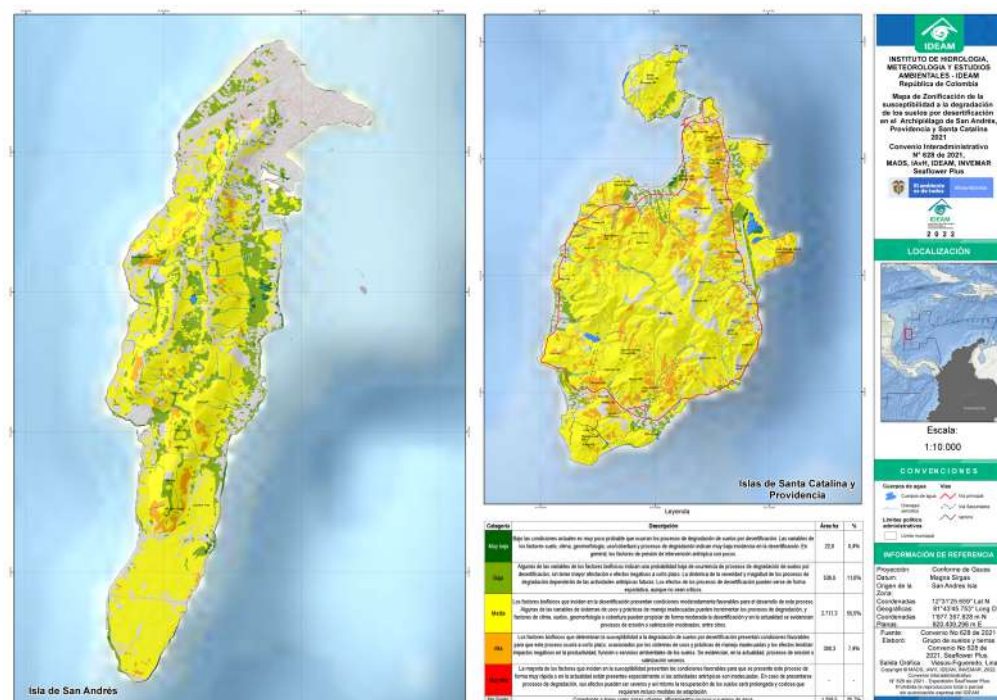
Tabla 41. Distribución y descripción de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación para el área continental de Colombia

Grado	Descripción
Muy baja (2,6%)	Bajo las condiciones actuales es muy poco probable que ocurran los procesos de degradación de suelos por desertificación. Las variables de los factores suelo, clima, geomorfología, biomas, uso/cobertura y procesos de degradación indican muy baja incidencia en la desertificación.
Baja (8,8%)	Algunas de las variables de los factores biofísicos indican una probabilidad baja de ocurrencia de procesos de degradación de suelos por desertificación, sin efectos negativos a corto plazo. La dinámica de la severidad y magnitud de los procesos de degradación dependerá de las actividades antrópicas futuras. Los efectos de los procesos de desertificación pueden manifestarse de forma esporádica, sin llegar a ser críticos.
Media (5,1%)	Los factores biofísicos que inciden en la desertificación presentan condiciones moderadamente favorables para el desarrollo de este proceso en el mediano plazo. Algunas de las variables de los sistemas de uso y prácticas de manejo inadecuadas pueden incrementar los procesos de degradación. Los factores de clima, suelos, geomorfología o cobertura vegetal pueden propiciar de forma moderada la desertificación y en la actualidad se evidencian procesos de degradación moderados, entre otros.
Alta (7,6%)	Los factores biofísicos que determinan la susceptibilidad a la degradación de suelos por desertificación presentan condiciones favorables para que este proceso ocurra a corto plazo, ocasionados por los sistemas de uso y prácticas de manejo inadecuadas y los efectos tendrían impactos negativos en la productividad y funciones o servicios ambientales de los suelos. Se evidencian, en la actualidad, procesos de degradación severos.
Muy alta (2,6%)	La mayoría de los factores que inciden en la susceptibilidad favorecen el desarrollo de este proceso de forma rápida, especialmente por las actividades antrópicas inadecuadas. En caso de presentarse procesos de degradación, sus efectos pueden ser severos y así mismo la recuperación de los suelos será prolongada y costosa, requiriendo incluso medidas de adaptación.
Sin susceptibilidad	Corresponde a las zonas sin susceptibilidad al proceso de degradación por desertificación.

Fuente: Ideam (2021).

A continuación, en la figura 190 se presenta la identificación y zonificación de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina elaborado a escala 1:10.000, Ideam 2022.

Figura 190. Mapa de zonificación de la susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Fuente: Ideam (2022).

Tabla 42. Susceptibilidad de los suelos y las tierras a la degradación por desertificación del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Grado	Descripción	Área ha	%
Muy baja	Bajo las condiciones actuales es muy poco probable que ocurran los procesos de degradación de suelos por desertificación. Las variables de los factores suelo, clima, geomorfología, uso/cobertura y procesos de degradación indican muy baja incidencia en la desertificación. En general, los factores de presión de intervención antrópica son pocos.	22,0	0,45%
Baja	Algunas de las variables de los factores biofísicos indican una probabilidad baja de ocurrencia de procesos de degradación de suelos por desertificación, sin tener mayor afectación o efectos negativos a corto plazo. La dinámica de la severidad y magnitud de los procesos de degradación dependerán de las actividades antrópicas futuras. Los efectos de los procesos de desertificación pueden verse de forma esporádica, aunque no sean críticos.	536,0	10,95%
Media	Los factores biofísicos que inciden en la desertificación presentan condiciones moderadamente favorables para el desarrollo de este proceso. Algunas de las variables de sistemas de usos y prácticas de manejo inadecuadas pueden incrementar los procesos de degradación, y factores de clima, suelos, geomorfología o cobertura pueden propiciar de forma moderada la desertificación y en la actualidad se evidencian procesos de erosión o salinización moderados, entre otros.	2717,3	55,52%
Alta	Los factores biofísicos que determinan la susceptibilidad a la degradación de suelos por desertificación presentan condiciones favorables para que este proceso ocurra a corto plazo, ocasionados por los sistemas de usos y prácticas de manejo inadecuadas y los efectos tendrían impactos negativos en la productividad, función o servicios ambientales de los suelos. Se evidencian, en la actualidad, procesos de erosión o salinización severos.	360,3	7,36%
Muy alta	La mayoría de los factores que inciden en la susceptibilidad presentan las condiciones favorables para que se presente este proceso de forma muy rápida o en la actualidad ya están presentes especialmente por actividades antrópicas inadecuadas. Se evidencian procesos de erosión, salinización, compactación, pérdida de materia orgánica y sellamiento severos y muy severos; la recuperación de los suelos será prolongada y costosa que requieren incluso medidas de adaptación.	-	-
Sin susceptibilidad	Corresponde a áreas como zonas urbanas, afloramientos rocosos y cuerpos de agua.	1258,5	25,72%

Fuente: Ideam (2022).

4.2. Glaciares colombianos y su proceso de derretimiento

Ideam: Jorge Luis Ceballos Liévano, José Alejandro Ospina Niño, German Andrés Merchán Arévalo y Yina Paola Nocua Ruge.

Agradecimientos: Aguas y Aguas de Pereira, Alcaldía Municipal de Güicán, Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdeguias), Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán (Asguinturg), Association of Polar Early Career Scientists (APECS, Colombia), Chemonics International Inc. Colombia, Corporación Cumbres Blancas Colombia, Heidi Sevestre. Glacióloga, Francia, Jairo Alexander López Rodríguez. Estudiante de pasantía de la Universidad Nacional de Colombia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, Parque Nacional Natural El Cocuy, Parque Nacional Natural Los Nevados, Pueblo indígena U'WA, Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima, Unión Temporal Operación Nevados (UTON), Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).

El área glaciar en Colombia continúa disminuyendo. A inicios del año 2021 fue de $33,85 \pm 0,82 \text{ km}^2$, que al ser comparada con el año 2020 ($34,85 \pm 0,59 \text{ km}^2$), manifiesta una reducción de la cobertura glaciar nacional de aproximadamente 1 km^2 (2,9%); un valor anual menor que el registrado en el periodo inmediatamente anterior (2019 - 2020) que fue de $1,25 \text{ km}^2$ (4%). Esta leve disminución en el derretimiento glaciar se atribuye a un aumento de las precipitaciones sólidas (nieve y granizo) sobre los glaciares, generadas a su vez por las perturbaciones de la escala intraestacional y la dinámica asociada a la continuidad del fenómeno climático extremo La Niña que inició durante el segundo semestre de 2020 y que moduló el comportamiento del clima sobre el territorio nacional, especialmente en la región Andina. En general, desde hace tres décadas, el ritmo de reducción de área glaciar colombiana se mantiene entre 3 a 5% por año.

Se evidenciaron en el periodo, precipitaciones sólidas desde el superpáramo en altitudes superiores a 4300 metros y sobre los glaciares, particularmente en los Parques Nacionales Naturales Los Nevados y El Cocuy pero de manera diferencial. El indicador ambiental Balance de masa glaciar también se manifestó de manera diferenciada para los dos glaciares donde se calcula (Sierra Nevada El Cocuy y Nevado Santa Isabel).

Los nevados colombianos son monitoreados periódicamente tanto por métodos directos como indirectos. El primero se realiza mediante la captura mensual y bimestral de datos en campo (volcán nevado Santa Isabel y sierra nevada El Cocuy, respectivamente) utilizando instrumentos instalados sobre la superficie de los glaciares en observación, para posteriormente estimar matemáticamente el balance de masa (pérdidas y ganancias de masa). El segundo método, usando imágenes de satélite digitales que fueron obtenidas durante el primer trimestre de 2021 y que se procesan e interpretan para actualizar el área glaciar nacional y analizar su cambio en el tiempo y en el espacio para los seis actuales glaciares del país. Paralelamente, una red de estaciones hidroclimatológicas alrededor de algunos nevados (Ruiz, Santa Isabel, Tolima y El Cocuy) capturan datos para relacionar la dinámica glaciar con el clima. Así mismo, una red de cámaras de foto-seguimiento registra continuamente los cambios de la superficie de algunos glaciares (Santa Isabel y sierra nevada El Cocuy). Los resultados de este monitoreo glaciar se muestran a continuación.

Fotografía 7. Panorámica del glaciar El Cóncavo en el sector Laguna Grande de la Sierra, Parque Nacional Natural El Cocuy. Imagen tomada por una cámara de fotoseguimiento diario



Fuente: Ideam (2021).

Fotografía 8. Actividad de monitoreo glaciar en el PNN Los Nevados, sector Conejeras



Fuente: Ideam (2021).

Fotografía 9. Las bajas temperaturas y alta humedad atmosférica durante La Niña 2021, impactaron algunos equipos de monitoreo glaciar como esta cámara de fotoseguimiento



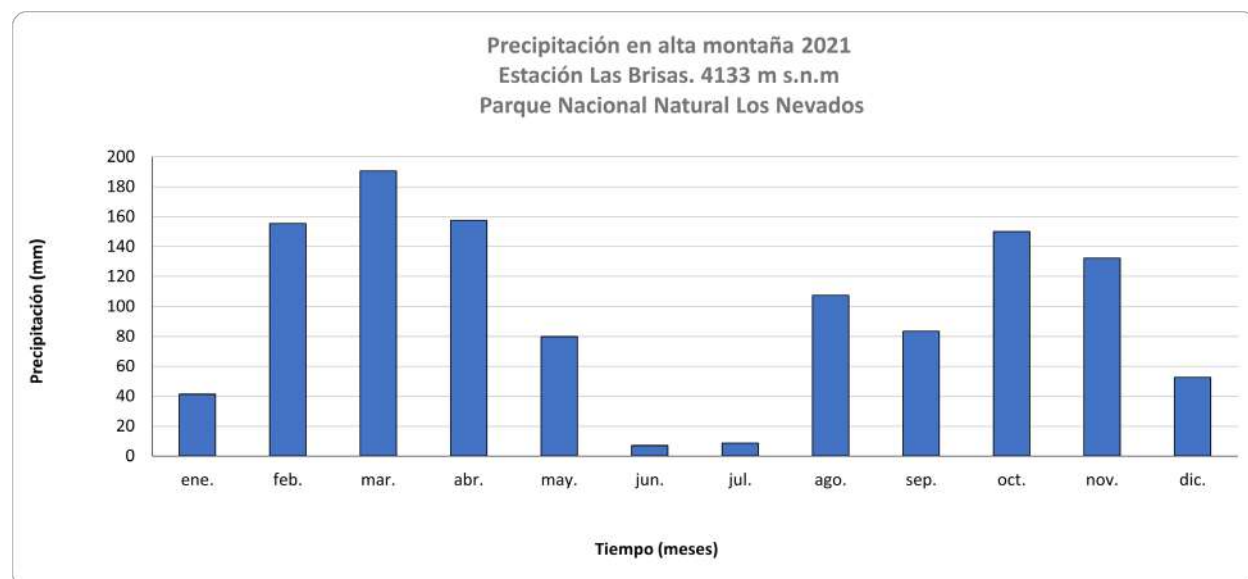
Fuente: Ideam (2021).

4.2.1. El comportamiento del clima y los glaciares

Si bien las cifras de reducción del área y masa glaciar son dicentes en todo el planeta, hay diferencias en las diversas regiones geográficas. Los glaciares colombianos, que pertenecen a la clasificación de glaciares Tropicales y específicamente Ecuatoriales, son particularmente sensibles a la dinámica de la atmósfera baja (Troposfera) y en general a la evolución del clima. El año 2021 estuvo marcado por incrementos de lluvia en la alta montaña de la región Andina colombiana asociados al fenómeno climático extremo La Niña, que generó acumulaciones de nieve y granizo sobre la superficie de los glaciares e incluso sobre el superpáramo en altitudes superiores a 4300. La figura 191 ilustra el comportamiento de la precipitación durante del año 2021 en una estación meteorológica del IDEAM, ubicada a 4133 m s.n.m en el Parque Nacional Natural Los Nevados.

De acuerdo con los datos obtenidos de la estación, la precipitación total durante el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre fue de 1166 mm. Los días más lluviosos fueron el 2 de abril con una precipitación de 29.4 mm y el 26 de noviembre con una precipitación de 28.7 mm.

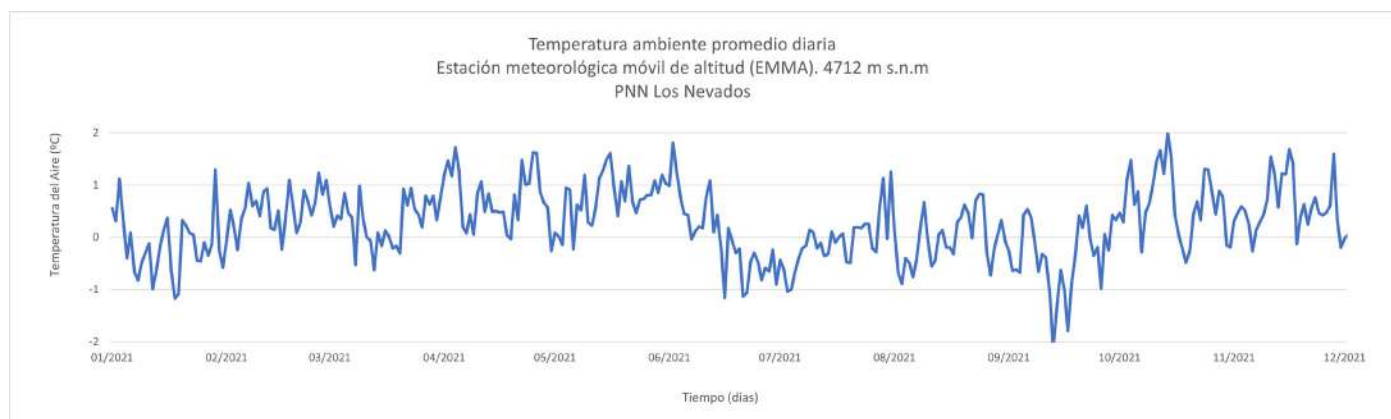
Figura 191. Precipitación en alta montaña 2021. Estación Las Brisas, 4133 m s.n.m. PNN Los Nevados



Fuente: Ideam (2021).

En 2021 se registraron varias nevadas en la alta montaña del Parque Nacional Natural Los Nevados que alcanzaron a cubrir el páramo con una capa de nieve y granizo de hasta 15 cm y desde los 4.000 metros de altitud aproximadamente. La figura 192 muestra el comportamiento de la temperatura del aire en una estación meteorológica sobre la superficie del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras que registró una temperatura promedio de 0.3°C durante el periodo de enero a diciembre del año 2021. El día más frío se registró el 13 de septiembre en la madrugada (2 a 6 am) con una temperatura de -4.45°C y el día 19 de enero con una temperatura de -4.44°C a las 4:00 am. Los días con temperaturas más altas se registraron el 1 de noviembre con una temperatura de 7,38°C a las 10:00 am y el 21 de marzo con una temperatura de 6,02°C a las 12:30 pm.

Figura 192. Temperatura ambiente diaria. Estación Meteorológica Móvil de Altitud. PNN Los Nevados



Fuente: Ideam (2021).

Fotografías 10 a y 10 b. Izquierda: Superpáramo (al fondo) cubierto por granizo durante un evento de precipitación influenciado por La Niña en agosto de 2021. Derecha: Superpáramo cubierto de nieve después de dos días de precipitación y temperaturas bajas en abril de 2021 en el PNN Los Nevados, sector Conejeras



Fuente: Ideam (2021).

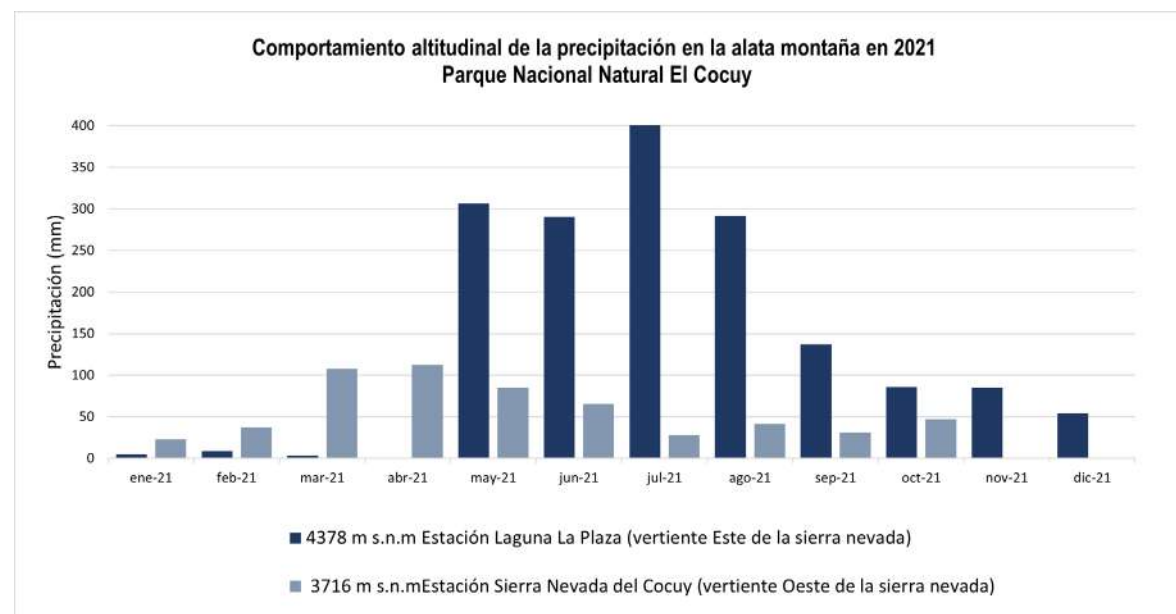
Fotografía 11. Vegetación de superpáramo durante un evento de precipitación sólida en agosto de 2021



Fuente: Ideam (2021).

En la sierra nevada El Cocuy o Güicán la precipitación tiende a ser disímil entre vertientes. De acuerdo con los registros de las estaciones meteorológicas del Ideam (Figura 193), la vertiente oriental es mucho más lluviosa que la occidental en razón a la humedad proveniente de la cuenca del Orinoco o que se origina en esta misma y abrupta vertiente cubierta por bosques andinos. En la vertiente occidental se manifiesta la influencia seca del cañón del río Chicamocha con precipitaciones mucho menores

Figura 193. Comportamiento Precipitación por rangos altitudinales en el Parque Nacional Natural El Cocuy



Fuente: Ideam (2021).

La temperatura media en la sierra nevada El Cocuy durante el año 2021 fue de 3°C de acuerdo con los datos obtenidos en la estación Laguna la Plaza ubicada a los 4378 m s.n.m en la vertiente Este de la sierra nevada (Figura 194). Los días más fríos registrados fueron el 16 de septiembre con una temperatura de 0.85°C y el día 3 de agosto con una temperatura de 0.93°C, y los días con mayores temperaturas fueron el 17 de noviembre con una temperatura de 5.58°C y el 10 de diciembre con una temperatura de 5.40°C.

Figura 194. Temperatura ambiente promedio, estación Laguna la Plaza en el Parque Nacional Natural El Cocuy



Fuente: Ideam (2021).

4.2.2 Superficie y cambio de la cobertura glaciar en 2021

Este indicador ambiental expresa la diferencia numérica de cobertura glaciar (un glaciar particular o el total nacional) entre dos momentos de tiempo diferentes. De acuerdo con el procesamiento e interpretación de imágenes satelitales, el Ideam calculó el área glaciar para Colombia a inicios de 2021 en 33,85 ± 0,82 km². Comparando este dato con el anterior reporte de área del año 2020 (34,85 ± 0,59 km²), se tiene una reducción del área total nacional de 1 km² que corresponde a 2,9%. con respecto al año 2020.

En términos absolutos, el glaciar con mayor reducción de área fue la Sierra Nevada de Santa Marta (0,28 km²) y el menor fue el glaciar del Tolima (0,02 km²). Manteniendo la tendencia de los últimos años, el glaciar Santa Isabel y la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán fueron los glaciares que presentaron mayor y menor reducción porcentual de área respectivamente.

Tabla 43. Evolución del área glaciar en Colombia entre 2020 y 2021

Año	Sierra nevada de Santa Marta km ²	Sierra nevada El Cocuy o Güicán km ²	Volcán nevado del Ruiz km ²	Volcán nevado Santa Isabel km ²	Volcán nevado del Tolima km ²	Volcán nevado del Huila km ²	Total km ²
2020	5,81	13,19	8,14	0,45	0,52	6,74	34,85
2021	5,53	12,99	7,96	0,35	0,5	6,52	33,85
Reducción de área	0,28	0,2	0,18	0,1	0,02	0,22	1,0
Reducción porcentual	4,8	1,5	2,2	22,2	3,8	3,3	2,9

Fuente: Ideam (2021).

La diferencia en la reducción de área en cada glaciar se relaciona con factores locales como altitud, tamaño, pendiente, actividad volcánica y exposición a la radiación solar, así como a elementos del clima como precipitación, temperatura y nubosidad, principalmente.

La sierra nevada El Cocuy o Güicán y el volcán nevado del Ruiz son los de menor reducción. Esta diferencia obedece al tamaño, altitud y condiciones climáticas locales. En el caso de El Cocuy o Güicán, el 36% del área está por encima de los 5000 metros de altitud lo que se considera una relativa ventaja debido a que en esas altitudes hay mejores condiciones para la permanencia del hielo (menores temperaturas que conservan la nieve precipitada). Adicionalmente en aquella región y desde 2017 esta sierra nevada ha estado relativamente estable. Por su parte el volcán nevado del Ruiz, a pesar de su actividad volcánica, tiene el 93% de su área por encima de los 5000 metros de altitud, lo cual reduce su fusión.

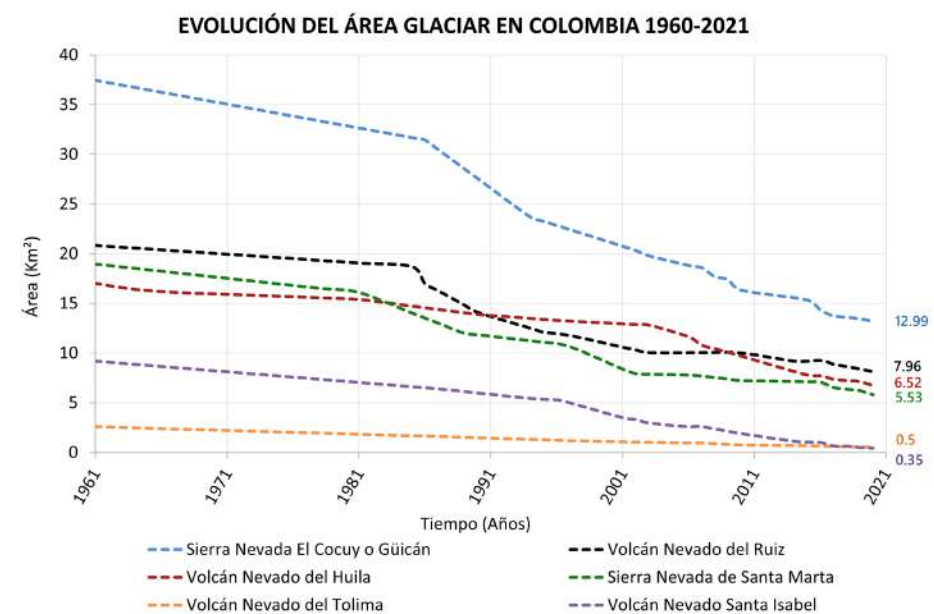
Para dimensionar los cambios frente a otros periodos analizados se observa en la tabla 44 la evolución del área glaciar colombiana.

Tabla 44. Evolución del área glaciar en Colombia desde mediados del siglo XIX

Periodo	Sierra nevada de Santa (Chundua) Área(Km ²)	Sierra nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma) Área(Km ²)	Volcán nevado del Ruiz (Kumanday) Área(Km ²)	Volcán nevado Santa Isabel (Poleka Kasue) Área(Km ²)	Volcán nevado Tolima (Dulima) Área(Km ²)	Volcán nevado del Huila (Wila) Área(Km ²)	Total Colombia Área(Km ²)
±1850	82,6	148,7	47,5	27,8	8,6	33,7	349
50's	19,4	38,9	21,0	9,4	2,7	17,5	109
80's	14,1	35,7	17,9	6,4	1,6	15,4	91
90's	11,1	23,7	12,9	5,3	1,2	13,6	68
2010	8,2	16,5	10,3	1,9	0,8	9,7	47
2016	7,10	14,35	9,26	1,0	0,63	7,72	40
2017	6,54	13,75	8,88	0,7	0,59	7,37	36,7
2019	6,22	13,46	8,39	0,5	0,55	7,13	36,3
2020	5,81	13,19	8,14	0,45	0,52	6,74	34,9
2021	5,53	12,99	7,96	0,35	0,50	6,52	33,9

Fuente: Ideam (2021).

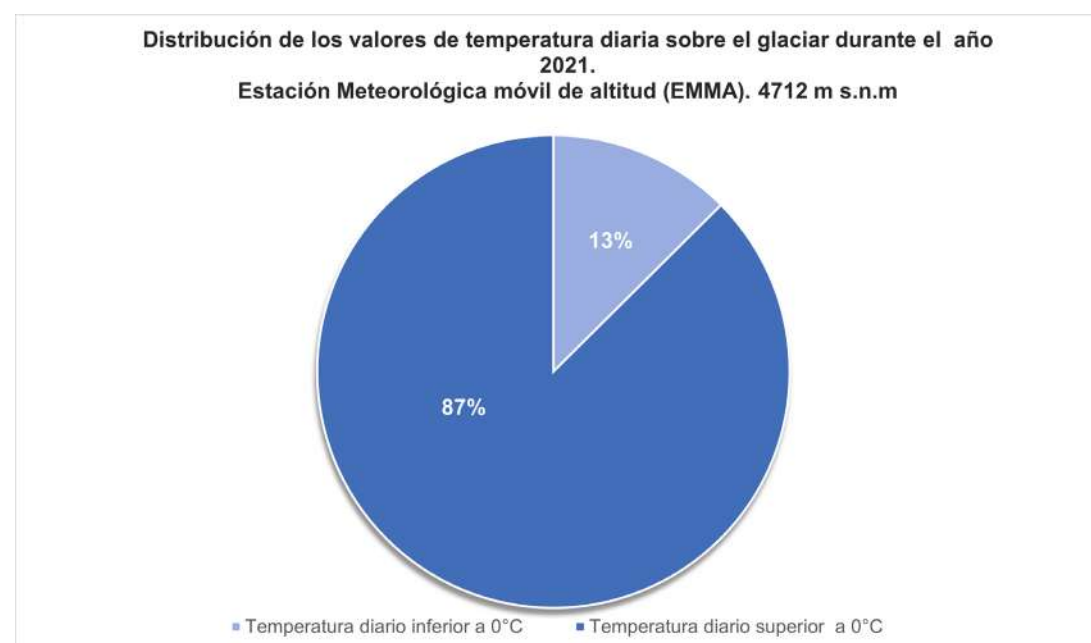
Figura 195. Evolución del área glaciara de los actuales nevados colombianos desde 1960 a 2021



Fuente: Ideam (2021).

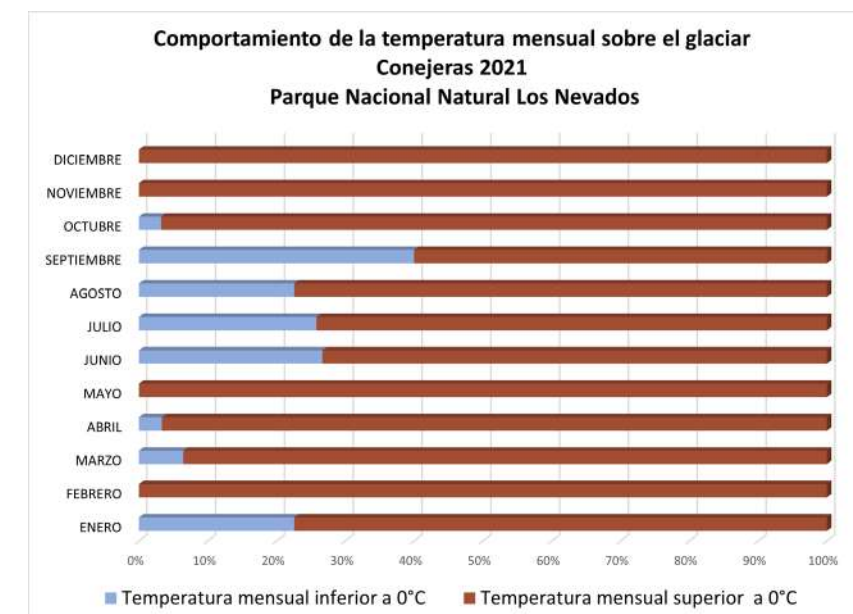
El volcán nevado Santa Isabel sigue siendo el glaciar más crítico y su extinción total se estima en menos de una década. Su rápido derretimiento se atribuye principalmente a su baja altitud (menor a 5000 m) donde han prevalecido, en 2021, temperaturas en el día superiores a cero grados celsius durante el 87% del tiempo de registro (Figura 196 y Figura 197). Adicionalmente, una cobertura de ceniza volcánica sobre la superficie glaciara ha generado una reducción del albedo con el consecuente aumento de la fusión del hielo acompañada de una reducción de las precipitaciones sólidas. Durante el año 2021 este glaciar estaba subdividido en siete fragmentos de hielo, pero finalizando el año estaban próximos a extinguirse dos relictos de hielo denominados por el Ideam como Otún Norte y Otún Sur, únicos glaciares que drenan hacia la cuenca del río Otún.

Figura 196. Distribución de los valores de temperatura diaria sobre el glaciar durante el año 2021. Glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras



Fuente: Ideam (2021).

Figura 197. Distribución durante el año 2021 de los valores de temperatura diaria sobre el glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras



Fuente: Ideam (2021).

Fotografía 12. El contenido de ceniza volcánica sobre la superficie del glaciar Santa Isabel ha incrementado el derretimiento del hielo. Glaciar Santa Isabel, PNN Los Nevados



Fuente: Ideam (2021).

Fotografía 13. Este pequeño glaciar (glaciarete) denominado Otún Sur, estaba próximo a extinguirse a finales de 2021, PNN Los Nevados



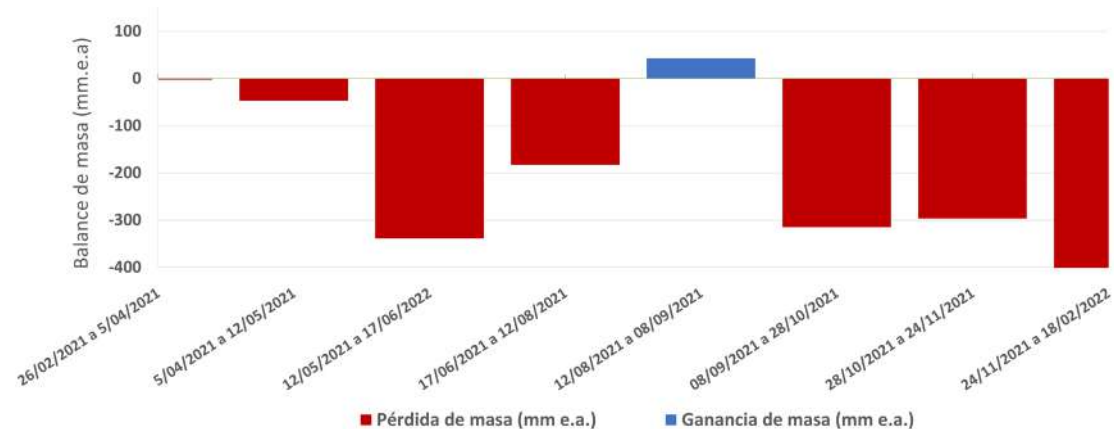
Fuente: Ideam (2021).

4.2.3. Balance de masa glaciar como señal de transformación

Este Indicador ambiental expresa cuánta masa pierde o gana un glaciar en un lapso de tiempo determinado. Su cálculo periódico es fundamental para inferir la dinámica y evolución del clima y en Colombia se realiza con base en datos de campo tomados en el glaciar Santa Isabel y en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

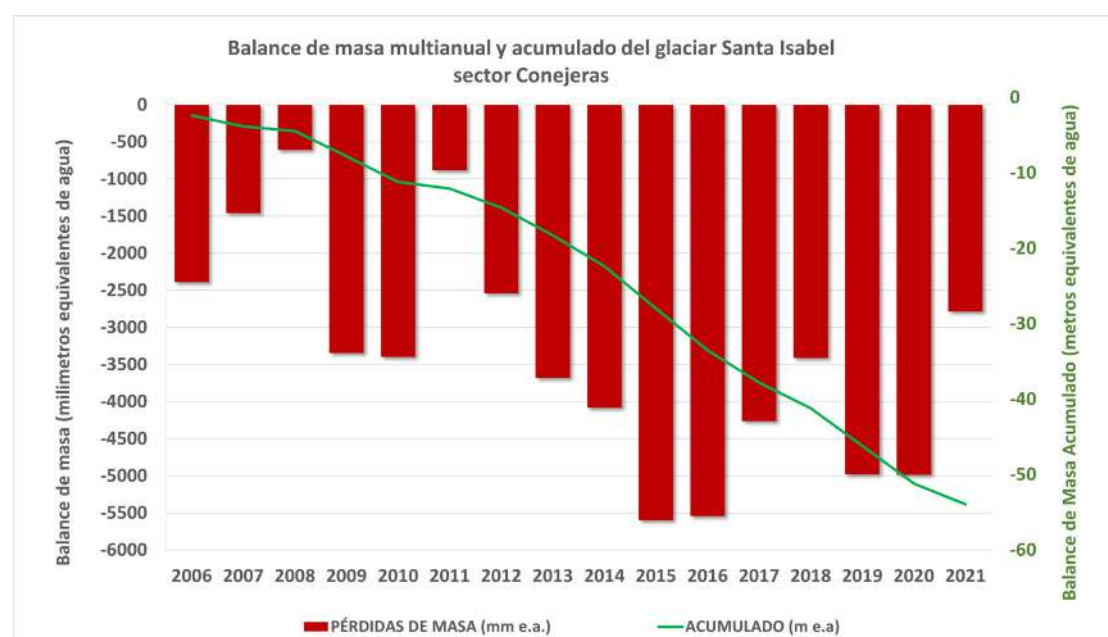
Para el caso del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras, en el ciclo hidrológico 2021 (febrero 2021 a febrero de 2022), se calculó un balance de masa de -2786 milímetros equivalentes de agua (mm e.a.) (Figura 198), lo que indica que el glaciar Conejeras registró nuevamente y de manera continua desde hace 16 años, un balance anual negativo o de pérdida de masa (Figura 199). Comparando este valor con el reporte de 2020 (-4986 mm e.a.), se tiene una reducción en la pérdida de masa de 44%, atribuido, como se explicó antes, al impacto del fenómeno climático La Niña. Se destaca en 2021 una ligera ganancia de masa de 42,7 mm e.a entre agosto y septiembre causado por la acumulación de nieve sobre el glaciar, pero, a pesar del incremento en las precipitaciones sólidas durante el año (Figura 200), éstas no fueron suficientes para reducir el derretimiento. La nieve sobre el glaciar se considera la materia prima del hielo glaciar pero, según observaciones de campo, su ocurrencia viene disminuyendo en el tiempo (Figura 201).

Figura 198. Balance de masa del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras durante el año hidrológico 2021



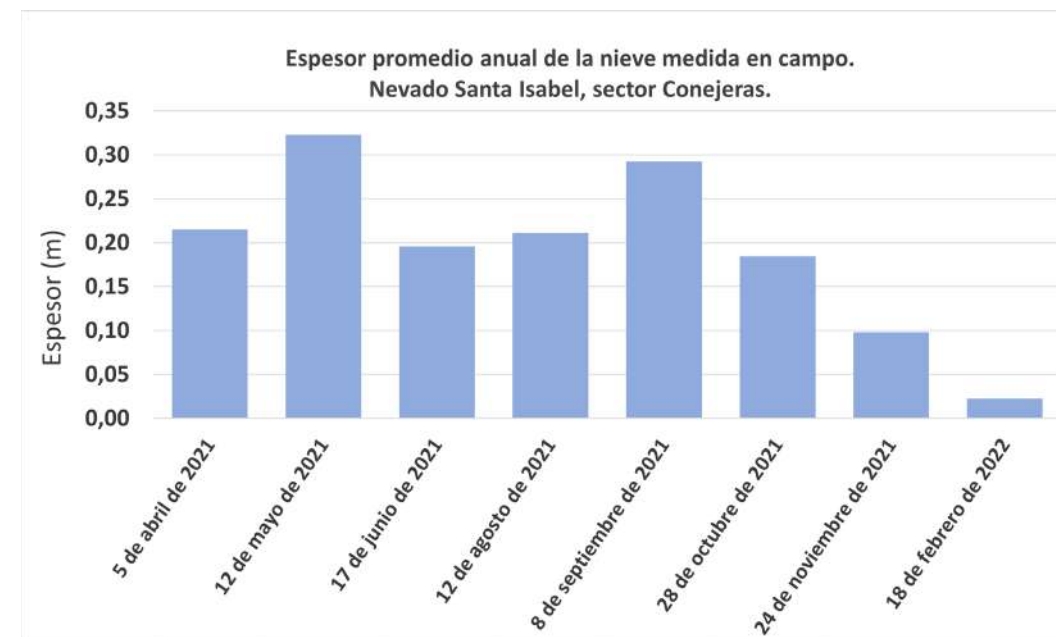
Fuente: Ideam (2021).

Figura 199. Balance de masa multianual del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras



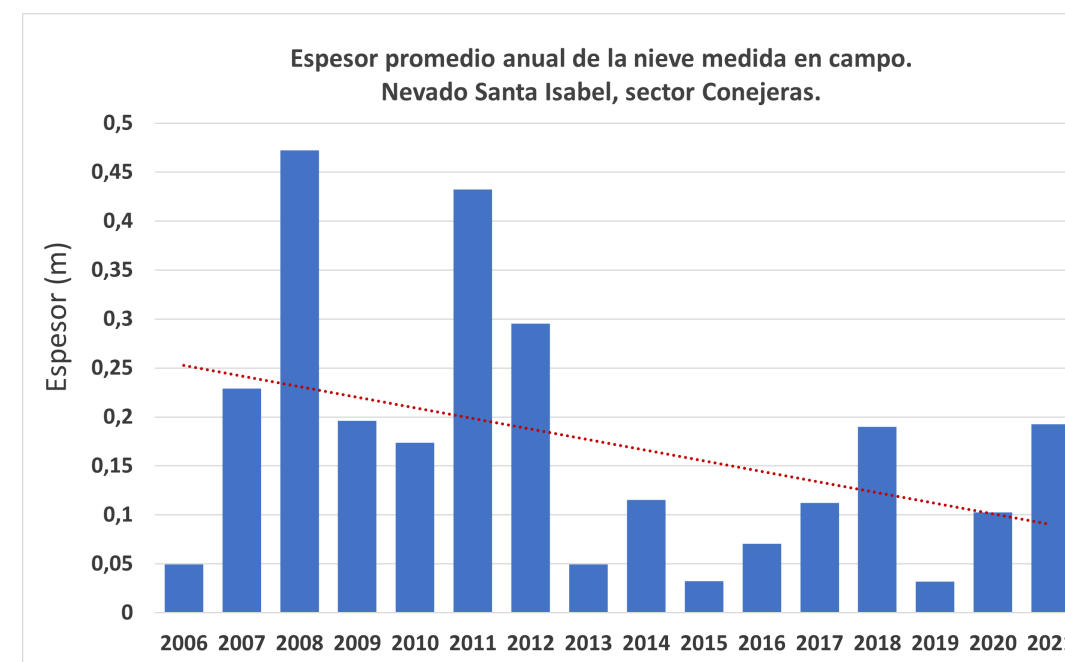
Fuente: Ideam (2021).

Figura 200. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2021. Glaciar Santa Isabel sector Conejeras



Fuente: Ideam (2021).

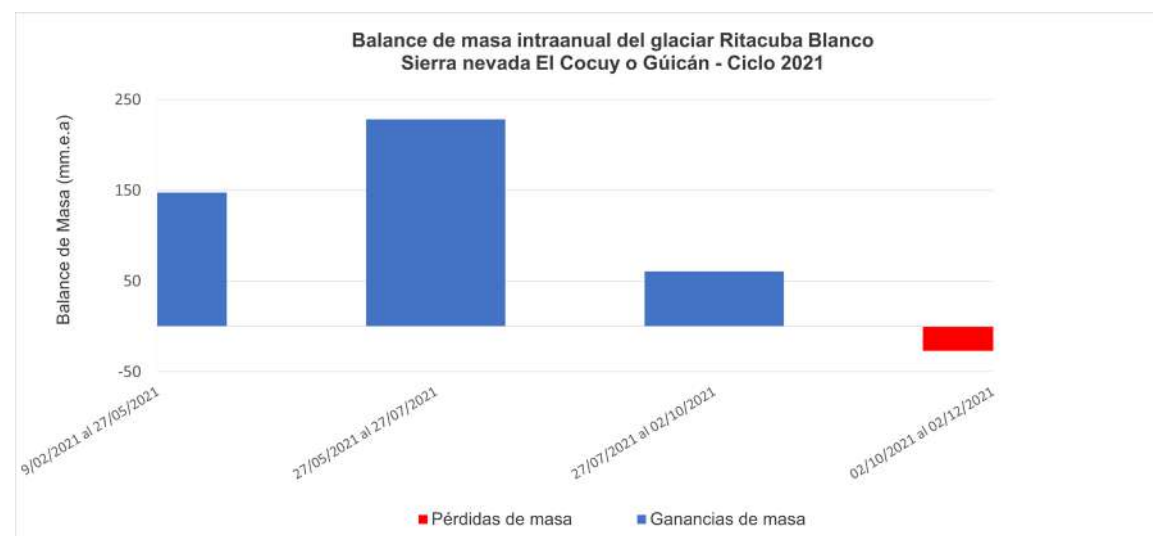
Figura 201. Espesor promedio anual de la nieve medida en cada campaña de campo. Glaciar Santa Isabel sector Conejeras



Fuente: Ideam (2021).

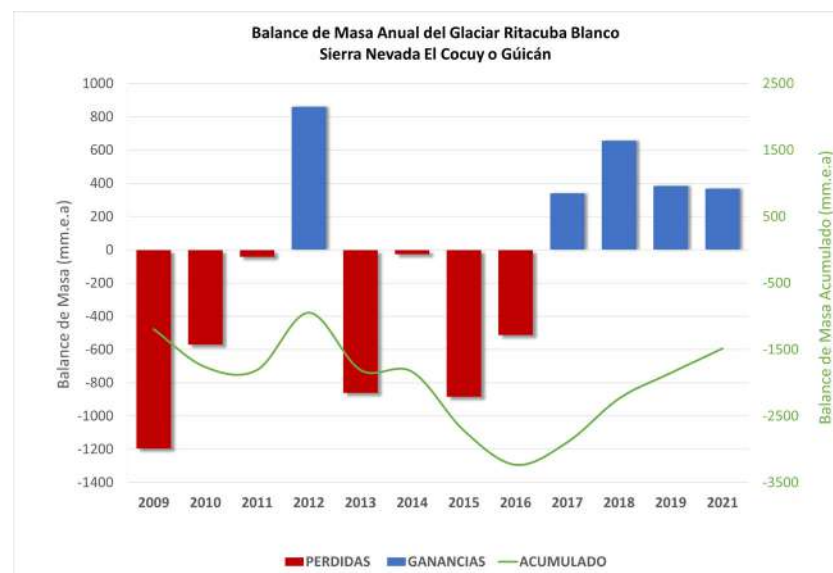
En cuanto a la sierra nevada El Cocuy o Güicán, sector Ritacuba Blanco, la situación fue diferente (Figura 202). El balance de masa calculado para el mismo periodo fue de +367 m.m e.a. siendo el cuarto año consecutivo que se registran ganancias de masa desde 2017, omitiendo el año 2020 cuando no fue posible realizar mediciones en terreno en este glaciar debido al aislamiento sanitario (Figura 203). Estos balances positivos o ganancias de masa se podrían atribuir a condicionamientos geográficos y climáticos locales tales como mayores altitudes de las masas glaciares y vientos cargados de humedad provenientes de la cuenca del Orinoco y de la vertiente oriental de la cordillera Oriental que se condensan generando precipitaciones sólidas en las partes altas de la cordillera, así como también a la influencia del fenómeno climático extremo La Niña (Figura 204 y 205).

Figura 202. Balance de masa del glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán durante el año hidrológico 2021



Fuente: Ideam (2021).

Figura 203. Balance de masa multianual del glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán



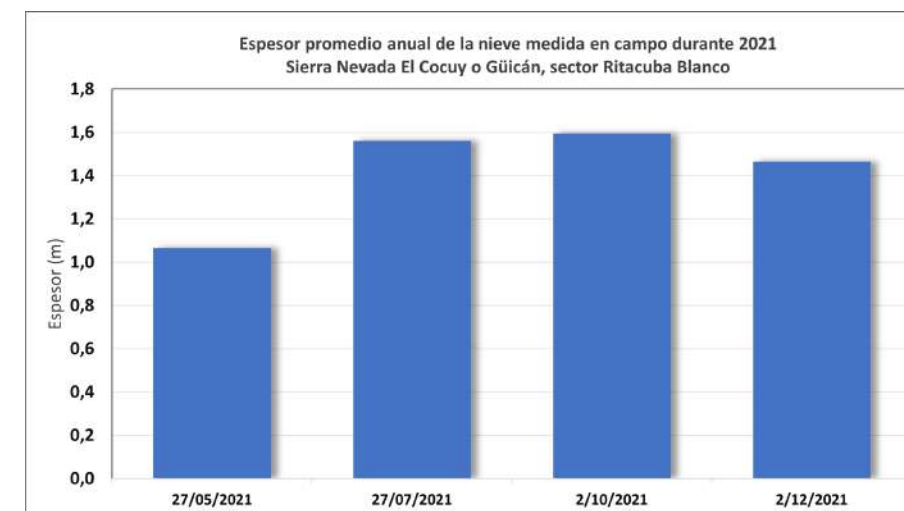
Fuente: Ideam (2021).

Figura 204. Espesor promedio anual de la nieve medida en cada campaña de campo. glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán



Fuente: Ideam (2021).

Figura 205. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2021. glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán



Fuente: Ideam (2021).

Fotografía 14. La baliza o estaca hincada e inmóvil sobre el glaciar, muestra la acumulación de nieve entre febrero (izquierda) y julio de 2021 (derecha). Glaciar Ritacuba Blanco, sierra nevada El Cocuy o Güicán



Fuente: Ideam (2021).

Fotografía 15. Aspecto ofrecido por el páramo en el PNN El Cocuy después de un evento de precipitación sólida el 11 de enero de 2021, asociado a un frente húmedo proveniente del oriente colombiano



Fuente: Ideam (2021).

Referencias

Ceballos Liévano, J. L., Ospina Niño, J. A., & Nocua Ruge, Y. (2022). Informe del estado de los glaciares colombianos 2021. Instituto de Hidrología, Meteorología IDEAM.

4.3. Tendencias de ecosistemas marinos y costeros

El Inveemar reporta al país información sobre los ecosistemas y el medio ambiente marino y costero desde hace más de 20 años; en este informe además de presentar el análisis de sus indicadores soportados por monitoreos de más de una década, enfatizando en el análisis de las series de datos históricos y su tendencia relacionada con las temáticas la calidad de las aguas de baño en playas turísticas, el estado de los pastos marinos y arrecifes coralinos, manglares, entre otros

4.3.1. ¿Playas seguras? Análisis de las condiciones sanitarias de las aguas marinas y costeras utilizadas para baño en Colombia, año 2021

Ideam: Tania Liceth Córdoba Meza, Lizbeth Janet Vivas y Cristián Camilo Ruíz.

Agradecimientos: Este trabajo se desarrolló en el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM, integrada por las corporaciones autónomas regionales y desarrollo sostenible de los departamentos costeros de Colombia: CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSUERE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCO, CVC, CRC y CORPONARIÑO, coordinada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR y co-financiada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

i. Los grupos microbianos Coliformes termotolerantes (CTE) y Enterococos Fecales (EFE) son ampliamente utilizados como indicadores de contaminación fecal, debido a que se encuentran en altas concentraciones en el tracto intestinal de humanos y animales homeótermos.

ii. En el año 2021, el 59% de las 97 playas evaluadas cumplieron con el criterio de calidad para el uso recreativo de contacto primario (baño de uso turístico), en términos de coliformes termotolerantes (<200 NMP/100 mL CTE; Minambiente, 2015).

iii. En 2021, el 75% de las 76 playas monitoreadas con EFE cumplieron con el valor de referencia para playa bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE; Unión Europea, 2006).

iv. Los departamentos Atlántico, Sucre, Córdoba y Antioquia presentaron los porcentajes más bajos de cumplimiento con los criterios de calidad para CTE y EFE.

v. El seguimiento y vigilancia de la calidad sanitaria de las playas permite identificar las zonas más críticas, con el fin de formular medidas de prevención, mitigación y reducción de la contaminación enfocadas a la certificación de banderas azules para el desarrollo económico del país.

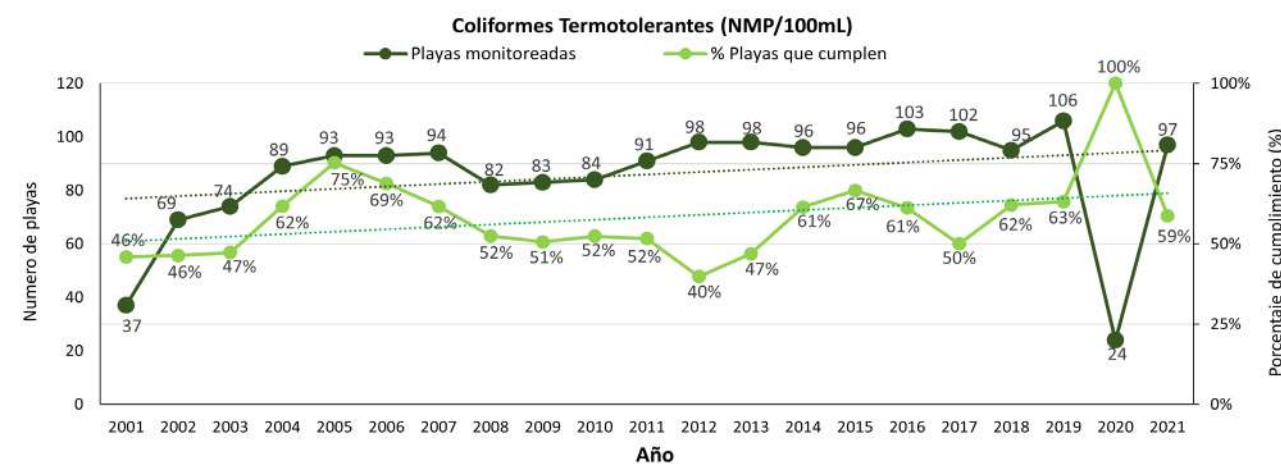
La evaluación de la calidad microbiológica del agua superficial en las principales playas de uso turístico del Caribe y Pacífico colombiano, se viene realizando desde 2001 en el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia – REDCAM. Durante el 2021, se midieron los microorganismos indicadores de contaminación fecal, coliformes termotolerantes (CTE) y enterococos fecales (EFE) utilizando metodologías estandarizadas (APHA, 2017; ISO, 2001), las cuales permiten determinar el cumplimiento de los criterios de calidad establecidos por la legislación nacional (<200 NMP/100 mL CTE; Minambiente, 2015) y de valores de referencia internacionales (<100 UFC/100 mL EFE; Unión Europea, 2006). El monitoreo se realiza semestralmente, cubriendo las dos épocas climáticas (seca y lluviosa); sin embargo, esto no siempre ha sido posible en algunas playas, por razones de orden público, logísticas o de recursos financieros.

En Colombia, el turismo representa un renglón muy importante de la economía, siendo las playas sitios de alta demanda para la realización de actividades de recreación y esparcimiento (Zielinski y Botero, 2010; Gallardo, 2013). Estos ecosistemas, pueden presentar condiciones sanitarias inadecuadas, debido a que en su gran mayoría se encuentran cercanas a asentamientos humanos y son impactadas por múltiples presiones, entre las que se encuentran la descarga de aguas residuales que contienen microorganismos patógenos causantes de enfermedades intestinales y extraintestinales (INVEMAR, 2020). Lo anterior pone en riesgo la salud de los bañistas, por lo que se requiere realizar seguimiento a través de la medición de microorganismos indicadores (CTE y EFE) que permitan identificar sitios críticos con el fin de que se generen acciones para la prevención de problemas de salud pública.

Coliformes termotolerantes

El comportamiento histórico de CTE mostró una leve tendencia al aumento de las playas que cumplen con el criterio de calidad para uso recreativo de contacto primario (200 NMP/100 mL, Minambiente, 2015; Figura 206), sin embargo, en los años 2012, 2013 y 2017 fue evidente la disminución del porcentaje de cumplimiento, debido a la cantidad de playas que sobrepasaron de manera recurrente el criterio de calidad para CTE, particularmente, en los departamentos de Antioquia, Magdalena, Atlántico, Valle del Cauca y Nariño.

Figura 206. Tendencia del número de playas turísticas evaluadas entre 2001 y 2021 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, de acuerdo con el criterio de calidad para coliformes termotolerantes para uso recreativo de contacto primario (200 NMP/100 mL, Minambiente, 2015). Las líneas punteadas muestran la tendencia histórica



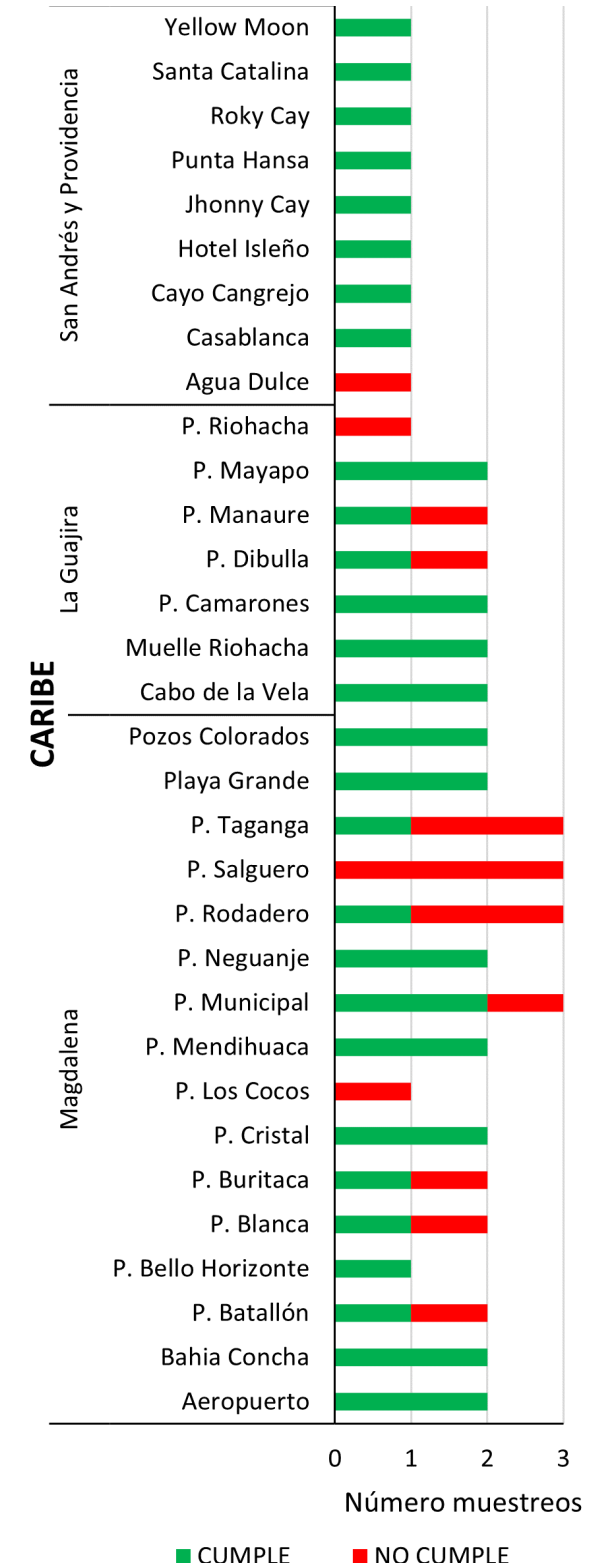
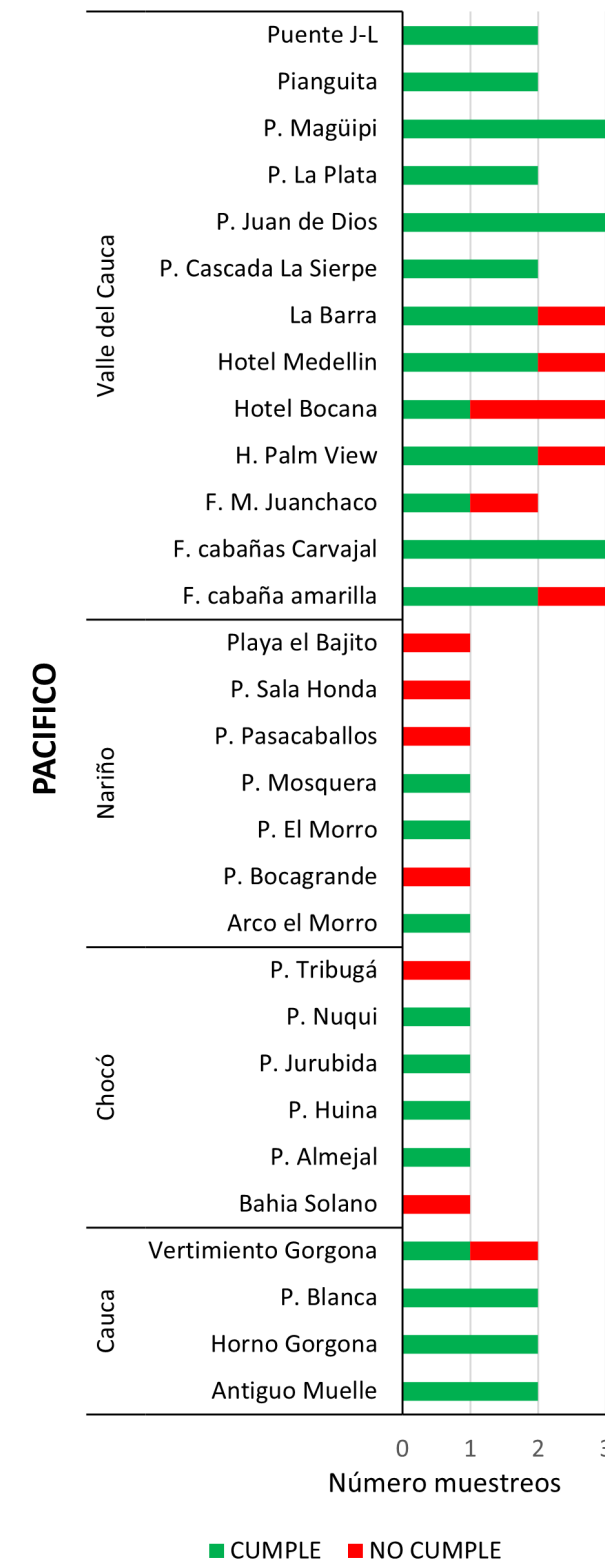
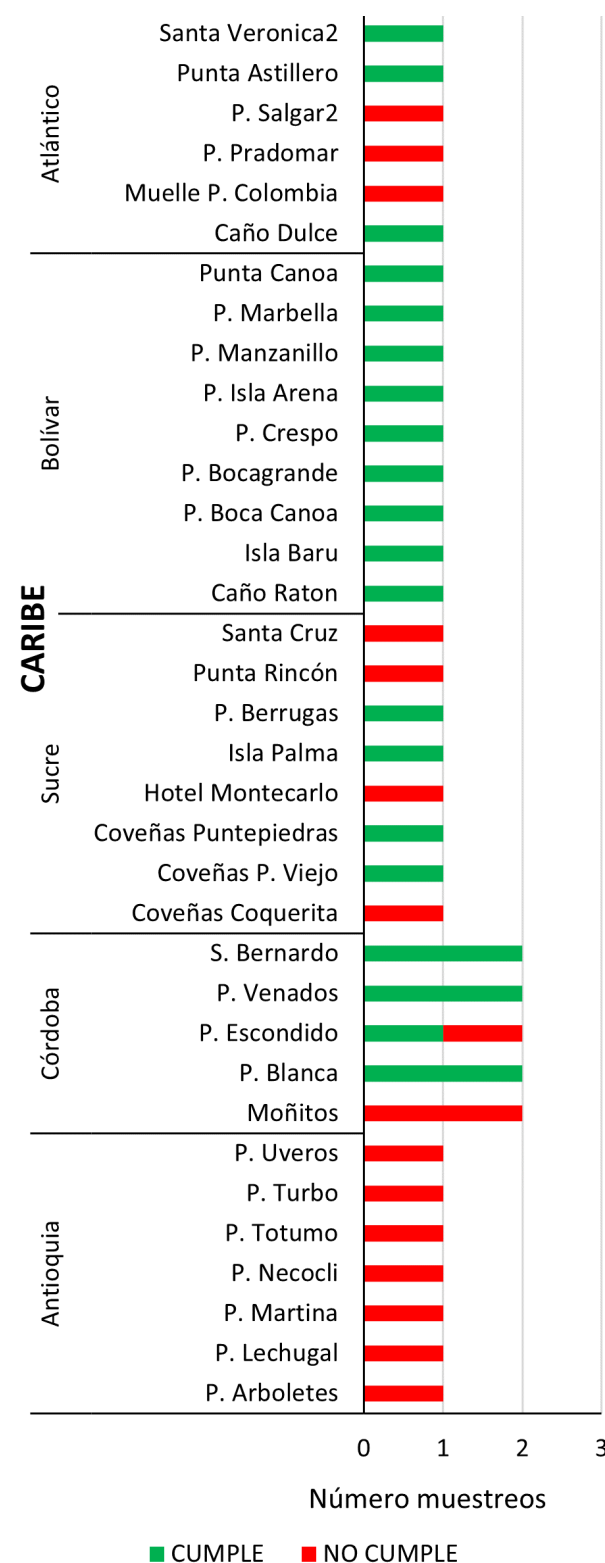
Fuente: Inveemar (2021).

En el año 2021, se registraron concentraciones de CTE que oscilaron entre menor límite de detección de la técnica analítica (<1,8 NMP/100 mL) y 16.000 NMP/100 mL, con un promedio de 730 ± 2185 NMP/100 mL de los 151 datos colectados. Evidenciando mejor calidad en las playas del Pacífico (mediana= 43,0 NMP/100 mL), en comparación con las playas del Caribe (mediana= 45,0 NMP/100 mL). En la costa Caribe el 66 % de las 67 playas de uso turístico evaluadas, cumplieron con la calidad microbiológica para contacto primario principalmente las playas ubicadas en los departamentos de Bolívar (100%) y San Andrés y Providencia (89%); a diferencia de Sucre (33%) y de Antioquia (0%), donde todas las playas registraron concentraciones altas de CTE, incumpliendo con el criterio de calidad microbiológica para aguas de baño de uso recreativo (Figura 207).

En la costa del Pacífico el 75% de las 30 playas fueron aptas para contacto primario, con la mayor proporción de cumplimiento en el departamento del Cauca (88%) donde solo la estación vertimiento Gorgona presentó incumplimiento, y en el departamento del Valle del Cauca (79%) en algunos muestreos puntuales de seis playas (Figura 207), mientras que el mayor incumplimiento se presentó en Nariño (43%).

Los resultados de cumplimiento de calidad del agua de baño por coliformes termotolerantes, estuvieron relacionados con las características de las zonas donde se ubican las playas. El 15 % de las playas ubicadas en zonas naturales presentaron incumplimiento, el 25% en zonas rurales y el 46% en zonas urbanas, superando el criterio de calidad de los CTE en los muestreos realizados. Las concentraciones promedio de CTE más altas se observaron en playas urbanas (mediana= 170,0 NMP/100 mL), seguido de playas rurales (mediana=27,0 NMP/100 mL) y playas de áreas naturales (mediana=9,2 NMP/100 mL), lo cual indica que las playas urbanas son las que se ven más afectadas en su calidad por la influencia de los desechos urbanos a los que están expuestas.

Figura 207. Muestreos realizados en el año 2021 en las playas turísticas de los departamentos del Caribe y Pacífico colombiano y estado de cumplimiento (cumple / no cumple) del criterio de calidad para coliformes termotolerantes para uso recreativo de contacto primario (200 NMP/100 mL, Minambiente, 2015).



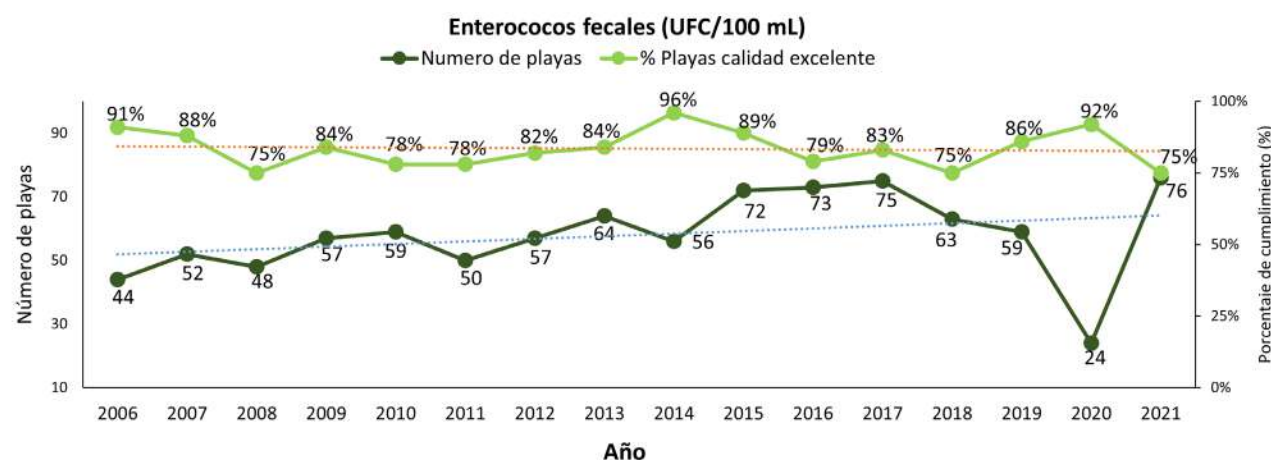
Fuente: Invermar (2021).

Enterococos fecales

Los Enterococos fecales (EFE) como indicadores de contaminación fecal, presentan una mayor resistencia a condiciones ambientales como desecación y altas concentraciones de sal, lo que implica que sobrevivan más tiempo en el agua de mar que los coliformes (Íñiguez et al., 2007; Halaby et al., 2017), por lo cual a partir del año 2006, se incluyeron en el monitoreo de aspectos sanitarios de la REDCAM, con el fin de fortalecer la vigilancia de la contaminación por residuos fecales.

El comportamiento histórico de EFE mostró una tendencia ligera al aumento en el número de playas evaluadas, y una disminución en el porcentaje de cumplimiento del valor de referencia para bandera azul (Figura 208), especialmente en el 2021 comparado con los últimos 5 años cuando fueron superiores al 75%. En el 2020 si bien fue menor el número de playas monitoreadas, debido a las restricciones de movilidad de la Pandemia Covid-19, que limitó el monitoreo, cabe destacar que el 92% cumplió con el valor de referencia.

Figura 208. Tendencia del número de playas turísticas evaluadas entre 2006 y 2021 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, de acuerdo con el valor de referencia para Enterococos fecales para aguas de baño de uso recreativo bandera azul (100 UFC/100 ml de EFE; Unión Europea, 2006). Las líneas punteadas muestran la tendencia histórica



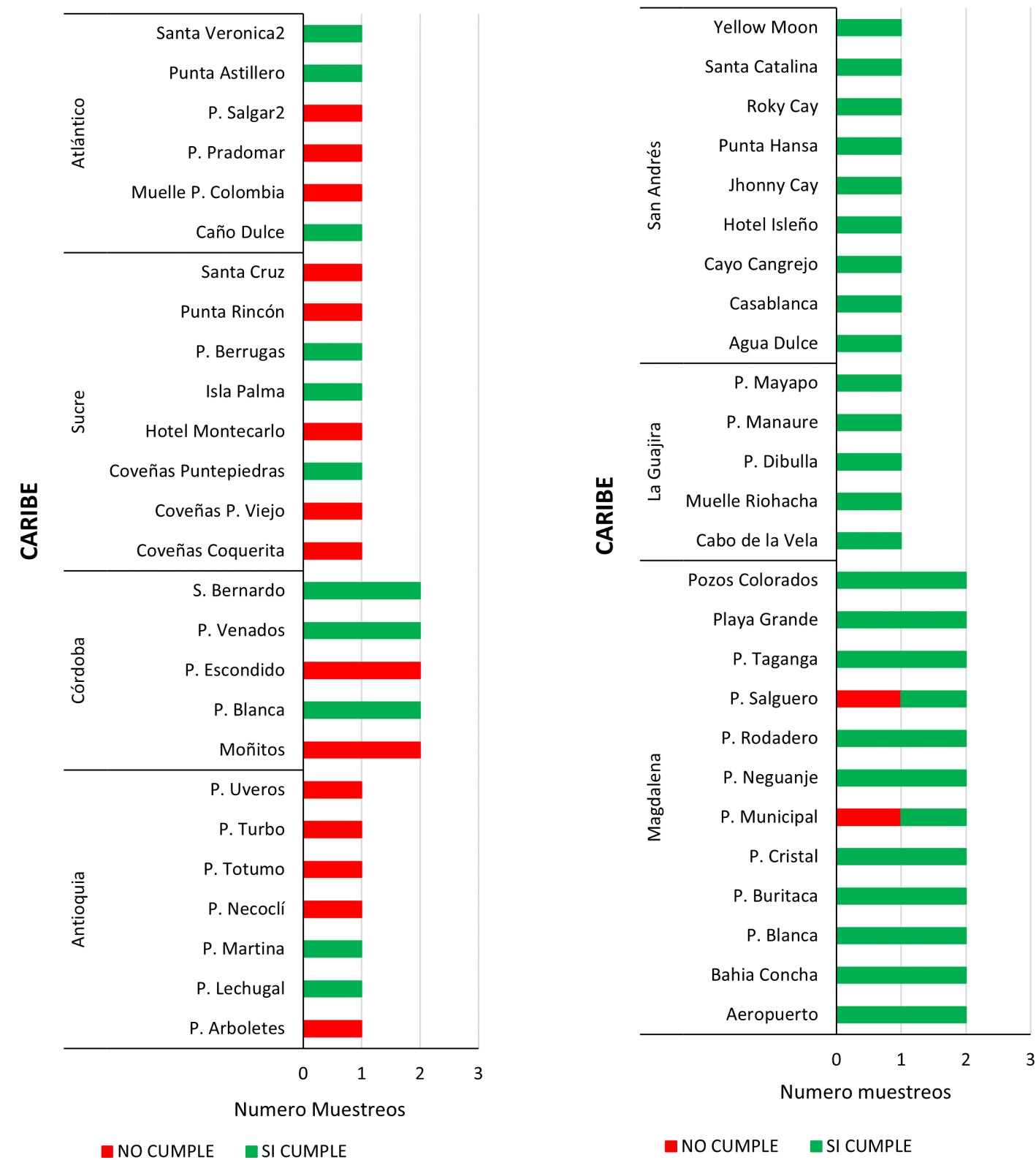
Fuente: Invermar (2021).

Las concentraciones de EFE en el año 2021, oscilaron entre menor límite de detección de la técnica analítica usada (<1,0 UFC/100 mL) y 2.300 UFC/100 mL, con un promedio de 117,28 ± 304,04 UFC/100 mL EFE de los 97 datos colectados. Se observaron diferencias entre regiones (p= 0,0578) y una mejor calidad microbiológica en las playas del Pacífico (19,89 ± 30,89 UFC/100 mL) en comparación con las playas del Caribe (156,80 ± 353,07 UFC/100 mL). En la costa del Pacífico el 96% de las 24 playas monitoreadas fueron aptas para aguas de baño de uso recreativo, con un cumplimiento del 100% en los departamentos del Cauca, Nariño y Valle del Cauca (Figura 209); solo Choco obtuvo un 83,3%, debido a que en la playa de Bahía Solano se registró una concentración de 134 UFC/100 mL EFE, incumpliendo con la referencia de bandera azul para aguas de baño de uso recreativo (Figura 209).

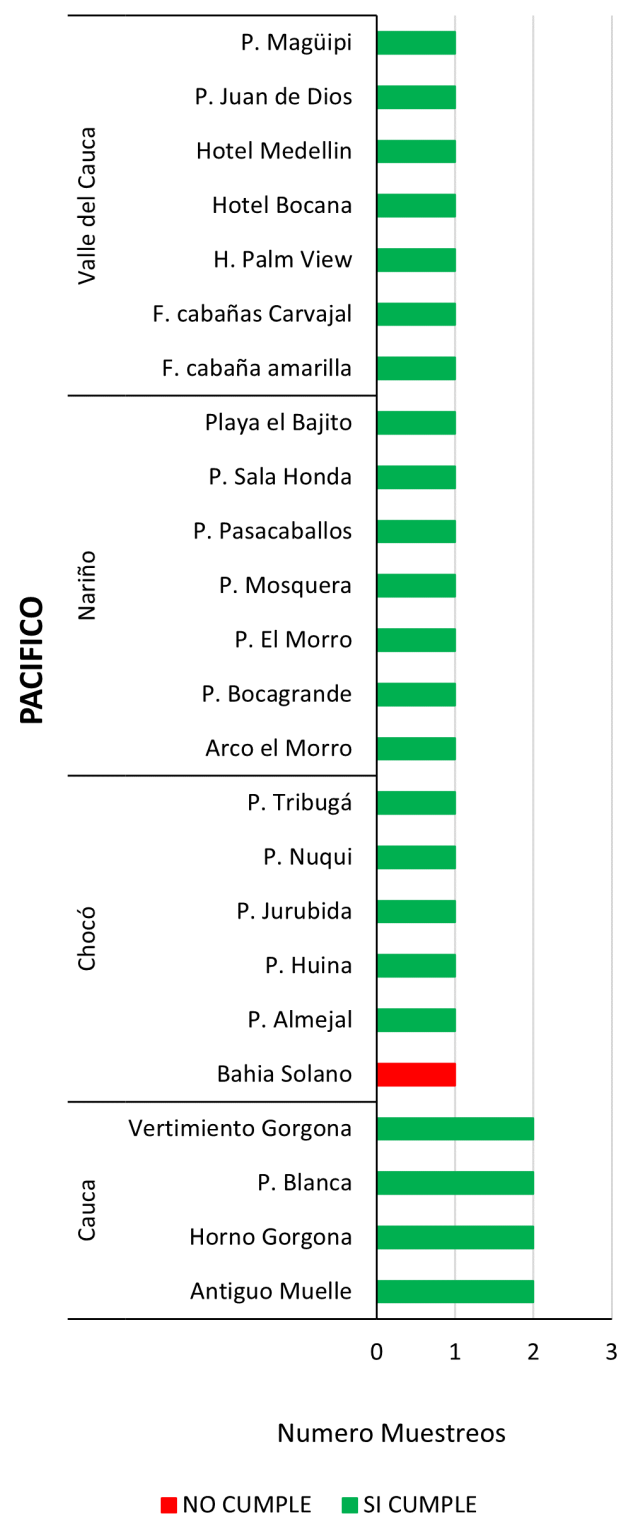
En la costa Caribe el 72% de las 52 playas evaluadas de uso turístico, cumplieron con el valor de referencia de EFE (100 UFC/100 mL; Unión Europea, 2006). La mayor proporción de cumplimiento según los muestreos realizados, se presentó en las playas ubicadas en los departamentos de La Guajira (100%), San Andrés y Providencia (100%) y Magdalena (92%); mientras que en Córdoba (60%), Atlántico (50%), Sucre (38%) y Antioquia (29%) 5 de las 7 playas evaluadas presentaron concentraciones altas de EFE, incumpliendo con el criterio de calidad para playas bandera azul (Figura 209).

Las concentraciones promedio de EFE más altas se observaron en las playas urbanas (mediana=47,0 UFC/100 mL), seguido de las playas rurales (mediana=12,0 UFC/100 mL), y las playas de áreas naturales (mediana=1,0 UFC/100 mL), lo cual indica que las playas ubicadas en las zonas urbanas y rurales presentan un mayor grado de incumplimiento por contaminación fecal.

Figura 209. Muestreos realizados en el 2021 en las playas turísticas de los departamentos del Caribe y Pacífico colombiano y estado de cumplimiento (cumple / no cumple), de acuerdo al valor de referencia para enterococos fecales para aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE; Unión Europea, 2006)



Fuente: Invermar (2021).



Fuente: Invemar (2021).

DNP. 2020. Colombia potencia bioceánica sostenible 2020. Consejo nacional de política Económica y Social – CONPES 3990. Documento CONPES 3930. Bogotá. D.C. 91p.

Gallardo, G. (2013). Evaluación del potencial turístico de las playas del departamento del Atlántico – Colombia, desde la perspectiva ambiental. Revista Dimensión Empresarial, vol. 11, núm. 2, pp. 62-69.

Íñiguez L, Gutiérrez C, Galeana L, López A. 2007. El impacto de la actividad turística en la calidad bacteriológica del agua de mar. Gaceta Ecológica. Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales. Distrito Federal de México (82):69-76.

INVEMAR. 2020. Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. Luisa F. Espinosa, Paola Obando y Ostin Garcés (Eds). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM: INVEMAR, MinAmbiente, CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCÓ, CVC, CRC y CORPONARIÑO. Informe técnico 2019. Serie de Publicaciones Periódicas No. 4 del INVEMAR, Santa Marta. 171 p.

ISO. 2001. Calidad del agua. Detección y recuento de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración de membrana. ISO 7899-2:2001. 13p.

Halaby N., Ricaute K., Rodríguez J. y Estupiñan S. 2017. Evaluación de la calidad bacteriológica de las aguas naturales de algunos sitios de Colombia. Revisión de la literatura. Biociencias. Vol. 1.

Minambiente – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015. Decreto 1076 de 2015. "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá D.C. 654 p.

Unión Europea. Directiva (UE) 2006/7/EC del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/EEC. Diario Oficial de la Unión Europea, L64/37, 04 de marzo de 2006, 1-15 p.

Zielinski S. y Botero C. 2010. Evaluación del potencial para el desarrollo de turismo sostenible en el corregimiento de Taganga, distrito de Santa Marta (Colombia). Turismo y Sociedad, Vol. 11, núm. p.10-34 [Consultado: 13 de junio de 2022]. ISSN: 2346-206X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576261181003>

4.3.2. Estado de las áreas coralinas en Colombia 2021

Invemar: Andrés Felipe Acosta Chaparro, Laura Sánchez Valencia, Johanna Vega Sequeda, Diana Isabel Gómez López y David Alejandro Alonso Carvajal

i. Se presentan los resultados del estado de la condición de las estaciones de monitoreo coralino en el Caribe del PNN Tayrona, PNN Corales del Rosario y San Bernardo y PNN Old Providence McBean Lagoon y en el Pacífico en los PNN Gorgona y Utría y en el SFF Malpelo en el 2021 y la tendencia de su condición entre los años 2014 y 2021.

ii. Las estaciones de monitoreo de corales al interior del PNN McBean Lagoon se encuentran en un mejor estado con respecto a aquellas ubicadas alrededor de la isla de Providencia

iii. Las estaciones de monitoreo de corales en Varadero presentan una condición Buena, en contraste con las presentes en el Tayrona, islas del Rosario y San Bernardo cuya condición en general es Regular causada principalmente por la presencia macroalgas.

iv. En las estaciones del Pacífico (Gorgona y Utría) se presentó alta cobertura de macroalgas y una baja sustancial de cobertura coralina viva, sin embargo, su condición fue Buena.

v. La tendencia de la condición de las estaciones del Caribe se proyecta a permanecer en estado Bueno mientras que las del Pacífico a ser Deseable.

Durante el 2021 se evaluó el estado de las estaciones de coral en los PNN Tayrona, PNN Corales del Rosario y San Bernardo y PNN-Old Providence McBean Lagoon e islas de San Andrés y Providencia y en la región Pacífico en el SFF Malpelo, PNN Utría y PNN Gorgona. Para la evaluación de la tendencia, se realizó. El registro de datos se encuentra salvaguardado en el repositorio SISMAC contenido en el Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia SIAM.

Las gráficas circulares que se presentan en los mapas para cada una de las dos regiones reportadas en el 2021, muestran el porcentaje de las distintas condiciones de integridad del ICTAC exhibidas por las estaciones de monitoreo de cada una de las áreas. Las tortas incluyen en el Caribe, las 12 estaciones del Tayrona, las 11 del sector de islas del Rosario, las 9 estaciones del sector de islas de San Bernardo y las 3 de Varadero. Por su parte en el Pacífico incluyen las 8 estaciones de Gorgona, las 6 de Utría y las 3 de Malpelo.

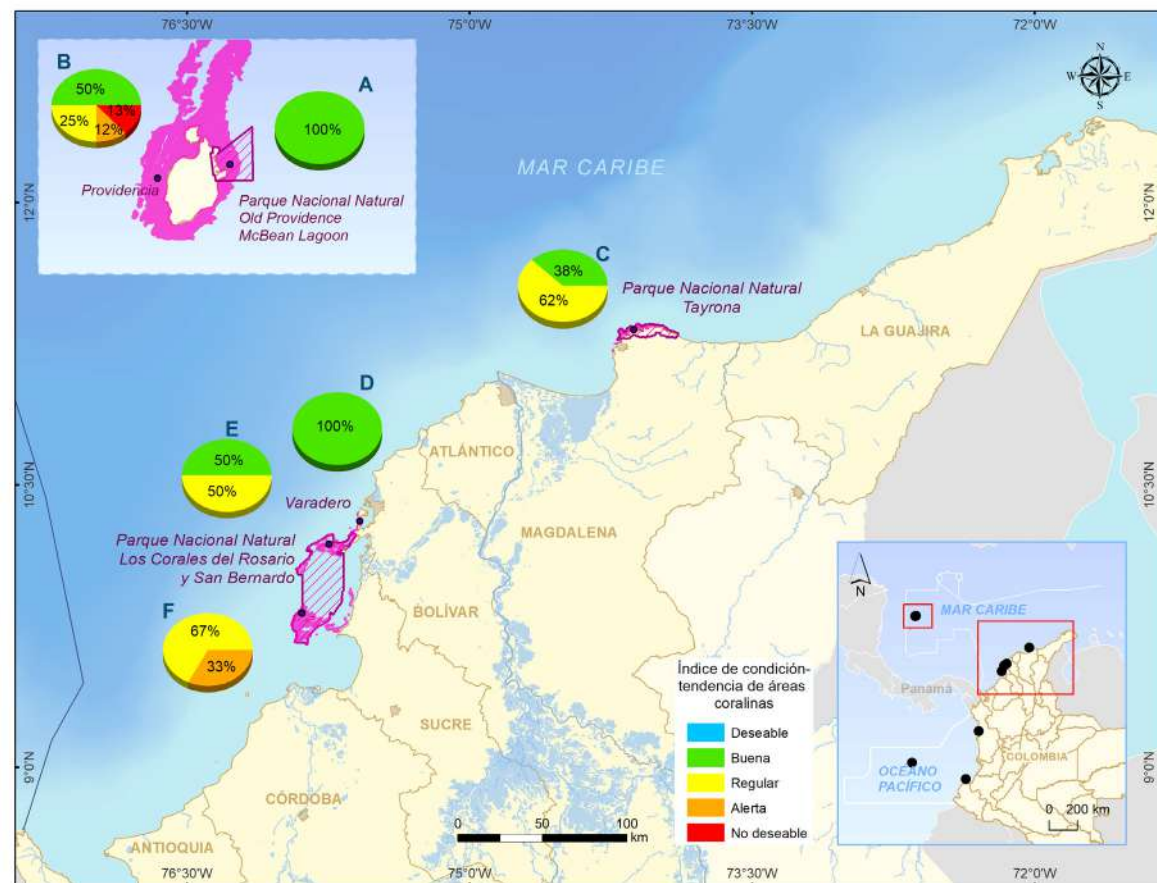
El indicador de condición tendencia de áreas coralinas (ICTAC) permite establecer la condición del ecosistema y, con las series de datos anuales históricas, la tendencia de la estructura ecológica en áreas coralinas de hasta 30 m de profundidad (Rodríguez-Rincón et al., 2014). El ICTAC resulta del promedio aritmético de las variables transformadas en relación a un referente regional internacional (McField et al., 2020) (INVEMAR, 2022) (<http://www.invemar.org.co/inf-ier>)

$$ICT_{AC} = \frac{CCV + CMF + BPH + BPC}{4}$$

Referencias

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WEF (Water Environment Federation). 2017. Standard methods for the examination of water and wastewater, 23 editions, Standard Methods. Washington. 1368 p.

Figura 210. Localidades de monitoreo coralino y el comportamiento histórico de la condición de las estaciones según el índice de condición-tendencia ICTAC para el Caribe colombiano: A. PNN Old Providence McBean Lagoon, B. Estaciones de la isla de Providencia (Coralina), C. PNN Tayrona, D. Varadero, E. PNN Corales del Rosario y de San Bernardo (Sector Islas del Rosario) F. PNN Corales del Rosario y de San Bernardo (Sector Islas de San Bernardo)



Fuente: Invermar (2022).

La Tabla 45 permite entender mejor la razón por la cual se califica la condición del ICTAC para las estaciones de las distintas áreas ya que presenta los valores crudos obtenidos en el monitoreo para cada variable y el color representa su condición.

Tabla 45. Condición de estado según el ICTAC de los valores registrados para cada una de las variables del índice, observadas por áreas de la región Caribe continental en el año 2021. Representación de los colores así: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable

AREAS	AÑO	Cobertura Coral Vivo CCV (%)	Cobertura Macroalgas CM (%)	Biomasa Carnívoros BPC (gr/100 m2)	Biomasa Herbívoros BPH (gr/100 m2)
I. ROSARIO	2021	47,16	26,9	641,87	5123,23
I. SAN BERNARDO	2021	44,6	28,73	237,29	3488,18
TAYRONA	2021	51,06	37,45	1016,94	5500,68
VARADERO	2021	75,33	20,07	569,93	3433,40

Fuente: Invermar (2021).

Para el Caribe continental la cobertura de macroalgas presenta valores bajos particularmente en Rosario y Tayrona (No Deseable) seguidos por San Bernardo y Varadero (Alerta), como resultado de procesos de deterioro (enfermedades, blanqueamiento, sedimentación, daño mecánico) que se han venido dando desde hace décadas en todo el Caribe, reduciendo la cobertura coralina y reemplazándola por macroalgas. A esta condición se suman los bajos valores obtenidos para biomasa de peces carnívoros, pargos y meros, que son objeto de pesca intensiva por parte de las comunidades de cada sector en particular. Se observa una situación crítica en San Bernardo (No Deseable), seguida por las otras tres áreas con condición de Alerta y Regular. Por fortuna tanto para la cobertura de coral vivo como para la biomasa de peces herbívoros la condición de Deseable estabiliza los promedios del indicador dejando al Tayrona y Varadero en condición Buena y en Regular a Rosario y San Bernardo.

En cuanto a la tendencia (Figura 211) se observa que en general la tendencia para el Caribe continental fue hacia el estado Bueno-Regular, situación que no es ajena a lo que se está presentando en toda la región, ya que el inminente incremento en la cantidad de macroalgas es un fenómeno generalizado tanto como la sobreexplotación de recursos pesqueros en estos ambientes, por lo que se espera que gradualmente se vea disminuida la condición de los corales con el tiempo.

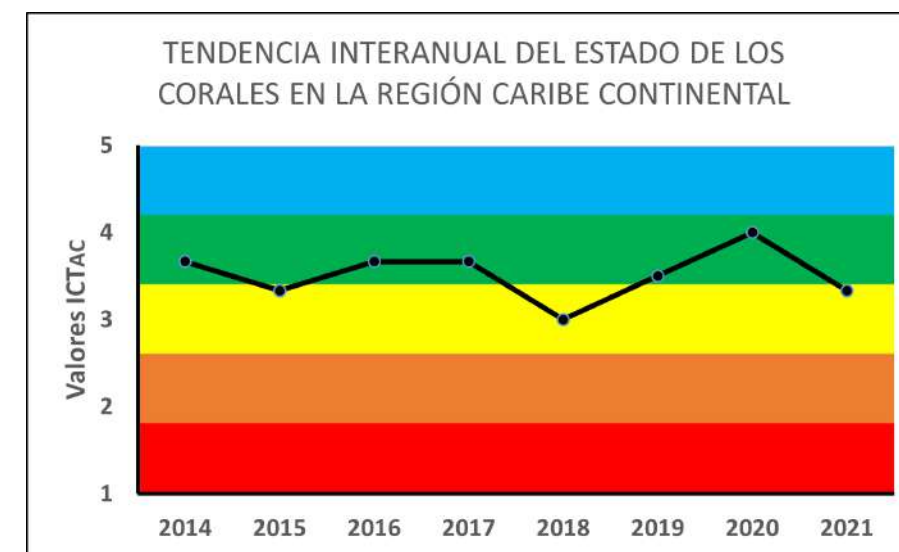


Figura 211. Tendencia promedio general observada a través del tiempo de las condiciones ICTAC observadas en la totalidad de las estaciones de la región Caribe continental entre los años 2014 y 2021. Representación de los colores así: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable

Fuente: Invermar (2022).

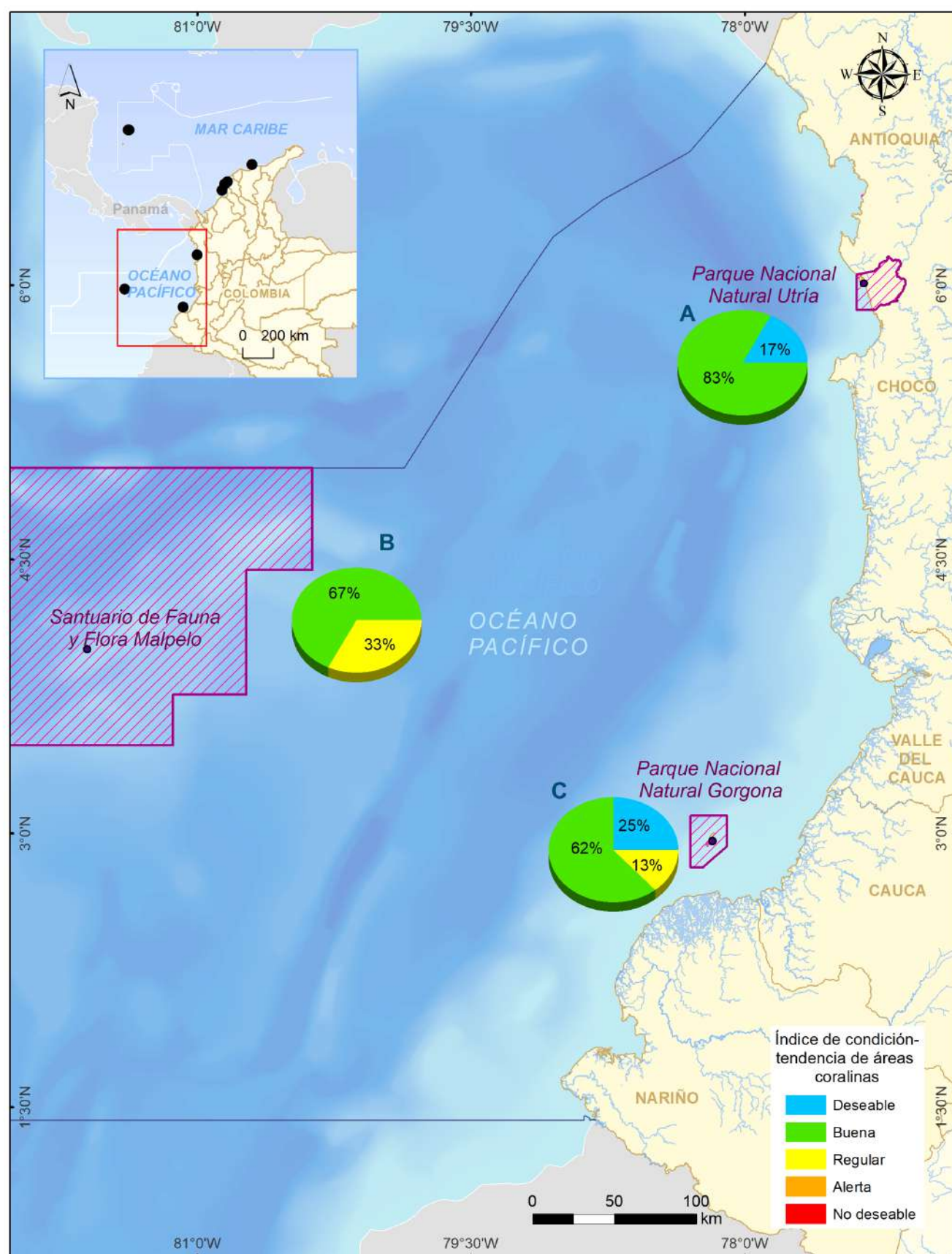
Caso contrario sucede en el Pacífico (Tabla 46 y Figura 212) en el que, para las tres áreas, la abundancia de carnívoros muestra un estado Deseable al igual que la cobertura de coral vivo en Gorgona y Buena para Utría y Malpelo, sin embargo, se evidencia un incremento de macroalgas en Gorgona y Utría. Se ha explicado en otras oportunidades que por la condición de insularidad de Malpelo no es muy común (de manera natural) tener abundancia de Herbívoros como se observa en Gorgona o Utría, por lo que esta situación deberá ajustarse en el indicador para que no sea sobre o subestimado por sus condiciones particulares.

Tabla 46. Condición de estado según el ICTAC de los valores registrados para cada una de las variables observadas por áreas de la región Pacífico en el año 2021. Representación de los colores así: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable

AREAS	AÑO	Cobertura Coral Vivo CCV (%)	Cobertura Macroalgas CM (%)	Abundancia Carnívoros APC (ind/100 m2)	Abundancia Herbívoros APH (ind/100 m2)
GORGONA	2021	67,15	28,37	36,95	18,26
UTRIA	2021	56,56	41,45	26,61	36,69
MALPELO	2021	44,76	1,25	107,27	0,27

Fuente: Invermar (2021).

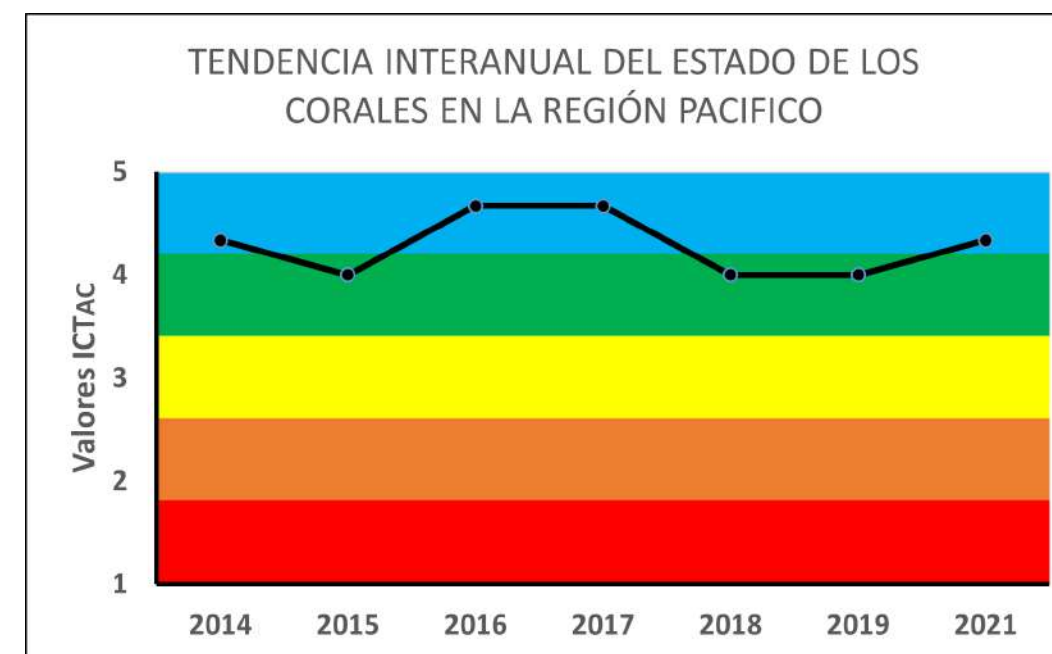
Figura 212. Localidades de monitoreo coralino y el estado de sus estaciones en el año 2021 según el índice de condición-tendencia ICTAC para el Pacífico colombiano: A. PNN Utría, B. PNN Gorgona y C. SFF Malpelo (Elaborado por LABSIS en 2021)



Fuente: Invermar (2021).

Finalmente, la tendencia observada (Figura 213) ha fluctuado permaneciendo entre Bueno y Deseable para el Pacífico, situación que ha sido muy estable a través de los años y en la que se evidencia que la acción antropogénica no ha sido tan influyente en esta región del país como lo ha sido para el Caribe colombiano, sin embargo, en el Pacífico las mayores afectaciones en los corales están siendo representadas en mayor proporción por fenómenos naturales (mareas extremas y movimientos telúricos).

Figura 213. Tendencia promedio general observada a través del tiempo, del ICTAC observados en la totalidad de las estaciones de la región Pacífico entre los años 2014 y 2021. Representación de los colores: azul: Deseable, verde: Buena, amarillo: Regular, naranja: Alerta y rojo: No Deseable.



Fuente: Invermar (2021).

Referencias

- INVERMAR. (2022). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2021. Santa Marta.
- McField et al., M. P. (2020). Mesoamerican Reef Report Card. Belice.
- Rodríguez-Rincón et al., A. M.-L.-C. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia de Áreas Coralinas (ICTac). Santa Marta.

4.3.3. Estado de los pastos marinos en Colombia 2021

Inveemar: Andrés Felipe Acosta Chaparro, Laura Sánchez Valencia, Johanna Vega Sequeda, Diana Isabel Gómez López y David Alejandro Alonso Carvajal.

i. Los resultados que aquí se presentan corresponden a los obtenidos en el monitoreo en cada una de las siguientes áreas marinas: Caribe continental PNN Tayrona, PNN Corales del Rosario y San Bernardo-PNNCRSB y al PNN Old Providence McBean Lagoon - PNNMcBL y a la isla de Providencia.

ii. En relación a la presencia del hongo *Labyrinthula* spp, se registra en estado Deseable el PNN Corales del Rosario y San Bernardo actual e históricamente, mientras que para la densidad de vástagos se presenta una prevalencia de condición Regular tanto para isla Mangle como Playa Blanca, mientras que para el resto del territorio se encuentran en condición Bueno, así como la proyección de su tendencia.

iii. La condición de los pastos marinos en el PNN Tayrona ha presentado un estado Deseable para Chengue, pero Regular para Neguanje y Cinto por pérdida de densidad de vástagos ocasionado por afectaciones de tipo antropogénico (pisamiento, sedimentación por efecto de propelas de embarcaciones), mientras que, en relación a la presencia del hongo, se ha mantenido en estado Deseable.

iv. La tendencia general de las praderas del PNN Tayrona se observa en general entre un estado Deseable y Bueno.

v. En el PNN OPMcBL se observó la presencia muy amplia y variable a lo largo de los años en términos de presencia del hongo que causa enfermedades en los pastos marinos, sin embargo, las plantas parecen tener un sistema resistente a su afectación. En cuanto a la densidad de vástagos, la tendencia es a estar en un estado Bueno a Deseable.

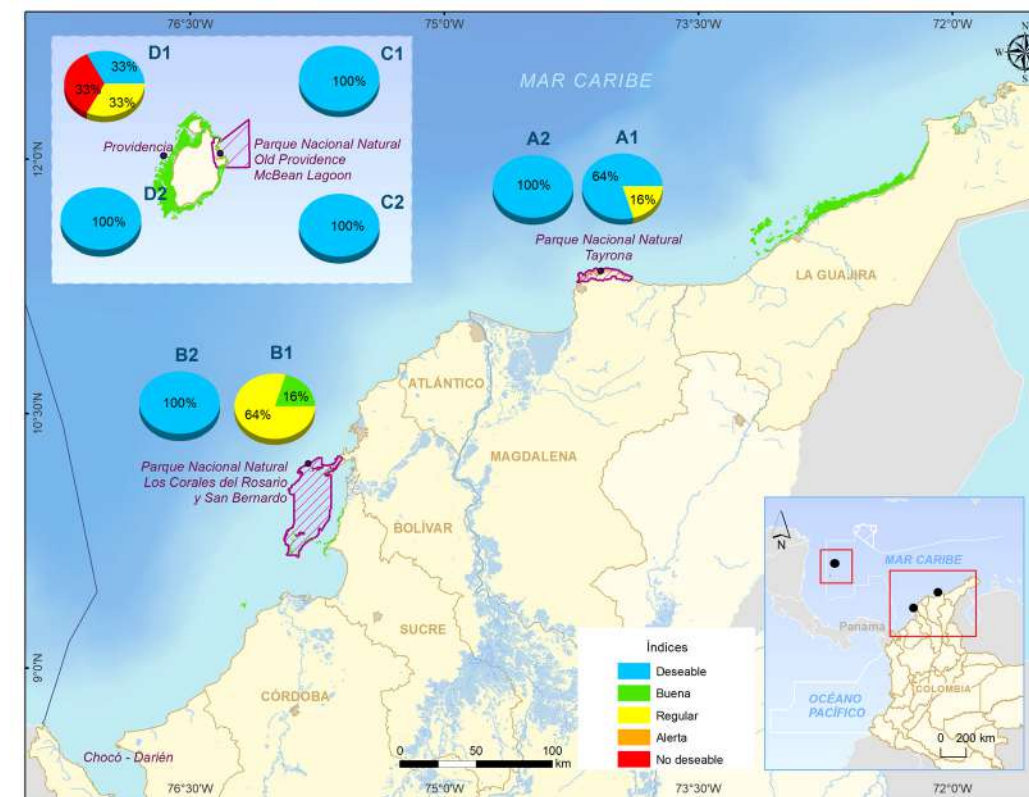
vi. En las estaciones de isla de Providencia, en cuanto al comportamiento de la presencia del hongo se ha evidenciado una disminución en los últimos años, aunque se evidencia una gran pérdida en promedio de vástagos de las praderas, especialmente desde el paso de los huracanes ETA e IOTA en el 2020.

El indicador de condición tendencia de pastos marinos (ICTPM) evalúa la condición general de integridad biótica y el estado de conservación de praderas de pastos marinos a través del tiempo, por medio de la incorporación de información tomada en campo mediante la metodología SeagrassNet adaptada para Colombia (Gómez-López, 2014). Seis variables miden atributos estructurales y funcionales de este ecosistema (densidad de vástagos, densidad de herbívoros, carnívoros y detritívoros/omnívoros, afectación por *Labyrinthula* sp. y/o afectación por invertebrados) en un sólo valor numérico (INVEEMAR, 2022) <http://www.inveemar.org.co/inf-ier>. Cabe resaltar que este indicador está en proceso de afinamiento, por lo que sólo se presentarán los resultados de la densidad de vástagos y presencia del hongo *Labyrinthula* spp.

Se evaluó la condición y la tendencia de las estaciones de pastos marinos en el PNN Tayrona y el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. El registro de datos se encuentra salvaguardado en el repositorio contenido en el Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia SIAM.

Los gráficos circulares presentados en la Figura 214, muestran en promedio el porcentaje de estaciones en las distintas condiciones de integridad del ICTPM que se presentaron durante el 2021. Para pastos marinos sólo se considera el área del Caribe porque no hay evidencias de su presencia en el Pacífico colombiano. Para este año se realizó la evaluación en los PNN Tayrona, Corales del Rosario y San Bernardo, Old Providence McBean Lagoon y la isla de Providencia.

Figura 214. Estaciones de monitoreo de pastos marinos y el estado de sus estaciones según el indicador de condición- tendencia ICTPM (1. Densidad de vástagos y 2. Presencia del hongo *Labyrinthula* spp.) en el Caribe colombiano durante el 2021. A1-A2. Promedio de Chengue, Neguanje y Cinto; B1-B2. Promedio de Rosario e Isla Mangle; C1-C2. Promedio de Mauricio's Bay y Oyster Creek; D1-D2 Promedio de Camp, McBean Coralina y San Felipe (Mapa elaborado por LABSIS-INVEEMAR en 2021)



Fuente: Inveemar (2021).

A grandes rasgos se puede observar que las tres estaciones de la isla de Providencia (Camp, San Felipe y McBean) representadas con el ítem D (Figura 214), en promedio muestran signos de afectación por pérdida de vástagos, causados especialmente por la disminución y pérdida de praderas causada por los huracanes ETA e IOTA en noviembre de 2020. En la Figura 215, se observa la tendencia de estas variables y se evidencia en cierta forma que la presencia del hongo ha disminuido también inversamente proporcional a la densidad de las hojas en los vástagos.

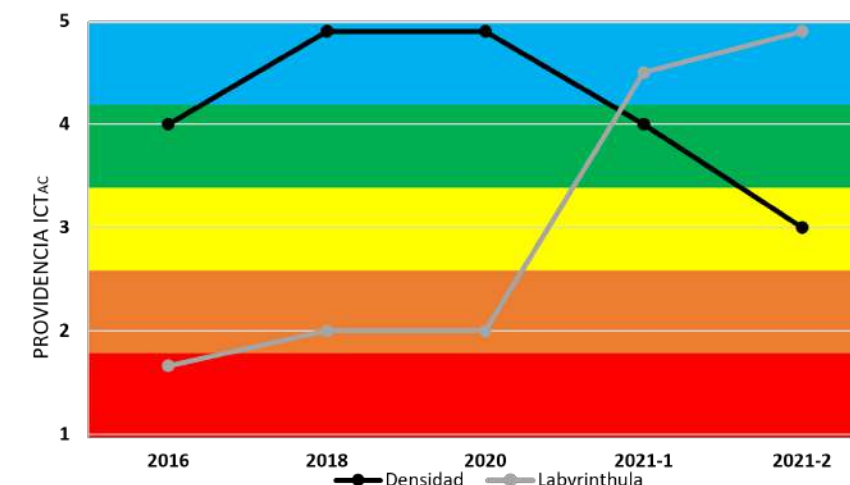


Figura 215. Tendencia promedio de las variables de densidad de vástagos y presencia de *Labyrinthula* spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para las estaciones de Camp, San Felipe y McBean

Fuente: Inveemar (2021).

En cuanto a las praderas del PNN OPMcBL (ítem B Figura 214) , la condición general es que aunque se presenta una gran variabilidad a lo largo de los años especialmente en cuanto a la presencia del hongo *Labyrinthula* spp., la tendencia es a estar en un Buen estado, probablemente porque el área presenta condiciones más estables a las que se presentan en el resto de la isla por lo que sufrirían menores impactos debido a las corrientes oceánicas, escorrentías y transporte marítimo, que son entre otros lo que se presenta en las otras praderas alrededor de la isla.

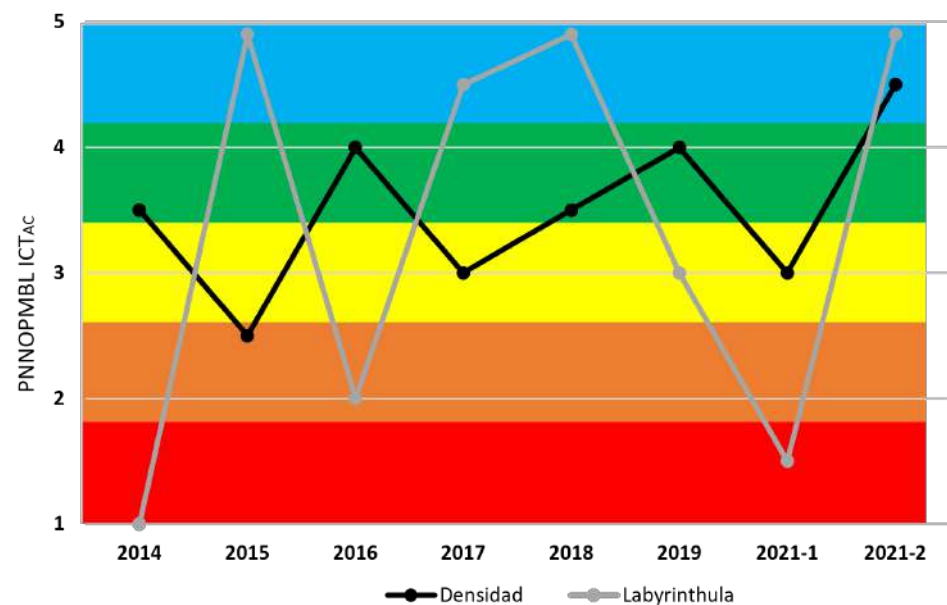


Figura 216. Tendencia promedio de las variables de densidad de vástagos y presencia de *Labyrinthula* spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para el PNN OPMcBL en la isla de Providencia

Fuente: Invemar (2021).

En cuanto al PNN CRSB en general se observa un estado Regular (84%) (Figura 214) en lo que respecta a la baja densidad de vástagos, condiciones muy similares a las observadas en el 2020 y similares para Playa Blanca, la cual que se evaluó por primera vez y cuyo tensor principal son actividades turísticas. Se evidencia una tendencia negativa que se está observando desde el 2016 principalmente en Isla Mangle por acreción de sedimentos que ha sepultado uno de los transectos de la estación provocando un detrimento en la tendencia general que en la actualidad se encuentra entre Regular-Bueno (Figura 217).

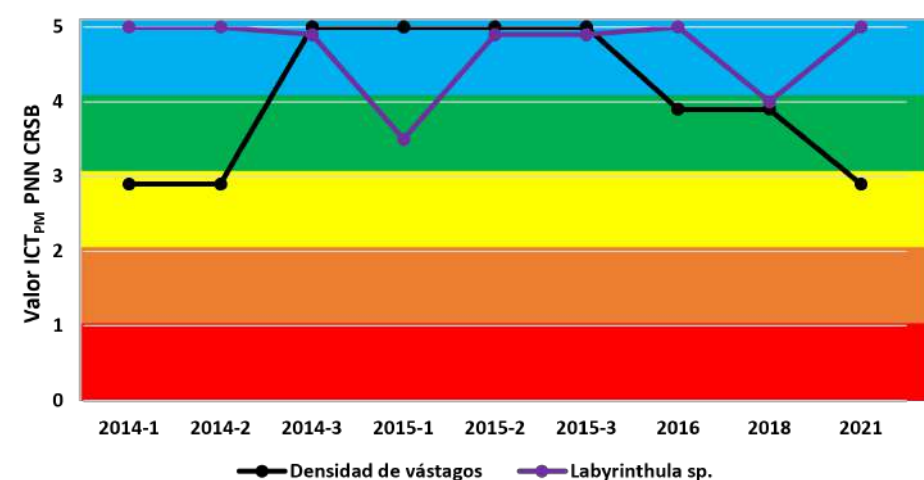


Figura 217. Tendencia promedio de las variables de densidad de vástagos y presencia de *Labyrinthula* spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para el PNN CRSB

Fuente: Invemar (2021).

Para el PNN Tayrona sólo se reporta un 16% de pérdida de vástagos (por causas antropogénicas) de varios transectos de las estaciones de Cinto y Neguanje, mientras que la pradera de Chengue continúa marcando condiciones Deseables. En cuanto a la tendencia, aunque ha sido variable en los últimos años, ha bajado en los últimos años de Deseable a un estado Bueno (Figura 218).

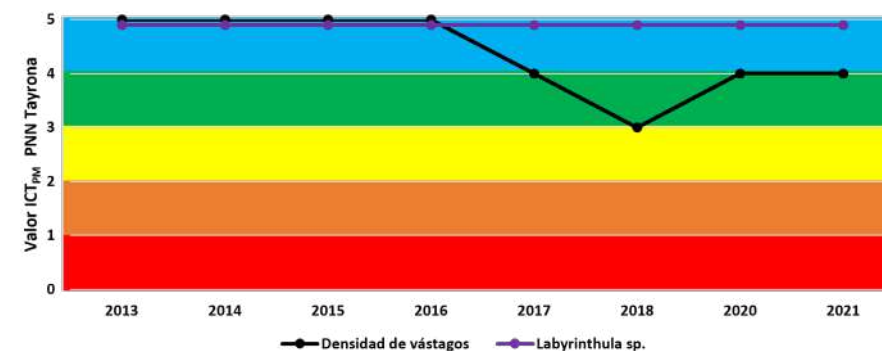


Figura 218. Tendencia de las variables de densidad de vástagos y presencia de *Labyrinthula* spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para el PNN Tayrona

Referencias

Gómez-López, D. I.-R.-C.-S.-E. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICTPM). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, GEF y PNUD, Santa Marta. Obtenido de http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/1be5c583-14a6-4322-84ea-ff820588d67c/0068-ProtocoloIndicadorCondicionTendenciaPraderadePastosMarinosICTPM.pdf?ticket=TICKET_299a1a739f897fa594504d90087f0a1de9929bb2.

INVEMAR. (2022). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2021. Santa Marta.

4.3.4. Estado de los bosques de manglar en Colombia 2021

Invemar: Amanda Selene Rojas Aguirre, Sebastian Herrera Fajardo, Diana Isabel Gómez López y David Alejandro Alonso Carvajal.

i. En las estaciones de monitoreo de la isla de San Andrés, en 2021, se evaluaron un total de 1.142 árboles, de los cuales, 126 estaban muertos y 1.016 se encontraron vivos.

“Moderadamente afectados” (30%), mientras que el 18% restante se distribuyó entre los árboles con estado “Muy afectado” y “Muertos” (El Cove, Sound Bay y Cocoplum), estos últimos principalmente por efecto de los huracanes ETA e IOTA.

ii. R. mangle se presentó en todas las estaciones de monitoreo, L. racemosa en seis estaciones de las siete y A. germinans fue la menos frecuente y abundante, registrándose únicamente en las estaciones de bahía Hooker, bahía Honda y Sound Bay.

iv. En las estaciones de las islas de San Andrés, se encontró que para el área maderable se presentaron en todas las estaciones los síntomas de agallas/cáncer, descortezamiento, exudaciones y manchas blancas; a excepción de Smith Channel en donde no se reportaron exudaciones. Aunque se cuenta con información de los síntomas y/o signos para el año 2021, ésta aún es poca para poder explicar o inferir sobre el estado de salud en términos de enfermedades de los mangles, asociadas a esos síntomas y/o signos

iii. Con respecto al estado de salud, el 52% de los árboles se encontraron en “Buen estado” (bahía Honda, Cocoplum y Salt Creek), seguido por árboles

v. Los registros de especies de aves, obtenidos en el monitoreo realizado en el 2021 a las aves asociadas a los manglares de las estaciones de San Andrés, mantienen semejanza a las especies de aves registradas en los monitoreos de años anteriores.

vi. En Providencia y Santa Catalina, las mediciones de la estructura de los manglares dejaron en evidencia el marcado impacto de los huracanes sobre la estructura arbórea con más del 60% del manglar de la estación Suroeste y más del 95% de los manglares de las estaciones Old Town, Manzanillo y Santa Catalina, perdieron su estructura arbórea, registrándose de este modo la muerte del 64% de los árboles de mangle debido al efecto combinado de los huracanes del 2020.

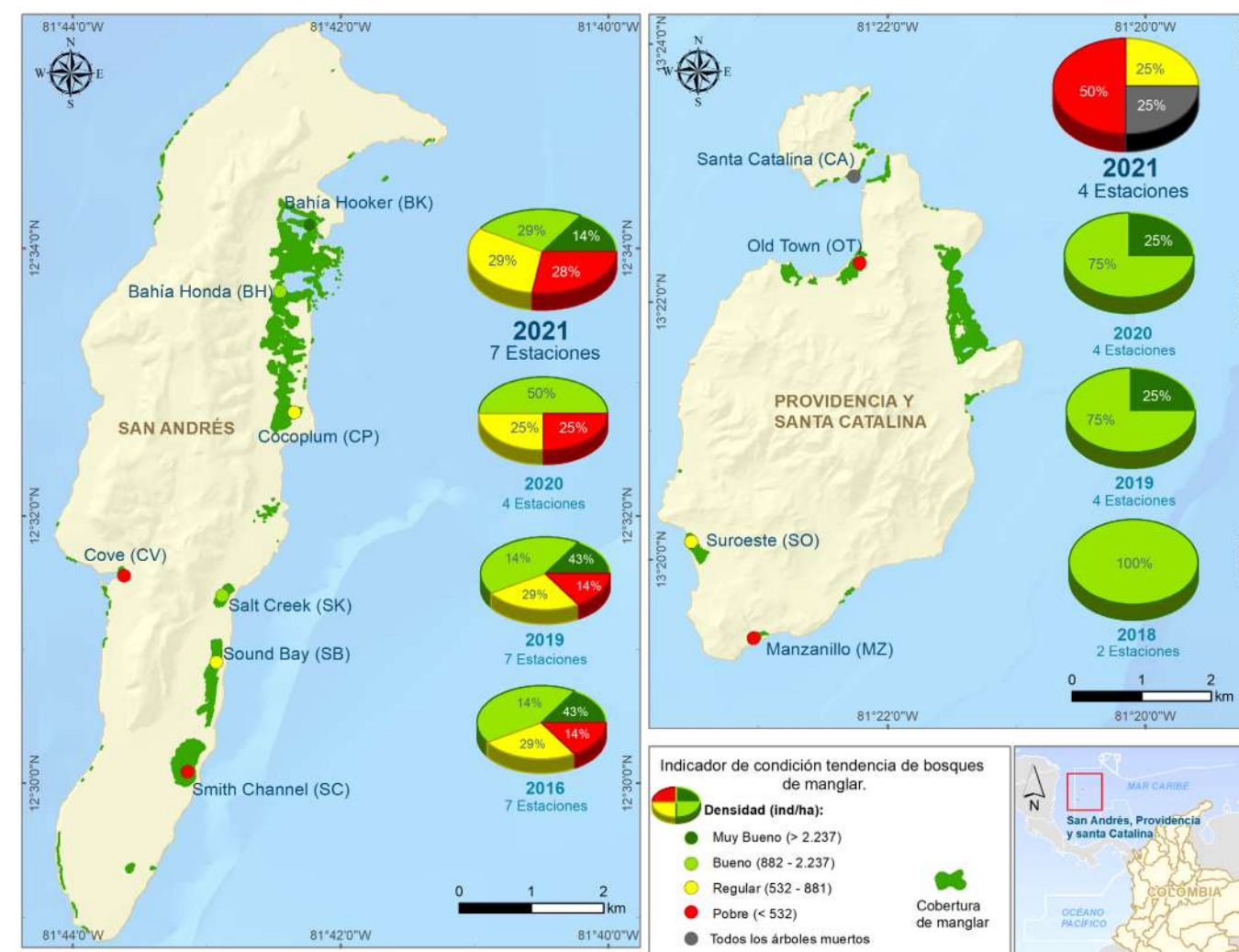
vii. Para el año 2021 la mayor densidad de propágulos se encontró en Salt Creek, seguida por Smith Channel y Sound Bay. Menores densidades se hallaron, en forma descendente, para Bahía Honda, Bahía Hooker y Cocoplum; mientras que la densidad de propágulos en la estación Cove fue nula.

El indicador de condición tendencia de bosques de manglar (ICTBM) evalúa la condición general de integridad biótica, estado de conservación de los manglares y sus cambios a través del tiempo, por medio de la incorporación de la información de cuatro variables en un solo valor numérico (Navarrete-Ramírez, 2014). Tiene incorporado en su concepción una variable que permite de manera indirecta, entender la función ecológica del ecosistema, mediante la presencia de aves indicadoras u otro organismo seleccionado; miden atributos estructurales del componente arbóreo (i.e. densidad de árboles y área basal del bosque) y evalúan la dinámica poblacional del bosque (i.e., mediante el reclutamiento o regeneración natural: densidad de propágulos y plántulas). (INVEMAR, 2022) <http://www.invemar.org.co/inf-ier>. Cabe resaltar que este indicador está en proceso de afinamiento, por lo que sólo se presentarán las variables indicadoras de la Densidad y Área basal más la descripción de otras variables del tipo funcional como regeneración natural y presencia de aves como indicadoras de estado del ecosistema.

Durante el 2021 sólo se evaluó el estado de las estaciones de manglar en las islas de San Andrés y Providencia post huracanes ETA e IOTA. El registro de datos se encuentra salvaguardado en el repositorio del Sistema de Gestión de los Manglares SIGMA.

En los gráficos circulares de porcentaje que se encuentran dentro de la Figura 219 y Figura 220, se muestra la proporción de estaciones de monitoreo y su condición (i.e. Muy buena, Buena, Regular, Pobre) en términos de su densidad y área basal, para los distintos años evaluados en los monitoreos realizados.

Figura 219. Estaciones de monitoreo de manglar y su estado de acuerdo con la variable "Densidad" del ICTBM en el departamento Archipiélago en los años 2016-2019-2020 (San Andrés) y 2018-2019-2020 (Providencia y Santa Catalina): Figuras de gráficos circulares con la proporción de estaciones de acuerdo con la calificación del estado de la Densidad. En Providencia se observa la estación de Santa Catalina en gris porque no presentó árboles que medir

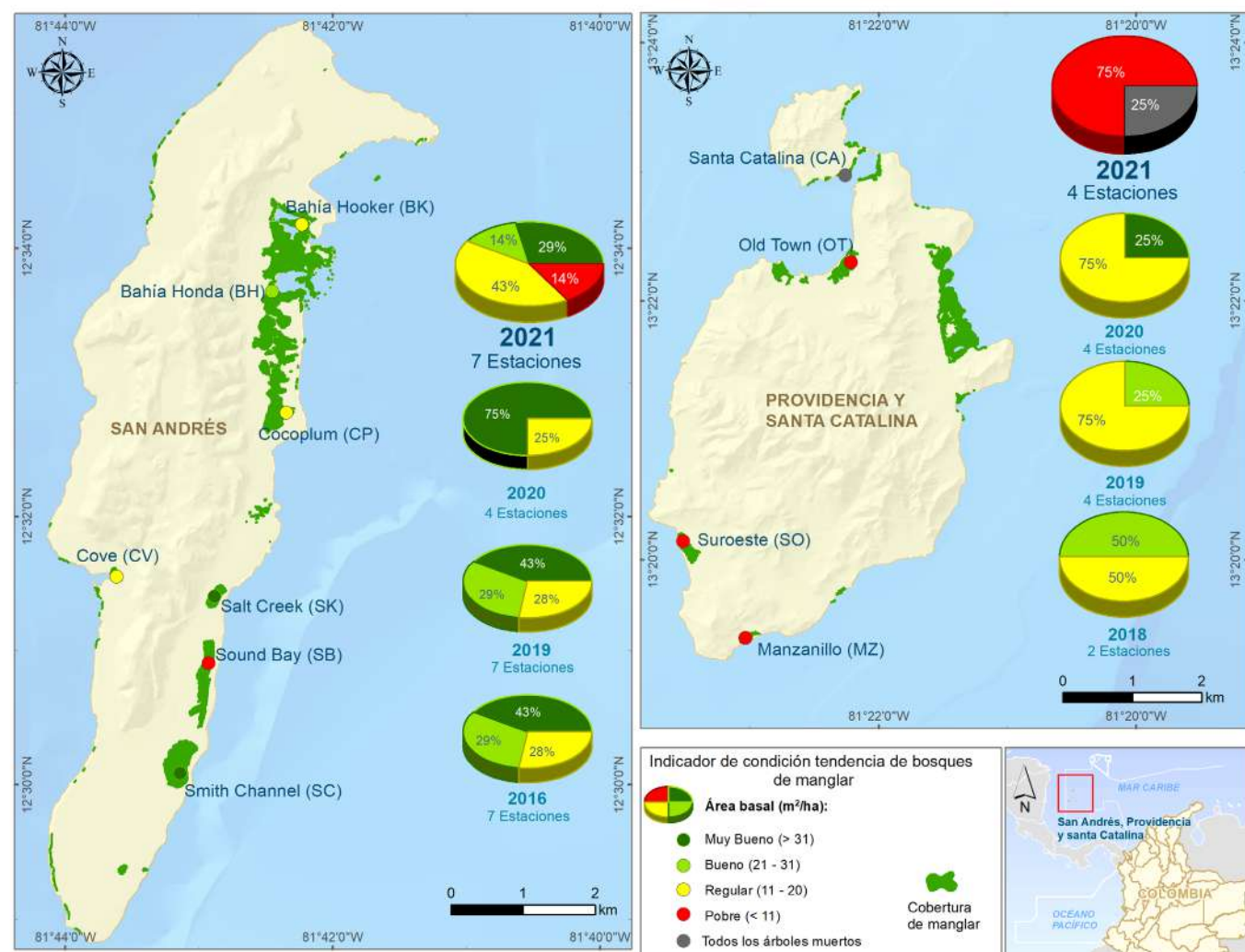


Fuente: (Mapa: Diana Romero-LabSIS en 2021, sin actualización de cobertura de manglar).

Como se puede observar para San Andrés, entre el 2016 y 2020 (días antes de la llegada de los huracanes ETA e IOTA) la condición de los bosques fue muy similar y presentándose algunas pérdidas por caída y deterioro de los árboles por efectos antropogénicos por la cercanía a los bosques. El aparente aumento de mortandad en el 2020 se explica porque sólo fueron evaluadas cuatro de las siete estaciones debido a la llegada del huracán IOTA al archipiélago.

Una situación estable se había estado observando en la isla de Providencia entre el 2018 y 2020 para las dos variables de densidad de árboles y área basal, aun cuando el ETA ya había golpeado la isla y previo a la llegada del huracán IOTA.

Figura 220. Estaciones de monitoreo de manglar y su estado de acuerdo con la variable “Área basal” del ICTBM en el departamento Archipiélago en los años 2016-2019-2020 (San Andrés) y 2018-2019-2020 (Providencia y Santa Catalina): Figuras de gráficos circulares con la proporción de estaciones de acuerdo con la calificación del estado del Área basal



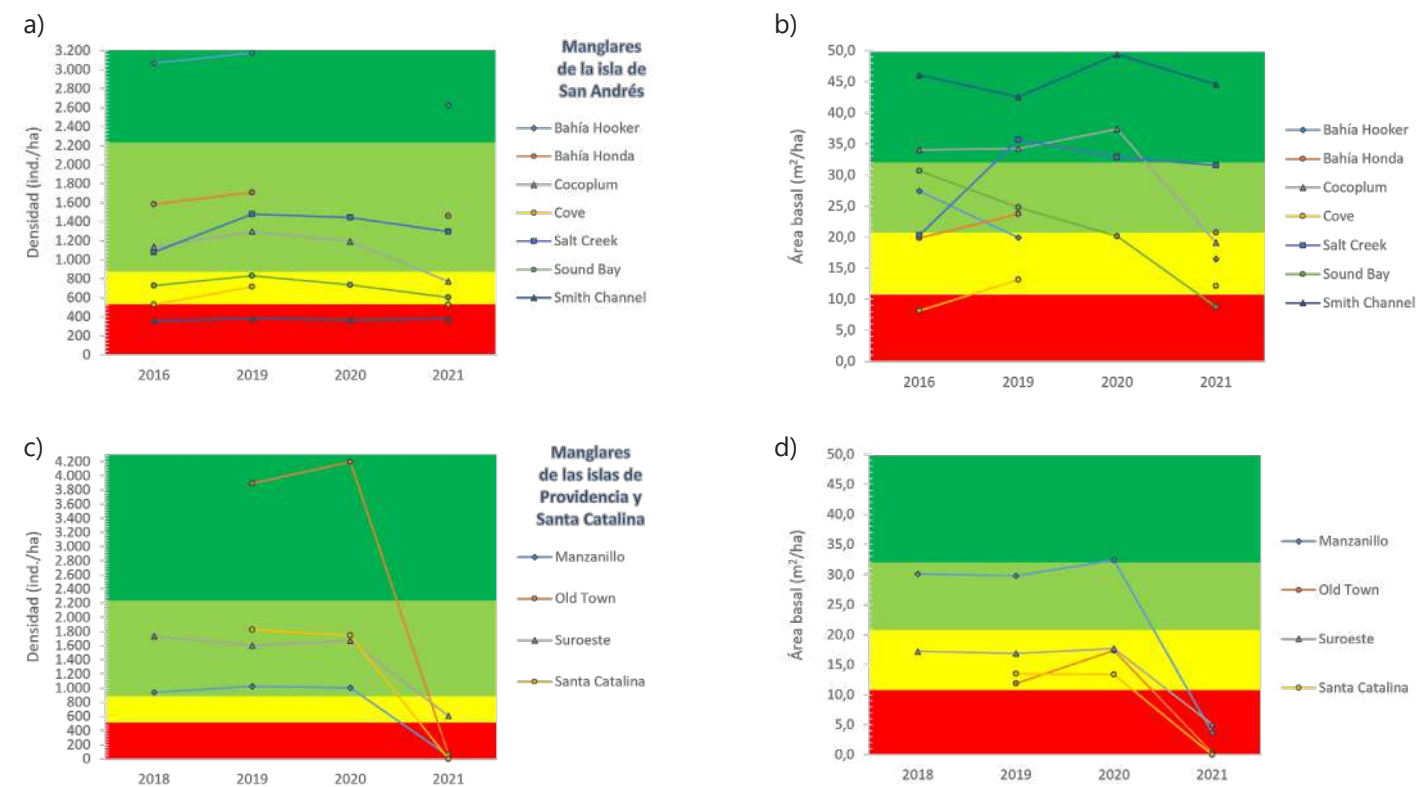
Fuente: (Mapa: Diana Romero-LabSIS en 2021, sin actualización de cobertura de manglar).

NOTA: Los puntos de colores sobre los manglares (estaciones de monitoreo) de las tres Islas, indican el estado (calificación) del Área basal en el año 2020. En Santa Catalina el área gris corresponde a la desaparición de árboles por el huracán IOTA.

En la evaluación del 2021, en San Andrés se logró evaluar las siete estaciones históricas, encontrándose aún efectos obvios por los huracanes (caída de árboles especialmente) pero en menor proporción que los efectos que se presentaron en la Isla de Providencia y Santa Catalina, en la que degradación del 60% los bosques en promedio dejó sin cobertura el sustrato, evidenciándose inclusive en las estaciones sin árboles para medir, especialmente en la isla de Santa Catalina, aunque también se registró una importante regeneración natural, evidenciada por la gran cantidad de plántulas vivas de *Rhizophora mangle*.

En la Figura 221 se presenta la tendencia histórica de la condición del estado de los manglares en las estaciones de monitoreo del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en términos de la densidad (Figura 221 a-c) y el área basal (Figura 221 b-d) que conforman el ICTBM, evidenciándose los cambios y variaciones a través del tiempo, que ha presentado el bosque de manglar de cada estación, en cuanto a la condición de la densidad y el área basal.

Figura 221. Tendencia histórica (2016-2021) de la condición del estado de los manglares en las estaciones de monitoreo de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en términos de la densidad de árboles (a y c) y el área basal del bosque (b y d). Los colores del fondo de cada figura corresponden a la condición del estado estructural del manglar: “Muy bueno” (verde oscuro), “Bueno” (verde claro), “Regular” (amarillo) y “Pobre” (rojo)



Fuente: Invemar (2021).

Referencias

Acosta Chaparro, A. J.-C.-V.-C. (2019). Análisis estadístico de la condición y la tendencia de los arrecifes coralinos y los pastos marinos de Colombia. Informe técnico final.

Galeano et al., G. D.-G.-C. (2016). Reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos en Colombia (2014-2015). Santa Marta.

Gómez-López et al., D. A.-C. (2020). Reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos en Colombia (2018-2019). Santa Marta.

Gómez-López et al., D. A.-C.-C. (2018). Reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos en Colombia (2016-2017).

Gómez-López, D. I.-R.-C.-S.-E. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICTPM). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, GEF y PNUD, Santa Marta. Obtenido de http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/1be5c583-14a6-4322-84ea-ff820588d67c/0068-ProtocoloIndicadorCondicionTendenciaPraderadePastosMarinosICTPM.pdf?ticket=TICKET_299a1a739f897fa594504d90087f0a1de9929bb2.

INVEMAR. (2022). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2021. Santa Marta.

INVEMAR-CORALINA. (2020). Evaluación del estado de los ambientes marinos, costeros (manglares, corales, pastos marinos, playas, calidad del agua) y oceanográficos (operación de la boya oceanográfica) en jurisdicción de CORALINA. técnico final, Santa Marta.

McField et al., M. P. (2020). Mesoamerican Reef Report Card. Belice.

Navarrete-Ramírez, S. y.-R. (2014). Protocolo indicador condición tendencia Bosques de Manglar (ICTbm). Santa Marta.

Rodríguez-Rincón et al., A. M.-L.-C. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia de Areas Coralinas (ICTac). Santa Marta.

4.3.5. ¿Cuál es la dinámica de la integridad del bosque de manglar en la CGSM?

Invemar: Juan Camilo Rodríguez Atar y Alexandra Rodríguez

El ingreso de agua dulce al sistema lagunar, derivado de las obras de dragado de los principales caños provenientes del río Magdalena, así como la ausencia de eventos climáticos extremos tipo "El Niño", generaron un descenso de la salinidad del agua intersticial en el periodo 2017 - 2021. Esta condición fue favorable para la recuperación del bosque en 2021.

El Indicador de Integridad Biológica del Manglar - IBI_m tiene como finalidad reflejar la capacidad que tiene un ecosistema para mantener sus atributos estructurales y funcionales basándose en un estado óptimo de funcionamiento (INVEMAR, 2021b). La obtención de los datos se realizó a través de la instalación y monitoreo de parcelas permanentes en seis estaciones de monitoreo, siguiendo la metodología planteada en INVEMAR (2021b) en el marco del Convenio No. 40-016 CORPAMAG – INVEMAR "Fortalecimiento al monitoreo CGSM". La serie de tiempo seleccionada para el análisis corresponde al periodo 2010 – 2021. La estación Sevillano fue instalada en el 2018, por tanto, el análisis para dicha estación se hará para el periodo 2018 – 2021. Ninguna de las estaciones tiene datos para el 2020 debido a la emergencia sanitaria por Covid-19.

Según lo descrito por INVEMAR (2021b) "El cculo del IBI_m se basa en variables simples asociadas a atributos de integridad (composición, estructura y variables abióticas), los cuales se integran con ponderaciones definidas de acuerdo con funciones de promedio geométrico ponderado y posterior validación con expertos. El cculo se realiza para cada tipo fisiográfico y los valores obtenidos en campo deberán ser cotejados con los rangos de referencia para establecer los subíndices correspondientes".

La fórmula para calcular el indicador es:

$$IBI_m = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{a_i} \right)^{\frac{1}{\sum a_i}}$$

$$IBI_m = \left(D_{(sp1)}^{0.2(62.5\%)} \times D_{(sp2)}^{0.2(25\%)} \times D_{(sp3)}^{0.2(12.5\%)} \times AB_{(sp1)}^{0.3(62.5\%)} \times AB_{(sp2)}^{0.3(25\%)} \times AB_{(sp3)}^{0.3(12.5\%)} \times S^{0.15} \times PL^{0.0875} \times PR^{0.0875} \right)^{\frac{1}{\sum pesos}}$$

Tabla 47. Escala de interpretación del Indicador de Integridad Biológica de Manglares – IBI_m

Donde:
 D_{spn}= subíndice de densidad para la especie n.
 AB_{spn}= subíndice de área basal para la especie n
 S= subíndice de salinidad
 PL= subíndice de plántulas
 PR= subíndice de propágulos
 La escala de interpretación del IBI_m se muestra en la tabla...

Rango	Categoría
>4	Deseable
≥3 y <4	Buen estado
≥2 y <3	Regular
≥1,5 y <2	Alerta
<1,5	No deseable

Fuente: Invemar (2021).

La integridad de los bosques de manglar se relaciona de manera estrecha con los valores de salinidad intersticial. Si bien, los manglares son especies halófitas, tienen umbrales de tolerancia fisiológica que, al ser sobrepasados, conllevan a la pérdida de la estructura y funcionalidad del bosque. La salinidad, a su vez, depende de factores como la precipitación, evapotranspiración y el adecuado balance hídrico. La serie histórica del IBI_m en la CGSM nos muestra que la estación Rinconada ha mantenido una condición estructural y funcional del bosque en "buen estado" durante el periodo 2010-2021 (Figura 221), es decir, tiene valores de área basal y densidad característicos de un bosque desarrollado (Ulloa-Delgado et al., 1998) con una producción permanente de plántulas y propágulos. El indicador en la estación Aguas Negras, denota un "buen estado" del bosque durante el periodo 2010 – 2019. Sin embargo, en 2021 la ausencia de regeneración natural hizo que el indicador pasara a categoría "regular". A pesar de esto, los valores de área basal y densidad altos – superiores a los de la estación de referencia – y su promedio de salinidad intersticial está por debajo de 20 unidades gracias a las operaciones de mantenimiento y dragado del caño adyacente a la estación (Jaramillo et al., 2018).

La estación Caño Grande se ha mantenido en la categoría "regular" durante el periodo analizado. En 2021, los valores de área basal aumentaron con respecto al 2019 y la salinidad no superó los 30 unidades (INVEMAR, 2021). En esta estación la especie con mayor importancia ecológica es R. mangle (INVEMAR, 2021), situación que se deriva de la siembra de individuos de esta especie en el año 2000 como parte del proyecto Manglares de Colombia (Cadavid et al., 2011).

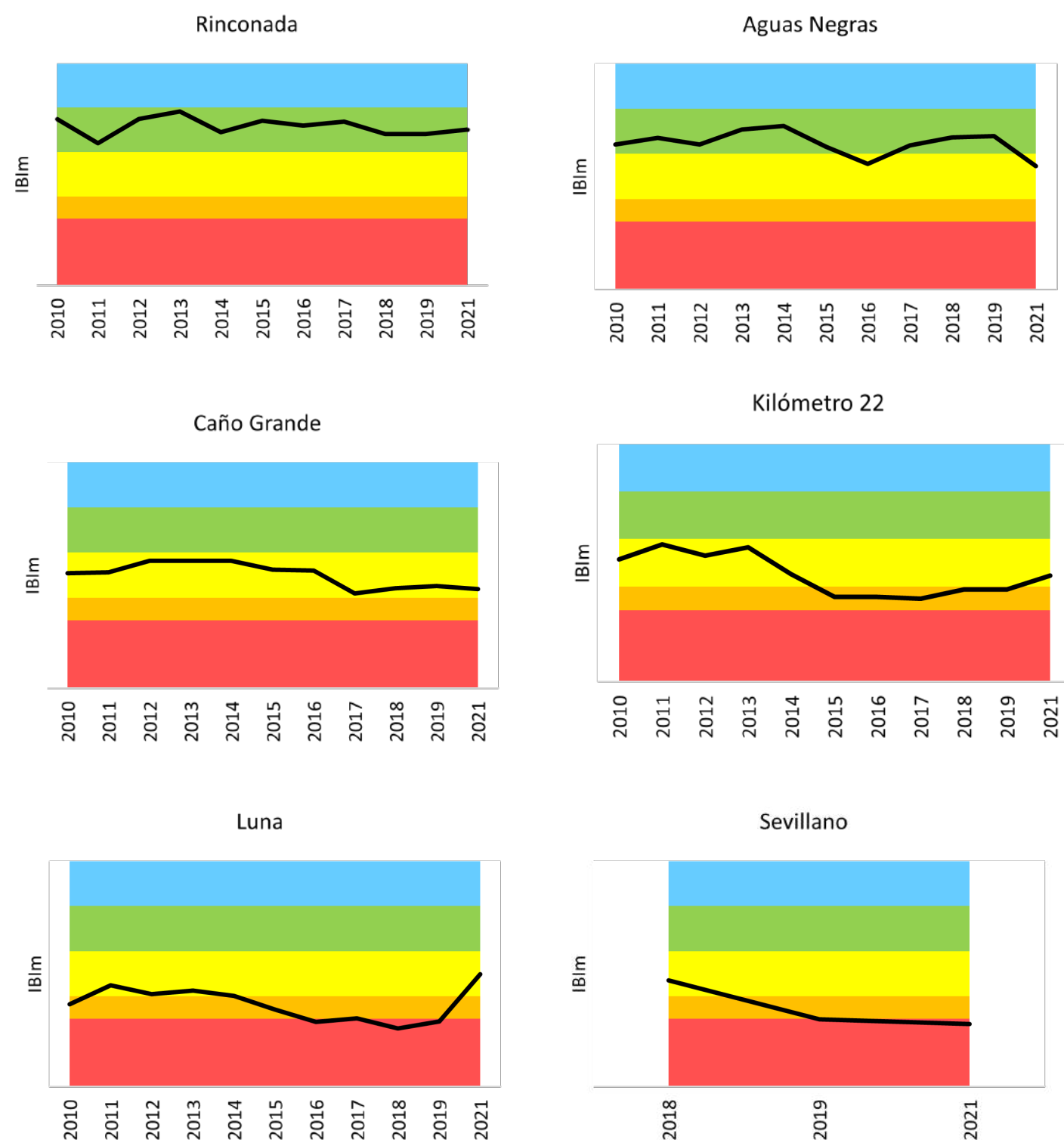
El indicador para la estación Km 22 mostró que durante el 2010 – 2014 el bosque estuvo en un estado "regular". Para el periodo 2015 – 2019, persistieron altos valores de salinidad intersticial y disminuyó el área basal de bosque, por tanto, el IBI_m sugiere que el bosque estuvo en categoría "alerta", es decir, se vio comprometida su capacidad de recuperación natural y funcionalidad. En el 2021, el aumento en las precipitaciones y la entrada de agua dulce, permitieron el descenso de los niveles de salinidad intersticial. Así mismo, se registró una alta densidad de plántulas y propágulos (INVEMAR, 2021), lo que mejor las condiciones del bosque en este sector.

La estación Luna ha sido uno de los sectores con mayor degradación del bosque, con un IBI_m entre "alerta" y "no deseable" para el periodo 2014 – 2019. La disminución de la salinidad intersticial desde el 2016 (INVEMAR, 2021), permitió el aumento del área basal (Jaramillo et al., 2018) y la densidad de L. racemosa, una especie pionera que predomina en zonas perturbadas de baja salinidad, suelos inestables y condiciones de inundación fluctuantes (Serrano-Díaz et al., 1995; Hogarth, 1999; lvarez-León et al., 2004), además de un aumento en la producción de plántulas y propágulos. Como resultado, el indicador para esta estación paso de "no deseable" a "regular", lo cual se constituye como un avance importante en la recuperación de la cobertura vegetal en este sector.

En la estación Sevillano, la exposición permanente a valores elevados de salinidad (INVEMAR, 2021), conllevó a la disminución del área basal y de la densidad del bosque por muerte de los individuos. Así mismo, la baja producción de plántulas y propágulos evidencia la limitada recuperación que tiene el bosque. El conjunto de estos elementos hace que la estación haya pasado de "regular" en 2018 a "no deseable" en 2021.

Los registros históricos del de indicador de integridad en la CGSM evidenciaron que las mayores pérdidas de estructura del bosque se relacionan con una prolongada exposición a condiciones de alta salinidad (INVEMAR, 2021). Durante el periodo 2014 – 2016 hubo una disminución del IBI_m en todas las estaciones, periodo en el cual se registró un evento El Niño fuerte, el cuál produjo un aumento en los valores de salinidad en el sistema, lo que a su vez condujo a una disminución del área basal del bosque en las estaciones de monitoreo. Sin embargo, el ingreso de agua dulce al sistema lagunar, derivado de las obras de dragado de los principales caños provenientes del río Magdalena, así como la ausencia de eventos climáticos extremos tipo "El Niño", generaron un descenso de la salinidad del agua intersticial en el periodo 2017 - 2021. Esta condición fue favorable para la recuperación del bosque en 2021.

Figura 222. Serie histórica del Indicador de Integridad Biológica de Manglares para las estaciones monitoreo permanente en la Ciénaga Grande de Santa Marta



Fuente: Invemar (2021).

Referencias

Álvarez-León, R., E. Carbonó-De la Hoz, W. A. Troncoso-Olivo, O. Casas-Monroy y P. Reyes-Forero. 2004. La vegetación Terrestre, Eurihalina y dulceacuícola de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta. 77-96. En: Garay, J., J. Restrepo, O. Casas, O. Solano y F. Newmark(eds.). 2004. Los manglares de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta: pasado, presente y futuro. INVEMAR –serie de publicaciones especiales No. 11. Santa Marta. 236 p.

Cadavid, B.C., P.A. Bautista, L.F. Espinosa, A.J. Hoyos, A.M. Malagón, D. Mármol, A.M. Orjuela, J.P. Parra, L.V. Perdomo, M. Rueda, C.A. Villamil y E.A. Viloria. 2011. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR. Informe Técnico Final. Santa Marta 127 p.+ anexos.

Hogarth, P. 1999. Biology of mangroves. Oxford University Press. 228 p

INVEMAR. 2021. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2021, Volumen 20. Santa Marta 178 p.

INVEMAR. 2021a. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2020, Volumen 19. Santa Marta 193p. + Anexos.

Jaramillo, F., L. Licero, I. Ahlen, S. Manzoni, J. A. Rodríguez-Rodríguez, A. Guittard, y O. Martínez. 2018. Effects of hydroclimatic change and rehabilitation activities on salinity and mangroves in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Wetlands*, 38(4), 755- 767.

Serrano-Díaz, L., L. Botero, P. Cardona, y J. E. Mancera-Pineda. 1995. Estructura del manglar en el delta exterior del río Magdalena-CGSM, una zona tensionada por alteraciones del equilibrio hídrico. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 24: 135-164.

Ulloa-Delgado, G.A., H. Sánchez-Páez, W.O. Gil-Torres, J.C. Pino-Rengifo, H. Rodríguez-Cruz y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. In: Ulloa-Delgado, G.A.; H. Sánchez-Páez y R. Álvarez-León (eds.). Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA/ACOFOR/OIMT. Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia. 224 p.

4.3.6. ¿Cuál es la dinámica de la cobertura del bosque de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta en las últimas décadas?

Invemar: Juan Camilo Rodríguez Atará y Alexandra Rodríguez

i. El Indicador de Extensión (Ie) mide los cambios en la extensión o área total del manglar en un intervalo de tiempo para un sector determinado. Se obtiene al estimar la diferencia de área de manglar entre dos o más periodos. Para ver su aplicación y uso, se realizó el cálculo usando los datos generados de la interpretación y análisis de imágenes satelitales entre 1956-2018 a escala 1:50.000 y entre 2017-2021 a escala 1:25.000.

ii. A partir del Indicador de Extensión para la CGSM, se identificó que 1987 es el año con mayor pérdida de cobertura de manglar, con 18720 ha, mientras que, el año con mayor ganancia neta de manglar fue 2009, con 6071 ha.

iii. La dinámica de la cobertura de manglar para el periodo 2020 – 2021 evidenció que, gracias a las condiciones actuales, el sistema se encuentra estable y en proceso de recuperación

El Indicador de Extensión (Ie) mide los cambios en la extensión o área total del manglar en un intervalo de tiempo para un sector determinado. Se obtiene al estimar la diferencia de área de manglar entre dos o más periodos. La serie de tiempo seleccionada para el presente informe incluyó datos de cobertura de manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) desde 1956 a 2021. La obtención de los datos se realizó a través del análisis e interpretación de imágenes multispectrales de satélite siguiendo la metodología descrita en INVEMAR (2021) en el marco del Convenio No. 40-016 CORPAMAG – INVEMAR “Fortalecimiento al monitoreo CGSM”. La escala de interpretación para el periodo 1956 – 2017 fue de 1:50.000 mientras que, para el periodo 2017 – 2021, la escala de interpretación de cobertura fue de 1:25.000. Esta última, permitió identificar parches de bosque más pequeños, lo que aportó a una estimación más precisa de la cobertura del bosque.

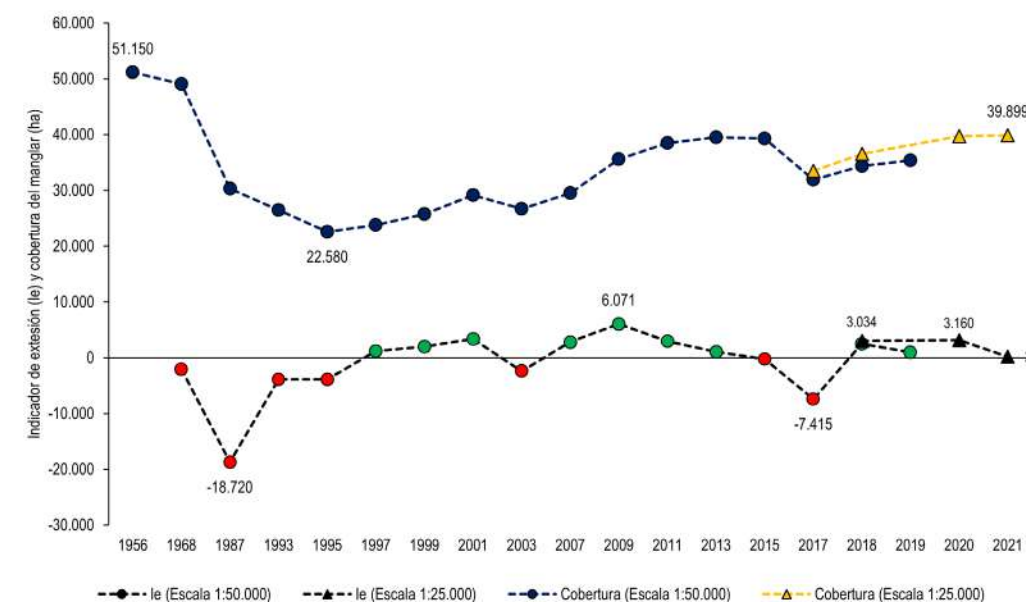
El Indicador de Extensión de Manglar (Ie) es una herramienta práctica para determinar las variaciones de la cobertura de manglar. La serie histórica del Indicador de Extensión (Figura 223) en la CGSM mostró disminución de cobertura en los periodos 1956 – 1995, 2003, 2015 – 2017, siendo 1987 el año con mayor pérdida de cobertura (18720 ha). Por otra parte, se identificó una ganancia neta de cobertura vegetal en los periodos 1997 – 2001, 2007 – 2015 y 2017 – 2021, presentándose la mayor ganancia de cobertura en el 2009 (6071 ha).

La salinidad es una de las principales variables que regulan el crecimiento, desarrollo y supervivencia de los manglares. Las alteraciones en el ciclo hidrológico en los bosques de manglar, bien sea por factores climáticos o antrópicos, conllevan a cambios abruptos de los niveles de salinidad, los cuales, en casos extremos, ocasionan la muerte de los manglares y, por consiguiente, la pérdida de cobertura vegetal. La CGSM ha estado sujeta a alteraciones tanto antrópicas como climáticas. En el primer caso, la construcción de la vía Ciénaga – Barranquilla, así como otras obras realizadas en sus inmediaciones, generaron un desbalance hídrico que desencadenó en la muerte de casi el 50% de la cobertura del manglar por hipersalinización (periodo 1956 - 1995). Así mismo, se han identificado cambios del uso del suelo que conllevan a la pérdida de cobertura, como es el caso de la ciénaga La Aguja, en el caño San Joaquín y en la desembocadura del río Magdalena entre caño Valle y caño Torno en 2015 (INVEMAR, 2016). En el segundo caso, las presiones climáticas están determinadas por variaciones del Índice Niño Oceánico - ONI (eventos El Niño y La Niña). Estas variaciones determinan el aumento o la disminución de las precipitaciones, lo que influye en los niveles de salinidad (Blanco et al., 2006). En ese sentido, la pérdida de cobertura durante el 2017 podría ser consecuencia del fuerte fenómeno de “El Niño” que se presentó durante el 2015 (Santoso et al., 2017), el cual generó una disminución en la precipitación en la zona Caribe colombiana y un incremento en la salinidad intersticial de la CGSM (máximo 90 unidades), repercutiendo negativamente en la salud del manglar (INVEMAR, 2017).

La recuperación de la cobertura del manglar en la CGSM se relaciona con el restablecimiento del balance hidrológico derivado de acciones implementadas en el marco de diversos proyectos. Las obras hidráulicas implementadas en el proyecto PROCIEÑAGA, por ejemplo, favorecieron el ingreso de agua dulce al sistema, permitiendo la recuperación de la cobertura vegetal posterior a 1995. Así mismo, los trabajos de dragado y mantenimiento de los principales caños como el caño Covado, Bristol, Caleta del Tambor, El Burro y El Salado (INVEMAR, 2018), entre otros, en conjunto con el aumento de las precipitaciones, han generado condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo del manglar, en especial de individuos de la especie *Laguncularia racemosa* (INVEMAR, 2018) (Figura 224), la cual se considera como una especie pionera y de estadios primarios de sucesión (Pennington y Sarukhan, 2005; López-Enríquez et al., 2014).

La dinámica de la cobertura de manglar para el periodo 2020 – 2021 evidenció que, gracias a las condiciones actuales, el sistema se encuentra estable y en proceso de recuperación. En 2021, hubo un aumento de la cobertura, principalmente en el occidente de la Ciénaga Mendegua, nororiente del Complejo de Pajarales y en la Ciénaga del Conchal. La ganancia neta (ganancia - pérdida) para el 2021 fue de 200 ha, pasando de 39699 ha en 2020 (INVEMAR, 2021) a 39899 ha en 2021.

Figura 223. Índice de extensión del manglar en la CGSM. Los círculos rojos representan las pérdidas y los círculos verde las ganancias de cobertura de manglar estimados a escala 1:50.000, mientras los triángulos negros representan las ganancias de cobertura estimados a escala 1:25.000. Los círculos azules representan las coberturas de manglar estimadas a escala 1:50.000, mientras que los amarillos indican la cobertura del manglar estimadas a escala 1:25.000



Fuente: Invemar (2021).



Fotografía 16. Recuperación del manglar en el sector de Km22, complejo de Pajarales. La imagen superior corresponde al mes de abril y la imagen inferior al mes de noviembre de 2021

Fuente: Invemar (2021).

Referencias

Blanco, J. A., E.A. Viloria and J.C. Narváez. 2006. ENSO and salinity changes in the Ciénaga Grande de Santa Marta coastal lagoon system, Colombian Caribbean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66(1-2), 157-167.

INVEMAR. 2016. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2015, Volumen 14. Santa Marta 181p.+ anexos.

INVEMAR. 2017. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2016, Volumen 15. Santa Marta 139 p.+ anexos.

INVEMAR. 2018. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2018, Volumen 17. Santa Marta 178 p.+ anexos.

INVEMAR. 2021. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final 2020, Volumen 19. Santa Marta 193p. + Anexos.

López-Enríquez, J.C., E. F. Rosas-Alquicira, E. J. Ramírez-Chávez y A. Cruz-García. 2014. Datos preliminares de la estructura y la formación de las comunidades de manglar en Zipolite, Oaxaca. *Ciencia y Mar*, 20 (52): 31-35.

Pennington, T.D. y J. Sarukhan. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 970-32-1643-9. 517 p.

Santoso, A., M. J. McPhaden and W. Cai. 2017. The Defining Characteristics of ENSO Extremes and the Strong 2015/2016 El Niño. *Reviews of Geophysics*, 55(4): 1079-1129

4.3.7. Composición y densidad de microalgas potencialmente nocivas en la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano

Invemar: Edgar Arteaga Sogamoso y Julián Franco Angulo.

Agradecimientos: La información presentada son resultados de las actividades desarrolladas en el año 2021 por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del BPIN Misional Resolución 61 y 176 de 2021, y los proyectos RLA 7025 y COL 7004 financiados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés).

i. Las diatomeas, seguidas por los dinoflagelados predominaron en las zonas con características marinas, mientras que en las zonas estuarinas predominaron las cianobacterias.

ii. En la CGSM se destacó el predominio de las cianobacterias, principalmente el género *Synechocystis*, el cual no está en la lista de la COI de UNESCO como productora de toxinas, sin embargo, su presencia en elevadas concentraciones se ha relacionado con mortandades masivas de peces en la CGSM.

iii. En la CGSM se registraron 12 géneros potencialmente nocivos (*Raphidiopsis*, *Nitzschia*, *Scrippsiella*, *Gymnodinium*, *Synechocystis*, *Anabaenopsis*, *Anabaena*, *Chaetoceros*, *Cylindropermopsis*, *Gonyaulax*, *Microcystis* y *Skeletonema*), sobresaliendo *Synechocystis*, *Anabaenopsis*, *Raphidiopsis* y *Nitzschia* por sus altas densidades registradas.

iv. En las bahías de Santa Marta y Chengue se observaron seis géneros potencialmente nocivos pertenecientes a los grupos de las diatomeas (*Skeletonema*, *Nitzschia*, *Pseudo-nitzschia* y *Chaetoceros*) y dinoflagelados (*Prorocentrum* y *Gymnodinium*).

v. En la bahía y laguna de Chengue dentro del Parque Nacional Natural Tayrona se observaron 3 géneros de dinoflagelados epifitos (*Gambierdiscus*, *Ostreopsis* y *Prorocentrum*) con especies potencialmente nocivas (toxigénicas).

Dando continuidad al monitoreo de microalgas potencialmente nocivas que inició en dos zonas piloto del Caribe colombiano en el año 2010, en el 2021 se analizó el comportamiento de la densidad y composición del fitoplancton en cuatro estaciones del departamento del Magdalena (Foto 17), ubicadas en dos zonas ambientalmente contrastantes, la primera con características marinas: bahía de Chengue (BCH) en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) y bahía de Santa Marta (BSM, Boya 2), y la segunda con condiciones estuarinas: Boca de la Barra (LBA) y Ciénaga La Luna (CLU) en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Adicionalmente, en la Bahía Chengue (BCH) y en la Laguna Chengue (LCH), se recolectaron muestras de *Thalassia testudinum* entre enero y septiembre de 2021, siguiendo la metodología propuesta por Reguera et al., (2011) para determinar el comportamiento de las densidades de los dinoflagelados bentónicos asociados a sus hojas, así mismo, se registraron las densidades máximas de los géneros constituidos por especies potencialmente nocivas de acuerdo a la lista taxonómica de la IOC-UNESCO (2021).

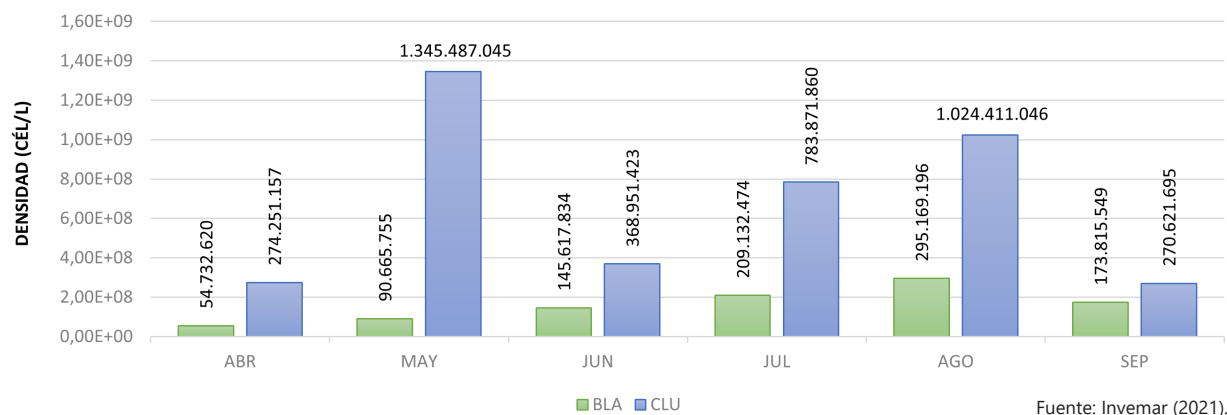
Fotografía 17. Estaciones de muestreo de microalgas potencialmente nocivas en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano. A. Bahía Chengue; B. Bahía de Santa Marta (boya 2) y C. La Boca de la Barra (CGSM) y D. Ciénaga la Luna (CGSM)



Fuente: Invemar (2021).

En la Boca de la Barra (LBA), entre abril y septiembre de 2021 las concentraciones fitoplanctónicas oscilaron entre 54.732.620 y 295.169.196 cél. L-1; y en la Ciénaga la Luna (CLU) entre 270.621.625 y 1.345.487.045 cél. L-1 (Figura 224). Cabe resaltar, que las cianobacterias contribuyeron a las mayores densidades en ambas estaciones, alcanzando las concentraciones más altas en mayo para CLU (1.345.025.985 cel. L-1), y en agosto para LBA (293.269.656 cel. L-1). Estos resultados estuvieron dentro del rango reportado en los monitoreos realizados durante el 2016 y 2020 (INVEMAR, 2020).

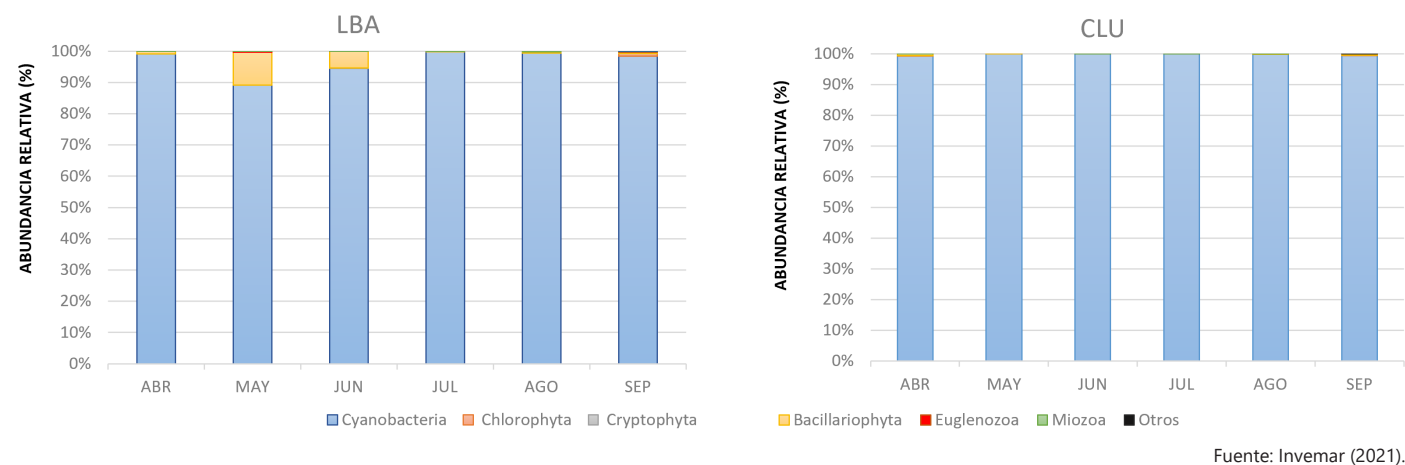
Figura 224. Densidades fitoplanctónicas (cél. L⁻¹) medidas mensualmente entre abril y septiembre de 2021, en las estaciones de Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), Boca de la Barra (LBA) y Ciénaga la Luna (CLU)



Fuente: Invemar (2021).

Las cianobacterias contribuyeron en más del 90% de la abundancia relativa en las dos estaciones (Figura 225), principalmente por el género *Synechocystis*, el cual aportó las mayores densidades. En años anteriores, las altas densidades registradas por este género se han relacionado con eventos de mortandad masiva de peces por anoxia, al disminuir las concentraciones de oxígeno en la columna de agua en horas de la noche (INVEMAR, 2016), durante el período analizado (abril a septiembre del 2021), no se evidenciaron mortandades. Cabe mencionar que, en la CGSM los predomios en abundancia de las cianobacterias respecto a los demás grupos del fitoplancton se han descrito desde la década de los 80 (Kücklick, 1987), siendo un comportamiento generalizado que se viene observando en los monitoreos (INVEMAR 2020).

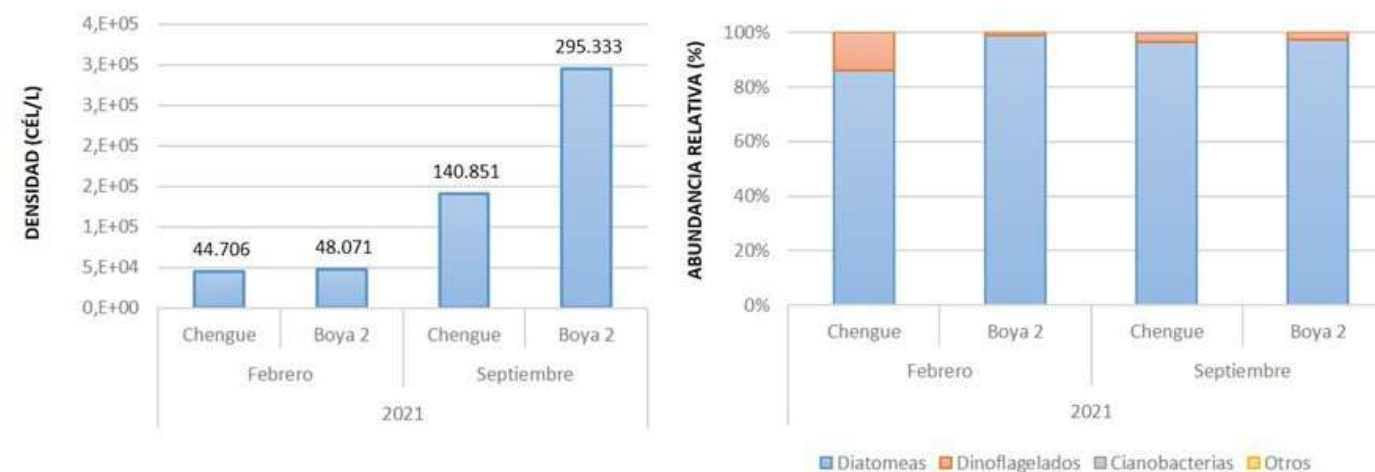
Figura 225. Abundancias relativas (%) medidas mensualmente en BLA y CLU (CGSM) entre abril y septiembre de 2021



Fuente: Invemar (2021).

En las estaciones de la bahía de Santa Marta (Boya 2) y PNNT (bahía Chengue), se analizó el comportamiento de la comunidad fitoplanctónica en la época seca (febrero) y lluviosa (septiembre) de 2021 (Figura 226). En la bahía Chengue, la densidad fitoplanctónica osciló entre 44.706 y 140.851 cél. L⁻¹; y en Boya 2 la densidad fluctuó entre 48.071 y 295.333 cél. L⁻¹. En ambas estaciones, la mayor densidad de microalgas se observó en la época de lluvias (septiembre), estos valores son bajos en comparación con los periodos lluviosos de años anteriores, en donde se han registrado concentraciones superiores a 1.000.000 cél. L⁻¹ (INVEMAR, 2020). En cuanto a la abundancia relativa, las diatomeas fueron el grupo que más aportó en las estaciones Boya 2 (>90%) y Bahía Chengue (80%) seguido por los dinoflagelados (Figura 226).

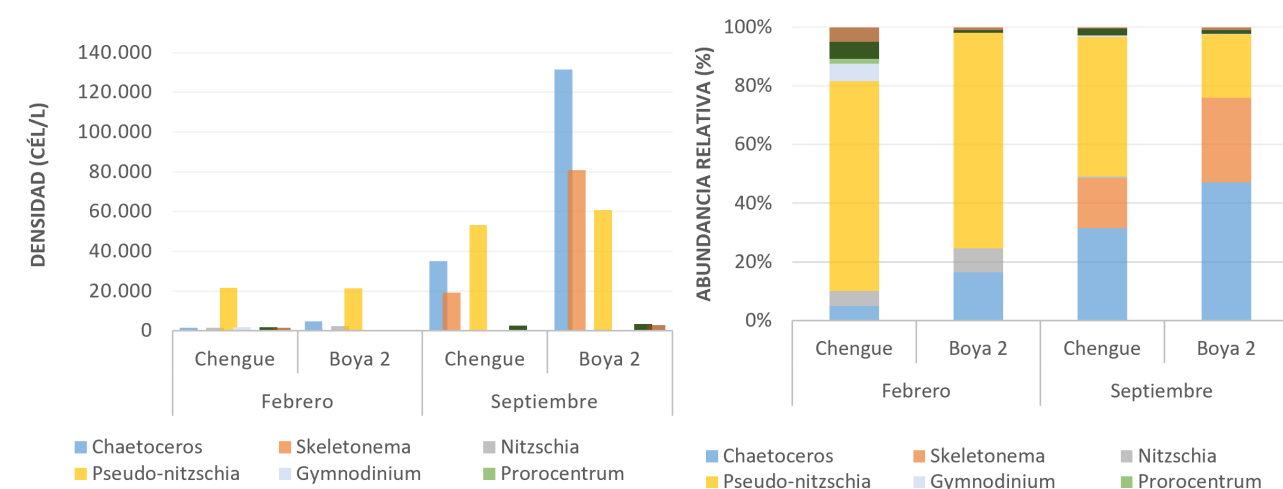
Figura 226. Densidad y abundancia relativa del fitoplancton registrado en la Bahía Chengue (BCH) y Bahía de Santa Marta (Boya 2) en febrero y septiembre del 2021



Fuente: Invemar (2021).

En las estaciones monitoreadas fue evidente la presencia de géneros de microalgas constituidas por especies potencialmente nocivas referenciadas en la lista taxonómica de la IOC de UNESCO. En general, se observaron un total de 6 géneros, pertenecientes a los grupos de las diatomeas (*Skeletonema*, *Nitzschia*, *Pseudo-nitzschia* y *Chaetoceros*) y dinoflagelados (*Prorocentrum* y *Gymnodinium*). En la Figura 227, se presenta la densidad y abundancia relativa de estos géneros potencialmente nocivos, en donde se destacan las concentraciones más altas de las diatomeas: *Chaetoceros* (131.493 cél. L⁻¹) y *Pseudo-Nitzschia* (60.824 cél. L⁻¹) durante el mes de septiembre. Estos resultados coincidieron con los registros históricos, en donde las densidades más altas se han reportado durante el período lluvioso del Caribe colombiano, debido a la influencia e incremento de los aportes continentales que favorecen la proliferación de estos géneros de diatomeas (INVEMAR 2020).

Figura 227. Densidad y abundancia relativa de géneros potencialmente nocivos de fitoplancton registrados en la Bahía Chengue (BCH) y Bahía de Santa Marta (Boya 2) en febrero y septiembre del 2021



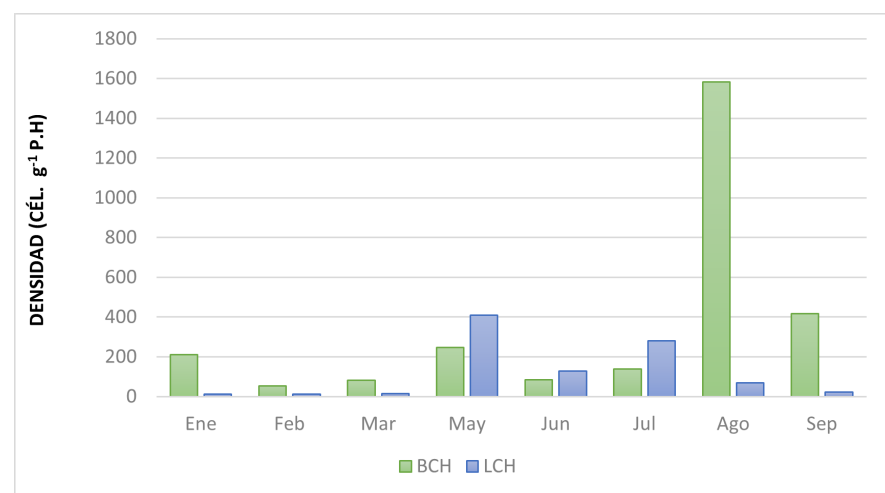
Fuente: Invemar (2021).

Los dinoflagelados bentónicos son un grupo de organismos que se caracterizan por adherirse en diferentes tipos de sustratos como macroalgas, fanerógamas marinas, corales muertos, sedimentos, entre otros; destacándose algunos de éstos por producir potentes toxinas que pueden perjudicar a los humanos y a otros organismos que habitan en el entorno marino. Por ejemplo, algunas especies del

género *Ostreopsis* se han asociado con problemas respiratorios e irritaciones dérmicas en bañistas a causa de aerosoles tóxicos que emiten en el aire y agua, así como mortandad de organismos marinos (Gallitelli et al., 2005; Del Favero et al., 2012; Faimali et al., 2012; Ciminiello et al., 2014; Accoroni et al., 2016). Sin embargo, la forma más común de intoxicación es la alimentaria por el consumo de mariscos o peces que han acumulado estas toxinas, siendo las más conocidas las diarreas ocasionadas por algunos dinoflagelados del género *Prorocentrum* (Heredia-Tapia, 2002), o la ciguatera que es una intoxicación común en las zonas marinas tropicales del mundo (Alvares, 1997; Carreño y Mera, 2008) con manifestaciones gastrointestinales, neurológicas y cardiovasculares, que es generada por dinoflagelados de los géneros *Gambierdiscus* y *Fukuyoa*.

En la Bahía Chengue (BCH) y en la Laguna Chengue (LCH), se recolectaron muestras de *Thalassia testudinum* entre enero y septiembre de 2021. En BCH la mayor densidad se registró en agosto, con 1.583 células por gramo de peso húmedo de sustrato (cél. g⁻¹ p.h) y la menor en febrero con 53 células g⁻¹ p.h (Figura 228), mientras que para LCH las densidades variaron entre 11 y 410 células g⁻¹ p.h, (en enero y mayo, respectivamente, Figura 228). En BCH las mayores densidades se registraron en agosto, septiembre, mayo y enero, y en LCH en mayo, julio y junio; los valores máximos encontrados en BCH y LCH durante el periodo estudiado fueron menores respecto al máximo de abundancias registrados hasta la fecha (20.109 y 20.361 células g⁻¹ p.h en septiembre de 2014 y abril de 2019, respectivamente).

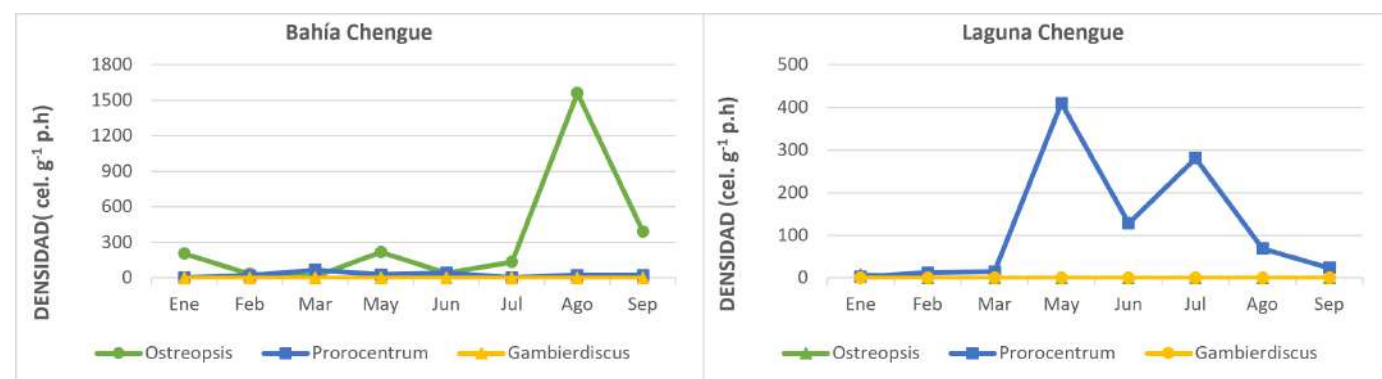
Figura 228. Densidad de dinoflagelados bentónicos en número células por gramo de peso húmedo de sustrato (cél. g⁻¹ p.h), observados en Bahía Chengue (BCH) y Laguna Chengue (LCH), entre enero septiembre de 2021



Fuente: Invemar (2021).

A nivel de género, en BCH se observó la presencia permanente de *Ostreopsis* y *Prorocentrum*, predominando *Ostreopsis*, el cual contribuyó con el mayor pico de densidad observado en agosto. En LCH, *Prorocentrum* estuvo de manera permanente, mientras que *Ostreopsis* solo se observó en enero (Figura 229).

Figura 229. Densidad de dinoflagelados bentónicos, a nivel de género, en número células por gramo de peso húmedo de sustrato (cél. g⁻¹ p.h), observados en Bahía Chengue y Laguna Chengue, entre enero septiembre de 2021



Fuente: Invemar (2021).

Referencias

Accoroni, S., T. Romagnoli, S. Pichierri y T. Totti. 2016. Effects of the bloom of harmful benthic dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* on the microphytobenthos community in the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae* 55: 179-190.

Álvarez, R. 1997. Primer caso de ciguatera en el Caribe colombiano por *Soriola zonata* (Mitchill, 1815) (Pisces: Carangidae). *Biomédica*, 17: 67-68.

Carreño, L. A., y E. Mera. 2008. Intoxicación alimentaria, Informe Colombia. En: Mancera-Pineda J. E. (Ed.). IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. San Andrés Isla, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, 81 pp.

Ciminiello, P., C. Dell'Aversano, E. Dellolacovo, E. Fattorusso, M. Forino, L. Tartaglione, G. Benedettini, M. Onorari, F. Serena, C. Battocchi, S. Casaviana y A. Penna. 2014. First finding of *Ostreopsis cf. ovata* toxins in marine aerosols. *Environ. Sci. Technol.* 48(6): 3532-3540.

Del Favero, G., S. Sosa, M. Pelin, E. D'Orlando, C. Florio, P. Lorenzon, M. Poli y A. Tubaro. 2012. Sanitary problems related to the presence of *Ostreopsis* spp. in the Mediterranean Sea: a multidisciplinary scientific approach. *Ann. Ist. Super. Sanità.* 48: 407- 414.

Faimali, M., V. Giussani, V. Piazza, F. Garaventa, C. Corrá, V. Asnaghi, D. Privitera, L. Gallus, R. Cattaneo-Vietti, L. Mangialajo and M. Chiantore. 2012. Toxic effects of harmful benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata* on invertebrate and vertebrate marine organisms. *Mar. Environ. Res* 76: 97-107.

Gallitelli, M., N. Ungaro, L. M. Addante, N. G. Silver y C. Sabba. 2005.

Respiratory illness as a reaction to tropical algal blooms occurring in temperate climate. *J. Am. Med. Assoc.* 293: 2599-2600.

Heredia-Tapia, A., B. O. Arredondo-Vega, E. J. Núñez-Vázquez, T. Yasumoto, M. Yasuda y J. L. Ochoa. 2002. Isolation of *Prorocentrum lima* (*Syn Exuviaella lima*) and diarrhetic shellfish poisoning (DPS) risk assessment in the gulf of California, México. *Toxicon* 40: 1121-1127.

INVEMAR. 2016. Resultados preliminares del monitoreo a la Ciénaga Grande de Santa Marta. Evaluación de variables fisicoquímicas en un periodo de 24 horas en el sector de Pajarales, Ciénaga Grande de Santa Marta. <http://www.invemar.org.co/-/resultados-preliminares-del-monitoreo-a-la-cienaga-grande-santa-marta>.

INVEMAR. 2020. Avances en el conocimiento de microalgas potencialmente nocivas y floraciones algales en Colombia. Informe Técnico Final. INVEMAR. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Santa Marta. 39 p.

IOC-UNESCO. 2021. Taxonomic reference list of harmful algae. <http://www.marinespecies.org/hab>. Accessed on 2021-12-23.

Kücklick, M. 1987. Biomasa del fitoplancton y contenido del seston en un estuario de manglar (Ciénaga Grande de Santa Marta). Tesis de Biología. Universität Stuttgart-Hohenheim. Botanisches Institut. 262 p.

Reguera, B., R. Alonso, A. Moreira y S. Méndez. 2011. Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. Paris y Viena: COI de UNESCO y OIEA.

4.4. Mapeo de áreas esenciales para el soporte de la vida -ELSA- en Colombia

Humboldt: Liliana Corzo, Susana Rodríguez-Buriticá, Diego Ochoa, María Fernanda Batista, Shan He, Anne Virnig, Di Zhang, Claudia Fonseca, Marion Marigo, Oscar Venter, Scott Atkinson, Jamison Ervin y Hernando Garcia.

Institución, Programa, Área

1. Investigador independiente PNUD-contratista
2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
3. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-
4. Universidad del Norte de Columbia Británica

Colaboradores y agradecimientos

Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM-
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
 Impact Observatory
 National Geographic Society
 Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
 Swedish International Development Cooperation Agency (Sida)
 University of Northern British Columbia

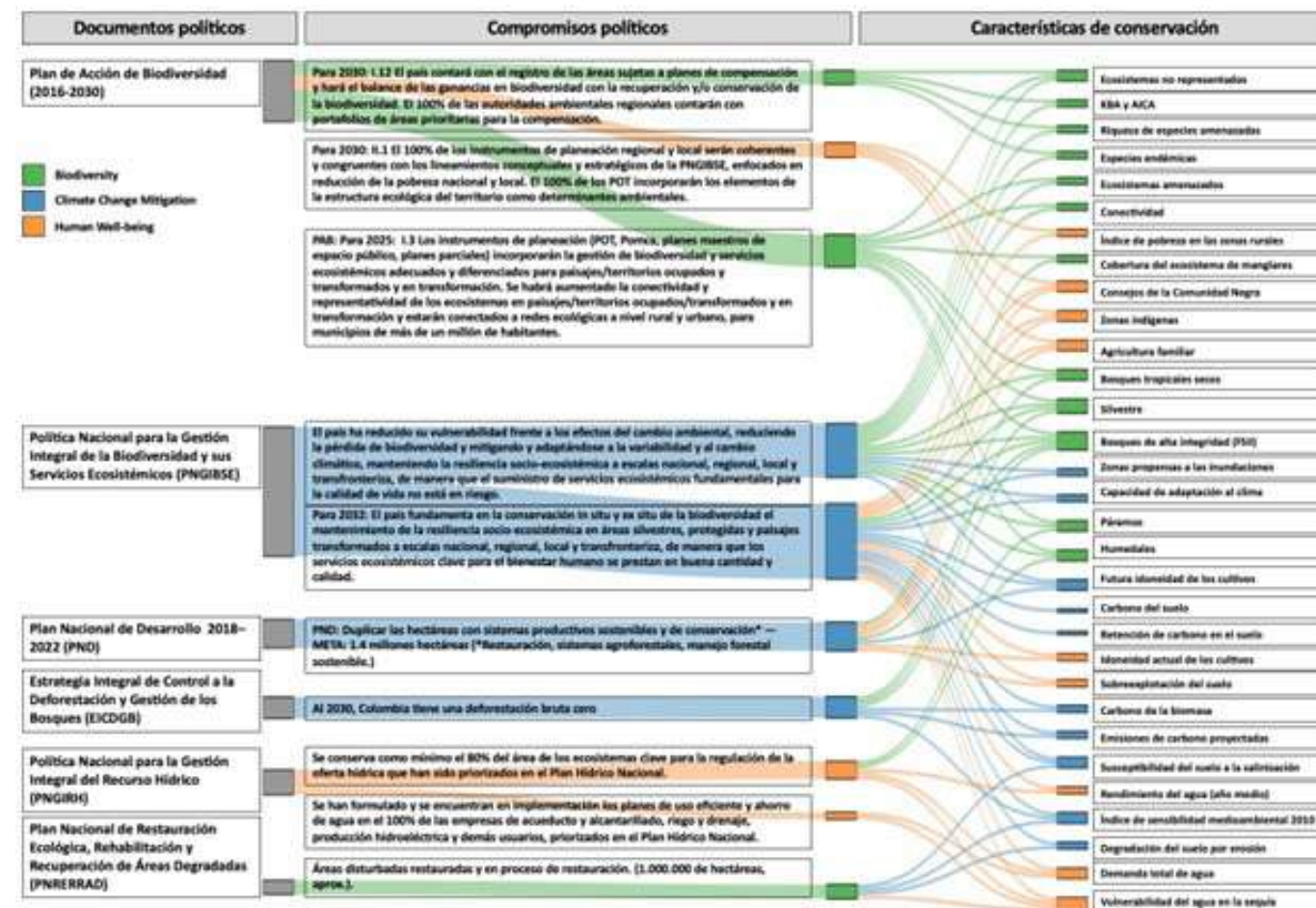
Combinando información espacial priorizada a partir de documentos de política pública, se identificaron las Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida en Colombia -ELSA- y las acciones para implementarlas usando la planificación sistemática - conservación, gestión, restauración.

Las consideraciones metodológicas de este contenido, se pueden consultar en los Reportes BIO en el enlace <http://reporte.humboldt.org.co/> a través del siguiente código QR:



Se compilaron 100 capas geográficas de 18 instituciones, en su mayoría a nivel nacional, de las cuales se usaron 37 capas agrupadas en tres temáticas -biodiversidad, clima y desarrollo sostenible-. Posteriormente, se propusieron acciones de preservación, restauración y manejo sostenible para las áreas seleccionadas. Se identificaron áreas de potencial aplicación que cumplieran las siguientes metas: 27% para preservación, 5% para restauración y 5% de manejo del área terrestre nacional. Posteriormente, con ayuda de expertos se ponderaron cada una de las capas utilizadas en el algoritmo y de esta forma priorizar las áreas para el mapa ELSA final.

Figura 230. Mapeo de Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida en Colombia -ELSA-



Fuente: Humboldt (2021).

Como resultado las ELSA priorizaron acciones de protección en departamentos como Vichada, Chocó, Guainía, Caquetá y Amazonas. Implementar acciones de protección en estos departamentos permitirá alcanzar el 50% de la meta fijada. Las acciones de restauración se concentran en departamentos como Cesar, Antioquia, Bolívar, Sucre y Casanare y la gestión sostenible en Antioquia, Córdoba, Tolima, Valle y Bolívar.

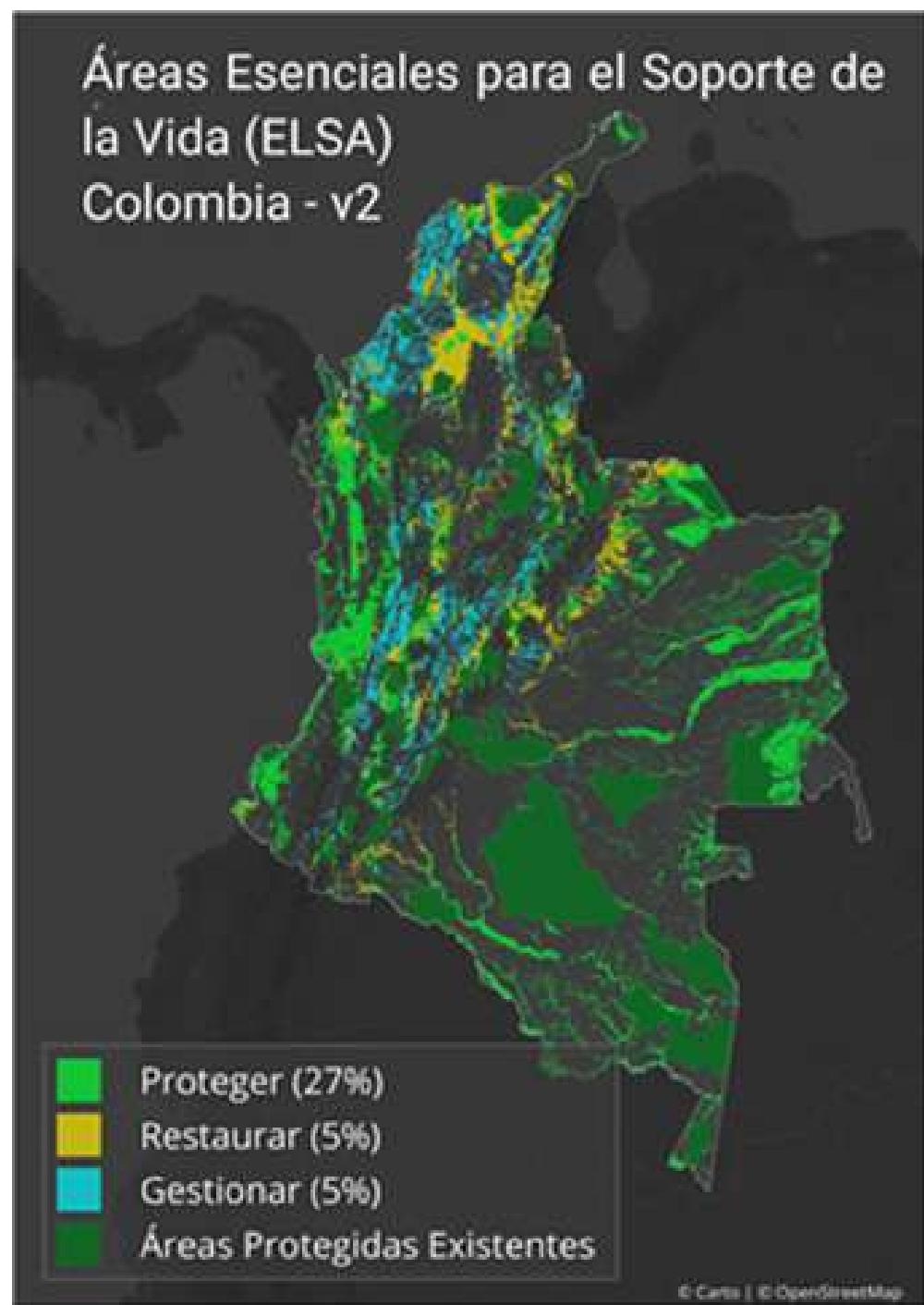
Áreas esenciales para la vida: Las Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida (ELSA - Essential Life Support Areas) son áreas que conservan conjuntamente la diversidad biológica y proporcionan servicios ecosistémicos esenciales para los humanos como provisión y regulación hídrica, almacenamiento de carbono, provisión de alimentos o reducción del riesgo de desastres, entre otros. Las ELSAs contribuyen a la planificación informada del territorio a través de la identificación de acciones de conservación, restauración y manejo y al seguimiento de las políticas públicas para la biodiversidad, el clima y el desarrollo sostenible.

Planificación sistemática de la conservación: Es una disciplina de rápido avance destinada a brindar apoyo a la toma de decisiones para elegir entre acciones de conservación alternativas 4. Fuente: McIntosh, E. J., Pressey, R. L., Lloyd, S., Smith, R. J & Grenyer, R. (2017). The Impact of Systematic Conservation Planning. Annual Review of Environment and Resources, 42, 677–697. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060902>

El mapeo de Áreas Esenciales para el Soporte de la Vida en Colombia -ELSA- es una iniciativa global para fomentar el uso de datos espaciales en relación con las metas del Convenio sobre Diversidad Biológica¹, la Convención Marco de Cambio Climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Colombia, junto con Perú, Costa Rica, Uganda y Kazajstán, es uno de los cinco países piloto donde se desarrolla esta iniciativa. Este proyecto fue un trabajo conjunto entre el Instituto Humboldt, el Programa de las Naciones Unidas -PNUD- y MinAmbiente y sus resultados contribuirán con las metas de política del país en biodiversidad, clima y desarrollo sostenible y a proveer información para las discusiones sobre la Agenda 2030 y el Marco Global de Biodiversidad Post-2020.

La iniciativa ELSA es innovadora, ya que fomenta la colaboración entre científicos y expertos en política pública integrando información espacial para la toma de decisiones. Durante el proceso, que consta de diez pasos, se priorizaron diez políticas públicas, se identificó la información espacial para mapear dichas políticas, se hizo un análisis de planificación sistemática de la conservación utilizando PrioritizR3 y se desarrolló una herramienta web: <https://www.unbiodiversitylab.org/elsa-colombia-v2/> de consulta abierta.

Figura 231. Priorización de acciones de protección por departamento



Fuente: ELSA (2020).

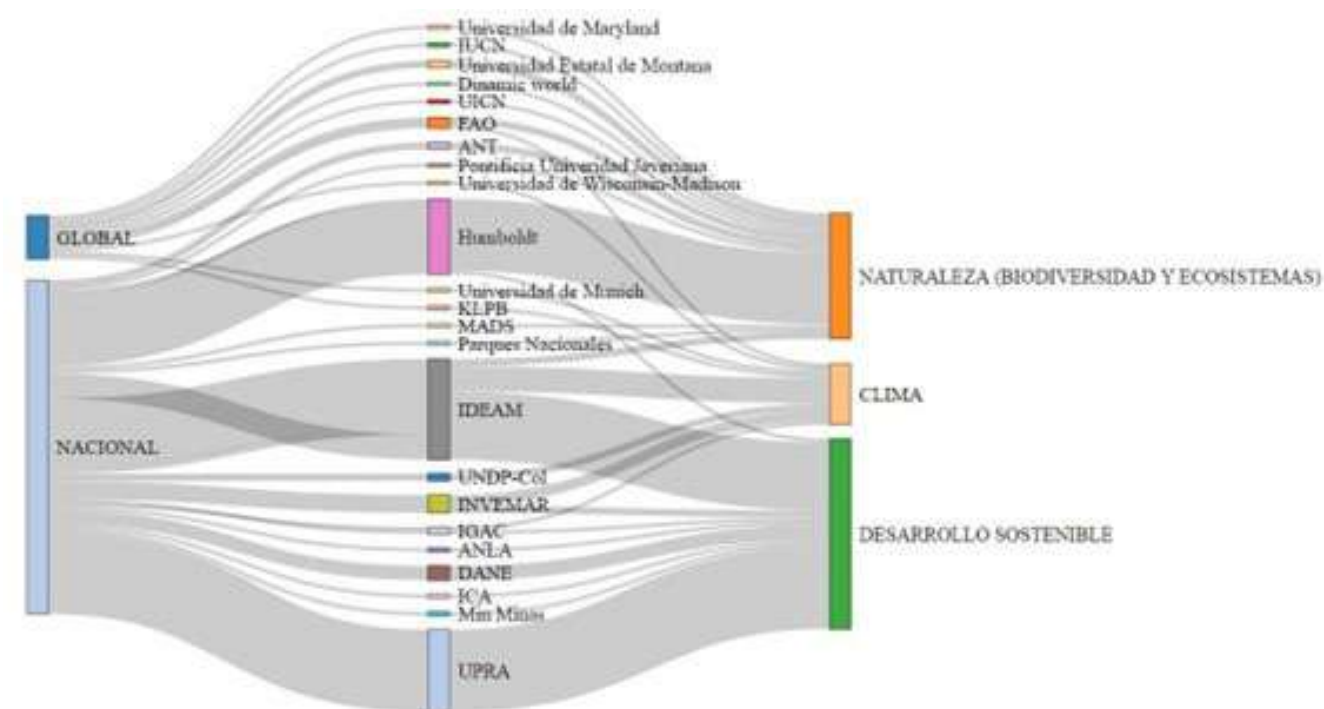
A diferencia de otros ejercicios de priorización que detectan áreas para la conservación basados en el valor biológico, las ELSA integran información a varios niveles (biológica, climática, socioeconómica), lo que contribuye a una priorización integrada. La herramienta generada es novedosa dado que pondera parámetros de forma participativa y en tiempo real y evalúa acciones y escenarios en el territorio correspondientes a objetivos de política priorizada, lo que no hace otras aproximaciones.

Figura 232. Mapeo de las áreas esenciales de soporte a la vida



Fuente: ELSA (2020).

Figura 233. Entidades responsables de las temáticas para Colombia



Fuente: ELSA (2022).

Referencias

UNDP. Mapeando la naturaleza para las personas y el planeta. Concept Note. <https://www.dropbox.com/s/641mhd95bnqwk0/Mapeo%20de%20la%20naturaleza%20para%20las%20personas%20y%20el%20planeta-min.pdf?dl=0>

Cadena, M., Supples, C., Ervin, J., Marigo, M., Monakhova, M., Raine, P & Virnig, A. (2019). Nature is Counting on Us: Mapping Progress to Achieve the Convention on Biological Diversity. Unpublished discussion paper. UNDP. Nature is Counting on Us

Hanson, J. O., Schuster, R., Morrell, N., Strimas-Mackey, M., Watts, M. E., Arcese, P., Bennett, J & Possingham, H. P. (2021). prioritizr: Systematic Conservation Prioritization in R. R package version 7.0.0.6. Available at <https://github.com/prioritizr/prioritizr>.

McIntosh, E. J., Pressey, R. L., Lloyd, S., Smith, R. J & Grenyer, R. (2017). The Impact of Systematic Conservation Planning. Annual Review of Environment and Resources, 42, 677–697. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060902>

4.5. Evaluación del riesgo de extinción de árboles y arbustos endémicos de Colombia

Humboldt: Paula A. Morales-Morales y Cristina López-Gallego.

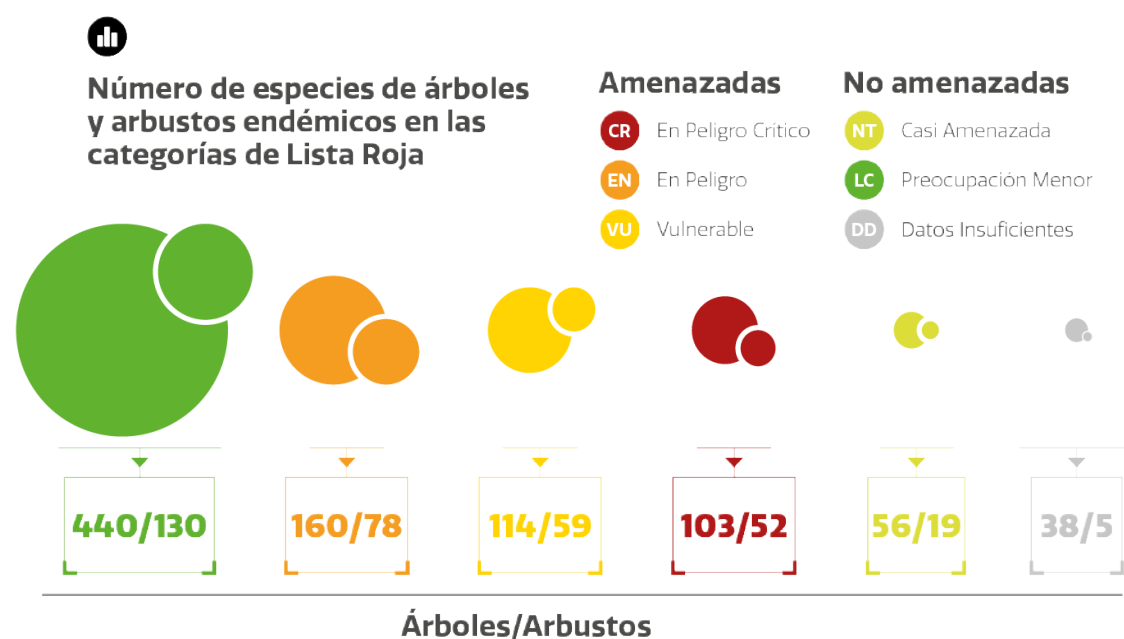
Las consideraciones metodológicas de este contenido, se pueden consultar en los Reportes BIO en el enlace <http://reporte.humboldt.org.co/> a través del siguiente código QR:



El 45 % de los árboles y arbustos endémicos del país están en riesgo de extinción. Es crucial que instituciones del Sistema Nacional Ambiental y de los territorios conozcan las especies endémicas amenazadas en sus jurisdicciones y destinen recursos para su conservación.

Las Listas Rojas son una de las herramientas más importantes para la planificación de la conservación ya que presentan categorías de riesgo de extinción para especies y ecosistemas y son fundamentales para diseñar planes de acción de conservación, identificar áreas de importancia para la biodiversidad y establecer regulaciones de uso, entre otros instrumentos de gestión. A nivel global, menos del 10% de las especies conocidas de plantas se han evaluado para la Lista Roja global; sin embargo, con la información disponible se estima que cerca del 40% de la flora mundial está en algún riesgo de extinción¹. Colombia es el segundo país en riqueza de especies de plantas después de Brasil, con más de 26 000 especies registradas hasta el momento, 6000 de las cuales se consideran endémicas nacionales². Para el año 2020, menos del 20% de las especies de plantas del país habían sido evaluadas para la Lista Roja nacional.

Figura 234. Número de especies de árboles y arbustos endémicos en las categorías de lista roja



Fuente: Humboldt (2020).

Desde el año 2015 se viene implementado una de las iniciativas de mayor envergadura de la Lista Roja global, la evaluación del riesgo de extinción de las más de 60 000 especies arbóreas conocidas en la actualidad (Global Tree Assessment de BGCI³). Como parte de esta iniciativa global, el Grupo de Especialistas de Plantas de Colombia (GEPC) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) realizó la evaluación de riesgo de extinción de 860 especies de árboles y arbustos entre los años 2018-2020. Para estas evaluaciones se usaron casi 15 000 especímenes aportados por 23 herbarios nacionales o disponibles en bases de datos globales. Estas evaluaciones, y las realizadas previamente por otros investigadores, se usaron para completar la Lista Roja de las 1255 especies arbóreas registradas como endémicas para el país. Estas evaluaciones se añadieron al portal web de la Lista Roja global⁴, el SIB Colombia y la Resolución de especies amenazadas de Colombia. Una buena parte de las especies evaluadas son arbustos y árboles poco conocidos (por no ser usados por humanos) y, en particular los arbustos, han recibido poca atención en conservación, a pesar de que tienen importantes contribuciones en nuestros ecosistemas. Los servicios ecosistémicos que prestan incluyen la captura de carbono, regulación del clima y ciclos hídricos, provisión de alimento y refugio para animales y de bienes para las poblaciones humanas (alimentos, medicinas, materiales de construcción, leña, etc.).

Según la Lista Roja nacional, el 45 % de las especies de árboles y arbustos endémicos del país (566 especies) se consideran en alguna categoría de riesgo de extinción, la mayoría de ellas en la región Andina. Las especies que no están en riesgo de extinción presentan en su mayoría poblaciones saludables dentro de Parques Nacionales Naturales y otras áreas protegidas nacionales, lo que demuestra la importancia de la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas para la conservación de especies en el país. En cuanto a las especies en riesgo de extinción, tanto las áreas protegidas como las Corporaciones Autónomas Regionales -CAR- pueden realizar importantes aportes a su conservación, promoviendo acciones a nivel regional para proteger sus hábitats, hacer un uso sostenible de las especies con importancia socioeconómica e implementar programas de reintroducción si son necesarios (en colaboración con actores como Jardines Botánicos y ONG de conservación).

Figura 235. Datos relevantes generales del número de sp totales



Fuente: Humboldt (2020).

Las Listas Rojas, además de priorizar las especies que requieren mayor atención en conservación, proveen información crucial para la planificación de las acciones de conservación. Las fichas de las especies que se realizan para la Lista Roja de las Plantas de Colombia (un importante componente de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas) compilan toda la información existente para una especie y detallan la distribución geográfica de las poblaciones y las amenazas específicas en los territorios con sus causas subyacentes.

Esta información puede ser usada para que tomadores de decisiones (en las CAR, los entes territoriales, ONG, etc.) identifiquen poblaciones con amenazas en sus jurisdicciones y diseñen estrategias efectivas para enfrentar las causas de esas amenazas. El proyecto de Lista Roja de los árboles y arbustos endémicos de Colombia representa un importante avance en la planificación para la conservación de plantas del país y hace una considerable contribución a una iniciativa global de conservación de plantas liderada por Botanic Gardens Conservation International⁵ -BGCI-.

Especies endémicas y endémicas-amenazadas por Departamento.

- Los departamentos de Santander, Cundinamarca y Antioquia presentan grandes números de especies de árboles y arbustos endémicos de Colombia (más de 140 especies cada uno, aunque pueden existir sesgos de muestreo) y al mismo tiempo la mayor proporción de especies arbóreas endémicas en riesgo de extinción (más del 40%).
- Los departamentos de Chocó, Cauca y Valle del Cauca también tienen un gran número de especies arbóreas endémicas de Colombia (más de 140 especies cada uno), con una proporción relativamente pequeña de esas especies amenazadas en sus territorios (menos del 30%).
- Los departamentos de las regiones de la Amazonía y la Orinoquía sin presencia de piedemonte Andino, tienen bajos números de especies arbóreas endémicas (menos de 35 especies) y su mayoría están en buen estado de conservación (menos del 2% amenazadas).
- Los departamentos de las regiones Caribe y Andina o de otras regiones con piedemonte Andino (como Nariño, Meta, Putumayo) tienen entre un 20% y un 30% de sus especies arbóreas endémicas de Colombia en riesgo de extinción.

Referencias

Antonelly, A. (editor). (2020). State of the World's Plants and Fungi 2020. Royal Botanic Gardens, Kew. Disponible en: <https://doi.org/10.34885/172>

Bernal, R. Gradstein, S.R. & M. Celis. (editores). (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Disponible en: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

IUCN GTSG & BGCI - Global Tree Assessment. Disponible en: <https://globaltreeassessment.org/>

IUCN - Global Red List of Species. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/>

Botanic Gardens Conservation International. Disponible en: <https://www.bgci.org/>

CAPÍTULO 5

RECOMENDACIONES Y ALTERNATIVAS DE DESARROLLO

5. RECOMENDACIONES Y ALTERNATIVAS DE DESARROLLO

Este capítulo presenta una breve síntesis de algunas recomendaciones generales derivadas de la elaboración de los contenidos presentados en los capítulos 2, 3 y 4 de este informe, orientadas a dar al lector algunos puntos de vista que le permitan interpretar al lector los contenidos presentados desde su propia perspectiva. Cabe aclarar que los conceptos aquí emitidos son recomendaciones propias de los autores que participan de esta publicación a partir de su percepción sobre cada temática, pero no comprometen de ninguna manera la posición oficial de cada una de las instituciones involucradas frente a cada tema específico.

5.1. Agua

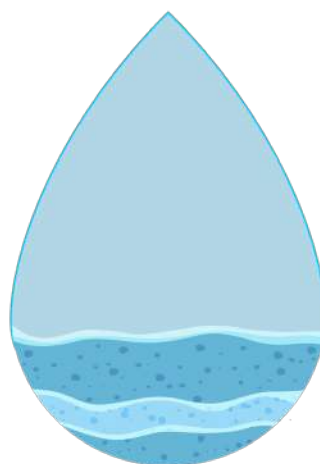


Imagen de brgfx en Freepik
https://www.freepik.es/vector-gratis/conjunto-gotas-agua-globos-terraqueos_38013903.htm

Los análisis de la variación anual del estado del agua superficial en el país hacen parte del apoyo técnico y científico que brinda el instituto al Sistema Nacional Ambiental, aportando información histórica que facilita la comprensión de nuestros sistemas hidrológicos naturales con el objetivo de sustentar de la mejor manera la definición y ajustes de las políticas ambientales para la toma de decisiones en la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

En este sentido, es de gran relevancia mantener en buen estado y con las metodologías más actuales las herramientas que nos permiten realizar estos análisis. Se recomienda buscar alianzas público-privadas para fortalecer el monitoreo, la evaluación y la gestión integrada del agua a nivel local, regional y nacional, particularmente en regiones que actualmente tienen baja densidad en su instrumentación.

En esta línea de ideas se pretende fomentar el monitoreo sistemático y continuo

con la implementación de nuevas tecnologías que permitan conocer el estado actual del recurso hídrico en tiempo real, y de esta manera complementar la información que se genera en torno a temáticas asociadas con la calidad y la cantidad del agua, para que pueda ser compartida y consultada de manera oportuna.

De la misma manera, se debe dar prioridad a los instrumentos de comunicación de los resultados, con herramientas que aseguren la articulación del flujo de la información entre los diferentes actores, de tal manera que se fortalezcan las capacidades técnicas y tecnológicas de las entidades a nivel regional y local. Para esto, se recomienda promover el uso e implementación de plataformas que faciliten la interoperabilidad de los diferentes sistemas y reduzcan los tiempos de procesamiento, así como la generación de nuevos productos y estudios a escala nacional, regional y local. Otro instrumento útil para la adecuada difusión de los resultados es el uso de protocolos y guías metodológicas para la estandarización de procesos que faciliten la comparabilidad de la información generada por los diferentes proveedores de este tipo de insumos.

Adicionalmente, se sugiere continuar los esfuerzos para mantener y fortalecer las alianzas con la academia y centros de investigación para avanzar en el conocimiento aplicado basado en ciencia y tecnología, con el objetivo de innovar en los análisis y productos a nivel nacional y regional, e impactar positivamente en la comprensión de las dinámicas naturales del recurso hídrico en el país.

De esta manera se podría continuar mejorando en las estimaciones derivadas de modelaciones matemáticas, lo cual requerirá del fortalecimiento institucional para incorporar equipos, personal y herramientas que permitan analizar y procesar grandes volúmenes de información, así como capacidad de cómputo para la optimización de los procesos.

1. Un aspecto importante frente al funcionamiento del SIRH es la necesidad de mejorar la cantidad y calidad de la información dispuesta por parte de las autoridades ambientales regionales, a partir del fortalecimiento de sus capacidades técnicas, organizando talleres y capacitaciones con el fin de dar experticia a las Autoridades Ambientales en el uso del aplicativo, ya que es el soporte para la toma de decisiones y adicionalmente porque éstos se convierten en la referencia de datos por otros actores para avanzar en el conocimiento, desarrollo de acciones de protección de las poblaciones, conservación y manejo de los recursos hídricos en Colombia.

2. El Decreto 303 de 2012, acogido en el Decreto Único Reglamentario 1076 del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece las acciones generales del registro de usuarios y se definen los tiempos para el ingreso de la información al sistema. En este mismo año, se establece la Resolución 955, donde se adopta el formato para la consolidación de datos y posterior registro a la herramienta Web. En este sentido es indispensable revisar las nuevas necesidades del sistema y ajustarlo a la información que se requiere en la actualidad para la gestión integral del recurso hídrico.

3. Con la entrada en vigencia del Decreto 1640 de 2012, se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de los recursos hídricos (Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA, Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos - PMAA), y se plantea la necesidad de adelantar las Evaluaciones Regionales del Agua, para lo cual el SIRH se enfrenta al reto de poder ofrecer la información necesaria para que dichos instrumentos puedan diseñarse basados en información real o al menos muy aproximada del comportamiento del recurso hídrico. Esto implica un trabajo conjunto entre las entidades responsables de la administración del sistema, de cargar información y de brindar los lineamientos para su funcionamiento con el fin de llevar a cabo las actualizaciones necesarias tanto en requerimientos de información como de sistema operativo.

4. Es importante que las Autoridades Ambientales hagan uso de las herramientas de interoperabilidad dispuestas con el fin de facilitar el flujo de la información, las cuales se han venido ajustando de acuerdo a las necesidades de información y de las oportunidades de gestión de la misma, brindando una mejor experiencia de uso a las Autoridades Ambientales, sin embargo, es importante que desde el IDEAM se brinde la capacitación oportuna en el uso de las mismas.

Fuente: Ideam (2022).

5.2. Atmósfera



Imagen de Freepik
<http://www.freepik.com> Diseñado por Freepik

Calidad del aire

Se recomienda a partir de los diferentes instrumentos de planificación y normativos, incentivar y orientar el fortalecimiento del monitoreo de la calidad del aire, esencialmente en municipios o zonas del país que no cuentan con información de calidad del aire y que, por su tamaño de población o problemáticas ambientales específicas de contaminación atmosférica, requieren monitorear la calidad del aire en pro de la salud y bienestar de la población expuesta.

El año 2021 tuvo un escenario de bajas emisiones, el análisis de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en varios sistemas de vigilancia demuestra que hubo un mejoramiento general de los niveles de contaminación de material particulado y que las fuentes naturales que deterioran la calidad del aire redujeron su impacto debido a ciertas condiciones climatológicas. Estos resultados sugieren la pertenencia de que en las políticas gubernamentales se incluyan planes y programas de prevención de incendios de la cobertura vegetal.

Se ha identificado que, para aumentar el entendimiento de la contaminación atmosférica y aportar a la gestión integral del recurso aire, es necesario aunar esfuerzos por parte de las autoridades ambientales para la elaboración de inventarios de emisión y modelos de calidad del aire que permitan identificar las principales fuentes de contaminantes, su distribución espacio-temporal y sus repercusiones en la salud y el ambiente, de esta manera, se recomienda el fortalecimiento en la generación de estos insumos para desarrollar políticas públicas orientadas al cuidado de la calidad del aire.

Es necesario que las autoridades ambientales implementen o fortalezcan los programas de prevención, control y reducción de la contaminación de aire, con el objetivo de disminuir las concentraciones de los contaminantes atmosféricos para cumplir con los niveles máximos permisibles establecidos como obligatorios a partir del año 2030 y orientar esfuerzos al cumplimiento gradual de los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Las medidas que deben implementarse, en las ciudades y regiones del país, comprometen involucrar a los representantes de la sociedad civil, a los sectores productivos, a las autoridades locales y regionales y todas las instituciones y entidades que tengan relación con el tema, por lo cual debe avanzarse en los temas de gobernanza y apropiación de la problemática por parte de la ciudadanía.

De igual manera, se sugiere que las autoridades ambientales implementen herramientas complementarias de información secundaria para el análisis de la calidad del aire, como monitoreo y modelos de pronóstico y reanálisis a partir de mediciones satelitales desarrollados por organismos internacionales, que proveen información de diversos contaminantes atmosféricos, que puede aportar al entendimiento de la dinámica atmosférica a nivel nacional.

Se resalta la importancia de que las entidades del orden nacional, territorial y local, continúen aunando esfuerzos para dar cumplimiento a los lineamientos contemplados en CONPES 3918 de 2018 -Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, CONPES 3943 de 2018 -Política para el mejoramiento de la calidad del aire y Estrategia Nacional de Calidad del Aire -ENCA, iniciativas y políticas que permitirán garantizar el derecho constitucional de un ambiente sano donde los efectos de la contaminación atmosférica sean mínimos, y garanticen la salud y el bienestar de todos los colombianos.

Fuente: Ideam (2022).

5.3. Suelos

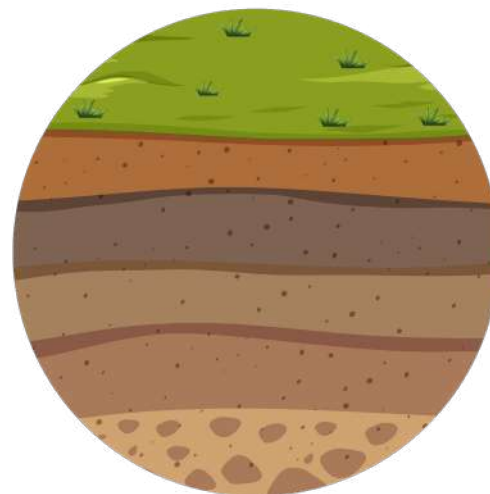


Imagen de brgfx en Freepik https://www.freepik.es/vector-gratis/paisaje-escena-naturaleza-capas-suelo_12735552.htm

El 26,7% del área continental e insular de Colombia corresponde a tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas (30'554.862 ha) y son los de mayor vulnerabilidad a los eventos de variabilidad y el cambio climático, por lo anterior se sugiere implementar prácticas de uso, manejo y ocupación que permitan prevenir, mitigar y reducir la susceptibilidad a los procesos de degradación por desertificación.

Las áreas hidrográficas con mayor extensión de tierras áridas, muy secas y secas están en Magdalena-Cauca, Caribe y Orinoco.

Los departamentos con mayor extensión de tierras áridas, muy secas y secas se localizan en La Guajira, Magdalena, Cesar, Córdoba, Tolima. Además, la

totalidad de la parte emergida del Archipiélago de San Andrés y Providencia corresponde a zonas secas y subhúmeda secas.

Las CAR con mayor extensión de tierras áridas, muy secas y secas son Corpoguajira, Corpamag, Corpoesar, CVS y Cortolima.

Las áreas hidrográficas con mayor extensión de susceptibilidad muy alta y alta a la degradación de suelos se localizan en Magdalena-Cauca y Caribe. Los departamentos con mayor extensión con susceptibilidad muy alta y alta se localizan en La Guajira, Magdalena, Córdoba, Cesar y Tolima. Las CAR que presentan mayor extensión con susceptibilidad muy alta y alta son Corpoguajira, Corpamag, Corpoesar, CVS y Cortolima. En las anteriores unidades es urgente la priorización e implementación de acciones coordinadas a todo nivel que permitan prevenir y mitigar los procesos actuales de degradación de suelos.

Los suelos de zonas secas y con susceptibilidad a la degradación por desertificación en general presentan bajos contenidos de materia orgánica y, por tanto, tienen el mayor potencial para capturar y almacenar Carbono, pero también la menor facilidad para hacerlo.

Teniendo en cuenta que el 62,88% del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina presentan susceptibilidad alta y media a la desertificación, es decir, que existen condiciones favorables y moderadamente favorables para el desarrollo del proceso de desertificación en el corto y mediano plazo, donde la variabilidad climática con la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales, las sequías, las prácticas de uso inadecuadas sumadas a factores de suelos, clima seco, geomorfología, coberturas y degradación actual tendrían efectos negativos sobre la productividad y funciones ambientales de los suelos, se hace necesario implementar prácticas de manejo sostenible para cada una de estas unidades de susceptibilidad, que incluya prácticas de conservación de los suelos alrededor de la agricultura, silvicultura y ganadería, conservación de las coberturas naturales y restauración de las coberturas degradadas por incendios o deforestación y la adaptación a eventos extremos de variabilidad climática.

El paso de los huracanes Eta – Iota, acentuaron y desencadenaron procesos de degradación de suelos por erosión, compactación, salinización y la pérdida de la materia orgánica entre otros con afectación a las funciones y los servicios ambientales de los suelos, los cuales se identifican, se analizan y evalúan como soporte y base fundamental para consolidar la recuperación y restauración de los ecosistemas del archipiélago.

Fuente: Ideam (2022).

5.4. Biodiversidad



Imagen de pikisuperstar en Freepik https://www.freepik.es/vector-gratis/ilustracion-biodiversidad-dibujada-mano_28425947.htm

Es recomendable que las entidades del gobierno que tienen como función la gestión y administración de los recursos naturales y la biodiversidad del país, junto con las instituciones que administran a las colecciones biológicas nacionales, se articulen para formular e implementar estrategias y mecanismos que apoyen la gestión de las colecciones biológicas. Si como país se espera que éstas puedan cumplir a cabalidad con sus funciones como salvaguardas del patrimonio de la Nación, que produzcan y pongan a disposición la información sobre nuestra biodiversidad y así aporten de manera significativa a la toma de decisiones, es necesario que se generen y pongan en marcha planes, programas y/o acciones que apoyen la sostenibilidad financiera de las colecciones biológicas nacionales.

Fuente: IAVH (2022).

Mediante la investigación de la biodiversidad de la amazonia colombiana, el Instituto SINCHI avanza en su misión y dispone nueva información anual de las especies y sus distribuciones para el país. El conocimiento sobre la biodiversidad de la región amazónica es la base para el manejo y la definición de estrategias de conservación de la flora amazónica. Se cubren áreas de la amazonia para las cuales anteriormente se contaba con poca información biológica o carecían por completo de información previa. De esta manera el Instituto contribuye en

aportar registros tangibles e información rigurosa de las especies de flora en la Amazonia y en disponer la información al público en general, a través de publicaciones y el Herbario Amazónico Colombiano COAH: <https://www.sinchi.org.co/coah>.

Claramente son pocos los inventarios de comunidades biológicas de suelo que existen en el país. Aun cuando para la región amazónica colombiana se ha avanzado recientemente en estos inventarios, falta un mayor estudio en la funcionalidad de esas comunidades y su asociación con los servicios ecosistémicos que en el suelo puede proveer. Adicionalmente, y aun cuando las comunidades biológicas son un componente importante del suelo por su función, también han sido inidentificadas como un importante reservorio de carbono. La información sobre cuanto representa la biomasa de estos grupos biológicos es aun limitada, lo que restringe la estimación de la capacidad de fijación de carbono de los suelos amazónicos. Es importante comenzar a avanzar en esa dirección para poder establecer la importancia que tienen las comunidades biológicas en la capacidad de fijación de carbono de los suelos amazónicos. Finalmente, aun cuando en este informe solo se presentó información sobre cómo la deforestación afecta las poblaciones biológicas, existen también otros factores que pueden afectar estas comunidades como la contaminación por metales pesados, agroinsumos, e hidrocarburos. Este tema aún no se ha abordado, y pueden ser factores de riesgo que amenacen la biodiversidad de los suelos y su funcionalidad

Fuente: Sinchi (2022).

Se recomienda continuar con los estudios de los humedales en la subregión del Baudó, así como los de otras subregiones del Chocó Biogeográficos, dados que estos se enfrentan a dinámicas y presiones particulares de cada subregión. Así mismo se recomienda enfocar estudios en ecosistemas de humedales con procesos de eutroficación o significativamente alterados, como una estrategia que permita entender el efecto de las actividades extractivistas del pasado sobre las comunidades biológicas que habitan estos hábitats; además de involucrar a los pobladores en estrategias de conservación comunitaria de sus ecosistemas estratégicos con lo que se potencialice la gobernanza de las comunidades locales, principales usuarias de los bienes y servicios que estos ecosistemas proveen, conservando con ello un importante espacio donde confluyen especies endémicas, amenazadas y migratorias con las dinámicas ancestrales de las comunidades étnicas asentadas en el territorio.

Implementar programas de monitoreo durante diferentes épocas del año que contemplen estudios detallados de abundancia y riqueza específica con el fin de poder identificar otros aspectos de la ecología

trófica, dinámica poblacional y las relaciones de tipo intra e interespecífica de la biota, que permitan analizar la presencia de estas y otras entidades biológicas que habitan y visitan los diferentes ecosistemas montañosos del Chocó Biogeográfico.

Se requiere de la aplicación de medidas ambientales y sanitarias, así como del control y vigilancia de la actividad minera en el río Quito y sus afluentes, lo cual depende de la articulación institucional y comunitaria, al igual que de la implementación de protocolos de control por parte de las autoridades ambientales. Lo cual debe incluir la puesta en marcha de planes de manejo de la actividad minera, en donde se contemplen medidas de compensación y mitigación de los daños ecológicos, ambientales y sociales generados por el desarrollo de prácticas mineras ilegales en la zona; al igual que la implementación de acciones contempladas en los planes de acción de la Orden Quinta y Séptima de la sentencia T-622 de 2016, mediante la cual se declara al río Atrato como sujeto de derecho.

Fuente: IIAP (2022).

5.5. Ecosistemas marinos y costeros



Imagen de Freepik
https://www.freepik.es/vector-gratis/pagina-inicio-restaurant-blue-ocean_9471546.htm

1. Continuar monitoreo oceanográfico para consolidar una base de datos histórica que permita entender y captar las variaciones temporales en el largo plazo, esto ayudara a calibrar herramientas de modelación que nos ayuden a entender de manera más amplia nuestras zonas costeras. Extender el monitoreo hasta la zona de influencia del Parque Nacional Natural Tayrona, para comprender mejor todo el sistema costero del departamento. Y finalmente aumentar la frecuencia del monitoreo para determinar si hay variaciones temporales de menor escala.

2. El monitoreo de la erosión costera en el país puede seguir fortaleciéndose e implementándose en las diferentes zonas identificadas como críticas o aquellas que pueden estar amenazadas ante el eventual ascenso del nivel del mar. Lo anterior permitirá enfocar los esfuerzos e identificar rápidamente los sitios que requieren de intervención, siguiendo en los casos que sea posible enfoques frescos amigables con la naturaleza para la gestión de la erosión costera.

3. Durante el 2021 se continuo el desarrollo de la investigación para la formulación de proyectos bajo los enfoques Eco-DRR y AbE en las zonas de amenaza de erosión costera con la participación comunitaria. Esta formulación, además de determinar la factibilidad de la protección o restauración de los ecosistemas, es necesario para la gestión de recursos financieros, la identificación de actores, la estimación de costos y la definición de indicadores y metas que permitan un seguimiento en la implementación de los proyectos. Se propone que los resultados obtenidos sean divulgados a la comunidad y a las instituciones para la gestión de alianzas estratégicas con quienes sea posible la implementación de las soluciones basadas en ecosistemas para la adaptación frente al cambio climático.

4. La pesca de CAS en ambas costas de Colombia genera altos volúmenes de descartes, lo cual se puede reducir con la puesta en marcha de iniciativa de transformación de las artes y métodos de captura, además de propuestas de medidas de manejo contemplen tanto la actividad industrial como la artesanal, ya que explotan secuencialmente el recurso propiciando su estado de agotamiento, de igual forma se recomienda continuar con las medidas actualmente establecidas y empezar a controlar la selectividad de los artes de pesca. El CAP es un recurso que se ha mantenido en la explotación moderada por lo que se sugiere mantener las medidas regulatorias vigentes.

Mejorar la selectividad del arte usada para capturar especies de CAP y a partir de esto proponer modificaciones en los tamaños de malla de la red de arrastre, podría incrementar la TMC y por tanto mitigar el riesgo de sobrepesca por crecimiento del camarón coliflor y del camarón pink.

Implementar estrategias que combinen el uso obligatorio de dispositivos reductores de fauna acompañante para peces y el de tortugas el cual ya está en vigencia por ley. Además, apoyar más

iniciativas de proyectos cuyo objetivo sea modificar los tamaños de malla y el diseño de la red, de modo que incrementen el escape de fauna acompañante. Medidas de manejo en este sentido fueron recientemente propuestas a la AUNAP producto de los resultados del proyecto REBYC-II LAC (Rueda & otros, 2021).

5. Se recomienda realizar el mantenimiento periódico de los caños y canales laterales para permitir el correcto flujo hídrico dentro del ecosistema de manglar.

Garantizar a corto, mediano y largo la implementación de acciones de restauración que mejoren las condiciones hidrológicas en la ciénaga y garanticen el desarrollo y buena salud del ecosistema.

6. Dada la indiscutible importancia de la comunidad fitoplanctónica, se recomienda continuar, ampliar y fortalecer el monitoreo, haciendo un seguimiento especial a los géneros con especies potencialmente nocivas. También se recomienda complementar el monitoreo con la identificación de fitoplancton mediante técnicas moleculares y microscopía electrónica, así como la medición de toxinas en agua, peces y otros organismos de importancia comercial que podrían ser vectores de éstas. Esta información será la base técnica que permitirá a futuro elaborar los sistemas de alerta temprana para atender eventos de floraciones algales nocivas.

Fuente: Invemar (2022).

5.6. Glaciares



Imagen de macrovector en Freepik
https://www.freepik.es/vector-gratis/composicion-dibujos-animados-desastres-naturales-casas-paisaje-nevado-montanas-ilustracion-vector-avalancha_23579889.htm

Por su particular sensibilidad, el estado de los glaciares de Colombia da cuenta de las señales y tendencias de la evolución del actual cambio climático en los ecosistemas de la alta montaña del país. Entre 2019 y 2020 la reducción de la cobertura glaciar nacional fue de 1,25 km² (3,5 %). El común denominador para la década 2010-2020 fue el continuo derretimiento (26 %), destacándose el Santa Isabel con una reducción del 77 % y el de menor, la sierra nevada El Cocuy o Güicán con 20 %. En el caso del primero, su condición de relativa baja altitud, reducido tamaño, contenido de ceniza volcánica en el hielo y tendencia a poca acumulación de nieve en su superficie, facilitan su rápido derretimiento. Para la sierra nevada El Cocuy o Güicán, por el contrario, su tamaño, altitud y posición geográfica entre las zonas naturales Andina y Orinoquia ha permitido una relativa estabilidad especialmente desde 2017 por la ocurrencia de frecuentes y abundantes precipitaciones sólidas (nieve y granizo).

Fuente: Ideam (2021).

5.7. Transversales



Imagen de hurca en Freepik
https://www.freepik.com/free-vector/collection-magnifying-glasses_795697.htm#&position=0&from_view=author

Sobre el “Registro Único Ambiental del Sector Manufacturero”

- Teniendo en cuenta la importancia del sector manufacturero en el país, se sugiere establecer acuerdos de cooperación interinstitucional con diferentes entidades académicas y/o instituciones de investigación, que permitan generar proyectos estratégicos de investigación para el desarrollo sostenible de esta industria, para minimizar los posibles impactos presentados en el ambiente.
- A nivel nacional, se recomienda que los reportes del presente informe sirvan a las autoridades ambientales, alcaldías y gobernaciones que realizan el seguimiento y control a las actividades productivas manufactureras para adelantar la

medición de los impactos que pueda generar este sector en marco del ordenamiento del territorio de manera sostenible.

- Incentivar la generación de investigación para ampliar las opciones de gestión de residuos no peligrosos más eficientes en tiempo y costo, además que sus derivados sean materias primas incorporables de manera directa a diversos procesos productivos, en marco en los bucles económicos como base fundamental de la economía circular.

Sobre los residuos peligrosos en Colombia:

- La alta generación de RESPEL de desechos metálicos, estableciéndose como una de las 10 principales corrientes de generación en el 2021, puede ser una oportunidad para investigar opciones de aprovechamiento de esta clase de RESPEL, teniendo en cuenta su uso documentado especialmente en el sector de construcción.
- En las actividades de comunicación y educación a los establecimientos objeto del registro, para mejorar la calidad de los datos reportados es preciso focalizar acciones en los sectores de atención en salud, industrias manufactureras y comercio al por mayor de reparación de vehículos automotores y motocicleta por representar el 73% de los generadores que reportan.
- Las estrategias dirigidas a promover la minimización de generación de RESPEL pueden ser dirigidas especialmente a los sectores de explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, y actividades de atención en salud que representan el 86% de la generación RESPEL.
- Es importante generar investigación sobre posibles opciones de gestión de RESPEL del sector de hidrocarburos —mezclas de aceite y agua, lodos de corte de perforación contaminados, borras, lodos aceitosos, envases y recipientes contaminados con hidrocarburos— teniendo en cuenta que históricamente ha sido el RESPEL de mayor generación durante la última década.
- Teniendo en cuenta la responsabilidad solidaria que establece la normatividad ambiental con los generadores, es importante que estos verifiquen, con los gestores o terceros que contratan para la gestión de los RESPEL, la vigencia de su autorización ambiental, el tipo de gestión autorizada y la gestión que realmente realizan a los residuos entregados por los establecimientos.
- El IDEAM, en conjunto con las autoridades

ambientales, seguirá implementando estrategias con los generadores para el reporte correcto de los tipos de RESPEL y de su gestión. Igualmente, con el objetivo de seguir mejorando la calidad del dato y su representatividad en el territorio nacional, continuará realizando mejoras en la herramienta de captura, para facilitar y orientar al generador en el adecuado reporte.

Sobre el seguimiento a las existencias y gestión de equipos con PCB

Implementar estrategias que permitan complementar la información del inventario nacional de PCB mediante la inscripción y reporte de todos los propietarios de equipos incluidos los terceros, que permita la identificación, caracterización y ubicación de los equipos y desechos contaminados, a fin de articular la logística para la eliminación ambientalmente segura y dar cumplimiento a las responsabilidades adquiridas por el país en el Convenio de Estocolmo.

Adelantar acciones que permitan mejorar el conocimiento de los propietarios de equipos de PCB sobre el mantenimiento adecuado de los mismos, con el fin de evitar una mayor contaminación a través de prácticas inadecuadas.

Establecer un almacenamiento adecuado del equipo en desuso y garantizar la eliminación de todos los aceites de PCB y equipos contaminados de manera ambientalmente racional.

Facilitar mejoras y/o actualización en la herramienta de captura de información, que permita funcionalidades dinámicas que respondan a las necesidades de propietarios, autoridades ambientales e Ideam.

Para lograr el avance en las metas nacionales se ve la necesidad de incrementar los esfuerzos en cuanto a las etapas del reporte, actualización y transmisión de la información en la herramienta de captura; así como la gestión de estos equipos de parte de los propietarios y del seguimiento realizado por las autoridades ambientales.

En aras de efectuar una eliminación ambientalmente adecuada para los equipos que cuentan con una concentración superior a 50 ppm, es primordial continuar avanzando en la identificación y confirmación de las concentraciones de PCB en los equipos sospechosos faltantes.

Es necesario mejorar la gestión y el trabajo articulado entre las instituciones relacionadas con

el sector energético y las autoridades ambientales para incrementar el reporte en las ZNI, dado que actualmente se presume un subregistro en estos territorios, desconociéndose la totalidad de equipos que puedan estar ubicados en estas zonas, así como el estado actual respecto su contenido de PCB. De acuerdo con lo analizado ha incrementado el reporte de los usuarios ubicados en las ZNI, sin embargo, continúa observándose un bajo porcentaje de reporte en estas zonas.

Con el fin de avanzar en el cumplimiento de las metas nacionales es importante mantener la constante articulación y gestión entre Ideam y las autoridades ambientales, fomentando esfuerzos en el seguimiento a los propietarios y los equipos reportados, de manera que se dé cumplimiento a las responsabilidades por parte de los propietarios contempladas en la Resolución 222 de 2011.

Fuente: Ideam (2022).

Características poblacionales en la Amazonía colombiana:

La investigación más profunda sobre los fenómenos socioambientales que involucran a los indígenas amazónicos requiere una mirada directa en territorio orientada por los hallazgos documentales del diagnóstico. Existen lugares en situaciones críticas que vale la pena conocer más a fondo para aportar a la solución de las problemáticas de forma conjunta con los indígenas y otras entidades privadas y públicas, por ejemplo en aquellos resguardos donde la deforestación ha avanzado con mayor fuerza, en los nuevos asentamientos de indígenas migrantes, y en zonas donde ha estado más presente el conflicto y cuyas huellas han dejado dolor, desarraigo y pérdida de la tradición, velando por la recuperación de su patrimonio cultural en el marco de la reparación.

Hacia 2022 se proyectó ampliar el diagnóstico a los temas de salud y capacidades físicas de los indígenas, salud propia e intercultural, niveles educativos alcanzados y avances en etnoeducación, acceso a servicios públicos, situación de la minería legal e ilegal y sus consecuencias en los territorios indígenas e indagar por las asignaciones de recursos de transferencias que el Estado designa para los resguardos. Se espera que esto ayude a brindar un panorama más completo y detallado de la situación general de los pueblos indígenas amazónicos y ayude a tomar mejores decisiones a los líderes a quienes les pueda ser útil.

En el departamento del Amazonas y en el territorio de las AATI se cuenta con un sistema de gestión de información con enfoque diferencial y de derechos. Emerge desde los territorios indígenas con el apoyo técnico y económico del Instituto Sinchi. Con capacidades técnicas fortalecidas por la innovación metodológica que ha permitido contar con una Línea Base de 21 IBHI y en marcha el proceso de monitoreo.

La información corrobora que el departamento del Amazonas presenta un buen estado de sus coberturas vegetales, de la conservación de los ecosistemas; atribuible al uso y manejo que los pueblos indígenas hacen de ellos en sus territorios y por el relacionamiento de tipo espiritual existente sociedad - la naturaleza, según las cosmogonías locales.

La información de los IBHI muestra que son sociedades en el Amazonas con importantes procesos de cambio social, cultural. Hoy son sociedades que no se pueden concebir de manera estática e inmodificable. Tampoco pueden negarse los cambios por los impactos en gran medida generados por las relaciones con grupos sociales externos; y por ende, la degradación del estado de su bienestar humano se enmarca en la intensidad de esas relaciones.

Las AATI demandan mayor asistencia preventiva y curativa de parte de la medicina pública, el cumplimiento de los acuerdos sobre las acciones a realizar; y el reconocimiento por parte de la Secretaría de Salud departamental por la labor de los médicos tradicionales que realizan en la asistencia preventiva y curativa en las comunidades.

La Constitución Política de Colombia de 1991 en el artículo 286 estableció una organización política administrativa descentralizada de Departamentos, Municipios, Distritos Especiales y Entidades Territoriales Indígenas y la correspondiente asignación de competencias.

La fragilidad institucional estatal en el Amazonas ha imposibilitado implementar, armonizar y aplicar políticas públicas para el ordenamiento territorial. Lo anterior, se debe a la existencia del vacío jurídico para el ejercicio de la autonomía político-administrativa en el Amazonas. Se mantiene históricas desigualdades, inequidades y asimetrías territoriales, por la ausencia de la inversión pública

Se deben enfocar los esfuerzos en mecanismos de prevención de incendios de la cobertura vegetal teniendo en cuenta que la Amazonia colombiana

presenta una época de menos lluvias entre enero y marzo. A partir del monitoreo de puntos de calor y cicatrices de quema se ha logrado identificar las zonas que históricamente han presentado las mayores afectaciones por incendios y sus impactos sobre las coberturas boscosas. Por esta razón, es fundamental que, durante el periodo de menos lluvias, activar los comités municipales de atención de riesgos y proveer las capacidades técnicas y operativas para la atención de los incendios. Con estas acciones se busca una gestión más oportuna para la disposición de recursos humanos y materiales, realizar seguimiento al evento, y buscar que la afectación del bosque sea la menor posible.

Por otro lado, en zonas de frontera agrícola (áreas de baja intervención), se debe generar información científica sobre la conservación y manejo de los recursos naturales con beneficio social, cómo fortalecer el sistema agroalimentario local y mejorar el ingreso y la calidad de vida; que permita soportar procesos de concertación con las comunidades locales y promueva la cultura del autocontrol de la deforestación y la degradación; Así mismo, en las zonas de alta y media intervención se deben promover los procesos de recuperación, rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados, transiciones agroecológicas e innovaciones en bioeconomía; a partir de los cuales se generen oportunidades de ingreso, recuperación de funciones ecológicas y fortalecimiento del sistema agroalimentario como estrategia para mejorar calidad de vida, revertir la degradación que ocasionan de los procesos productivos y mejorar la capacidad de adaptación a la variabilidad y cambio climático y la participación en la mitigación

Fuente: Sinchi (2021).



CAPÍTULO 6

CONTRIBUCIONES A RETOS DE PAÍS

6 CONTRIBUCIONES A RETOS DE PAÍS

Autores del capítulo 6

Este capítulo se ha consolidado a partir de las contribuciones de diferentes autores en representación de los Institutos Humboldt, Invemar, Sinchi, IIAP e Ideam, quienes han brindado sus aportes de acuerdo con los contenidos presentados por cada uno de ellos en los capítulos 2, 3 y 4 de este informe.

En este capítulo final se pretende ilustrar, de manera muy sucinta y gráfica, cómo los contenidos presentados en este informe contribuyen, en alguna medida, con las iniciativas adelantadas por el país en los ámbitos nacional e internacional

6.1. Iniciativas nacionales



Los resultados de los indicadores presentados por el Ideam como, por ejemplo, el ICA en el capítulo 2 en la sección de Agua, fue obtenido a partir de los monitoreos en la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua del Instituto. Este contribuye al seguimiento de las metas establecidas dentro del “Pacto Región Central y Pacto Región Santanderes” del PND. Así mismo, los resultados de los indicadores asociados a generación y gestión de residuos peligrosos y calidad del aire aportan insumos muy importantes para el seguimiento a las acciones previstas en el PND.

De igual manera, la estimación y reporte de los resultados del ICAM, por parte del Invemar, da soporte a los instrumentos de política pública para la evaluación y control de la contaminación del medio marino, como el “Pacto Región Océanos” del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Este estableció una meta relacionada con el mejoramiento de la calidad de las aguas marinas y costeras, y su indicador Porcentaje de estaciones de monitoreo de aguas marinas con categorías aceptable y óptima, así como otras acciones previstas, a través de los estudios sobre el estado de los corales, pastos marinos y las geoamenazas marinas y costeras.

Por su parte, los resultados de los monitoreos adelantados por el IIAP en el Golfo de Urabá y en la Bahía de Buenaventura aportan insumos para la implementación del Pacto por la sostenibilidad, en la Línea 1: Objetivo 2: Mejoramiento de la calidad del aire, del agua y del suelo. Estrategia: Reducción de la presión y mejoramiento de la calidad del recurso hídrico.

Así mismo, el estudio del IIAP, relacionado con los afluentes urbanos del Atrato y presentado en esa misma sección del capítulo 2, aporta a los compromisos que en materia de generación de información se tienen para dar cumplimiento a lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo, específicamente en el Pacto por la sostenibilidad, en la Línea A: Sectores comprometidos con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático, en el indicador denominado Puntos de monitoreo con Índice de Calidad de Agua - ICA malo.

Igualmente, los estudios presentados por el IIAP en relación con la diversidad y estado de conservación de ecosistemas de media montaña, así como de humedales del Chocó Biogeográfico, aportan insumos para la implementación de alternativas productivas; por otro lado, atienden las necesidades de la región, armonizados con el Pacto por la Sostenibilidad y el Pacto por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja.

De igual forma, la contribución de los arreglos agroforestales tradicionales en el almacenamiento de carbono del IIAP aporta al Pacto por la Sostenibilidad, ya que busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente, para que potencie nuevas economías y asegure los recursos naturales para nuestras futuras generaciones; tiene entre otros objetivos implementar estrategias e instrumentos económicos para que los sectores productivos sean más sostenibles, innovadores y reduzcan los impactos ambientales, con un enfoque de economía circular. Además, brinda información importante para los compromisos del país en materia de reducir los efectos del cambio climático y emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Por su parte, los estudios de estado de los suelos y características de la población en la Amazonía colombiana, presentados por el Instituto Sinchi, también resultan de importancia como insumos para el seguimiento a la implementación del PND en regiones estratégicas como esta.

También, las contribuciones del Instituto Humboldt y el SiB Colombia resultan fundamentales para aportar insumos sobre el conocimiento de la biodiversidad de nuestro país, en el marco de las acciones previstas en el PND.

6.1.1. Otras iniciativas nacionales

El IDEAM como autoridad nacional en las áreas de hidrología y meteorología, es el encargado de generar información de referencia nacional y expedir lineamientos y guías, con el propósito de estandarizar procesos y facilitar la comparabilidad de la información en las diferentes escalas. En este sentido, la información generada en el componente agua del IEARNR sirve para hacer seguimiento sobre el estado del recurso hídrico a escala nacional y es un referente e insumo para diferentes iniciativas y proyectos que se desarrollan a nivel nacional y global.

Adicionalmente, el IDEAM brinda acompañamiento técnico en el desarrollo de herramientas regionales que contribuyan con la generación de información y conocimiento en torno a los recursos hídricos. La ausencia de información en la escala regional ha llevado a que entidades regionales suplían su necesidad a partir de la información que se genera a escala nacional. Por esta razón se han establecido lineamientos que faciliten el desarrollo del conocimiento de manera organizada en la región mediante la definición de herramientas como los Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua (ERA) y el acompañamiento en la formulación de los Programas Institucionales Regionales de Monitoreo de la Cantidad y Calidad del Agua (PIRMA) de tal manera que los insumos que se generan en este informe se constituyan tan solo en referentes para la evaluación del estado, dinámicas y tendencias del recurso hídrico en las áreas de jurisdicción de las autoridades ambientales.

Asimismo, estos resultados acompañan el proceso de la formulación del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y otros documentos de política pública. Particularmente, los resultados del ICA obtenidos a partir de los monitoreos en la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua contribuyen al seguimiento de las metas establecidas dentro del “Pacto Región Central y Pacto Región Santanderes” del PND 2018-2022.

En el ámbito nacional, son insumo para documentos de política pública como los generados por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), como el CONPES 3918 de 2018 “Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia”, específicamente para los indicadores 6.3.3.C “Porcentaje de puntos de monitoreo con categoría buena o aceptable del Índice de Calidad del Agua (ICA)” relacionado específicamente con la información de calidad del agua y 6.4.1.C “Porcentaje de subzonas hidrográficas con Índice de Uso del Agua (IUA) muy alto o crítico”, para el cual se requiere el valor de la oferta hídrica total superficial.

Por otro lado, los resultados presentados en este capítulo del IEARNR son insumo para los reportes a diferentes entidades globales como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entidades custodias de indicadores asociados a los ODS, relacionados específicamente con el objetivo 6 “Agua limpia y Saneamiento básico”. De manera particular, los valores de oferta hídrica total superficial histórica se requieren para el reporte de los indicadores 6.4.1 “Cambio en el uso eficiente de los recursos hídricos con el paso del tiempo” y 6.4.2 “Nivel de Estrés Hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles”. Por otra parte, la información de calidad del agua es insumo para el reporte de indicadores como el 6.3.2. “Proporción de masas de agua de buena calidad” y el 6.6.1. “Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua con el paso del tiempo”. Finalmente, los resultados de la oferta hídrica superficial nacional contribuyen con el reporte del indicador “Intensidad del uso de los recursos hídricos” a la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

- El SIRH como instrumento para la gestión de datos del agua en el territorio nacional, está avanzando en la articulación de nuevas variables e incorporación de procesos de análisis, que proveen insumos para la elaboración de estudios e investigaciones a nivel nacional, regional y local. Dentro de lo que se destaca la modernización del módulo de calidad del agua y la inclusión de las variables hidrobiológicas, complementando las variables físicoquímicas a las cuales se les hace seguimiento actualmente.
- El SIRH ha facilitado la integración y estandarización de un conjunto de elementos que promueven la gestión integral del recurso hídrico permitiendo soportar la toma de decisiones en torno a la administración, planificación y gobernanza; la información que se gestiona parte del reconocimiento de las variables que influyen en el ciclo hidrológico en torno a la cantidad y calidad del agua.
- El SIRH deberá tener disponible la información requerida para construir las Evaluaciones Regionales del Agua - ERA en cada una de las jurisdicciones de las Autoridades Ambientales, como soporte, e insumo para hacer el seguimiento a la administración del uso y aprovechamiento del agua en cada jurisdicción y deberá brindar la información necesaria para el cálculo de los indicadores establecidos en las ERA.
- El IDEAM ha buscado espacios con entidades del orden nacional y regional para la implementación de los servicios web disponibles en SIRH con el propósito de lograr una interoperabilidad efectiva, dar facilidad a la gestión y evitar el uso de múltiples instrumentos de consolidación de información (IDEAM, 2014).
- El SIRH por medio de su observatorio (<http://sirh.ideam.gov.co/Sirh/faces/observatorio.jspx>) brinda a los usuarios en general y a los peticionarios de licencias ambientales en particular, la información que requieren para conocer el estado de disponibilidad y calidad del agua, para tener un referente de línea base regional, conformada por datos consolidados, con un nivel de confiabilidad adecuado, que les permita comprender la oferta disponible, y los usos del suelo o del agua que los pueden afectar.

Mantener suelos sanos y funcionales se constituye en el principal recurso para garantizar la seguridad alimentaria y una producción sostenible en la región, sin la necesidad de seguir incrementando las áreas deforestadas. Los suelos sanos son además un reservorio

genético, que aseguran la conservación de especies que prestan servicios ecosistémicos vitales para la vida humana, directa e indirectamente. Adicionalmente, un suelo sano tiene mayores cantidades de carbono fijado, por lo que contribuye de forma positiva a controlar el cambio climático, fijando carbono que podría pasar a la atmósfera. Entender cómo ocurren estos procesos de fijación de carbono en el suelo ayudará a generar planes de recarbonización en la región, imitando lo que ocurre en los suelos negros antropogénicos, también conocidos como Terras Pretas. Uno de los nuevos retos es la evaluación de los efectos del mercurio en los suelos aluviales de la región por actividades de minería. Este metal, por ser líquido, penetra y se difunde fácilmente en el suelo siendo muy difícil su descontaminación. Además, es altamente tóxico, y puede estar afectando a las diferentes comunidades biológicas del suelo, así como bioacumulándose en cultivos producidos en las várzeas, lo cual constituiría un riesgo inminente a la salud de sus pobladores. Hasta la fecha, no se han realizado estudios en ese sentido en la región.

La identificación y zonificación de tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas contribuye al cumplimiento de la misión del Ideam relacionada con el monitoreo y seguimiento del estado de los recursos naturales en Colombia, a la implementación de la Política para la gestión sostenible del suelo en Colombia que lidera el Minambiente, al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 15.3 para prevenir y combatir la degradación de la tierra por desertificación y el logro de las metas de Degradación Neutral de la Tierra, de la UNCCD.

La zonificación de susceptibilidad de degradación de suelos por desertificación sirve para la generación de alertas tempranas, las cuales permiten prevenir, mitigar o adaptarse a los procesos de degradación de suelos. Además, es un insumo fundamental para el monitoreo y seguimiento de estos procesos mediante la elaboración de la línea base de degradación de suelos por desertificación, que contribuye a la gestión sostenible del suelo en Colombia.

De igual manera, contribuye al cumplimiento de la misión del Ideam relacionada con el monitoreo y seguimiento del estado de los recursos naturales en Colombia, a la implementación de la Política para la gestión sostenible del suelo en Colombia que lidera el Minambiente, al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionado con el objetivo 15.3 para prevenir y combatir la degradación de la tierra por desertificación y el logro de las metas de Degradación Neutral de la Tierra, de la UNCCD.

Para el año 2021 se encontró un comportamiento favorable de los indicadores de la calidad del aire nacional, los cuales denotan una orientación al cumplimiento de las metas trazadas en el PND, la ENCA y los CONPES 3943 y 3918 para los años 2022 y 2030. En cuanto al PM10 el porcentaje de estaciones que cumplió tanto con el criterio de representatividad temporal, como con el objetivo intermedio 3 de la OMS, pasó del 34,8% en 2020 al 42,4% en 2021, reportando un cumplimiento de la meta al año 2022 del 35% establecida en el PND. La tendencia de los últimos cinco años sugiere un cumplimiento temprano de las metas de los CONPES 3943 y 3918 al año 2030, alcanzando anticipadamente la meta del 70% para el año 2027.

Con respecto al PM2,5, el indicador de cumplimiento reportó un crecimiento inesperado en el 2021, alcanzando el 57,1% de las estaciones cumpliendo tanto en representatividad temporal como en el objetivo intermedio 3 de la OMS, dicho incremento se obtuvo como resultado de casi duplicar las estaciones que cumplieron en comparación con el año 2020. Adicionalmente, cabe resaltar que el año 2021 fue un periodo atípico de bajas concentraciones de material particulado, y la reactivación de la movilidad en el territorio nacional permitió aumentar las estaciones con representatividad temporal. Por otra parte, en el 2021, el número de incendios se vio reducido por la presencia prolongada del fenómeno de la niña, resultando en un mejoramiento de la calidad del aire en el país.

Las iniciativas de investigación relacionadas con ecosistemas de montaña y humedales en el Chocó Biogeográfico aportan elementos muy importantes, encaminados al cumplimiento de las metas de Estado, consignadas en el Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental - PICIA para el periodo 2019 – 2022 y el Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental – PENIA, en especial en su línea de caracterización de la estructura y dinámica de la base natural del país. Así mismo, los resultados de los monitoreos adelantados en el Golfo de Urabá y la Bahía de Buenaventura aportan insumos relevantes para el seguimiento de la Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos - PNGIBSE, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y la Política Nacional de Cambio Climático - PNC.

Fuente: Ideam (2022).

La información contribuye al Inventario Nacional de la Biodiversidad y a que las comunidades fortalezcan su proceso de gobernanza y alternativas económicas,

en la media que cuentan con información amplia de la biodiversidad de sus territorios. Mediante estas investigaciones el Instituto aporta al desarrollo de las posiciones de país frente a convenciones internacionales como: Convenio de Diversidad Biológica, CITES, RAMSAR, Cambio Climático, entre otras. y las nacionales como:

- Autoridad Científica CITES
- Comité Nacional de Especies Invasoras
- Comité de categorización de especies amenazadas de Colombia
- PNGIBSE - Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos.
- PNHIC - Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia.
- Plan Nacional de Negocios Verdes
- Documento Conpes 3818-ODS
- Documento Conpes 4021 Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques
- PNCC-Política Nacional de Cambio Climático y las metas de neutralidad de la degradación a 2030
- Alianza Nacional por los Suelos de Colombia
- Plan Nacional de Restauración Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía

Fuente: (Sinchi, 2022)

Las metas de estas iniciativas de investigación, están encaminadas al cumplimiento de las metas de estado, consignadas en el Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental – PICIA (2019 – 2022) y el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022, Pacto por Colombia, pacto por la equidad, adicional a esto, se le apunta a la implementación de alternativas productivas y por otro lado atender las necesidades de la región, armonizados con “Pacto por la Sostenibilidad: Producir conservando y conservar produciendo” y Pacto por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja.

Plan Nacional de Desarrollo (Pacto IV. Línea 1: Objetivo 2: Mejoramiento de la calidad del aire, del agua y del suelo. Estrategia: Reducción de la presión y mejoramiento de la calidad del recurso hídrico). Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos (PNGIBSE). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, Política Nacional de Cambio Climático (PNC), PENIA (PET 1. Caracterización de la estructura y dinámica de la base natural del país).

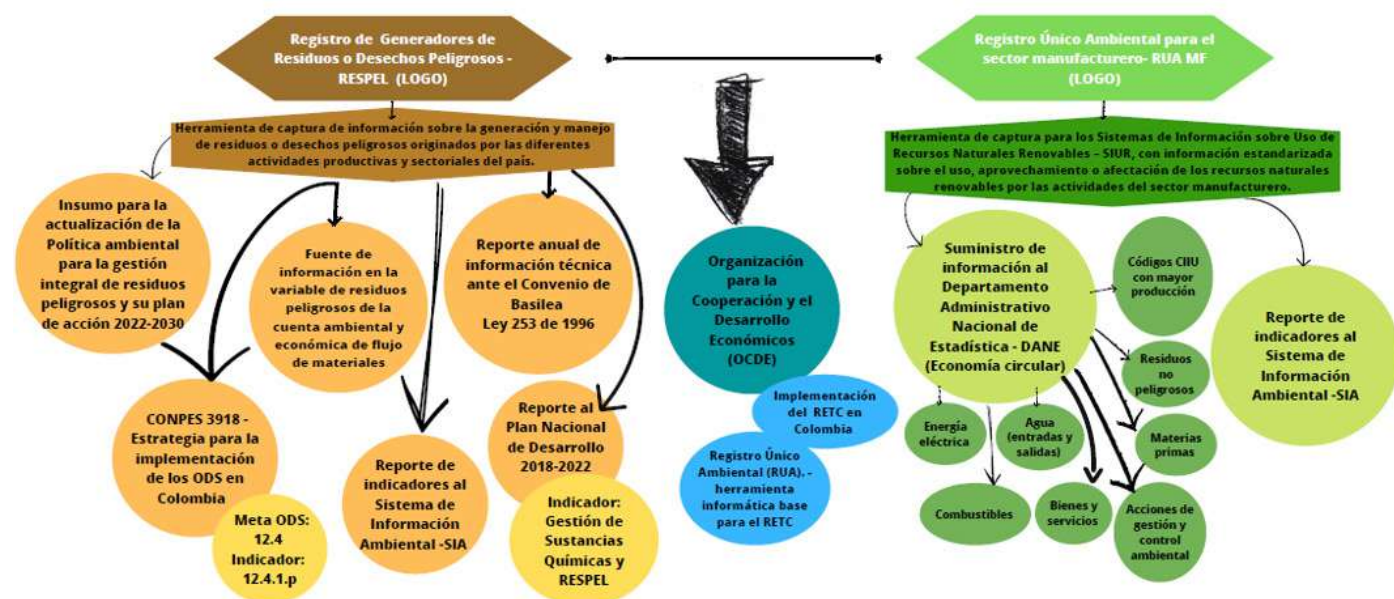
Fuente: (IIAP, 2022)

Los estudios e indicadores relacionados con los ecosistemas marinos y costeros aportan insumos que contribuyen con iniciativas relacionadas con instrumentos de política pública para la evaluación y control de la contaminación del medio marino, el Plan Estadístico Nacional - PEN 2017-2022, el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PNGRD en su objetivo Mejorar el conocimiento del riesgo de desastres en el territorio nacional, iniciativas de gestión del ambiente marino costero y la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos - PNGIBSE y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Con los datos presentados en este informe, en relación con los cambios en la extensión de cobertura manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta - CGSM y con los que se espera coleccionar en los próximos años, se pretende generar datos de extensión de los bosques de manglar del país, teniendo en cuenta que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible acordó la recolección de los datos necesarios para determinar los cambios temporales de las áreas de manglar, apoyándose en entidades ejecutoras como lo son, para este caso, las Corporaciones Autónomas Regionales (Resolución 1263 de 2018: por medio de la cual se actualizan las medidas para garantizar la sostenibilidad y la gestión integral de los ecosistemas de manglar, y se toman otras determinaciones).

Los resultados presentados en relación con la generación y gestión de residuos peligrosos y PCB en el país aportan elementos importantes al seguimiento de la Política Ambiental para la Gestión Integral de residuos peligrosos y la normativa asociada, así como a las cuentas ambientales de residuos.

La información de residuos peligrosos y PCB publicada por el IDEAM, es fuente de información de varias entidades y planes nacionales, algunos de ellos son:

- Convenio de Estocolmo
- Resolución 222 de 2011
- Decreto 4741 de 2005



Fuente: Ideam (2022).

- Sistema de indicadores con pertenencia étnica del DANE.
- Implementación del Decreto 632 de 2018 para la reglamentación de las Entidades Territoriales Indígenas (ETI) en las Aras No Municipalizadas (ANM).
- A nivel local en las discusiones y la toma de decisiones de las Mesas Permanentes de Coordinación Interadministrativa de las Asociaciones de Autoridades Tradicionales Indígenas (AATIs) con las Gobernaciones (MPCI). Mesas Permanentes Ambientales a nivel departamental.
- A Nivel Nacional en las discusiones y en la toma de decisiones de la Mesa Regional Amazónica (MRA); Mesa Permanente de Concertación con Pueblos Indígenas (PMC).
- Sistema de indicadores con pertenencia étnica del DANE.
- Implementación del Decreto 632 de 2018 para la reglamentación de las Entidades Territoriales Indígenas (ETI) en las Aras No Municipalizadas (ANM).

- A nivel local en las discusiones y la toma de decisiones de las Mesas Permanentes de Coordinación Interadministrativa de las Asociaciones de Autoridades Tradicionales Indígenas (AATIs) con las Gobernaciones (MPCI). Mesas Permanentes Ambientales a nivel departamental.
- A Nivel Nacional en las discusiones y en la toma de decisiones de la Mesa Regional Amazónica (MRA); Mesa Permanente de Concertación con Pueblos Indígenas (PMC).
- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Apoyo a los mecanismos de planificación de los pueblos indígenas.

Uno de los retos es disminuir la deforestación en la Amazonia colombiana; para esto, debe existir un trabajo articulado entre las entidades gubernamentales y las comunidades que habitan en las zonas baja y alta intervención para conservar y recuperar esas áreas a través de incentivos que resulten más atractivos que la actividad ilícita. Adicionalmente, se debe impulsar el desarrollo de economías sostenibles como la creación de sistemas silvopastorile y agroforestales.

Acceso a la información ambiental como parte fundamental en los acuerdos internacionales firmados para lograr la democratización de la información hacia las comunidades. En este sentido, el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC es una plataforma tecnológica en línea e interoperable que apoya la toma de decisión en 12 temáticas ambientales y del ordenamiento ambiental de la región; dispone de 55 datos abiertos, 1 geoportal, 59 mapas en línea, 96 servicios geográficos, 45 estadísticas y reportes para conocer el estado de los recursos naturales y apoyar la toma de decisión. En el año 2021, el portal web tuvo 246.649 visitas, 32.967 usuarios y más de 15.000 descargas de información geográfica del portal de datos abiertos (SIATAC, 2022). ha desarrollado módulos tecnológicos con impacto en lo local, por ejemplo: el portal de emprendimientos o negocios verdes SINCHI, herramientas para el sistema de Indicadores de Bienestar Humano Indígena, el Módulo de Seguimiento a los Acuerdos de Conservación de Bosque MOSCAL, el Sistema de monitoreo de Coberturas de la tierra SIMCOBA, El sistema de Indicadores de Monitoreo Ambiental SIMAAC, Atlas de Conflictos Socio Ambientales y una estrategia implementada y en funcionamiento en la web para hacer el seguimiento y monitoreo a indicadores ambientales municipales, conocer la ordenación ambiental y los usos del suelo permitido en el Municipio de Vista Hermosa (Meta) como un piloto replicable a cualquier área de la Amazonia colombiana. (<https://siatac.co/>).

Fuente: (Sinchi, 2022)

La identificación y zonificación de tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas contribuye al cumplimiento de la misión del Ideam relacionada con el monitoreo y seguimiento del estado de los recursos naturales en Colombia, a la implementación de la Política para la gestión sostenible del suelo en Colombia que lidera el Minambiente, al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 15.3 para prevenir y combatir la degradación de la tierra por desertificación y el logro de las metas de Degradación Neutral de la Tierra, de la UNCCD.

Fuente: Ideam (2022).

La buena calidad de las zonas de playa, es importante para el desarrollo de la actividad turística que debe ser sustentable para contribuir a la conservación de estos espacios naturales. La información generada a partir del seguimiento a estos indicadores de calidad sanitaria es la base para direccionar los esfuerzos y formular medidas de prevención, mitigación y reducción enfocadas a fortalecer el turismo y lograr la certificación de banderas azules en las diferentes playas del país. Así mismo, permite generar herramientas para lograr el cumplimiento de las líneas de acción de la política Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030 (DNP; 2020), que busca impulsar el desarrollo socioeconómico de los municipios costeros.

La información del estado del ecosistema de manglar en el departamento archipiélago de San Andrés y Providencia, forma parte de la gestión del ambiente marino costero y dentro de la política públicas de la gestión integral de la biodiversidad y servicios ecosistémicos PNGIBSE (2012), Plan Nacional de Desarrollo 2011, Sistema Nacional de Areas Protegidas, ODS 15 y metas AICHI (objetivos estratégicos A y B).

Con los datos presentados en el presente capítulo y con los que se espera coleccionar en los próximos años, se pretende generar datos de extensión de los bosques de manglar del país, teniendo en cuenta que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible acordó la recolección de los datos necesarios para determinar los cambios temporales de las áreas de manglar, apoyándose en entidades ejecutoras como lo son para este caso las Corporaciones Autónomas Regionales (Resolución 1263 de 2018: "por medio de la cual se actualizan las medidas para garantizar la sostenibilidad y la gestión integral de los ecosistemas de manglar, y se toman otras determinaciones").

Las acciones y resultados obtenidos contribuirían con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS14): "conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, mares y recursos marinos", así como al objetivo estratégico del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD): "Mejorar el conocimiento del riesgo de desastres en el territorio nacional".

Fuente: Ideam (2022).

De manera transversal, el informe aporta a varias iniciativas nacionales tales como:



Fuente imágenes: www.dnp.gov.co, www.parquesnacionales.gov.co, www.minambiente.gov.co, www.dane.gov.co, www.siac.gov.co.

6.2. Iniciativas internacionales



Principales contribuciones de este informe con relación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS



Las investigaciones y estudios adelantados en el Chocó Biogeográfico y la Amazonía colombiana sobre las características socioculturales y los modelos sostenibles de producción toman mucha relevancia en torno a los objetivos 1 y 2, en materia de seguridad alimentaria y agricultura sostenible.



La información relativa al recurso agua a través de los resultados de la oferta hídrica y la calidad del agua aportan a la actualización de los reportes nacionales y globales de los indicadores asociados con el objetivo 6.



La información sobre la dinámica oceanográfica es muy importante para dar continuidad a los estudios relacionados con el potencial de mareas como fuente de energía renovable no convencional, en concordancia con el objetivo 7.



Los estudios adelantados a nivel territorial por varios de los Institutos permiten caracterizar las actividades adelantadas en ellos, así como la identificación de alternativas sostenibles en el marco del objetivo 11.



La información sobre residuos peligrosos, PCB, y características ambientales de algunos sectores productivos en Colombia aporta insumos relevantes para comprender sus patrones de producción y consumo, así como tomar decisiones en este sentido de acuerdo con el objetivo 12.



Los resultados de estudios de estado de los suelos amazónicos, así como la información sobre el monitoreo de bosques y deforestación, responden a los Objetivos 15 y 13 para la protección, restablecimiento y promoción del uso sostenible de los ecosistemas terrestres; luchar contra la desertificación; detener y revertir la degradación de las tierras; y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica. Del mismo modo, acciones relacionadas con el comportamiento del clima y la conservación de al menos el 50 % de su territorio continental e insular cubierto por bosques.



La información presentada sobre el estado y tendencias de los ecosistemas marinos y costeros facilita tomar decisiones que permitan conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, mares y recursos marinos, así como reducir las tasas de pérdida de la biodiversidad marina y sus servicios ecosistémicos, de acuerdo con el objetivo 14.

Fuente imágenes: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

6.2.1. Contribuciones del Informe con algunos acuerdos multilaterales de medio ambiente - Amuma



METAS AICHI



La información presentada en este informe sobre conocimiento de la biodiversidad y seguimiento al estado de los ecosistemas en nuestro país, así como los análisis e indicadores socioambientales y de caracterización de la población en ciertos territorios estratégicos como la Amazonía, contribuyen con las acciones y metas previstas en el Convenio de Diversidad biológica - CITES y las Metas AICHI. En relación con el seguimiento a los indicadores relacionados con ecosistemas coralinos y pastos marinos, se aportan insumos especialmente en los objetivos estratégicos A y B de las Metas AICHI.

Fuente imágenes: <https://cbd.int>, www.cites.org.

Iniciativas internacionales

Contribuciones del Informe con algunos acuerdos multilaterales de medio ambiente - Amuma



La información relacionada con el comportamiento de la temperatura y precipitación en el país, el monitoreo de bosques y carbono, el seguimiento a ecosistemas marinos y costeros como las geoamenazas, así como las características poblacionales en la Amazonía colombiana, brindan elementos fundamentales para su incorporación en los análisis adelantados en el marco de iniciativas internacionales sobre cambio climático y deforestación.

Los análisis presentados con relación a la generación y gestión de residuos peligrosos y existencias de PCB dan cuenta de los avances alcanzados por el país en el marco de las metas previstas en los convenios de Basilea y Estocolmo.

Así mismo, los análisis de calidad de aguas marinas y costeras suministran insumos para el seguimiento de algunas sustancias reguladas por estos convenios internacionales.

Fuente imágenes: <https://www.pidamazonia.com/content/mesa-nacional-redd>, <https://sites.google.com/stockholm-convention/basel-convention> y <https://www.cepal.org/es/acuerdodeescazu>.

6.3. Otras contribuciones



Fuente imagen: <http://www.banderaazul.org/>

El seguimiento a la calidad sanitaria de las playas constituye una base para la gestión ambiental de las zonas turísticas costeras del país, aún más cuando el interés por adquirir la certificación bandera azul está en incremento, dado el estatus y visibilidad que adquiere la playa a nivel nacional e internacional y su relevancia para el desarrollo económico del país. Así mismo, se generan herramientas para el cumplimiento de las líneas de acción de la política Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030 (DNP, 2020), que busca impulsar el desarrollo socioeconómico de los municipios costeros.

Los resultados de la oferta hídrica superficial nacional contribuyen con el reporte del indicador Intensidad del uso de los recursos hídricos de la OCDE.

La información relacionada con la generación y manejo de residuos peligrosos, así como de existencias de PCB en el país, responden a su vez a compromisos y lineamientos del Comité de Químicos y otras mesas transversales de la OCDE.



Fuente imagen: <https://id.presidencia.gov.co/>.





IDEAM

Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales