

Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables

2022



Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables

2022

GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de Colombia

FRANCIA ELENA MÁRQUEZ MINA
Vicepresidenta de Colombia

MARÍA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MAURICIO CABRERA LEAL
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

LILIA TATIANA ROA AVENDAÑO
Viceministra 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

NÉSTOR ROBERTO GARZÓN CADENA
Director de Cambio Climático y Gestión del
Riesgo (e)

FERNEY CAMACHO
Director de Infraestructura - Ministerio de
Transporte

PAOLA RICAURTE AYALA
Asesora de la Dirección de Ambiente y Desarrollo
Sostenible - Departamento Nacional de Planeación
(DNP)

SANDRA LILIANA MORENO MAYORGA
Directora de la Dirección Técnica Geoestadística
– Departamento Administrativo Nacional de
Estadística (DANE)

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

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam

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

LINA MARÍA CABALLERO VILLALOBOS
Subdirectora de Ecosistemas e Información
Ambiental

TC. JORGE GIOVANNI JIMÉNEZ SÁNCHEZ
Subdirector de Meteorología

ÍNGRID TATIANA SIERRA GIRALDO
Jefe de Oficina del Servicio de Pronóstico
y Alertas

CÉSAR AUGUSTO SÁNCHEZ WALDRON
Jefe de Oficina Asesora de Planeación

WILMER ESPITIA MUÑOZ
Jefe de Oficina de Informática

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUÁREZ
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

MARÍA EUGENIA PATIÑO JURADO
Jefe de Oficina de Control Interno

Subdirección de Estudios Ambientales

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales

Equipo técnico

Coordinación técnica

Ideam: Ronald Ricardo Cifuentes Sánchez

Invemar: Carolina García Valencia

IIAP: Zoraida Quesada Martínez

Sinchi: Ana María Franco Maya

Producción técnica

Ideam: Ronald Ricardo Cifuentes Sánchez

Coordinación editorial

ANDRÉS FELIPE TAPIERO RÍOS

Grupo de Comunicaciones y Prensa

Asistencia editorial

SEBASTIÁN URIBE RODRÍGUEZ

Grupo de Comunicaciones y Prensa

Corrección de estilo

SANDRA TATIANA RODRÍGUEZ MORALES

Diseño editorial y diagramación

LUISA FERNANDA RODRÍGUEZ ARIAS

Grupo de Comunicaciones y Prensa

Foto de carátula

JENNY PAOLA MARÍN SALAZAR - Ideam (2022)

ISSN: 2346-1586 (En línea).

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam.

Cítese como: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (2024).
Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2022. Ideam.

Publicación aprobada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam.

Diciembre 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.

Autores

Capítulo 1

Ideam: Ronald Ricardo Cifuentes Sánchez

Institutos Sistema Nacional Ambiental (SINA)

Capítulo 2

Ideam: Ronald Ricardo Cifuentes Sánchez, Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Carolina Vega Viviescas, Claudia Nicol Tetay Botia, Jenny Paola Marín Salazar, Luisa Fernanda Cruz Cárdenas, María Costanza Rosero Mesa, Fabio Andrés Bernal Quiroga, Wendi Garzón Herrera, Ana María Hernández Hernández, Ángela Galvis Lozano, Simón Grueso Casquete, Julián David Páez Saavedra, Adriana María Zapata Maya, Jorge Orlando Mendoza Ruíz, Reinaldo Sánchez López, Edson Urrego Marroquín, Lina Rocío Viasús Figueredo, José Alejandro Salamanca García, Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas, Javier Otero García, Jorge Luis Ceballos Liévano, Yina Paola Nocua Ruge, Lina Cristina Zuluaga Cárdenas, Ana María Bernal Vásquez

Invemar: Constanza Ricaurte-Villota, Magnolia Murcia Riaño, Sebastián Contreras Fernández, Wilberto Pacheco Paternina, Lizbeth Janet Vivas-Aguas, María José Castillo Viana, Tania Liceth Córdoba Meza, Paola Sofía Obando Madera, Luisa Fernanda Espinosa Díaz, Juan Saldarriaga Vélez, José Ávila Cusba, Carlos Pacheco Vélez, Derly Yurani Rojas Escobar, Cristian Camilo Ruiz, David Fernando Morales Giraldo, Johan Camilo Casadiego Estévez, Andrés Felipe Rosado Tapia, Juan Fernando Cortina Munera, Paula Alejandra Macías Hemer, Marco Elías González Arteaga, Andrés Felipe Acosta Chaparro, Laura Sánchez Valencia, Elizabeth Galeano Galeano, Diana Isabel Gómez López, David Alejandro Alonso Carvajal, Cristian Montes, Diana Carolina Romero-D`Achiardi, Carolina García-Valencia, Juan Felipe Lazarus, Alexander Girón, José Luis Correa, Jorge Viana, Fabián Escobar, Mario Rueda, Carlos Rafael Sánchez Codina, Kelis Romaña Denis, Julián Franco Angulo, Edgar Arteaga Sogamoso, Amanda Selene Rojas Aguirre, Sebastián Herrera Fajardo

Sinchi: Uriel Murcia, Jorge Arias, William Agudelo, Mariel Osorno, Laurinette Gutiérrez, Natalia Atuesta, José Rances Caicedo, Diego Carantón, Nicolás Castaño, Sonia Sua, Misael Rodríguez, Andrés Barona, Clara Peña, Gladys Cardona, Edwin Agudelo, Marcela Núñez, Astrid Acosta, Juan David Bogotá, Cesar Bonilla, Guber Gómez, Eric Yair Cuesta-Ríos, Yiskar Damian Murillo-Asprilla

IIAP: Geidy Jhoana Asprilla Mosquera, Wilber Harry Moreno Ramírez, Pedro Estaban Rodríguez Díaz, Edsson J. Nagle Ramírez, Fairy M. Medina Mosquera, Yojhana Murillo Rodríguez, Haidyn Luis Moreno Mosquera, Zoraida Quesada Martínez, Lady Vargas Porras, Yirlesa Murillo Hinestroza, Mayra Yaneth Becerra Chalá, Luis Eladio Rentería Moreno, Zulmary Valoyes Cardozo, Giovanni Ramírez Moreno, William Klinger Brahan

Grupos de investigación externos al SINA

“Análisis espacial de la calidad del aire en Colombia por medio de reanálisis e información satelital”

Caroline Mogollon, Central European University (Viena, Austria); Alejandro Casallas, Universidad Sergio Arboleda (Bogotá, D. C., Colombia); Abdus Salam, International Centre for Theoretical Physics (Trieste, Italia); Yuri González, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, D. C., Colombia); Fundación Universitaria Los Libertadores (Bogotá, D. C., Colombia); Ailin Cabrera, Universidad Sergio Arboleda (Bogotá D. C., Colombia); Luis Carlos Belalcazar, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, D. C., Colombia)

Avances en la caracterización del PM2.5. Valle de Aburrá-Antioquia, Colombia

Miriam Gómez Marín, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid; Cofinanciación y apoyo técnico: United Nations (UN) International Atomic Energy Agency (IAEA), Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Ecopetrol, Servicio Geológico Colombiano, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de Antioquia, Sistema general de Regalías y Minciencias

Monitoreo de la calidad fisicoquímica y ecológica de las aguas costeras en la bahía de Turbo como instrumento de análisis de los aportes contaminantes urbanos del caño Waffe

Mónica María Zambrano Ortiz, Universidad de Antioquia (sede Ciencias del Mar); Nelsy Patricia Villaba Negrete, Universidad de Antioquia (sede Ciencias del Mar); Jhon Wilmer David Santero, Universidad de Antioquia (Sede Ciencias del Mar)

Capítulo 3

Este capítulo fue consolidado a partir de las contribuciones y recomendaciones de diferentes autores en representación de los Institutos 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

Se expresa un agradecimiento general a las mujeres y hombres que colaboran, trabajan, investigan y aportan al cuidado del medio ambiente y los que, haciendo parte de la comunidad en general, tienen un interés legítimo y desinteresado en el cuidado del ambiente y los recursos naturales. De la misma manera, se extiende un reconocimiento a la comunidad científica, los investigadores, los estudiantes, los profesores y, en general, a la comunidad académica, que invierte esfuerzos y recursos para lograr su formación, generar conocimiento y que, a pesar de las dificultades y carencias existentes, logra efectuar investigaciones.

Se expresa agradecimiento a los directivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a los directores del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales y a los directores de los institutos que componen el Sistema Nacional Ambiental. Expresamos un agradecimiento especial a la subdirectora de Estudios Ambientales del Ideam, Elizabeth Patiño Correa, y al Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo, en cabeza de la coordinadora Ana María Hernández, por el apoyo en la realización de este informe.

Se hace extensivo el reconocimiento y agradecimiento a los profesionales, funcionarios y contratistas de los institutos: “José Benito Vives de Andrés” (Invemar), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann (IIAP), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), por los aportes realizados. Manifestamos agradecimientos y reconocimientos especiales a los autores de los contenidos y, de manera específica, por el trabajo de coordinación y gestión de los contenidos incluidos en este informe, realizado por los profesionales: Carolina García Valencia, Zoraida Quesada Martínez y Ana María Franco Maya.

Calidad de las aguas marinas y costeras superficiales de Colombia, 2022

La información presentada es producto de las actividades de monitoreo de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia de la Redcam, desarrolladas en el año 2022 por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”. Estas actividades fueron financiadas por el BPIN Operaciones Estadísticas y el BPIN Misional (Resolución 018 de 2023) y por los acuerdos de cooperación técnica con las Corporaciones autónomas regionales con jurisdicción costera: Coralina, Corpoguajira, Corpomag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño, financiado con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Contaminación por microplásticos en las playas turísticas del Caribe y Pacífico colombianos

La información presentada es resultado de las actividades desarrolladas en el año 2021 por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar), bajo las actividades institucionales financiadas por el BPIN Misional (Resolución 61 y 176 de 2021) y los acuerdos de cooperación técnica con las Corporaciones autónomas regionales con jurisdicción costera 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). La Redcam está conformada por las doce (12) corporaciones autónomas regionales y desarrollo sostenible de los departamentos costeros: Coralina, Corpoguajira, Corpomag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y coordinada por el Invemar.

Calidad microbiológica de las playas de uso turístico en el Caribe y Pacífico de Colombia, 2022

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), actividad interinstitucional, integrada por las corporaciones autónomas regionales y desarrollo sostenible de los departamentos costeros: Coralina, Corpoguajira, Corpomag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño, coordinada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar) y apoyada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Residuos peligrosos en Colombia en 2022 por zonas hidrográficas

Agradecemos a los establecimientos generadores que cumplieron con su obligación de reporte anual de generación y manejo de residuos peligrosos de la vigencia 2022 y a los profesionales de las 42 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.

La desertificación una amenaza para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Extendemos nuestros agradecimientos a:

Roy González Martínez, investigador adjunto, Ciencias Básicas de la Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Ana Celia Salinas Martín, exsubdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental, Ideam

Nidia Cristina Mayorga, funcionaria, Grupo Suelos y Tierras, Ideam

Liz Johanna Díaz Cubillos, funcionaria, Grupo Suelos y Tierras, Ideam

Patricia León, funcionaria, Grupo Sistema de Información Ambiental, Ideam

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Minambiente

CAR: Corcoralina

Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe

Laboratorio Fertilidad de Suelos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Área Operativa Ideam, San Andrés y Providencia

Subdirecciones de Hidrología y Meteorología, Ideam

Estado de las áreas coralinas en Colombia, 2022

La recolección de la información aquí presentada solo fue posible gracias al apoyo tanto de personal técnico como logístico de las áreas marinas protegidas en las que se levantó la información correspondiente.

Indicador de abundancia relativa de camarón: pesca de arrastre industrial nacional.

A los gremios pesqueros industriales del Pacífico colombiano: Asociación de Armadores Pesqueros de Colombia (Asoarpescol) y Armadores pesqueros de Colombia (Arpecol).

Avances en la caracterización del PM 2.5. Valle de Aburrá-Antioquia, Colombia

Cofinanciación y apoyo técnico: United Nations (UN), International Atomic Energy Agency (IAEA), Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Ecopetrol, Servicio Geológico Colombiano (SGC), Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de Antioquia, Sistema General de Regalías y Minciencias.

¿Por qué son tan especiales los glaciares colombianos?

Extendemos nuestros agradecimientos a:

Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (Usaid, por su sigla en inglés)

Aguas y Aguas de Pereira (Adalberto Arroyave y Miguel A. Amézquita)

Alcaldía Municipal de Güicán de la Sierra

Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdeguías)

Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán (Asguinturg)

Chemonics International Inc., Colombia

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE

Guías de montaña de El Cocuy y Güicán

Guías de montaña de Manizales

Heidi Sevestre, glacióloga (Francia)

Jorge Andrés Correa, Universidad Tecnológica de Pereira

Parque Nacional Natural El Cocuy

Parque Nacional Natural del Huila

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 (Juan M. Castaño, Juan C. Berrío y Óscar E. Duque)

Del monitoreo participativo a la gobernanza de la alta montaña en Colombia

Agradecimiento especial a todos los profesores y estudiantes que desde sus escuelas observan y registran el clima de nuestras montañas, a los campesinos, guías y operadores turísticos que monitorean los glaciares y a Usaid por creer en este proceso.

Composición y densidad de microalgas potencialmente nocivas presentes en el Caribe colombiano, 2021 y 2022

Este trabajo se realizó en el marco de las actividades institucionales del Inve-mar y de los proyectos nacionales y regionales de cooperación junto con la Agencia Internacional de la Energía Atómica (IAEA): COL7004 (fortalecimiento de las capacidades nacionales para la detección de biotoxinas marinas durante las floraciones algales nocivas nocivas) y RLA7025 (fortalecimiento de las capacidades en los medios marinos y costeros mediante técnicas nucleares e isotópicas).

Finalmente, se agradece y se hace una invitación especial a los alcaldes, gobernadores, líderes ambientales y sociales, directores de entidades a hacer uso de este informe como una herramienta para la planeación del territorio y la toma de decisiones. De la misma manera, se agradece y se hace extensiva la invitación a los investigadores a hacer uso de este informe como un medio para dar a conocer los resultados de sus investigaciones, las cuales permitirán definir el estado del ambiente del país.



Prólogo

¿Qué significa estudiar el ambiente en uno de los países más megadiversos del planeta? Ahora bien, ¿qué implica monitorear las dinámicas y las tendencias ambientales en el contexto de una crisis climática sin precedentes? Estas preguntas, que resultan consustanciales al interrogante de cuál es el estado del ambiente en Colombia, no podrían plantearse sin integrar en su análisis las complejas amenazas que se ciernen a lo largo y ancho de la geografía nacional, traducidas en preocupantes fenómenos como la presión crítica sobre ejes naturales estratégicos, la generación de residuos y contaminantes que afectan la salud de todas las especies, la pérdida ecosistémica, la conversión masiva del bosque natural para el acaparamiento de tierras y el desarrollo de prácticas no sostenibles, y las actividades ilícitas y escaladas de violencia que persisten en los territorios, entre otros.

El presente *Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables - 2022*, con respecto a sus anteriores ediciones, propone una renovación no solo en términos de su estructura (que ahora sintetiza y distribuye la información en tres capítulos), sino que utiliza como unidad de análisis las áreas hidrográficas del país: Amazonas, Orinoquia, Pacífico, Magdalena-Cauca y las áreas insulares. Este cambio permitió avanzar en la consolidación de un informe más integral y con mayores posibilidades analíticas de las dinámicas y los fenómenos existentes en cada una de las unidades.

Dentro de los resultados que llaman especialmente la atención, se encuentran las posibles incidencias de los incendios forestales –acaecidos, principalmente, en la Amazonía, la Orinoquia y países vecinos, durante el primer trimestre del 2022– en la calidad del aire de las áreas hidrográficas cercanas, y sus evidentes efectos en las coberturas vegetales, la flora y la fauna de distintas regiones. Para esto, en este informe se integraron análisis derivados de imágenes de satélite y resultados de trabajos aportados por la academia, los cuales, en conjunto, robustecieron la interpretación de los datos y favorecieron la comprensión global de los fenómenos.

Con el fin de enmarcar los fenómenos analizados, el informe propone en su primer capítulo un análisis de las condiciones generales de tipo social, económico y ambiental que se presentaron en el 2022, y que fueron determinantes en la dinámica y el estado del ambiente en cada uno de los territorios. El clima predominante de altas precipitaciones representa en esta lectura contextual un factor transversal y fundamental no solo en el comportamiento hidrológico y meteorológico, sino en el desarrollo de acciones por parte de organismos y entidades del Estado para la atención de emergencias reportadas en este período.

Además, se ofrece un interesante análisis demográfico que toma en cuenta cifras migratorias, debido a la importancia de esta variable frente al uso y la presión sobre el ambiente y otras dinámicas socioeconómicas. Dentro de los fenómenos abordados también está la lamentable cifra de asesinatos de líderes sociales durante el 2022 y su relación con causas ambientales y la defensa de sus territorios.

El capítulo 2, por medio de la revisión de las áreas hidrográficas y las áreas insulares como unidades de análisis, plantea una visión integrada de las interacciones

sociales, económicas y ambientales propias del territorio. Para lograr esta mirada integral, fue esencial contar con los aportes de los institutos Invermar, IIAP y Sinchi, los cuales, de acuerdo con su misionalidad y experticia en el marco del Sistema Nacional Ambiental - SINA, enriquecieron los análisis presentados.

Particularmente, las contribuciones de Invermar, IIAP y Sinchi exponen condiciones especiales de los ecosistemas donde se centran sus esfuerzos investigativos, incluidas las áreas continental, marítima y costera. Así mismo, fue clave en esta versión incorporar al estudio las acciones de las autoridades ambientales con jurisdicción en las áreas hidrográficas analizadas y que responden a las situaciones y necesidades a las que se enfrentan en los territorios.

Para el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, articular la producción de conocimiento ambiental, al servicio de problemáticas y desafíos de vital importancia para Colombia, representa una labor de gran calado, pero sobre todo abre una posibilidad única de entregar al país herramientas e insumos que sean correlato de una mayor comprensión de nuestra biodiversidad, una toma de decisiones oportunas que favorezcan la conservación y la acción climática, y la planeación y el ordenamiento sostenibles de los territorios y sus comunidades. Es en esta línea que el Ideam ha venido trabajando para fortalecer el análisis integrado, para lo cual es indispensable el concurso de los actores del SINA, la comunidad científica, los sectores públicos y civiles, y, por supuesto, de la sociedad en general, que le da sentido a nuestro compromiso con el país.

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora general - Ideam

Tabla de contenido

1. Generalidades	42
1.1 Panorama general en Colombia – año 2022	43
1.2 Gobernanza	47
1.2.1 Contexto de políticas ambientales	47
1.2.1.1 Acuerdo de Escazú	47
1.2.1.2 Líderes ambientales asesinados en Colombia	47
1.2.1.3 Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos: Plan de acción 2022-2030	48
1.2.1.4 Ley de plásticos de un solo uso	49
1.2.2 Participación de Colombia en escenarios internacionales	49
1.2.2.1 COP 27	49
1.3 Amazonia	51
1.4 Deforestación	53
1.5 Altas precipitaciones y fenómenos de riesgos naturales	54
1.6 Plan Nacional de Desarrollo	54
1.7 Referencias	55
2. Estado de los recursos naturales renovables en Colombia	57
2.1 Generalidades	58
2.1.1 Generalidades climáticas durante 2022	58
2.1.1.1 Comportamiento de indicadores meteorológicos para el año 2022	59
2.1.1.1.1 Comportamiento de la anomalía de la temperatura media	59
2.1.1.1.1.1 Análisis de la anomalía anual	59
2.1.1.1.1.2 Análisis de la anomalía mensual	61
2.1.1.1.2 Comportamiento del índice de precipitación	63
2.1.1.1.2.1 Análisis del índice de precipitación anual	63
2.1.1.1.2.2 Análisis del índice de precipitación mensual	64
2.1.2 Emergencias asociadas a las altas precipitaciones de 2022	67
2.1.2.1 Riesgos de desabastecimiento	67
2.1.3 Generalidades hidrológicas durante el 2022	68
2.1.3.1 Oferta hídrica	68
2.1.3.2 Concesiones de agua y vertimientos reportados en el SIRH	72
2.1.3.3 Calidad del agua	74
2.1.3.4 Calidad de las aguas marinas y costeras superficiales de Colombia - año 2022	76
2.1.3.4.1 Consideraciones metodológicas	76
2.1.3.5 Contaminación por microplásticos en las playas turísticas del Caribe y Pacífico colombianos	80
2.1.3.5.1 Consideraciones metodológicas	80
2.1.3.5.2 Tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas de Colombia	80
2.1.3.6 Calidad microbiológica de las playas de uso turístico en el Caribe y Pacífico colombianos - año 2022	82
2.1.3.6.1 Consideraciones metodológicas	82

Tabla de contenido

2.1.3.6.2 Coliformes termotolerantes	83
2.1.3.6.3 Enterococos fecales	84
2.1.4 Monitoreo y estado de la calidad del aire en Colombia	87
2.1.4.1 Estado de la calidad del aire en Colombia - índice de calidad del aire (ICA)	92
2.1.4.2 Análisis espacial de la calidad del aire en Colombia por medio de Reanálisis e información satelital	95
2.1.5 Comportamiento del sector manufacturero, según información declarada en el Registro Único Ambiental (RUA) 2022	98
2.1.5.1 Demanda de agua	99
2.1.5.2 Agua residual vertida	101
2.1.5.3 Generación de residuos sólidos no peligrosos	102
2.1.5.4 Consumo de energía eléctrica	108
2.1.5.5 Emisiones atmosféricas fuentes fijas	109
2.1.6 Análisis de la gestión de los residuos peligrosos en 2022	116
2.1.6.1 Generación de residuos peligrosos por zona hidrográfica	118
2.1.6.2 Principales tipos de Respel de mayor generación	120
2.1.6.3 Gestión de residuos peligrosos: aprovechamiento, tratamiento y disposición final	121
2.1.7 Erosión costera en el Caribe, Pacífico y territorios insulares de Colombia	123
2.1.7.1 Consideraciones metodológicas	123
2.1.7.2 Índice de erosión costera de Colombia (IECC)	123
2.1.8 Estrategias de adaptación al cambio climático con medidas basadas en ecosistemas para reducir la vulnerabilidad frente a la erosión costera en Colombia	124
2.1.8.1 Consideraciones metodológicas	124
2.1.9 Estado de la degradación de suelos en San Andrés, Providencia y Santa Catalina	125
2.1.9.1 La desertificación, una amenaza para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	125
2.1.9.1.1 Consideraciones metodológicas	125
2.1.10 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2022	126
2.1.10.1 Consideraciones metodológicas	126
2.1.11 Bosques de manglar en Colombia: cobertura a nivel nacional	130
2.1.11.1 Consideraciones metodológicas	130
2.1.12 Indicador de abundancia relativa de camarón: pesca de arrastre industrial nacional	132
2.1.12.1 Consideraciones metodológicas	133
2.1.13 Indicador de la proporción de fauna acompañante: pesca de arrastre industrial nacional de camarón	134
2.1.13.1 Consideraciones metodológicas	134
2.1.14 Indicador de talla media de captura (TMC): pesca de arrastre industrial nacional de camarón	135
2.1.14.1 Consideraciones metodológicas	135
2.2 Análisis de los recursos naturales por áreas hidrográficas	137
2.2.1 Amazonas	137
2.2.1.1 Comportamiento climático	138

Tabla de contenido

2.2.1.2 Incendios forestales	142
2.2.1.3 Monitoreo de cicatrices de quema	143
2.2.1.4 Comportamiento del recurso hídrico	145
2.2.1.4.1 Riesgos de inundación	146
2.2.1.4.2 Riesgos de desabastecimiento	148
2.2.1.5 Análisis integrado del agua área hidrográfica de Amazonas	149
2.2.1.6 Sector manufacturero	152
2.2.1.7 Conflictos socioambientales en Amazonia	152
2.2.1.8 Calidad del agua	154
2.2.1.9 Usos del agua por sectores	155
2.2.1.10 Calidad del aire	156
2.2.1.11 Mapa de coberturas de la tierra año 2022 escala 1:100.000	158
2.2.1.12 Contención de la deforestación en la Amazonia colombiana: economía forestal y de la biodiversidad	159
2.2.1.13 Superficie de bosque	160
2.2.1.14 Superficie de pastos	161
2.2.1.15 Vías de acceso	161
2.2.1.16 Indicadores de seguimiento	161
2.2.1.16.1 Índice de conservación de bosque	162
2.2.1.17 Biodiversidad en la Amazonia colombiana	162
2.2.1.17.1 Diversidad florística en Amazonia colombiana	164
2.2.1.17.2 Fauna de la Amazonia colombiana	166
2.2.1.17.2.1 Aves	167
2.2.1.17.2.2 Mamíferos	168
2.2.1.17.2.3 Herpetofauna, anfibios y reptiles	168
2.2.1.17.2.4 Monitoreo comunitario de fauna de consumo	170
2.2.1.18 Suelos de la Amazonia colombiana	171
2.2.1.18.1 Hongos formadores de micorrizas arbusculares	171
2.2.1.18.2 Macrofauna edáfica	174
2.2.1.18.2.1 Pseudoescorpiones	174
2.2.1.18.2.2 Hormigas	174
2.2.1.18.2.3 Termitas	174
2.2.1.19 Conocimiento de la biodiversidad terrestre y acuática - colecciones acuáticas	174
2.2.1.19.1 Número de especies de microalgas: 60 especies	174
2.2.1.19.2 Número de géneros y especies de macroinvertebrados acuáticos: 98 géneros, una especie	174
2.2.1.19.3 Nuevos registros	175
2.2.1.19.3.1 Número de especies de peces acuáticos: 398 especies	175
2.2.1.20 Presión sobre el ambiente en la Amazonia	177
2.2.1.20.1 Acciones de mitigación y adaptación al cambio climático	177
2.2.1.20.2 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	178
2.2.1.20.3 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo	179
2.2.1.20.4 Control a la minería ilegal	179

Tabla de contenido

2.2.1.20.5 Acciones de evaluación control y vigilancia	179
2.2.1.20.6 Cuantificación de mercurio (Hg) en peces de la Amazonia colombiana	180
2.2.1.20.7 Ciudades amazónicas	184
2.2.1.20.7.1 Conocimiento local, diálogo de saberes y gobernanza transformativa para la gestión del territorio con pueblos indígenas en la Amazonia colombiana	184
2.2.1.20.7.2 Ciencia para el cambio climático en la Amazonia colombiana – parcelas permanentes	186
2.2.1.20.7.3 Formulación del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del departamento del Guainía (2022 -2052)	186
2.2.1.20.7.4 Bioeconomía	187
2.2.2 Magdalena-Cauca	187
2.2.2.1 Comportamiento climático	188
2.2.2.2 Incendios forestales	192
2.2.2.3 Comportamiento del recurso hídrico	193
2.2.2.3.1 Riesgos de inundación	194
2.2.2.3.2 Riesgos de desabastecimiento	195
2.2.2.3.3 Análisis integrado del agua en el área hidrográfica Magdalena-Cauca	196
2.2.2.4 Generalidades poblacionales	197
2.2.2.5 Sector manufacturero	201
2.2.2.6 Calidad del agua	201
2.2.2.6.1 Evaluación de la calidad del agua	203
2.2.2.6.1.1 Río Cauca	203
2.2.2.6.1.2 Río Magdalena	204
2.2.2.6.1.3 Río Bogotá	205
2.2.2.6.1.4 Río Chicamocha	205
2.2.2.6.2 Usos del agua por sectores	206
2.2.2.6.3 Calidad del aire	207
2.2.2.6.3.1 Avances en la caracterización del PM2.5. Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia)	209
2.2.2.7 Seguimiento a los efectos del cambio climático – pérdida de las masas glaciares de Colombia	210
2.2.2.7.1 ¿Por qué son tan especiales los glaciares colombianos?	210
2.2.2.7.1.1 Consideraciones metodológicas	211
2.2.2.7.2 ¿Qué indican los balances de masa glaciológicos? Comportamiento de dos glaciares durante 2022	213
2.2.2.7.3 Cambio del área glaciar en Colombia de 2021 a 2022, e histórico	215
2.2.2.7.4 Del monitoreo participativo a la gobernanza de la alta montaña en Colombia	218
2.2.2.8 Presión sobre el ambiente en Magdalena-Cauca	223
2.2.2.8.1 Control a la minería ilegal	224
2.2.2.8.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones	225

Tabla de contenido

2.2.2.8.3 Acciones de conservación y recuperación de cuerpos de agua	230
2.2.2.8.4 Acciones de mitigación y adaptación al cambio climático	233
2.2.2.8.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	234
2.2.2.8.6 Acciones de evaluación control y vigilancia	237
2.2.2.8.7 Acciones contra la deforestación	239
2.2.2.8.8 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo	241
2.2.2.8.9 Tratamiento de aguas residuales	241
2.2.2.8.10 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire	242
2.2.3 Pacífico	244
2.2.3.1 Comportamiento climático	244
2.2.3.2 Incendios forestales	247
2.2.3.2.1 Análisis de la sucesión vegetal de áreas afectada por incendio en el Bajo Atrato	248
2.2.3.3 Comportamiento del recurso hídrico	248
2.2.3.3.1 Riesgos de inundación	249
2.2.3.3.1.1 Construcción participativa de herramientas tecnológicas para el monitoreo de riesgos asociados a inundaciones en el corregimiento de Doña Josefa, municipio de Atrato (Chocó)	251
2.2.3.3.2 Riesgos de desabastecimiento	251
2.2.3.3.3 Análisis integrado del agua área hidrográfica Pacífico	252
2.2.3.4 Generalidades poblacionales	253
2.2.3.5 Sector manufacturero	254
2.2.3.6 Calidad del agua	254
2.2.3.6.1 Evaluación de la calidad del agua	256
2.2.3.6.2 Monitoreo fisicoquímico y ecológico de aguas costeras en los municipios de Nuquí y Bahía Solano	256
2.2.3.7 Erosión costera en el Caribe, Pacífico y territorios insulares de Colombia	257
2.2.3.7.1 Departamento del Valle del Cauca	257
2.2.3.7.1.1 Punta Soldado	257
2.2.3.7.1.2 Piangüita	258
2.2.3.8 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2022	259
2.2.3.9 Usos del agua por sectores	261
2.2.3.10 Calidad del aire	261
2.2.3.11 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Pacífico	262
2.2.3.11.1 Control a la minería ilegal y restauración de áreas afectadas por la actividad	263
2.2.3.11.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones	263
2.2.3.11.3 Acciones de conservación, recuperación de cuerpos de agua y áreas de conservación, protección y reserva	264
2.2.3.11.4 Acciones de adaptación al cambio climático	265

Tabla de contenido

2.2.3.11.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	265
2.2.3.11.6 Acciones de evaluación control y vigilancia	267
2.2.3.11.7 Acciones contra la deforestación	267
2.2.3.11.8 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo	268
2.2.3.11.9 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire	268
2.2.3.11.10 Experiencias de monitoreo comunitario de poblaciones de felinos y otros mamíferos asociados a diferentes localidades del municipio de Nuquí (Chocó)	268
2.2.4 Orinoquia	269
2.2.4.1 Comportamiento climático	269
2.2.4.2 Incendios forestales	273
2.2.4.3 Comportamiento del recurso hídrico	273
2.2.4.3.1 Riesgos de inundación	274
2.2.4.3.2 Riesgos de desabastecimiento	276
2.2.4.3.3 Análisis integrado del agua área hidrográfica Orinoquia	276
2.2.4.4 Generalidades poblacionales	276
2.2.4.5 Sector manufacturero	278
2.2.4.6 Calidad del agua	278
2.2.4.6.1 Evaluación de la calidad del agua	280
2.2.4.6.2 Usos del agua por sectores	280
2.2.4.7 Calidad del aire	281
2.2.4.8 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Orinoquia	281
2.2.4.8.1 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	281
2.2.4.8.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones	282
2.2.4.8.3 Acciones de conservación, recuperación de cuerpos de agua y áreas de conservación, protección y reserva	283
2.2.4.8.4 Acciones de adaptación al cambio climático	283
2.2.4.8.5 Acciones de evaluación control y vigilancia	283
2.2.4.8.6 Acciones contra la deforestación	284
2.2.4.8.7 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo	284
2.2.4.8.8 Tratamiento de aguas residuales	284
2.2.5 Caribe	284
2.2.5.1 Comportamiento climático	285
2.2.5.2 Dinámica oceanográfica en la franja costera del departamento del Magdalena	289
2.2.5.2.1 Consideraciones metodológicas	289
2.2.5.3 Dinámica climática asociada a los flujos hídricos y la salinidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM)	292
2.2.5.3.1 Consideraciones metodológicas	292
2.2.5.4 Composición y densidad de microalgas potencialmente nocivas presentes en el Caribe colombiano, años 2021 y 2022	295

Tabla de contenido

2.2.5.4.1 Consideraciones metodológicas	295
2.2.5.4.2 Fitoplancton, Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) - ambiente estuarino	296
2.2.5.4.3 Fitoplancton, chengue (Parque Nacional Natural Tayrona - PNNT) y bahía de Santa Marta (Boya 2) – ambiente costero	298
2.2.5.4.4 Dinoflagelados bentónicos, Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona – PNNT)	299
2.2.5.5 Incendios forestales	300
2.2.5.6 Comportamiento del recurso hídrico	301
2.2.5.6.1 Riesgos de inundación	301
2.2.5.6.2 Riesgos de desabastecimiento	303
2.2.5.6.3 Análisis integrado del agua área hidrográfica Caribe	303
2.2.5.7 Generalidades poblacionales	305
2.2.5.8 Sector manufacturero	306
2.2.5.9 Calidad del agua	306
2.2.5.9.1 Evaluación de la calidad del agua	308
2.2.5.9.2 Monitoreo de la calidad fisicoquímica y ecológica de las aguas costeras en la bahía de Turbo como instrumento de análisis de los aportes contaminantes urbanos del caño Waffe	308
2.2.5.10 Erosión costera en el Caribe, el Pacífico y los territorios insulares de Colombia	309
2.2.5.10.1 Departamento del Magdalena, (2023)	309
2.2.5.10.1.1 Boca de la Barra	309
2.2.5.10.1.2 Ciénaga	310
2.2.5.10.1.3 Playa Salguero	311
2.2.5.10.2 Departamento de Córdoba	312
2.2.5.10.2.1 Puerto Rey	312
2.2.5.10.2.2 La Rada	313
2.2.5.10.2.3 Playa Blanca	313
2.2.5.11 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2022	313
2.2.5.11.1 Caribe continental	313
2.2.5.11.2 Caribe insular	314
2.2.5.12 Estado de los pastos marinos en Colombia 2022	316
2.2.5.12.1 Chocó Darién	318
2.2.5.12.2 Archipiélago de las Islas del Rosario y San Bernardo	319
2.2.5.12.3 Tayrona	319
2.2.5.12.4 Guajira	319
2.2.5.12.4.1 PNN Portete-Kaurrele	319
2.2.5.12.4.2 Guajira Media	320
2.2.5.13 Usos del agua por sectores	320
2.2.5.14 Calidad del aire	321
2.2.5.15 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Caribe	321
2.2.5.15.1 Control a la minería ilegal	321
2.2.5.15.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones	321

Tabla de contenido

2.2.5.15.3 Acciones de conservación y recuperación de cuerpos de agua	322
2.2.5.15.4 Acciones de adaptación al cambio climático	324
2.2.5.15.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	325
2.2.5.15.6 Acciones de evaluación control y vigilancia	326
2.2.5.15.7 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo	327
2.2.5.15.8 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire	327
2.2.6 Insulares	327
2.2.6.1 Comportamiento climático	328
2.2.6.2 Incendios forestales	332
2.2.6.3 Comportamiento del recurso hídrico	333
2.2.6.3.1 Riesgos de inundación	334
2.2.6.3.2 Riesgos de desabastecimiento	335
2.2.6.4 Generalidades poblacionales	335
2.2.6.5 Sector manufacturero ⁴⁶	336
2.2.6.6 Calidad del agua	337
2.2.6.7 Erosión costera en el Caribe, Pacífico y territorios insulares de Colombia	338
2.2.6.7.1 Isla Providencia	338
2.2.6.8 Estado de los pastos marinos en Colombia 2022	338
2.2.6.8.1 Caribe insular	339
2.2.6.8.1.1 Isla de San Andrés	339
2.2.6.8.2 Providencia y Santa Catalina	340
2.2.6.9 Calidad del aire	341
2.2.6.10 Estado de los bosques de manglar en el departamento archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, luego del huracán Julia	341
2.2.6.10.1 Consideraciones metodológicas	341
2.2.6.10.2 El Cove	343
2.2.6.10.3 Smith Channel	343
2.2.6.10.4 Sound Bay	343
2.2.6.10.5 Salt Creek	344
2.2.6.10.6 Cocoplum	344
2.2.6.10.7 Providencia y Santa Catalina	345
2.2.6.11 La desertificación una amenaza para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	347
2.2.6.11.1 Degradación actual de suelos por erosión	348
2.2.6.11.2 Degradación de suelos por compactación	350
2.2.6.11.3 Degradación de suelos por sellamiento	351
2.2.6.11.4 Degradación de suelos por salinización	353
2.2.6.11.5 Degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica	355
2.2.6.11.6 Estado actual de la degradación de suelos por desertificación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	357
2.2.6.12 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Caribe - insulares	360

Tabla de contenido

2.2.6.12.1 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones	360
2.2.6.12.2 Acciones de adaptación al cambio climático	360
2.2.6.12.3 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	360
2.2.6.12.4 Recolección de residuos sólidos	360
2.2.6.12.5 Protección de áreas marinas	361
2.3 Referencias	362
3. Recomendaciones del Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IEARNR 2022)	414
3.1 Responsabilidad en el reporte y entrega oportuna de datos en los sistemas definidos	415
3.2 Recomendaciones en la ampliación de la cobertura de seguimiento, control y análisis de información	415
3.3 Recomendaciones frente a las condiciones meteorológicas y climatológicas del año 2022	416
3.4 Recomendaciones frente a los incendios forestales y la deforestación	417
3.5 Recomendaciones frente al manejo y el estado del recurso agua	419
3.6 Recomendaciones frente al manejo y el estado del recurso aire	423
3.7 Recomendaciones frente al manejo y el estado del recurso suelo	423
3.8 Recomendaciones frente al manejo y el estado de los recursos bióticos y los ecosistemas	424
3.9 Recomendaciones asociadas al cambio climático	424
3.10 Recomendaciones frente a la presión sobre el ambiente en las áreas hidrográficas	425
3.10.1 Control a la minería ilegal	425
3.10.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones	425
3.10.3 Acciones de conservación y recuperación de cuerpos de agua	425
3.10.4 Acciones de adaptación al cambio climático	426
3.10.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal	426
3.10.6 Acciones de evaluación control y vigilancia	427
3.10.7 Acciones contra la deforestación	427
3.10.8 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo	427
3.10.9 Tratamiento de aguas residuales	427
3.10.10 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire	428
3.11 Recomendaciones frente a información del Registro Único Ambiental Manufacturero	428
3.12 Recomendaciones frente a la generación y gestión de residuos peligrosos en Colombia 2022	429
3.13 Recomendaciones frente al manejo de océanos	430
3.13.1 Efectos de los fenómenos climáticos en los océanos	430

Tabla de contenido

3.13.2 Con base en los resultados del índice de la calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)	430
3.13.3 Recomendaciones en relación con la presencia de microplásticos en las playas	431
3.13.4 Recomendaciones en relación con la calidad microbiológica del agua en las playas	431
3.13.5 Recomendaciones en relación con la presencia de microalgas nocivas en las playas	432
3.13.6 Recomendaciones frente a los procesos de erosión costera	432
3.13.7 Frente al estado de los pastos marinos	432
3.13.8 Frente al estado de los corales	433
3.13.9 Frente al estado de los manglares en San Andrés, Providencia y Santa Catalina por acción de los huracanes	433
3.13.10 Frente al estado de las especies de camarones objeto de pesca	434
3.13.10.1 Fauna acompañante	434
3.13.10.2 Talla media de captura (TMC): pesca de arrastre industrial nacional de camarón	434
3.14 Recomendaciones frente al estado de los suelos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, luego del paso de los huracanes	435
3.14.1 Lineamientos para la restauración y adaptación a los procesos de degradación de suelos por desertificación	435
3.15 Referencias	436

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1. Estructura de la población colombiana – año 2018	43
Figura 1.2. COP 27	49
Figura 1.3. Categoría “Bioproductos y servicios sostenibles”: subcategorías y actividades productivas	52
Figura 1.4. Categoría “Ecoproductos industriales”: subcategorías y actividades productivas	52

Capítulo 2

Figura 2.1. Áreas hidrográficas de Colombia	58
Figura 2.2. Índice de la anomalía anual de la temperatura media para el año 2022 ²	60
Figura 2.3. Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022 ³	62
Figura 2.4. Índice de la precipitación anual en porcentaje para el año 2022 ⁴	64
Figura 2.5. Mosaico del Índice de Precipitación Mensual durante 2022 ⁵	65
Figura 2.6. Variación mensual de la oferta hídrica nacional, en términos de escorrentía para 2021	69
Figura 2.7. Variación mensual de la oferta hídrica nacional en términos de escorrentía para 2022	70
Figura 2.8. Estructura del Sistema de Información Ambiental de Colombia	71
Figura 2.9. Monitoreo y variables del índice de calidad del agua (ICA)	75
Figura 2.10. Comparativo de la tendencia y comportamiento de la proporción de estaciones de mejor y peor calidad (2018-2022)	77
Figura 2.11. Valor del ICAM en los departamentos de las regiones del Caribe y Pacífico colombianos – 2022	78
Figura 2.12. Representación del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM) evaluado en los departamentos costeros de los litorales Caribe y Pacífico colombianos en 2022	79
Figura 2.13. Estaciones de monitoreo REDCAM de microplásticos - 2021	80
Figura 2.14. Playas turísticas evaluadas en los departamentos del Caribe y Pacífico de Colombia y estado de cumplimiento (cumple / no cumple) del criterio de calidad de coliformes termotolerantes para aguas recreativas de contacto primario, en los muestreos realizados	84
Figura 2.15. Playas turísticas evaluadas en los departamentos del Caribe y Pacífico de Colombia y estado de cumplimiento (cumple/no cumple) del valor de referencia para enterococos fecales en aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE)	86
Figura 2.16. Categorización del ICA y efectos en la salud	93
Figura 2.17. Consumo de agua por área hidrográfica en Colombia	100

Índice de figuras

Figura 2.18. Agua vertida por área hidrográfica	102
Figura 2.19. Generación de residuos no peligrosos área hidrográfica	104
Figura 2.20. Aprovechamiento de residuos no peligrosos por área hidrográfica	105
Figura 2.21. Tratamiento de residuos no peligrosos por área hidrográfica	106
Figura 2.22. Disposición final de residuos no peligrosos por área hidrográfica	107
Figura 2.23 Consumo de energía eléctrica por área hidrográfica	109
Figura 2.24. Distribución de la carga emitida de dióxido de azufre (SO ₂)	111
Figura 2.25. Distribución de la carga emitida de partículas suspendidas totales (PST)	113
Figura 2.26. Distribución de la carga emitida de óxido de nitrógeno (NO _x)	115
Figura 2.27. Íconos de residuos peligrosos (Respel)	117
Figura 2.28. Generación de residuos peligrosos por área hidrográfica y principales actividades	119
Figura 2.29. Corrientes de mayor generación en las áreas hidrográficas	121
Figura 2.30. Capacitación y acompañamiento a las corporaciones autónomas regionales y comunidades costeras en el monitoreo socioambiental haciendo uso del SMEC	125
Figura 2.31. Tendencia promedio general a través del tiempo de las condiciones ICTAC observadas en la totalidad de las estaciones de la región Caribe continental, entre 2014 y 2022	128
Figura 2.32. Localidades de monitoreo coralino y el estado de sus estaciones en 2022, según el índice de condición tendencia ICTAC para el Caribe colombiano	129
Figura 2.33. Esquema sintetizado de flujo metodológico para la construcción semiautomatizada del Mapa Nacional de Manglares	131
Figura 2.34. Mapa Nacional de Manglares 2020	131
Figura 2.35. 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) (talla media de madurez sex)	136
Figura 2.36. Variación interanual de la talla media de captura +/- desviación estándar (TMC) de las hembras camarón rosado (<i>Penaeus notialis</i>) en el Caribe colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) (talla media de madurez sexual - TMM)	136
Figura 2.37. Mapa cicatrices de quema en la Amazonia colombiana del año 2022 (al mes de noviembre)	144
Figura 2.38. Ranking de actividades económicas en la Amazonia colombiana - 2022	151
Figura 2.39. Mapa de los 19 CSA en la Amazonia colombiana	153
Figura 2.40. Análisis de usos del agua y vertimientos reportados	

Índice de figuras

en el SIRH - área Amazonas 2022	154
Figura 2.41. Estaciones de monitoreo reportadas en Sisaire año 2022	157
Figura 2.42. Mapa coberturas de la tierra – Amazonia colombiana 2022	159
Figura 2.43. Mapa de localización de las áreas a asociaciones con predios bajo acuerdos de conservación de bosques	160
Figura 2.44. Vacíos de información de flora identificados por el Herbario Amazónico Colombiano - 2022	164
Figura 2.45. Mapa de colecciones botánicas del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) del Instituto Sinchi a 2022	165
Figura 2.46. Portada del Capítulo 6. Useful Plants of the Colombian Amazon En: Useful Plants and Fungi of Colombia (UPFC) - Kew Gardens	166
Figura 2.47. Fotografías de especies encontradas en salidas de campo 2022	169
Figura 2.48. Fotografías del monitoreo de fauna de consumo en la EFI (2019 - 2022)	171
Figura 2.49. Ampliaciones de distribución geográfica para Colombia, a partir del trabajo de 2022	176
Figura 2.50. Nuevas especies registradas en 2022 que están en proceso de descripción	176
Figura 2.51. Venta de pescado en el puerto de San Victorino (Mitú, Vaupés)	182
Figura 2.52. Ranking de actividades Magdalena-Cauca	200
Figura 2.53. Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área Magdalena-Cauca 2022	202
Figura 2.54. Comportamiento del ICA en el río Cauca en 2021-2022	204
Figura 2.55. Comportamiento del ICA en el río Magdalena en 2021-2022	204
Figura 2.56. Comportamiento del ICA en el río Bogotá en 2021-2022	205
Figura 2.57. Comportamiento del ICA en el río Chicamocha en 2021-2022	206
Figura 2.58. Participación sectorial demanda Magdalena-Cauca	206
Figura 2.59. Labores de glaciología en los parques nacionales naturales (PNN) El Cocuy y Los Nevados (fotografías)	211
Figura 2.60. Cámara de fotoseguimiento glaciar en el Nevado de Santa Isabel, PNN Los Nevados	212
Figura 2.61. Distribución global de los glaciares ecuatoriales	212
Figura 2.62. Evolución glaciar del volcán Nevado Santa Isabel durante el periodo 2021-2022	217
Figura 2.63. Glaciar Otún Sur. 26 de septiembre de 2021. Longitud 30 m (fotografía)	217

Índice de figuras

Figura 2.64. Glaciar Otún Sur. 10 de agosto de 2021. Longitud del glaciar en 2020. 50 metros (fotografía)	217
Figura 2.65. Glaciar Otún Sur. 15 de diciembre de 2021. Longitud: 10 m (fotografía)	217
Figura 2.66. Glaciar Otún Norte. 23 de noviembre de 2021 (fotografía)	217
Figura 2.67. Glaciar Otún Norte, 10 de agosto de 2021. Longitud del glaciar: 80 m (fotografía)	218
Figura 2.68. Glaciar Otún Norte, 15 de diciembre de 2021. Longitud del glaciar: 40 m (fotografía)	218
Figura 2.69. Cartelera comunitaria ubicada al exterior de la institución educativa “El Cardón”, en El Cocuy (Boyacá)	220
Figura 2.70. Estudiantes de la escuela San Roque (municipio de Güicán de la Sierra) aprenden a graficar los datos que diariamente registran	221
Figura 2.71. Guías turísticos de Santa Rosa de Cabal (Risaralda) registran el retroceso del frente glaciar en el sector Conejeras del Nevado Santa Isabel, PNN Los Nevados	221
Figura 2.72. Estudiantes universitarios, un campesino y un indígena se integran en una actividad de glaciología usando un taladro de hielo a vapor para instalar una baliza de ablación (Glaciar Santa Isabel, Andes colombianos)	222
Figura 2.73. Guardaparques se interesan por saber cómo funciona una cámara de fotoseguimiento instalado en un glaciar en Colombia	222
Figura 2.74. Una joven mujer universitaria lidera el Grupo Tolima que instalará balizas de ablación en un glaciar colombiano.	222
Figura 2.75. Un joven de la comunidad indígena Arhuaca (Sierra Nevada de Santa Marta) y un campesino-guía de montaña narran sus percepciones sobre sus territorios glaciares y la experiencia de haber ascendido, a estudiantes universitarios de Bogotá, D. C.	223
Figura 2.76. Representantes de comunidades indígenas y campesinas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, reunidos para dialogar con glaciólogos sobre monitoreo y dinámica glaciar (La Paz, Bolivia, 2016)	223
Figura 2.77. Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área hidrográfica Pacífico 2022	255
Figura 2.78. Rasgos geomorfológicos en la localidad de Punta Soldado, Buenaventura	258
Figura 2.79. Rasgos geomorfológicos en la localidad de La Bocana, Buenaventura	258
Figura 2.80. 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 2022	259
Figura 2.81. 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 2022.	260

Índice de figuras

Figura 2.82. Participación sectorial demanda Pacífico	261
Figura 2.83. Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área hidrográfica Orinoquia 2022	279
Figura 2.84. Participación sectorial demanda Orinoquia	280
Figura 2.85. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la franja costera del departamento del Magdalena	289
Figura 2.86. Promedios mensuales multianuales de la velocidad del viento para las estaciones Punta Betín (Invemar)	290
Figura 2.87. 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 las épocas seca, de transición y húmeda	290
Figura 2.88. 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 las épocas seca, de transición y húmeda	291
Figura 2.89. 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 las épocas seca, de transición y húmeda	292
Figura 2.90. Área de estudio y distribución de las estaciones de monitoreo en el departamento del Magdalena – convenio Invemar y Corpamag	293
Figura 2.91. Índice ONI en el departamento del Magdalena durante el periodo 2021-2022	293
Figura 2.92. Magnitud de la velocidad del viento durante el periodo 2021 y 2022	294
Figura 2.93. Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área hidrográfica Caribe 2022	307
Figura 2.94. Perfiles topográficos históricos en la localidad de Boca de la Barra (a) y registro fotográfico multitemporal (b, c y d)	310
Figura 2.95. Perfiles topográficos históricos en la localidad de Ciénaga (a) y registro fotográfico multitemporal (b, c y d)	311
Figura 2.96. Perfiles topográficos históricos en la localidad de Playa Salguero (a) y registro fotográfico multitemporal (b, c y d)	312
Figura 2.97. Frente de erosión en la costa de Puerto Rey favorecido por la presencia de rocas sedimentarias fracturadas en acantilados	312
Figura 2.98. Procesos erosivos sobre el manglar en La Rada	313
Figura 2.99. Obras duras sobre la línea de costa en Playa Blanca	313
Figura 2.100. Localidades de monitoreo coralino y el estado de sus estaciones en el año 2022, según el índice de condición tendencia (ICTAC) para el Pacífico colombiano: A. PNN Utría, B. SFF Malpelo y C. PNN Gorgona	314
Figura 2.101. Porcentaje de estaciones de la isla de Providencia que presentan alguno de los estados de condición del indicador ICTAC	315

Índice de figuras

Figura 2.102. Tendencia registrada para las estaciones ubicadas en la isla de Providencia	315
Figura 2.103. Porcentaje de estaciones del PNN McBean Lagoon presentando alguno de los estados de condición del indicador ICTAC	315
Figura 2.104. Estaciones de monitoreo de pastos marinos y el estado de sus estaciones, según el indicador de condición-tendencia ICTPM para la densidad de vástagos en el Caribe colombiano en 2022	317
Figura 2.105. Estaciones de monitoreo de pastos marinos y el estado de sus estaciones, según el indicador de condición-tendencia ICTPM para presencia del hongo Labyrinthula spp. en el Caribe colombiano en 2022	318
Figura 2.106. Participación sectorial demanda Caribe	320
Figura 2.107. Cambios en la posición de la línea de costa en el sector de Agua Dulce (Providencia)	338
Figura 2.108. Mapa de la isla de San Andrés resaltando el área de evaluación de la cuenca lagunar	339
Figura 2.109. Mapa de la isla de San Andrés resaltando el área de evaluación del sector suroccidental	340
Figura 2.110. Paisaje interno del manglar con evidencia de la caída de ramas dentro de las parcelas de monitoreo	343
Figura 2.111. Paisaje interno del manglar de Smith Channel en donde se evidencian árboles de mangle de gran porte, en general, en buen estado, pero algunos caídos y con signos de defoliación leve en las copas de los árboles	343
Figura 2.112. Paisaje interno del manglar de Smith Channel, en donde se evidencian árboles de mangle de gran porte, en general, en buen estado, pero algunos caídos y con signos de defoliación leve en las copas de los árboles	343
Figura 2.113. Paisaje interno del manglar de la estación de monitoreo de Salt Creek, con la evidencia de ramas grandes partidas y caídas sobre el agua que estaba con un nivel alto de inundación y algunos árboles caídos de Rhizophora mangle	344
Figura 2.114. Paisaje interno del manglar de la estación de monitoreo de Cocoplum, con la evidencia de árboles caídos de Laguncularia racemosa	344
Figura 2.115. Paisaje interno dentro de las estaciones de monitoreo de manglar de Santa Catalina (A), de Old Town (B) y de McBean Lagoon (C)	346
Figura 2.116. Mapa de degradación de suelos por erosión en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021 ⁴	349
Figura 2.117. Mapa de la degradación de suelos por compactación, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021 ⁵¹	351

Índice de figuras

Figura 2.118. Mapa de degradación de suelos por sellamiento en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021 ⁴⁴	353
Figura 2.119. Mapa de degradación de suelos por salinización en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021 ⁵³	355
Figura 2.120. Mapa de degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 2021 ⁴⁴	357
Figura 2.121. Mapa de zonificación de la degradación de los suelos por desertificación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 2021 ⁴	359

Índice de gráficas

Capítulo 1

Gráfica 1.1. Tendencia de la proyección de población pre - COVID-19, pos-covid-19 y Wold Population Prospect	44
Gráfica 1.2. Número de personas de nacionalidad venezolana con TMF aprobada 2017- agosto 2022	45
Gráfica 1.3. Número de emigrantes de largo plazo a nivel nacional según país de destino (2005 - 2020)	45
Gráfica 1.4. Variación anual del índice de precios al consumidor (IPC) por división de gasto (diciembre 2022)	46
Gráfica 1.5. Asesinatos de líderes por departamento - 2022	47
Gráfica 1.6. Asesinatos de ambientalistas - 2022	48
Gráfica 1.7. Meses en los que se presentaron los asesinatos de líderes sociales y ambientales - 2022	48

Capítulo 2

Gráfica 2.1. Distribución a nivel departamental del área que ha presentado afectaciones en los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia (periodo 2017-2021)	67
Gráfica 2.2. Distribución por área hidrográfica de los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia	68
Gráfica 2.3. Variación anual de la esorrentía por área hidrográfica de 2021	69
Gráfica 2.4. Variación anual de la esorrentía por área hidrográfica de 2022	70
Gráfica 2.5. Participación sectorial en la demanda hídrica nacional en 2020	74
Gráfica 2.6. Proporción de los tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas de Colombia – 2021	81
Gráfica 2.7. Proporción de los tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas del Caribe colombiano – 2021	81
Gráfica 2.8. Proporción de los tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas del Pacífico colombiano - 2021	82
Gráfica 2.9. Tendencia del número de playas turísticas evaluadas en el periodo 2001 y 2022 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, según el valor de referencia para enterococos fecales para aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE)	83
Gráfica 2.10. Tendencia del número de playas turísticas evaluadas en el periodo 2001 y 2022 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, según el valor de referencia para enterococos fecales en aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE)	85

Índice de gráficas

Gráfica 2.11. Histórico de establecimientos que reportan información en la plataforma del RUA manufacturero	98
Gráfica 2.12. Demanda de agua utilizada durante la actividad manufacturera en el país - periodo 2014-2022	99
Gráfica 2.13. Agua residual vertida durante la actividad manufacturera en el país para el periodo 2014-2022	101
Gráfica 2.14. Generación de residuos sólidos no peligrosos durante la actividad manufacturera en el país para el periodo 2014-2022	103
Gráfica 2.15. Consumo de energía eléctrica durante la actividad manufacturera en el país para el periodo 2014-2022	108
Gráfica 2.16. Emisiones fuentes fijas de óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2) y partículas suspendidas totales (PST) de la industria manufacturera	110
Gráfica 2.17. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de dióxido de azufre (SO2) en la industria manufacturera	112
Gráfica 2.18. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de partículas suspendidas totales (PST) en la industria manufacturera	114
Gráfica 2.19. Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de óxidos de nitrógeno (NOx) en la industria manufacturera	116
Gráfica 2.20. Establecimientos que reportaron información en el registro de generadores de residuos peligrosos 2015 -2022	116
Gráfica 2.21. Transmisión de reportes del Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (porcentaje - %) (2015 – 2022)	116
Gráfica 2.22. Generación de residuos peligrosos (Respel) en Colombia (2015-2022)	118
Gráfica 2.23. Generación Respel 2022 por área hidrográfica - en toneladas (t) y porcentaje (%)	118
Gráfica 2.24. Principales diez corrientes de residuos peligrosos más generadas en 2022 (t)	121
Gráfica 2.25. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final total 2020-2022 (en porcentaje %)	121
Gráfica 2.26. Tipo de gestión por área hidrográfica (en porcentaje %)	122
Gráfica 2.27. 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 (1956 – 2022)	133
Gráfica 2.28. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesquería de camarón de aguas someras en el Caribe colombiano	134
Gráfica 2.29. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y el Caribe colombiano (B)	135

Índice de gráficas

Gráfica 2.30. Relación de incendios y área afectada en Amazonia colombiana en 2022	142
Gráfica 2.31. Distribución mensual de cicatrices de quema registrada desde el año 2017 al 2022 por mes	144
Gráfica 2.32. Escorrentía superficial Amazonia colombiana	146
Gráfica 2.33. Eventos naturales asociados a precipitaciones en el área hidrográfica Amazonas en 2022	148
Gráfica 2.34. Participación sectorial en la demanda hídrica por área hidrográfica	155
Gráfica 2.35. Participación sectorial demanda Amazonia colombiana 2022	156
Gráfica 2.36. Área de bosque en predios con firma de acuerdo línea base 2017	161
Gráfica 2.37. Área de pastizales en predios con firma de acuerdo de conservación	161
Gráfica 2.38. Longitud de vías (km) en asociaciones bajo de acuerdo de conservación – periodos 2017-2022	161
Gráfica 2.39. Tendencia del índice de conservación de bosque de los predios bajo acuerdos, tomando como referencia la línea base 2017	162
Gráfica 2.40. Línea base sobre el consolidado de tamaños de captura reglamentaria de peces comerciales en río Amazonas registrado para el año 2000 y su comparación con el consolidado a 2020	183
Gráfica 2.41. Línea base sobre el consolidado de tamaños de captura reglamentaria de peces comerciales en río Putumayo registrado para el año 2000 y su comparación con el consolidado a 2020	183
Gráfica 2.42. Relación de incendios y área afectada en Magdalena -Cauca 2022	193
Gráfica 2.43. Escorrentía superficial en el área hidrográfica Magdalena-Cauca 2022	193
Gráfica 2.44. Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Magdalena-Cauca	195
Gráfica 2.45. IACAL Área Hidrográfica Magdalena-Cauca	196
Gráfica 2.46. IVH Magdalena-Cauca	197
Gráfica 2.47. Porcentaje de IVH de las subzonas de Magdalena Cauca en comparación con el resto del país	197
Gráfica 2.48. Magdalena-Cauca: análisis integrado en comparación del resto del país	197
Gráfica 2.49. Número de estaciones por departamento – área hidrográfica Magdalena-Cauca	208
Gráfica 2.50. Número de estaciones por parámetro por departamento Magdalena-Cauca	208
Gráfica 2.51. Balance de masa intraanual del glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras durante el año hidrológico 2022	213

Índice de gráficas

Gráfica 2.52. Balance de masa multianual y acumulado del glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras durante el año hidrológico 2022	213
Gráfica 2.53. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2022. Glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras	213
Gráfica 2.54. Espesor promedio anual de la nieve en el volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras	214
Gráfica 2.55. Balance de masa intraanual de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco, durante el año hidrológico 2022	214
Gráfica 2.56. Balance de masa anual y acumulado de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco	214
Gráfica 2.57. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2022. (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco)	215
Gráfica 2.58. Espesor promedio anual de la nieve de la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco	215
Gráfica 2.59. Relación de incendios y área afectada en el área hidrográfica Pacífico en 2022	247
Gráfica 2.60. Escorrentía superficial Pacífico – comparación años 2021 y 2022	249
Gráfica 2.61. Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Pacífico	250
Gráfica 2.62. Ranking de actividades Pacífico	254
Gráfica 2.63. Relación de incendios y área afectada en Orinoquia 2022	273
Gráfica 2.64. Escorrentía superficial Orinoquia comparación años 2021 y 2022	274
Gráfica 2.65. Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Orinoquia	276
Gráfica 2.66. Ranking de actividades Orinoquia	278
Gráfica 2.67. Promedios mensuales del caudal de entrada a la CGSM para el periodo 2021 y 2022 (estaciones Boca Clarín, Caño Grande, Río Fundación, Río Aracataca, Río Sevilla y Caño Ají)	294
Gráfica 2.68. Promedios mensuales del caudal de salida de la CGSM para el periodo 2021-2022	295
Gráfica 2.69. Ciclo anual de la salinidad en la CGSM para el periodo 2021-2022	295
Gráfica 2.70. Densidades celulares (cél. L-1) medidas mensualmente entre octubre de 2021 y septiembre de 2022, en las estaciones de Boca de la Barra-LBA y Ciénaga La Luna-CLU en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM)	296
Gráfica 2.71. Abundancias relativas (%), medidas mensualmente en BLA y CLU (CGSM) entre octubre de 2021 y septiembre de 2022	297
Gráfica 2.72. Densidad y abundancia relativa del fitoplancton registrado en la bahía Chengue (BCH) y bahía de Santa Marta (Boya 2), entre febrero y septiembre de 2022	298

Índice de gráficas

Gráfica 2.73. Abundancia relativa (%) del fitoplancton en Bahía Chengue y Boya 2, entre febrero y septiembre de 2022	298
Gráfica 2.74. Abundancia general por estación y relativa por género de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022 en Bahía Chengue	299
Gráfica 2.75. Abundancia general por estación y relativa por morfotipo de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022, en Bahía Chengue	299
Gráfica 2.76. Abundancia general por estación y relativa por género de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022, en Laguna Chengue	300
Gráfica 2.77. Abundancia general por estación y relativa por morfotipo de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022, en Laguna Chengue	300
Gráfica 2.78. Relación de incendios y área afectada en el área hidrográfica Caribe 2022	301
Gráfica 2.79. Escorrentía superficial Caribe comparación años 2021 y 2022	301
Gráfica 2.80. Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Caribe	303
Gráfica 2.81. Área hidrográfica Caribe – análisis integrado en comparación con el resto del país	304
Gráfica 2.82. Ranking de actividades Caribe	306
Gráfica 2.83. 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 Chocó-Darién	318
Gráfica 2.84. 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 Islas del Rosario y San Bernardo	319
Gráfica 2.85. 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	319
Gráfica 2.86. 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 Portete-Kaurrele	320
Gráfica 2.87. Tendencia de las variables de densidad de vástagos y presencia de Labyrinthula spp. del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para la Guajira Media.	320
Gráfica 2.88. Variación anual de la superficie de cobertura vegetal afectada por incendios para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	332
Gráfica 2.89. Superficie de cobertura vegetal afectada por incendios en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	333
Gráfica 2.90. Población de San Andrés y Providencia por edad (proyección de 2022)	335

Índice de gráficas

Gráfica 2.91. Ranking de actividades Caribe insular	336
Gráfica 2.92. Porcentaje de defoliación en los árboles de mangle en las estaciones de monitoreo evaluadas en la isla de San Andrés, después del paso del huracán Julia	345
Gráfica 2.93. Porcentaje de defoliación en los árboles de mangle en las estaciones de monitoreo evaluadas en la isla de Providencia y Santa Catalina, después del paso del huracán Julia	346

Índice de tablas

Tabla 2.1. Comportamiento del ONI durante el año 2022	60
Tabla 2.2. Categorización del índice de calidad del agua	75
Tabla 2.3. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)	77
Tabla 2.4. Porcentaje de estaciones de muestreo de aguas marinas y costeras evaluadas con el ICAM en los años 2021 y 2022	77
Tabla 2.5. Generación de Respel en el sector de hidrocarburos 2020-2022	120
Tabla 2.6. Valores de referencia para las variables del índice de condición-tendencia de áreas coralinas – ICTAC (Rodríguez-Rincón et al., 2014) en la región Caribe colombiana	127
Tabla 2.7. Valores de referencia para las variables del índice de condición-tendencia de áreas coralinas – ICTAC (Rodríguez-Rincón et al., 2014) en la región Pacífico Colombiana	127
Tabla 2.8. Valores de referencia finales para definir el índice de condición-tendencia de áreas coralinas – ICTAC	128
Tabla 2.9. 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 2022	129
Tabla 2.10. Precipitaciones en la Amazonia colombiana mes a mes en 2022	139
Tabla 2.11. Temperatura en el área hidrográfica Amazonia en 2022	141
Tabla 2.12. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Amazonas	147
Tabla 2.13. Área de ZPI transformadas en Amazonas	148
Tabla 2.14. Actividades económicas y habitantes de la Amazonia colombiana	150
Tabla 2.15. Conflictos socioambientales caracterizados en la Amazonia colombiana	153
Tabla 2.16. Coberturas de la tierra agrupadas de la Amazonia colombiana en 2022	158
Tabla 2.17. Resumen y cifras de biodiversidad de fauna y flora para la Amazonia colombiana registradas por el Instituto Sinchi en 2022	163
Tabla 2.18. Salidas de campo del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) del Instituto Sinchi en 2022	167
Tabla 2.19. Géneros y especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares reportadas para la Amazonia colombiana en 2022	172
Tabla 2.20. Longitud estándar promedio de algunas especies de peces comercializados para consumo humano en la cuenca media del río Putumayo (Puerto Leguizamó) y en río Amazonas (Leticia), comparados con la TCR. Cifras en rojo indican tamaños por debajo de TCR	181
Tabla 2.21. Precipitaciones en la cuenca Magdalena-Cauca en 2022	188
Tabla 2.22. Temperatura en el área hidrográfica Magdalena-Cauca 2022	190

Índice de tablas

Tabla 2.23. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Magdalena-Cauca	194
Tabla 2.24. Áreas de ZPI naturales y transformadas en Magdalena-Cauca	195
Tabla 2.25. Actividades económicas y habitantes Magdalena-Cauca	198
Tabla 2.26. Estaciones del SIAIRE ubicadas en Magdalena Cauca y los parámetros monitoreados	207
Tabla 2.27. Evolución del área glaciar en Colombia desde mediados del siglo XIX	215
Tabla 2.28. Evolución del área glaciar en Colombia entre 2021 y 2022	216
Tabla 2.29. Precipitaciones en el área hidrográfica Pacífico 2022	244
Tabla 2.30. Temperatura en el área hidrográfica Pacífico en 2022	246
Tabla 2.31. Áreas de Zonas Potencialmente Inundables (ZPI) Pacífico	249
Tabla 2.32. Área de ZPI transformadas en Pacífico	250
Tabla 2.33. Clasificación de los índices para realizar el análisis integrado del área hidrográfica Pacífico	252
Tabla 2.34. Actividades económicas y habitantes Pacífico	253
Tabla 2.35. Clasificación de los índices para realizar el análisis integrado del área hidrográfica Pacífico	260
Tabla 2.36. Estaciones del SIAIRE ubicadas en Pacífico y los parámetros monitoreados	262
Tabla 2.37. Precipitaciones en el área hidrográfica Orinoquia en 2022	270
Tabla 2.38. Temperatura en el área hidrográfica Orinoquia 2022	272
Tabla 2.39. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Orinoquia	274
Tabla 2.40. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) en Orinoquia	275
Tabla 2.41. Actividades económicas y habitantes Orinoquia	277
Tabla 2.42. Estaciones del SIAIRE ubicadas en Orinoquia y los parámetros monitoreados	281
Tabla 2.43. Precipitaciones en el área hidrográfica Caribe 2022	285
Tabla 2.44. Temperatura en el área hidrográfica Caribe 2022	287
Tabla 2.45. Géneros con especies toxigénicas, toxinas producidas y efectos que generan	297
Tabla 2.46. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Caribe	302
Tabla 2.47. Área de zonas potencialmente inundables (ZPI) transformadas en Caribe	302
Tabla 2.48. Clasificación de los índices para realizar el análisis integrado del área hidrográfica Caribe	304
Tabla 2.49. Actividades económicas y habitantes Caribe	305
Tabla 2.50. Criterios de condición tendencia con respecto a la densidad (vástagos/m ²) para praderas de pastos marinos mono-específicas o mixtas con mayor proporción de <i>Thalassia testudinum</i>	316

Índice de tablas

Tabla 2.51. Criterios de condición tendencia con respecto a la densidad (vástagos/m ²) para praderas de pastos marinos mixtas dominadas por <i>Syringodium filiforme</i>	316
Tabla 2.52. Escala de valoración preliminar de referencia para la afectación de <i>Labyrinthula</i> spp. del indicador de condición- tendencia pastos marinos- ICTPM	317
Tabla 2.53. Escala ejemplo de valoración integral del indicador de condición-tendencia de pastos marinos - ICTPM	317
Tabla 2.54. Estaciones del Sisaire ubicadas en Caribe y los parámetros monitoreados	321
Tabla 2.55. Precipitaciones en las áreas insulares	329
Tabla 2.56. Temperatura en las áreas insulares	330
Tabla 2.57. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Región Insular Caribe	334
Tabla 2.58. Área de zonas potencialmente inundables (ZPI) transformadas en Caribe insular	334
Tabla 2.59. Actividades económicas y habitantes San Andrés, Providencia y Santa Catalina	336
Tabla 2.60. Estaciones del SISAIRE ubicadas en Caribe y los parámetros monitoreados	341
Tabla 2.61. Tabla de la leyenda descriptiva del proceso de degradación de suelos por erosión, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, año 2021	348
Tabla 2.62. Tabla de la dinámica de la degradación de suelos por erosión para los periodos 2015 y 2022	350
Tabla 2.63. Tabla de las variables, los rangos y los criterios para la calificación del grado de degradación de suelos por compactación	350
Tabla 2.64. Leyenda del proceso de degradación de suelos por sellamiento 2022 en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	352
Tabla 2.65. Leyenda del proceso de degradación de suelos por salinización 2022 en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	354
Tabla 2.66. Dinámica del grado y la magnitud de la degradación de suelos por salinización en los años 2017 y 2022, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	354
Tabla 2.67. Leyenda del proceso de degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica 2021, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	356
Tabla 2.68. Leyenda de degradación de suelos por desertificación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	358

Capítulo 3

Tabla 3.1. Opciones de medidas de seguimiento que se puedan adoptar, según la valoración del índice ICAM	431
--	-----

Índice de infografías

Capítulo 2

Infografía 2.1. Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH con vigencia 2022	73
Infografía 2.2. Sistemas de vigilancia de la calidad del aire y estaciones de monitoreo - año 2022 ¹⁰	88
Infografía 2.3. Municipios que requieren implementar o mejorar los SVCA, según el tamaño de su población- año 2022 ¹¹	90
Infografía 2.4. Proporción de datos del índice de calidad del aire (ICA) para partículas menores a 10 y 2,5 micras (PM10 y PM2,5) – promedio por departamento (año 2022) ¹²	94
Infografía 2.5. Anomalías de concentración entre el promedio anual de 2022 con el promedio multianual del periodo 2010-2021 en $\mu\text{g m}^{-3}$ para (a) PM2.5, (b) PM10, (c) O3 y (d) SO2 ¹³	96
Infografía 2.6. Anomalías de concentración entre el promedio anual de 2022 con el promedio multianual del periodo 2019-2021 en $1\text{e-}3 \text{ mol m}^{-2}$ para el NO2 ¹⁴	97
Infografía 2.7. Mapa de la isla de San Andrés con la localización espacial de las estaciones de monitoreo de manglar de Coralina y que han sido evaluadas por el Invemar, en los últimos siete años y visitadas después del paso del huracán Julia ³⁶	342
Infografía 2.8. Isla de Providencia y Santa Catalina con la cobertura actualizada de manglar vivo a 2021 (14 ha) y la localización de las parcelas permanentes de monitoreo de las estaciones de manglar en donde se realizaron los recorridos de evaluación después del paso del huracán Julia ³ .	345

Índice de ecuaciones

Capítulo 2

Ecuación 2.1. Cálculo del índice de calidad del agua (ICA)	75
Ecuación 2.2. ICTAC	126
Ecuación 2.3. Algoritmo del análisis integrado del agua	149
Ecuación 2.4.	316



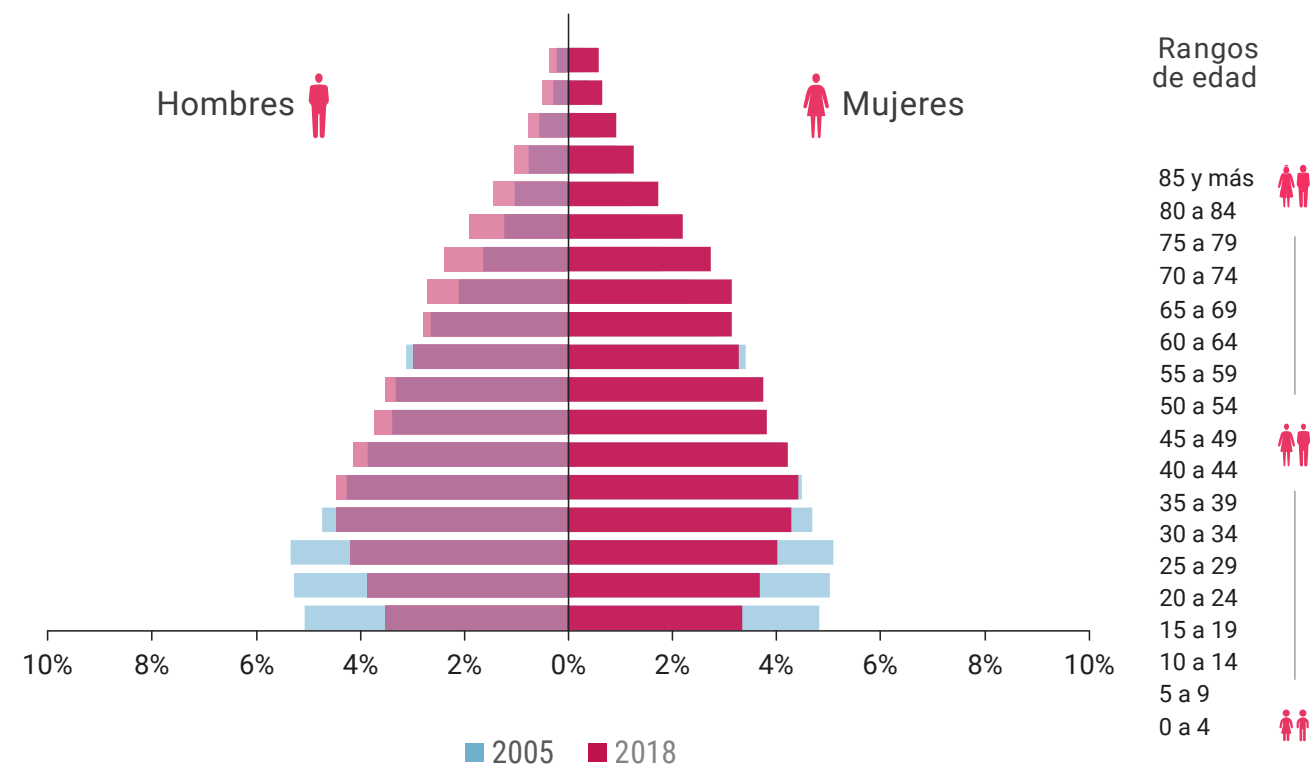
1. Generalidades

1.1 Panorama general en Colombia – año 2022

El año 2022 estuvo enmarcado en fenómenos políticos y económicos para Colombia, asociados no solo al cambio de gobierno sino también de corriente política. En el ámbito internacional, se presentaron eventos con efectos en la economía mundial por el resentimiento pospandemia, aunados al desabastecimiento de productos y suministros para uso agrícola producidos en Ucrania, con efectos adversos en la inflación del país. De la misma manera, el comportamiento del precio del dólar, con una clara tendencia a la alza y depreciación del peso colombiano, fue otra situación que contribuyó al incremento de los precios en los alimentos y productos de la canasta familiar.

En términos de comportamiento demográfico, desde el año 2018, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) no ha realizado una actualización del censo poblacional, por lo que se mantiene el dato oficial que estima una población de 48.258.494 personas. El 51,2 % son mujeres, de las cuales el 4,43 % se encuentra entre los 20 a los 24 años, y un 48,8 % son hombres, entre los que un 4,49 % se encuentran en el mismo rango (DANE, 2018).

► **Figura 1.1.**
Estructura de la población colombiana – año 2018

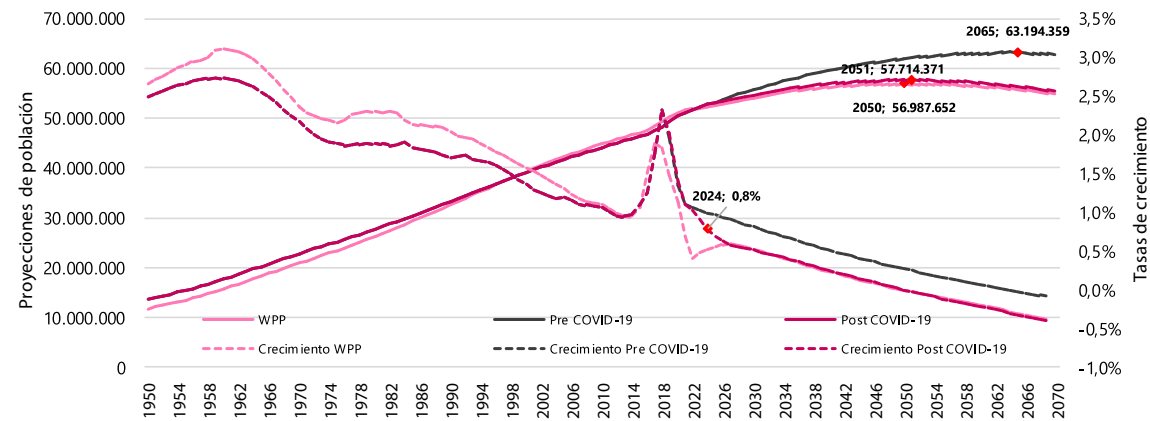


Fuente: DANE (2018).

No obstante, las proyecciones realizadas por el DANE indican que, para junio de 2022, la población total del país era de 51.682.692 de personas (DANE, 2023a).

Gráfica 1.1.
Tendencia de la proyección de población pre - COVID-19, pos-covid-19 y Wold Population Prosect

Nacional. Tendencia de la proyección de población Pre COVID-19, Post COVID-19 y World Population Prosect



• La población estimada de Colombia para el año 2035 pasa de 57,804,147 en la serie proyectada antes de la pandemia a 55,990,158 en la serie ajustada con los efectos del COVID-19. El crecimiento negativo que inicialmente se proyectaba para 2065 se adelanta 14 años e inicia en 2051.

Fuente: DANE (2023a).

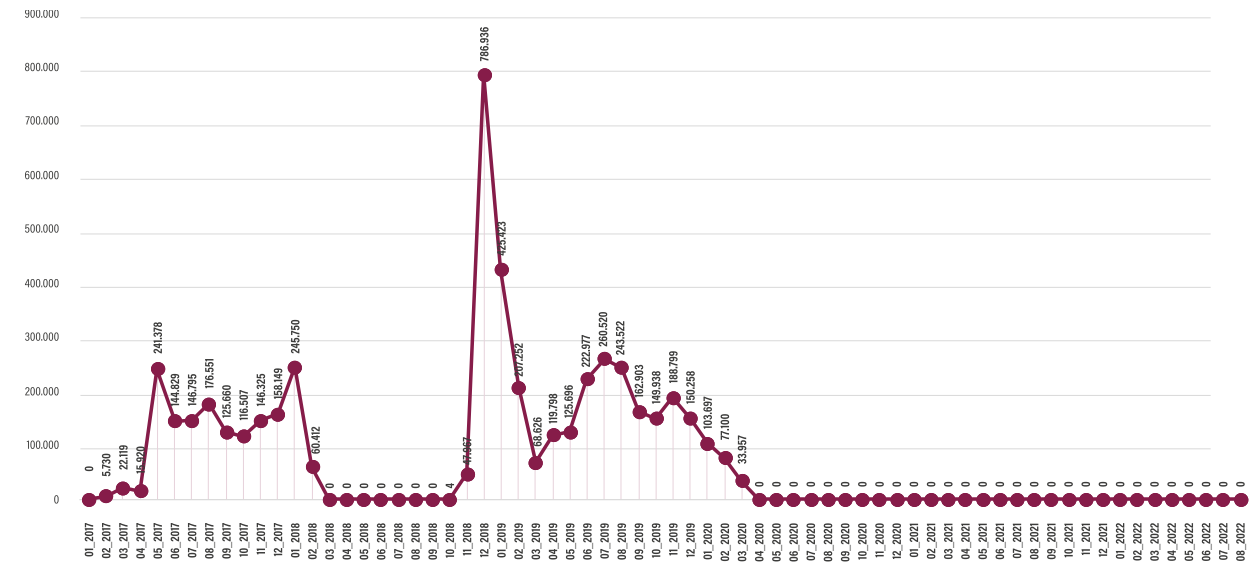
Adicionalmente, frente al fenómeno migratorio, principalmente desde Venezuela, se debe tener presente que, dado el cierre de la frontera en el puente Simón Bolívar, las rutas de migración han sido informales y, por lo tanto, no existe un registro preciso de la cantidad de personas migrantes desde ese país. Sin embargo, el DANE presenta dos indicadores, entre otros, asociados al fenómeno migratorio relacionado con la población de origen venezolano. Por un lado, está el Registro Único de Migrantes Venezolanos (RUMV), que reporta el número de personas de esa nacionalidad que han iniciado el proceso para regularizar su permanencia en Colombia. Este indicador muestra que la mayoría inició el trámite en 2021, con un registro de 742.512 personas. Además, en promedio, entre julio de 2021 y agosto de 2022, se inscribieron 105.312 personas por mes, para un total de 2.454.528 personas prerregistradas entre mayo de 2021 y agosto de 2022 (DANE, 2022b).

Por otra parte, existe el indicador asociado al número de personas venezolanas con Tarjeta de Movilidad Fronteriza (TMF) aprobada o entregada, la cual permite a la persona el ingreso y permanencia temporal por un periodo máximo de tiempo de siete días. No obstante, y aunque desde abril de 2020 se dejó de hacer entrega de este documento, se puede observar su tendencia de aprobación en la Gráfica 1.3. Allí se aprecian picos entre 2018 y 2020, con una máxima en el mes de diciembre de 2018, con 764.107 personas que obtuvieron el permiso.



Fuente: Jhon Nieto (2022).

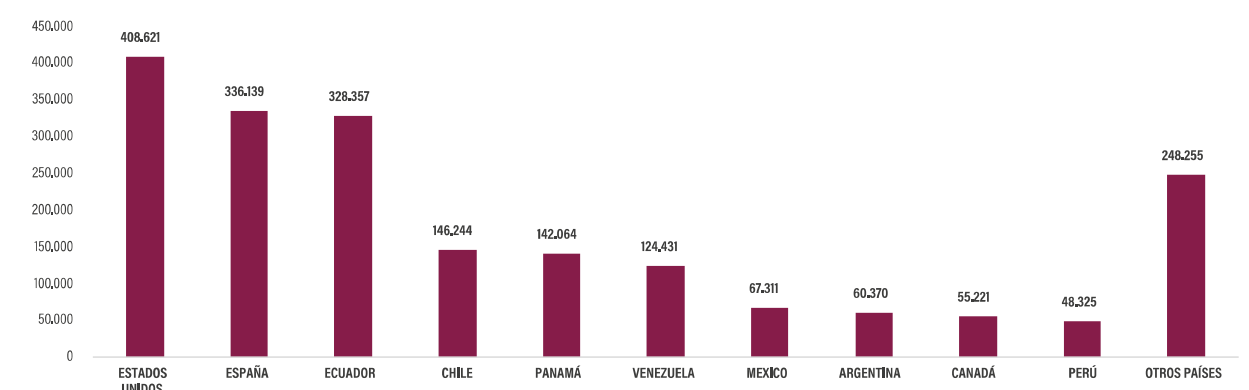
Gráfica 1.2.
Número de personas de nacionalidad venezolana con TMF aprobada 2017- agosto 2022



Fuente: DANE (2022).

El fenómeno migratorio no solo se presenta hacia Colombia, sino también desde Colombia. Los datos de emigración de colombianos entre 2005 y 2020 fueron, en mayor medida, hacia los Estados Unidos (22 %), Ecuador (20 %) y España (14 %); el 44 % restante tuvo destinos diferentes.

Gráfica 1.3.
Número de emigrantes de largo plazo a nivel nacional según país de destino (2005 - 2020)



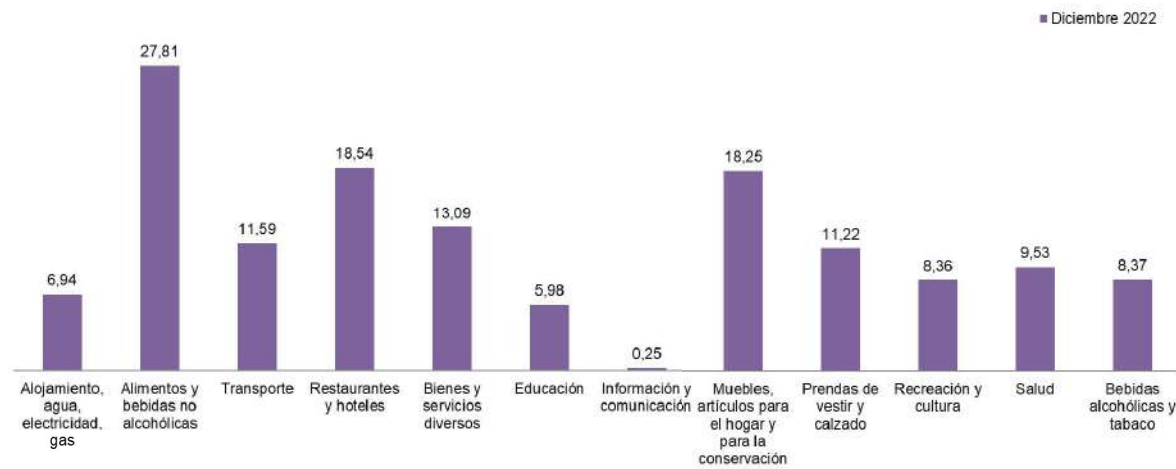
Fuente: DANE (2022).

Esta situación se explica teniendo en cuenta las condiciones asociadas al costo de vida, las dificultades económicas y la falta de oportunidades en el país, lo cual también está relacionado con el rango de edad entre los 20 y los 24 años de la población colombiana.

La inflación durante 2022, según datos del DANE, tuvo una variación total de 13,12 %, entre diciembre de 2021 y diciembre de 2022. Este es el valor más alto registrado desde 1999, y su comportamiento se puede apreciar en la siguiente gráfica:

► **Gráfica 1.4.**
Variación anual del índice de precios al consumidor (IPC) por división de gasto (diciembre 2022)

**Variación anual del Índice de Precios al Consumidor (IPC)
Por divisiones de gasto
Diciembre 2022**



Fuente: DANE (2023b).

La Gráfica 1.4 muestra que la mayor variación se presentó en la división alimentos y bebidas no alcohólicas, con valores de variación de 27,81 %. Esta situación se asocia, entre otras razones, a las variaciones que también se presentan en fertilizantes e insumos utilizados en la industria agrícola, varios de ellos provenientes de Rusia y Ucrania. Según la FAO (2022), el actual conflicto armado entre ambos países representó un incremento del 33,6 % frente al 2021 en los mercados mundiales de cereales y aceites vegetales. Asimismo, los precios internacionales del trigo y la cebada aumentaron un 31 % con respecto a los niveles correspondientes de 2020, insumos principales en la fabricación de alimentos para animales (FAO, 2022).

Igualmente, durante el año 2022, la moneda colombiana fue una de las más devaluadas frente al dólar, con valores de entre \$3.706,95 COP y la más alta de \$5.133 COP, a comienzos de noviembre. Según cifras del Banco de la República, la devaluación del peso hasta el 30 de diciembre fue del 20,82 %. El promedio de todo el año fue de 19,55 % (Portafolio, 2022). Esta situación favoreció al mercado de las exportaciones, pero afectó a las importaciones de insumos, tecnología y maquinaria además de tener implicaciones en términos de aumento de la deuda externa.

En el ámbito de la matriz energética, el país inició un proceso de transición energética con investigaciones y

proyectos en fuentes de energía como el hidrógeno, la energía solar fotovoltaica y la construcción de parques eólicos. Sin embargo, la matriz energética en Colombia continúa siendo, en un 70%, de origen hidroeléctrico.

Al respecto, en 2022, Empresas Públicas de Medellín (EPM) puso en funcionamiento las dos primeras turbinas de la hidroeléctrica Hidroituango, con capacidad de aportar 300 MW a la matriz energética, cada una (Alcaldía de Medellín, 2022). Hidroituango es el proyecto más reciente y ambicioso en términos hidroeléctricos del país, con una capacidad de generación de energía eléctrica producida por ocho turbinas, cada una de 300MW, correspondiente al 17 % del total de la energía de Colombia. De no haber cumplido con la entrada en operación de estas dos turbinas, se habría incurrido en los costos de la aplicación de las garantías de las obligaciones de energía en firme, del cargo por confiabilidad de la subasta del año 2012 y habría perdido los recursos de esa energía en firme para los próximos años. No obstante, la entrada en operación de las turbinas generaba un alto riesgo para las comunidades de los municipios de Ituango, Briceño, Valdivia y Tarazá, ubicadas aguas abajo de la presa y, por lo cual, la Unidad de Gestión del Riesgo exigió la evacuación preventiva de los habitantes de estos municipios, en diciembre de 2022, para el inicio de las pruebas y operaciones.

1.2 Gobernanza

1.2.1 Contexto de políticas ambientales

1.2.1.1 Acuerdo de Escazú

El Acuerdo de Escazú fue adoptado el 4 de marzo de 2018. Su objetivo es garantizar la implementación plena y efectiva de los derechos de acceso a la información ambiental, participación pública en asuntos ambientales, acceso a la justicia ambiental y la protección de los defensores de los derechos humanos en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona y de las generaciones presentes y futuras a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], s. f.). Este acuerdo que cuenta con 24 países firmantes, entre ellos Colombia, al que se suscribió el 11 de diciembre de 2019, y aprobado y ratificado mediante la Ley 2273 del 5 de noviembre de 2022.

Este acuerdo, que se soporta en las bases mismas de la Constitución Política de 1991 y la Ley 99 de 1993, resulta de escuchar a la comunidad y a los sectores del país en su deseo expresado en la mesa ambiental de la “Gran Conversación Nacional” de noviembre de 2019, con respecto a las preocupaciones en materia ambiental. En ese sentido, la firma del Acuerdo de Escazú refuerza el compromiso del país con la transparencia y el libre acceso a la información, el establecimiento de mecanismos efectivos que aseguren el cumplimiento de los derechos de los ciudadanos, el restablecimiento de los lazos de confianza entre la comunidad y el estado, y el empoderamiento en la defensa del medio ambiente, la justicia ambiental, la exigencia y supervisión del cumplimiento de los objetivos de desarrollo ODS, así como en el fortalecimiento de capacidades y de las relaciones con los países latinoamericanos y del Caribe.

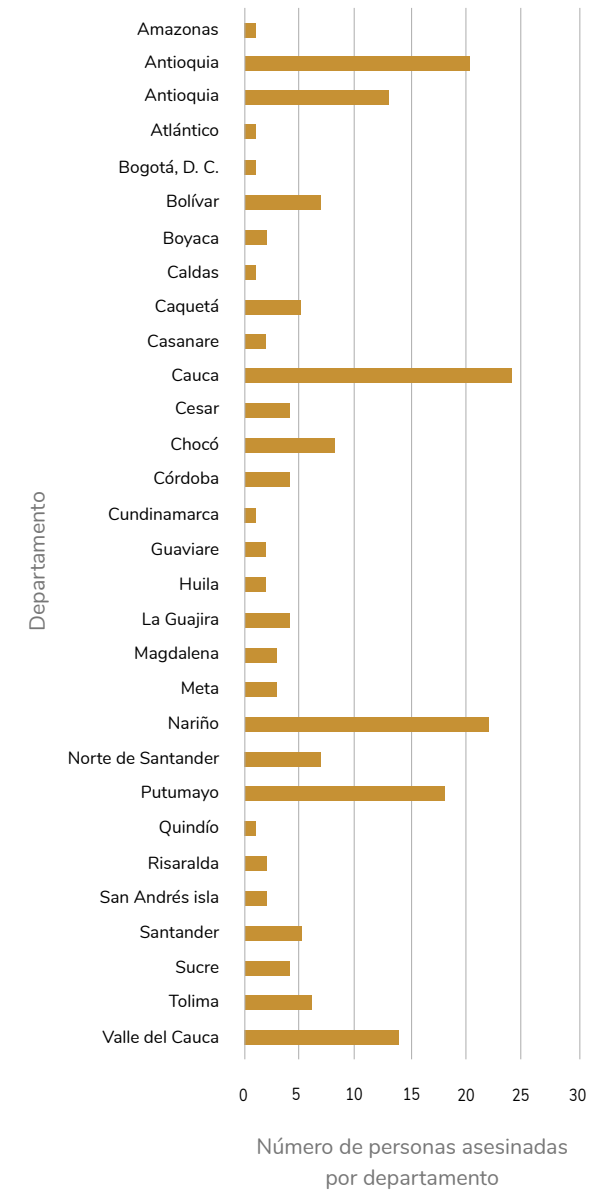
1.2.1.2 Líderes ambientales asesinados en Colombia

Pese al acuerdo de paz suscrito el 24 de noviembre de 2016 entre el Estado colombiano y la antigua guerrilla de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (Farc-Ep), durante 2022 se continuó presentando el asesinato de líderes sociales, ambientales, firmantes

del acuerdo y defensores de derechos humanos, entre otros actores.

Según cifras del Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz (Indepaz)¹, entre enero y diciembre de 2022, fueron asesinadas 189 personas identificadas como líderes y defensores de diferentes causas.

► **Gráfica 1.5.**
Asesinatos de líderes por departamento - 2022



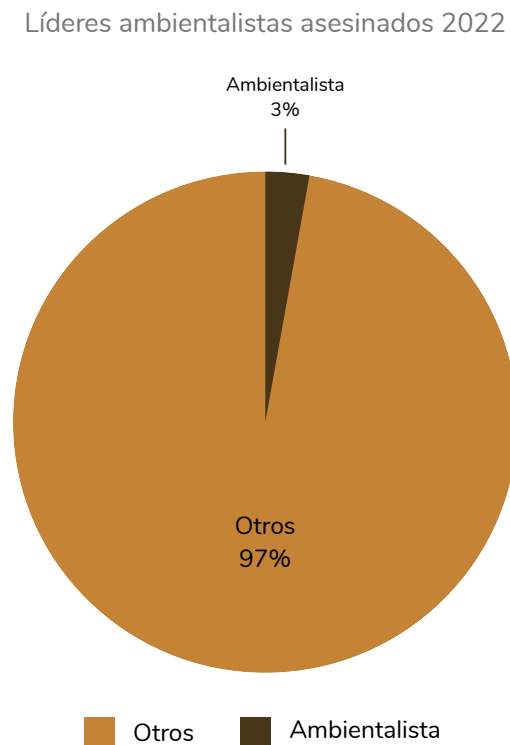
Fuente: elaboración propia a partir de datos de Indepaz (2022).

¹ <https://indepaz.org.co/lideres-sociales-defensores-de-dd-hh-y-firmantes-de-acuerdo-asesinados-en-2022/>

De acuerdo con la Gráfica 1.5, en 2022, los departamentos en donde fueron asesinados la mayor cantidad de líderes son Cauca (24), Nariño (22), Antioquia (20) y Putumayo (18). En estos departamentos, se desarrollan actividades ilícitas asociadas a la minería ilegal y el narcotráfico.

De los departamentos mencionados, en Antioquia se presentaron dos asesinatos de líderes ambientalistas y, en Cauca, uno. Sin embargo, en los departamentos del Valle del Cauca y Caldas también se presentó el asesinato de líderes ambientalistas, tal como se muestra en la Gráfica 1.6.

► **Gráfica 1.6.**
Asesinatos de ambientalistas - 2022

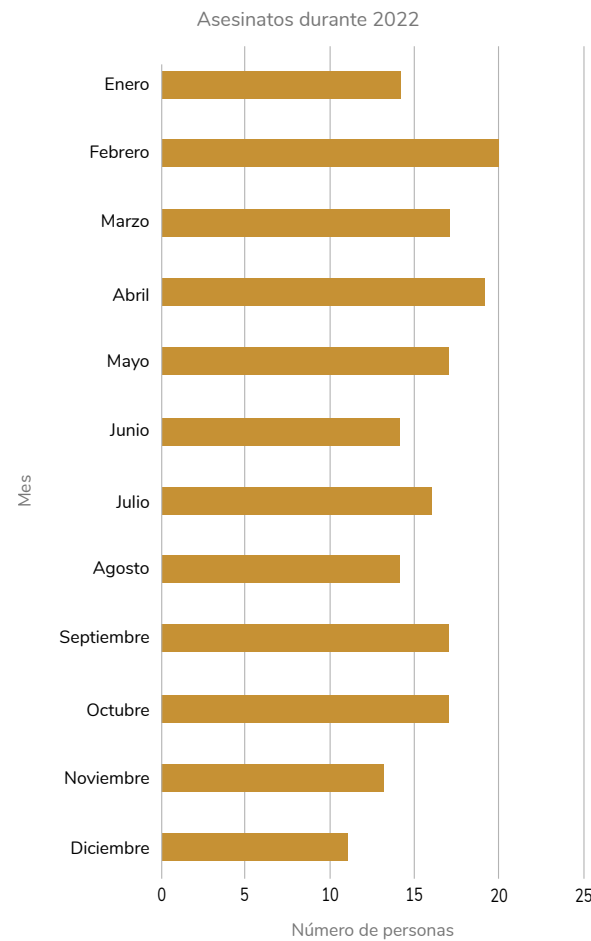


Fuente: elaboración propia a partir de datos de Indepaz (2022).

Esta situación frente al propósito de la firma y la ratificación del Acuerdo de Escazú: la búsqueda de la protección de los líderes en temas ambientales.

En la Gráfica 1.7, se señalan los meses en los que se presentaron los asesinatos.

► **Gráfica 1.7.**
Meses en los que se presentaron los asesinatos de líderes sociales y ambientales - 2022



Fuente: ONU (2022a).

La Gráfica 1.7 señala que febrero, abril, marzo y mayo fueron los meses con más números de asesinatos de líderes sociales (20, 19 y 17 personas respectivamente, ya que en abril y mayo se presentó la misma cifra). Por su parte, los asesinatos de líderes ambientalistas se dieron en los meses de enero, junio, julio y agosto, los tres meses de mitad del año coinciden con los comicios presidenciales, donde los intereses ambientales jugaron un factor decisivo.

1.2.1.3 Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos: Plan de acción 2022-2030

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible identificó la necesidad de realizar una actualización de la política que da línea a la gestión integral de residuos peligrosos. Esto se debe a que, desde la expedición del

Decreto 4741 de 2005, compilado en el Decreto único reglamentario del sector ambiente, se recorrió y recopiló información y experiencias que permitieron identificar oportunidades de mejora en la gestión de estos residuos. Al respecto, se evidencia una clara tendencia de incremento en su generación y/o registro, tanto en las dinámicas nacionales como en las internacionales, la emisión de normas regulatorias y la suscripción de tratados posteriores al año 2005, como el Convenio de Estocolmo y de Minamata, el ingreso mismo de Colombia a la OCDE y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). De manera proporcional al aumento de este tipo de residuos, surge la mayor cantidad de actores de la cadena de gestión: generadores ubicados en diferentes regiones del país, transportadores que ofertan el servicio buscando lograr la cobertura de los generadores y su conexión con los gestores que, a su vez, se incrementan y deben competir, entre otros aspectos, por la inclusión de nuevas y mejores tecnologías para el tratamiento y disposición final. Actores que, en cumplimiento con las obligaciones de registro, permiten el recaudo de información y análisis de datos.

Un giro importante en la gestión de los residuos en general y los de tipo peligroso es la importancia que cobra la reincorporación a los ciclos productivos como insumos y, por lo tanto, su valoración, surgiendo de la mano también procesos de tratamiento para este fin.

La situación descrita lleva a que la nueva política fije nuevas metas y once líneas estratégicas enmarcadas en la simbiosis industrial: el compromiso de los sectores productivos, el uso de instrumentos económicos, el desarrollo de lineamientos y requisitos técnicos, la asistencia técnica, el fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico, la actualización del marco normativo, la optimización y el fortalecimiento del control y seguimiento ambiental, el seguimiento a la gestión institucional, el fortalecimiento a la información ambiental y la educación ambiental con participación ciudadana.

1.2.1.4 Ley de plásticos de un solo uso

Mediante la Ley 2232 de 7 de julio de 2022, el Congreso de la República promulgó esta norma que define las condiciones para la prohibición, reducción gradual y sustitución de productos fabricados en plásticos y que son producidos para uso en una única oportunidad.

Cuando se habla de reducción gradual, se hace referencia a los tiempos establecidos en esta norma, es decir, en términos de dos años para los productos utilizados en el embalaje de periódicos, revistas, publicidad, facturas y ropa lavada en las lavanderías, los rollos

para embalaje de mercancías, mezcladores y pitillos, soportes plásticos para las bombas de inflar y soportes plásticos para los copitos o hisopos con punta de algodón. Fija un tiempo de ocho años para los elementos plásticos producidos para: envases, embalajes y empaques utilizados en entregas a domicilio, platos bandejas, cubiertos, vasos y guantes para consumo de alimentos, confetis, manteles y serpentines, mangos para hilo dental o porta hilo dental de un solo uso, empaques o envases frutas o verduras con cáscara y etiquetas o adhesivos que se fijen a los vegetales.

Adicionalmente, esta norma busca que se promueva el uso de alternativas sostenibles, ecodiseño, incentivo a las maderas plásticas y productos derivados de materiales de fuentes de reciclaje nacional. Al mismo tiempo, establece un régimen sancionatorio y prohíbe el uso de estos elementos en áreas protegidas y ecosistemas sensibles y su uso institucional.

1.2.2 Participación de Colombia en escenarios internacionales

1.2.2.1 COP 27

Entre el 6 y el 18 de noviembre de 2022 se desarrolló la vigésima séptima versión de la Cumbre de Acción Climática, convocada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en la ciudad egipcia de Sharm El-Sheikh. El objetivo de la convención fue renovar la solidaridad entre los países para el cumplimiento del Acuerdo de París y la revisión de los resultados frente a los compromisos de la versión número 26. Tal seguimiento busca tomar acciones para afrontar la emergencia climática, las cuales incluyen la reducción urgente de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como otras enfocadas a la resiliencia y la adaptación frente a las consecuencias inevitables del cambio climático, e incluso compromisos de financiación de la acción climática en los países en vías de desarrollo.

► **Figura 1.2.**
COP 27



Fuente: ONU (2022a).

Colombia logró una participación relevante en esta COP, teniendo en cuenta la visión del gobierno entrante en ese entonces frente al compromiso con el cuidado del ambiente, la biodiversidad, el cambio climático, las comunidades y el enfoque de género. Sumado a ello, el ejecutivo estuvo a cargo de presidir la Asociación Independiente de Latinoamérica y el Caribe (AILAC), conformada también por Chile, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Panamá, Paraguay y Perú.

Los temas expuestos por Colombia dentro de las negociaciones fueron:

Adaptación al cambio climático: la propuesta gira en torno a la implementación del Plan Nacional de Adaptación, el cual busca mejorar la adaptación y disminuir la vulnerabilidad de los territorios frente a los efectos desafortunados que ya son evidentes, como resultado del incremento de la temperatura media global y la variación climática consecuente.

Ambición climática: al respecto, se hizo un llamado a los países participantes no solo para cumplir con las metas y compromisos adquiridos en el Acuerdo de París, sino para avanzar en metas más exigentes que logren limitar, en gran medida, el aumento de la temperatura.

Financiamiento climático: la propuesta realizada hace referencia al apoyo económico que debe darse a los países en vías de desarrollo, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las metas y, de manera fundamental, evitar que sea mayor el incremento de la temperatura en 1,5 °C.

Género y cambio climático: esta intervención buscó hacer el llamado a que se haga realidad la aplicación de este instrumento de planificación y gestión que considera:

La lucha contra el cambio climático se configura, entonces, como una oportunidad para aportar a la reducción de esas desigualdades de género, pues permite abrir nuevos espacios para la participación de las mujeres en las decisiones que afectan sus vidas y en la identificación de acciones para erradicar la pobreza, construir resiliencia, gestionar los conflictos e impulsar el desarrollo sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente] et al., 2021, p. 9).

Perdidas y daños: esta propuesta realizada por Colombia hizo referencia a la creación y establecimiento de un fondo que capte recursos económicos para brindar ayuda a los países más susceptibles a eventos naturales extremos potencializados por la variación climática, como el incremento en el nivel del mar, la erosión costera, la desertificación y huracanes, entre otros.

Plataforma de comunidades locales y pueblos indígenas: esta plataforma cuyo origen se remonta a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, busca el reconocimiento de las labores y actividades desarrolladas por las comunidades y los pueblos indígenas como actores en las acciones de cambio climático a escala local, regional y del territorio.

Mecanismos de mercado y no mercado: la propuesta realizada giró en torno al establecimiento de reglas claras en los mercados de carbono y la protección de los derechos de las comunidades relacionadas en dichos proyectos.

Colombia, por lo tanto, reforzó sus compromisos definidos en 2020, con metas como lograr la reducción del 51% de las emisiones GEI para el año 2030, así como la carbo(no)neutralidad en 2050 (Minambiente, 2022c). Ambas metas se ven reflejadas en la Estrategia 2050² y la Ley 2169 del 22 de diciembre de 2021 “por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones”. Así pues, la neutralidad en carbono tiene varias definiciones, a saber:

La carbono neutralidad se da cuando un país, una industria, una organización, una ciudad, e incluso, un ser humano, logra que las emisiones que genera a través de las actividades que realiza sean proporcionales a la captura de carbono que éste o ésta hace (Fondo Mundial para la Naturaleza Colombia [WWF Colombia], 2021).

Carbono Neutralidad: es la equivalencia a cero entre las emisiones y absorciones antropogénicas de Gases Efecto Invernadero – GEI (Ley 2169, 2021, art. 4).



Fuente: Jhon Nieto (2022).

1.3 Amazonia

La selva amazónica es considerada de vital importancia no solo para los países amazónicos, sino para el planeta en general, como un gran bioma de características únicas y que interactúa con dinámicas globales, clave como sumidero de carbono esencial para el control del cambio climático. Por ello, gobiernos y la Comunidad Europea, entre otros, identifican a Colombia como un importante socio y país aliado, tal como lo reconoció Virginijus Sinkevicius, comisario europeo de Medioambiente, en su visita al municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), en febrero de 2022. Al respecto, el funcionario dijo: “Estoy impresionado con la exuberancia de la selva, los bosques y toda la naturaleza de Colombia, lo que nos compromete aún más a trabajar juntos en su protección” (Minambiente, 2022b).

Durante su visita, Sinkevicius reconoció los esfuerzos realizados por el Gobierno colombiano para la restauración de la Amazonia. No obstante, estos son insuficientes, teniendo en cuenta la rápida degradación a la que se ve expuesta la selva amazónica bajo la acción de actividades de ganadería y agricultura no controlada, cultivos ilícitos (principalmente de coca) y minería ilegal, acciones que se han incrementado desde la desmovilización de las Farc y la firma de los acuerdos de paz. El incremento de la deforestación es alarmante, situación descrita muy bien por WWF Alemania (2021) en su informe “Un clima peligroso: deforestación, cambio climático y violencia contra defensores ambientales en la Amazonia colombiana”.

La situación que ha llevado a la potencialización de estas actividades de deforestación corresponde no solo a las luchas de poder y control del territorio de las actividades y organizaciones ilícitas frente a espacios antes ocupados por el grupo desmovilizado de las Farc, sino a la falta de opciones y oportunidades de negocios que permitan la obtención del sustento de las comunidades. Al respecto, se busca fortalecer emprendimientos como los mercados de frutos silvestres y productos provenientes de la región amazónica, entre los que se

cuenta el asaí, seje, moriche, arazá, cocona y borjón, entre otros, los cuales pueden ser recolectados de manera sostenible y aprovechando los conocimientos ancestrales de las comunidades indígenas y locales.

De la misma manera, como se puede aprovechar los frutos provenientes de los bosques sin afectar el ecosistema, es posible lograr alternativas de turismo ecológico (o ecoturismo). Tales iniciativas buscan captar turistas que valoren y disfruten los paisajes y ecosistemas conservados. Algunas de estas iniciativas son promovidas desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) como parte del programa “Visión Amazonía”. Asimismo, en diferentes zonas de la Amazonia colombiana se incluyen programas como el desarrollado con Corporación Natupaz, el cual se propone impulsar la ruta “Sierra de la Macarena”, con actividades como el rafting y el senderismo.

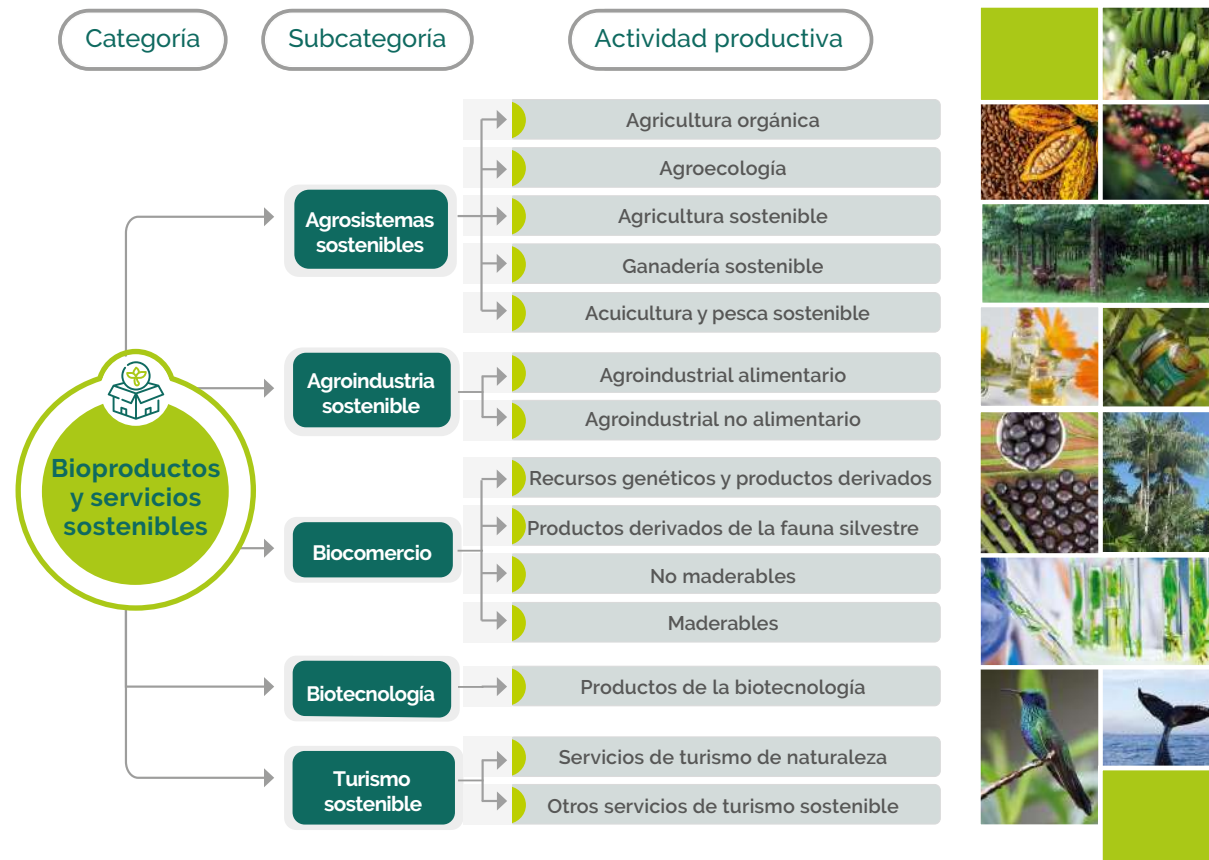
Los dos ejemplos mencionados y aplicados en la selva amazónica hacen parte del Plan Nacional de Negocios Verdes, que:

tiene como objetivo principal definir los lineamientos y proporcionar herramientas para la planificación y toma de decisiones que permitan el desarrollo, fomento y promoción tanto de la oferta como de la demanda de los negocios verdes y sostenibles en el país, mediante el desarrollo de una plataforma adecuada de instrumentos, incentivos, coordinación y articulación institucional orientada al crecimiento económico, la generación de empleo y la conservación del capital natural de Colombia (Minambiente, 2022a).

Los negocios verdes pueden ser incluidos en tres categorías: “Bioproductos y servicios sostenibles”, “Ecoproductos industriales” y “Productos para la calidad ambiental”. Estas, a su vez, tienen subcategorías que se pueden apreciar en las figuras 1.2, 1.3 y 1.4.

² La Estrategia 2050 es un instrumento de política de Estado que orienta las acciones nacionales, sectoriales y territoriales para construir un futuro resiliente al clima en Colombia, al tiempo que constituye un ejercicio de planificación de largo plazo que demuestra el compromiso internacional del país para contribuir con el logro de los objetivos globales plasmados en el Acuerdo de París (Minambiente, 2022b).

► **Figura 1.3.**
Categoría “Bioproductos y servicios sostenibles”: subcategorías y actividades productivas



Fuente: Minambiente (2022a).

► **Figura 1.4.**
Categoría “Ecoproductos industriales”: subcategorías y actividades productivas



Fuente: Minambiente (2022a).

Frente a temas asociados con la Amazonia y su importancia, en el marco de la Cumbre de Acción Climática COP 27 (noviembre de 2022), el Gobierno nacional sostuvo espacios de trabajo con Francia, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Suiza, entre otros, en las que hizo un importante llamado para la conservación de la Amazonia, como reserva vital de carbono y biodiversidad. Sumado a ello, Colombia expresó la necesidad de contar con una alianza entre países amazónicos que busque la protección de este gran ecosistema, e instó al reconocimiento de los pueblos indígenas, sus tierras y bosques, además de identificarlos como socios en la búsqueda de la economía forestal y de alternativas productivas sostenibles de alta integridad, basadas en los bosques.

Con el objetivo de asegurar parte de los fondos necesarios para proteger la Amazonia, el Gobierno colombiano busca destinar el recaudo de los impuestos al carbono a proyectos para la restauración de ecosistemas estratégicos y la selva.

La importancia que se le debe dar a la Amazonia debe trascender y ser parte del pensamiento colectivo e involucrar a la totalidad de la población. Esto se vio reflejado en la acción de tutela interpuesta por 25 niños, adolescentes y jóvenes, mediante la cual solicitaron protección al derecho de gozar de un ambiente sano, a la vida digna, a la alimentación, a la salud y al agua de las generaciones futuras. Así fue como, en abril de 2018, la Corte Suprema de Justicia, mediante la sentencia STC 4360-2018, se pronunció frente a esta acción interpuesta en línea con la sentencia T-622/2016, en la que la Corte Constitucional reconoció a la Amazonia colombiana como entidad sujeto de derechos, titular de la protección, mantenimiento y restauración a cargo del Estado y las entidades territoriales que la integran y ordenó a los ministerios demandados y a las entidades que componen el Sistema Nacional Ambiental (SINA), tomar las medidas pertinentes para la disminución de GEI y la formulación de un plan de acción, cuyo propósito sea mitigar las alertas tempranas de deforestación emitidas por el Ideam y reducir las tasas de deforestación de la Amazonia. Frente a ello, el Gobierno nacional planteó la apertura de una hoja de ruta para la protección de la Amazonia, que incluye la reducción de la deforestación y de emisión de GEI. Para su construcción, en mayo de 2022, el Gobierno abrió esta hoja de ruta a la ciudadanía para la inclusión y recepción de ideas y propuestas.

1.4 Deforestación

2022 fue un año que mantuvo la tendencia del incremento de las áreas deforestadas. El fenómeno

identificado como “praderización” busca la tala de bosques para hacer uso de estas áreas en actividades ganaderas, de siembra de cultivos ilícitos, aprovechamiento maderero y minería ilegal. Estas son las principales causas antrópicas de la deforestación, asociadas también con épocas secas que favorecen los incendios forestales en algunas partes del país.

Para el primer trimestre de 2022 ya se cuantificaba un incremento del 10 % respecto a las cifras reportadas para el mismo periodo de 2021, identificándose 16 núcleos de alerta temprana de deforestación, es especial en la Amazonia, el Catatumbo, San Lucas, Paramillo y Riosucio, de los departamentos de Amazonas, Norte de Santander, Antioquia y Chocó, respectivamente. La situación de mayor preocupación se asoció al fenómeno de deforestación en el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, en donde para el mismo trimestre se identificó un incremento del 13 % en la deforestación frente al mismo periodo del año anterior. Con respecto a la deforestación, en el Capítulo 2 del presente informe se realiza un análisis para cada una de las macrocuencas hidrográficas y regiones naturales del territorio nacional, enfatizando en aquellas áreas donde se ubicaron los principales focos de deforestación. Así pues, para luchar contra los efectos que generan las prácticas de deforestación, el país le apunta a la restauración de los bosques y a la modernización de los sistemas de monitoreo utilizados para hacer seguimiento al fenómeno.

Frente a la restauración de bosques, la apuesta gira en torno a la investigación y el uso de herramientas como drones y lanzamiento de semillas desde helicópteros en áreas desprovistas de cobertura vegetal y afectados por fenómenos naturales y antrópicos. Su objetivo es ampliar la efectividad de las actividades restaurativas, haciendo uso de especies nativas que favorecen procesos asociados al ciclo del agua y hábitat de especies.

Ahora bien, en cuanto al Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), se ha implementado el procesamiento digital de imágenes satelitales y ocho algoritmos que permiten la identificación de las áreas deforestadas en el país. Esta información se refleja en los informes de periodicidad semanal, mensual y trimestral, lo cual busca una toma de decisiones en mejores tiempos y el desarrollo de acciones oportunas.

1.5 Altas precipitaciones y fenómenos de riesgos naturales

2022 presentó afectaciones por el fenómeno de La Niña, lo que significó precipitaciones por encima de lo normal en gran parte del territorio nacional. Asimismo, durante los 12 meses del año se evidenciaron algunas variaciones en las macrocuencas del Caribe, Amazonia y Orinoquia. Enero fue el mes con mayor tendencia a ser seco, principalmente para las regiones del norte, sur y oriente del país, impactando departamentos como Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Arauca, Meta, Vichada Guainía y Vaupés. Tal situación favoreció los incendios forestales y, por el movimiento de masas de aire, resultó en el arrastre del material particulado. Esto aportó en el deterioro de la calidad del aire de las ciudades ubicadas en la región Andina e, incluso, llevó a la aplicación de restricciones de actividades de la población en ciudades como Bogotá, D. C. y Medellín. Por el contrario, en enero se presentaron precipitaciones por encima de lo normal o muy por encima en el centro y occidente de las regiones Andina y Pacífica.

A partir del mes de febrero, las precipitaciones tuvieron tendencia a ser mayores a las normales en buena parte del país, pero principalmente hacia las costas Pacífica y Caribe. Igualmente, al occidente y norte del país, las altas precipitaciones dieron lugar a fenómenos de inundaciones y remoción en masa, como la inundación en el municipio La Calera, contiguo Bogotá, D. C., y la ruptura del dique del río Cauca, en el sector conocido como “Cara de Gato”, en la conocida mojana sucreña, en el departamento de Bolívar. A estos eventos donde se materializaron los riesgos del cambio climático se suma el paso del huracán Julia, de categoría 1, sobre la isla de San Andrés.

Además de cobrar vidas, los efectos sociales y económicos sobre las comunidades impactadas por inundaciones, deslizamientos, pérdidas de bancadas y vías de acceso fueron costos muy altos. Hacerles frente implicó activar planes de emergencia para evitar el desabastecimiento, junto con la reubicación de comunidades en riesgo. Esto demostró que el país aún no tiene la suficiente adaptación al cambio climático ni preparación ante los eventos derivados de dicho cambio.

1.6 Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la hoja de ruta mediante la cual el gobierno electo define las bases, los objetivos, los programas, las metas, las inversiones

y los lineamientos para cumplir su plan de gobierno. En ese sentido, además, debe estar directamente asociado con las promesas de la campaña electoral.

En 2022, se realizaron los comicios presidenciales y del Congreso de la República, donde resultó elegido como presidente de la república de Colombia, por voto popular, el doctor Gustavo Petro Urrego y el partido Colombia Humana. En Colombia, se tiene un plazo establecido de seis meses para la elaboración, aprobación y publicación del PND. Así pues, el PND de este gobierno, denominado “Colombia, potencia mundial de la vida”, se llevó a cabo en febrero de 2023. Este documento tiene cinco ejes principales:

- Ordenamiento del territorio alrededor del agua;
- Seguridad humana y justicia social;
- Derecho humano a la alimentación;
- Transformación productiva, internacionalización y acción climática;
- Convergencia regional.

Cada uno incluye aspectos sociales y ambientales relevantes que, en términos generales, hablan de la necesidad de:

- Ordenar el territorio partiendo de un catastro multi-propósito, donde los ciclos del agua sean respetados y sean la columna vertebral de ese ordenamiento.
- Producción local de alimentos e insumos mediante un fortalecimiento de la actividad agropecuaria, basada en la adaptación y/o adopción de tecnologías y un plan nacional de agrologística.
- La reindustrialización basada en la bioeconomía y de acuerdo con las potencialidades regionales. La transformación de la matriz energética incentiva la gestión de la demanda y la participación de nuevos actores en los procesos productivos. Así pues, la transformación es progresiva, por lo que los hidrocarburos y minerales seguirán teniendo un lugar significativo y serán los mayores responsables de hacer realidad la transición energética.

- Se debe buscar la convergencia regional de manera tal que se conformen áreas urbanas próximas, donde se promuevan la integración social, la adaptabilidad al cambio climático y recuperen el valor de su estructura ambiental, apoyadas en proyectos integrales alrededor del agua, con parámetros de urbanismo sostenible y que aprovechen las economías de escala.

1.7 Referencias

Alcaldía de Medellín. (2022, 26 de julio). Dos primeras turbinas de Hidroituango empezarán a generar energía a finales de 2022. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/dos-primeras-turbinas-de-hidroituango-empezaran-a-generar-energia-este-15-y-20-de-octubre-de-2022-respectivamente/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal]. (s. f.). Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe. Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe. <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/acuerdo-regional-acceso-la-informacion-la-participacion-publica-acceso-la-justicia-asuntos>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informaciones/info-CNPC-2018total-nal-colombia.pdf>

_____. (2022). Reporte Estadístico de Migración N° 2. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/migracion/2doreporte-migracion.pdf>

_____. (2023a). Proyecciones de población. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

_____. (2023b, 5 de enero). En diciembre de 2022 la variación anual del IPC fue 13,12% [Comunicado de Prensa]. <https://incp.org.co/wp-content/uploads/2023/01/Comunicado-DANE.pdf>

_____. (2023c, 22 de marzo). Proyecciones y retroproyecciones de población nacional para el periodo 1950-2019 y 2020-2070 con base en el CNPV 2018. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz [Indepaz]. (2022). Líderes sociales, defensores de DD. HH y firmantes de acuerdo asesinados en 2022. <https://indepaz.org.co/lideres-sociales-defensores-de-dd-hh-y-firmantes-de-acuerdo-asesinados-en-2022/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2022a). Plan Nacional de Negocios Verdes (PNNV) 2022 -2030. Resumen ejecutivo. <https://www.minambiente.gov.co/negocios-verdes/plan-nacional-de-negocios-verdes/>

_____. (2022b, 25 de abril). Colombia y la Unión Europea instalaron diálogo ambiental en la Amazonía. <https://www.minambiente.gov.co/colombia-y-la-union-europea-instalaron-dialogo-ambiental-en-la-amazonia/>

_____. (2022c). Estrategia 2050. ¿Qué es la E2050 de Colombia? <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-2050/>

1.7 Referencias

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] y Casas, J. A. (2021). *Guía para la integración de enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas para la gestión del cambio climático en el Sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/caja-de-herramientas-genero-cambio-climatico/guias-genero-cambio-climatico/GUIA_AMBIENTE_sv.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022a). *Repercusiones del conflicto entre Ucrania y la Federación de Rusia en la seguridad alimentaria mundial y asuntos conexos en relación con el mandato de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. <https://www.fao.org/3/nj164es/nj164es.pdf>

_____. (2022b). *Trabajar por las personas y el planeta*. <https://www.un.org/es/climatechange/cop27>

Portafolio. (2022, 30 de diciembre). *Precio del dólar en Colombia cierra el año por encima de los 4.800 pesos*. <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/precio-del-dolar-en-colombia-cierra-el-2022-por-encima-de-4-800-pesos-576317>

WWF Alemania. (2021). *Un clima peligroso. Deforestación, cambio climático y violencia contra los defensores ambientales en la Amazonía colombiana*. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf_colombiaamazonas_resumen_es_final.pdf

WWF Colombia. (2021, 25 de junio). *¿Qué significa que Colombia quiera ser carbono neutral para 2050?* <https://www.wwf.org.co/?367514/Que-significa-que-Colombia-quiera-ser-carbono-neutral-para-2050>

Foto tomada por Jenny Paola Marín Salazar (2022).



2. Estado de los recursos naturales renovables en Colombia

2.1 Generalidades

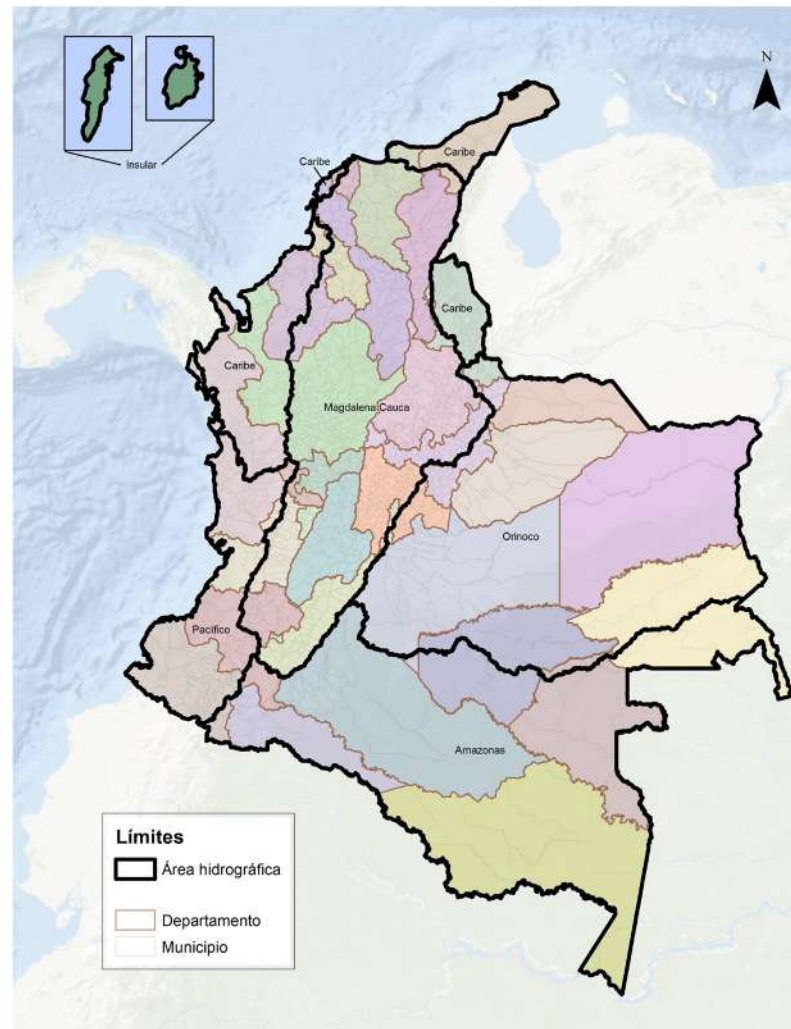
En este capítulo, se revisa el estado de los recursos naturales renovables y su comportamiento ante las presiones y eventos que pueden ser tanto de origen natural como antropogénico, es decir, resultado de las actividades humanas.

El análisis que se realiza pretende brindar explicaciones científicas en un lenguaje claro para la comunidad en general, pero, principalmente, para habitantes del territorio, acerca del estado de los recursos naturales renovables en el territorio nacional, como resultado de la interacción entre los factores bióticos y abióticos; es decir, entre organismos vivos como la flora y la fauna con los elementos que hacen parte del ecosistema y que, a pesar de no estar vivos, sí los requerimos para vivir, como el agua, el oxígeno y la temperatura.

Las unidades de análisis definidas corresponden a las macrocuencas hidrográficas, como se muestra en la Figura 2.1, y se alinean con el objetivo de realizar un ordenamiento territorial alrededor del agua. Las áreas hidrográficas son Amazonia, Orinoquia, Pacífico, Magdalena-Cauca y Caribe, a las cuales se suman de las áreas insulares, es decir, el conjunto de islas e islotes contiguas o alejadas del continente que aportan un área total de 2.070.408 km² y 3531 km de costas (Ideam, 2023a, p. 42). En el Caribe, se incluye el archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y sus islotes y cayos asociados. En la costa Pacífica insular, se abarcan las islas de Gorgona, Gorgonilla y Malpelo (Ideam, 2023b, p. 40).

Es importante considerar que estas áreas hidrográficas no tienen una coincidencia absoluta con la división política y administrativa del país, pues esta última obedece a otro tipo de intereses de tipo socioeconómico. Dicha situación conduce a que algunos departamentos se encuentren incluidos en más de una de estas áreas hidrográficas.

► **Figura 2.1.**
Áreas hidrográficas de Colombia



Fuente: Ideam (2023a).

Este informe busca definir el estado y el comportamiento de los recursos naturales del país, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año 2022, en las unidades de análisis (áreas hidrográficas). Así pues, tal y como se realizó en el Capítulo 1, a continuación, se presenta un análisis de las condiciones y acontecimientos ocurridos que tuvieron efectos en el comportamiento económico, social y ambiental de Colombia y, posteriormente, a medida que se desarrolle este capítulo, se realiza un análisis particular de esas condiciones en las seis áreas hidrográficas.

2.1.1 Generalidades climáticas durante 2022

Según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), “el clima caracteriza las condiciones climáticas promedio

para un lugar en particular durante un largo periodo de tiempo” (WMO, 2023, p. 1). Por su parte, el Ideam tiene un concepto más amplio que indica que:

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del estado del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar o región dados, y controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrósfera, litósfera, criósfera, biósfera y antroposfera). Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, este se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación, denominados elementos climáticos; sin embargo, se podría identificar también con las variables de otros de los componentes del sistema climático (Ideam, 2023b, p. 1).

Para el alcance de este informe, cuyo objetivo es realizar un análisis de fácil entendimiento para la comunidad en general, se abordan específicamente la temperatura y la precipitación, a pesar de la existencia e importancia de otras variables atmosféricas. No obstante, estas son las variables de mayor percepción por la mayor parte del público, además de ser las que permiten un análisis general de las condiciones climáticas predominantes en el país durante 2022.

A continuación, se hace una breve explicación de las generalidades referentes a las variables mencionadas.

2.1.1.1 Comportamiento de indicadores meteorológicos para el año 2022

Henry Oswaldo Benavides Ballesteros
Grupo de Climatología y Agrometeorología,
Subdirección de Meteorología, Ideam
hbenavides@ideam.gov.co

2.1.1.1.1 Comportamiento de la anomalía de la temperatura media

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. Esta permite una buena ventilación y evita los efectos de la radiación solar directa sobre el termómetro, a una altura comprendida entre 1,25 m y 2 m 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 (normales climatológicas), 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. 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 periodo 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.

2.1.1.1.1.1 Análisis de la anomalía anual

Como se observa en el mapa de la Figura 2.2, en 2022, 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 todo el año (reportado por el ONI¹ 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 Tabla 2.1 se muestra el comportamiento del ONI durante 2022.

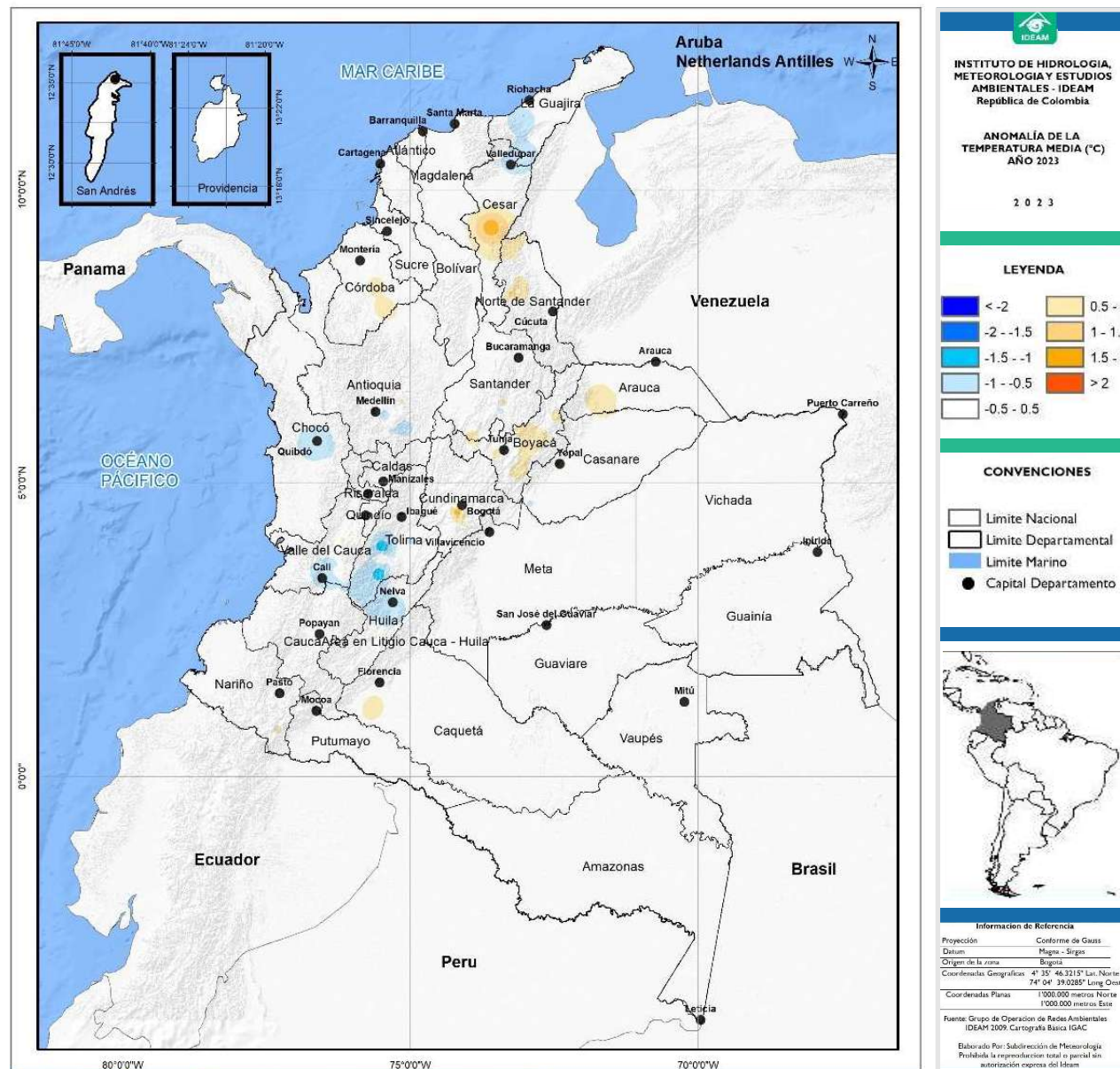
¹ Índice oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés), un parámetro reportado desde 1950 (National Weather Service [NOAA], 2023).

► **Tabla 2.1.**
Comportamiento del ONI durante el año 2022

Año	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
2022	-1,0	-0,9	-1,0	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,9	-1,0	-1,0	-0,9	-0,8

Fuente: CPC (2023).

► **Figura 2.2.**
Índice de la anomalía anual de la temperatura media para el año 2022²



Fuente: Ideam (2022b).

² Las figuras 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 pueden verse con más detalle en el Anexo 1 del presente informe.

Con referencia a la normal climatológica (1981-2010) y, de acuerdo con el mapa de la Figura 2.2, el 2022 presentó:

- **Anomalías positivas:** se concentraron en sectores de Cesar, Norte de Santander, Santander, Córdoba, Boyacá, Arauca, Cundinamarca y Caquetá.
- **Comportamiento normal:** predominaron, en gran parte del territorio nacional, particularmente en las regiones de la Amazonia, Orinoquia, Pacífico, norte y sur de la Andina y centro de la Caribe.
- **Anomalías negativas:** evidenciadas en sectores de La Guajira, Cesar, Chocó, Antioquia, Tolima, Huila y Valle del Cauca.

2.1.1.1.2 Análisis de la anomalía mensual

De acuerdo con el mosaico de mapas de la Figura 2.3 sobre la anomalía mensual de la temperatura media, durante el primer semestre del año 2022 predominaron las condiciones cercanas a la normalidad en gran parte del territorio nacional y, en menor grado, las anomalías negativas, principalmente en febrero, marzo y junio, hacia el centro del país. A lo largo del segundo semestre también prevalecieron condiciones cercanas a la normalidad en la mayoría del territorio, seguidas por las anomalías positivas, ubicadas sobre todo al oriente del país y, en menor medida, las anomalías negativas ocurridas hacia el centro del territorio, en los meses de julio, agosto y septiembre. Cabe recordar que, en 2021, dominaron casi todo el año las anomalías positivas y las condiciones cercanas a la normalidad.

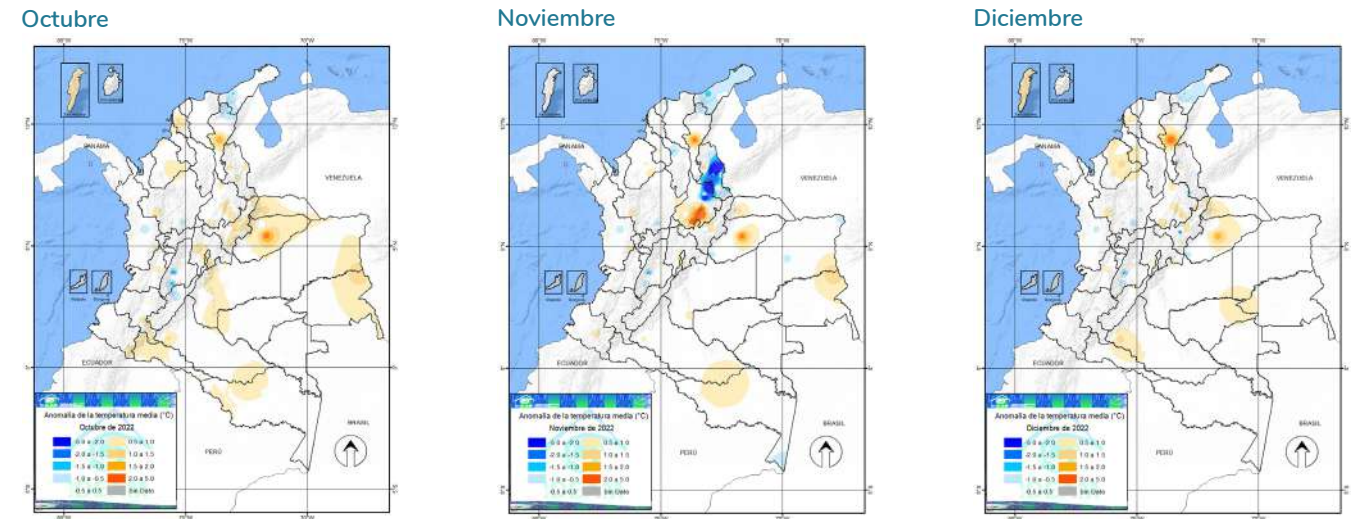
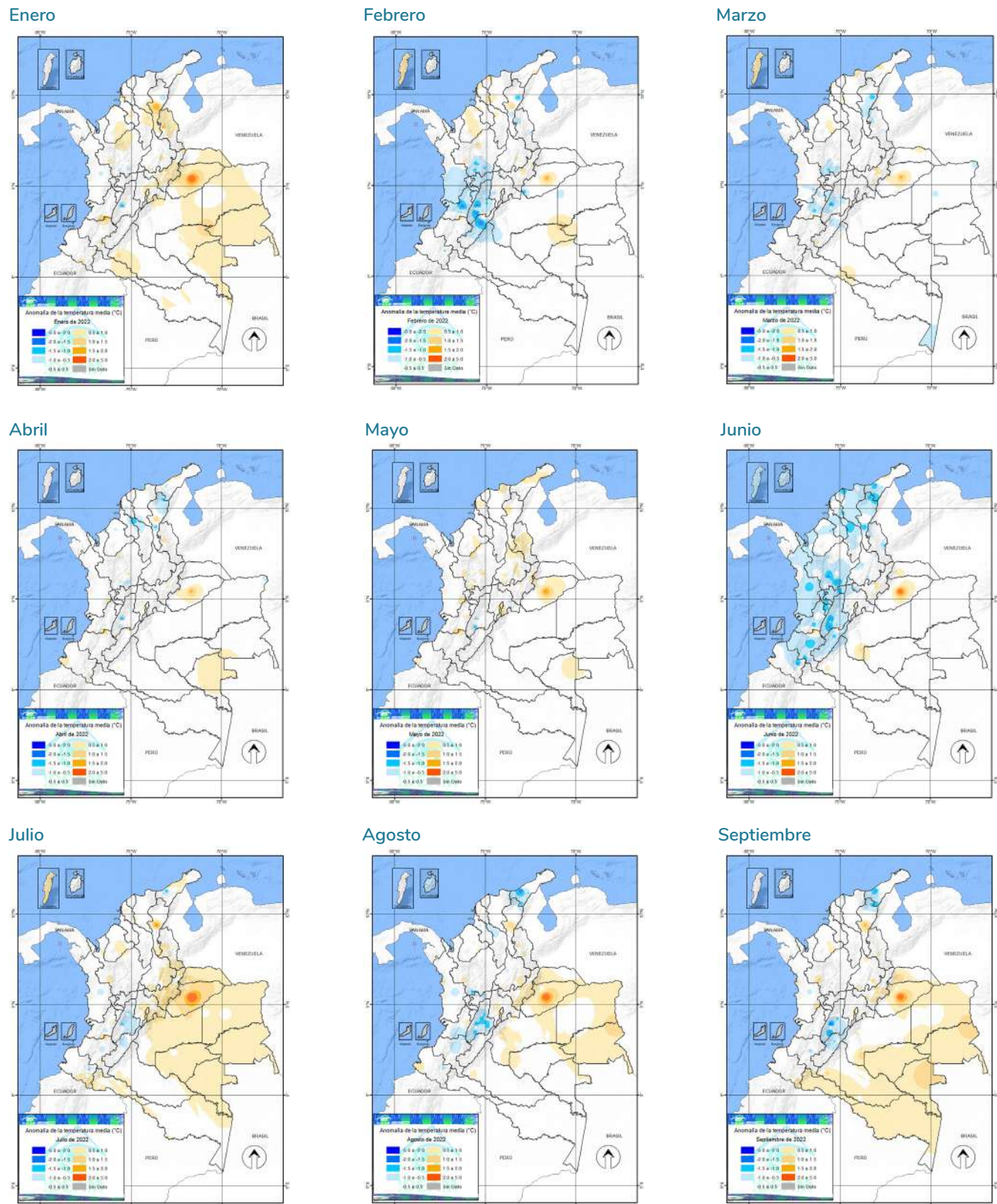
- **Región Caribe:** predominan las condiciones cercanas a la normalidad durante gran parte del año. Las anomalías positivas más altas se evidenciaron en algunos pequeños sectores del centro y sur de la región, en los meses de enero, febrero, julio, octubre y diciembre. Por su parte, las anomalías negativas se observan durante el primer semestre del año, inicialmente al oriente y llegando a ser generalizadas en gran parte de la región en junio, mientras que en el segundo semestre se dan solo en sectores de La Guajira, norte del Cesar y centro de Bolívar.
- **Región Andina:** durante gran parte del año, predominaron las condiciones cercanas a la normalidad. Las anomalías positivas más altas se presentaron en enero, mayo, julio y octubre, mientras que las anomalías negativas más altas se dieron en los meses de febrero, marzo, junio, agosto y septiembre, especialmente en el centro de la región.

- **Región Pacífica:** predominan las condiciones cercanas a la normalidad durante gran parte del año en casi toda la región, excepto por la ocurrencia de anomalías positivas en algunos pequeños sectores del centro y sur del Pacífico a lo largo del año, así como anomalías negativas en amplios sectores del centro de la región en los meses de febrero, marzo y agosto, junto con las sucedidas en buena parte de la región en junio.
- **Región Amazonia:** en 2022, casi toda la región tuvo condiciones cercanas a la normalidad, excepto por anomalías positivas, en algunos meses, en sectores del oriente y norte de la región, Putumayo, sur de Caquetá y noroccidente del Amazonas. En septiembre, las anomalías positivas cubren gran parte de la región.
- **Región Orinoquia:** predominan las condiciones cercanas a la normalidad durante casi todo el año, excepto en los meses de enero, julio, agosto, septiembre y octubre, cuando se presentaron anomalías positivas en amplios sectores de la región. También se observaron pequeños sectores en Vichada con anomalías negativas, en febrero, marzo y noviembre.



Fuente: Jhon Nieto (2022).

Figura 2.3.
Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022³



Fuente: Ideam (2022a-m).

2.1.1.1.2 Comportamiento del índice de precipitación

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 establecer 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 ciento por ciento. El umbral de normalidad se determina entre el 80 % y el 120 % del valor medio.

2.1.1.1.2.1 Análisis del índice de precipitación anual

En 2022, se presentó un comportamiento en la precipitación muy cercano a lo normal, en gran parte de la Amazonia, la Orinoquia, sectores del norte y sur de la

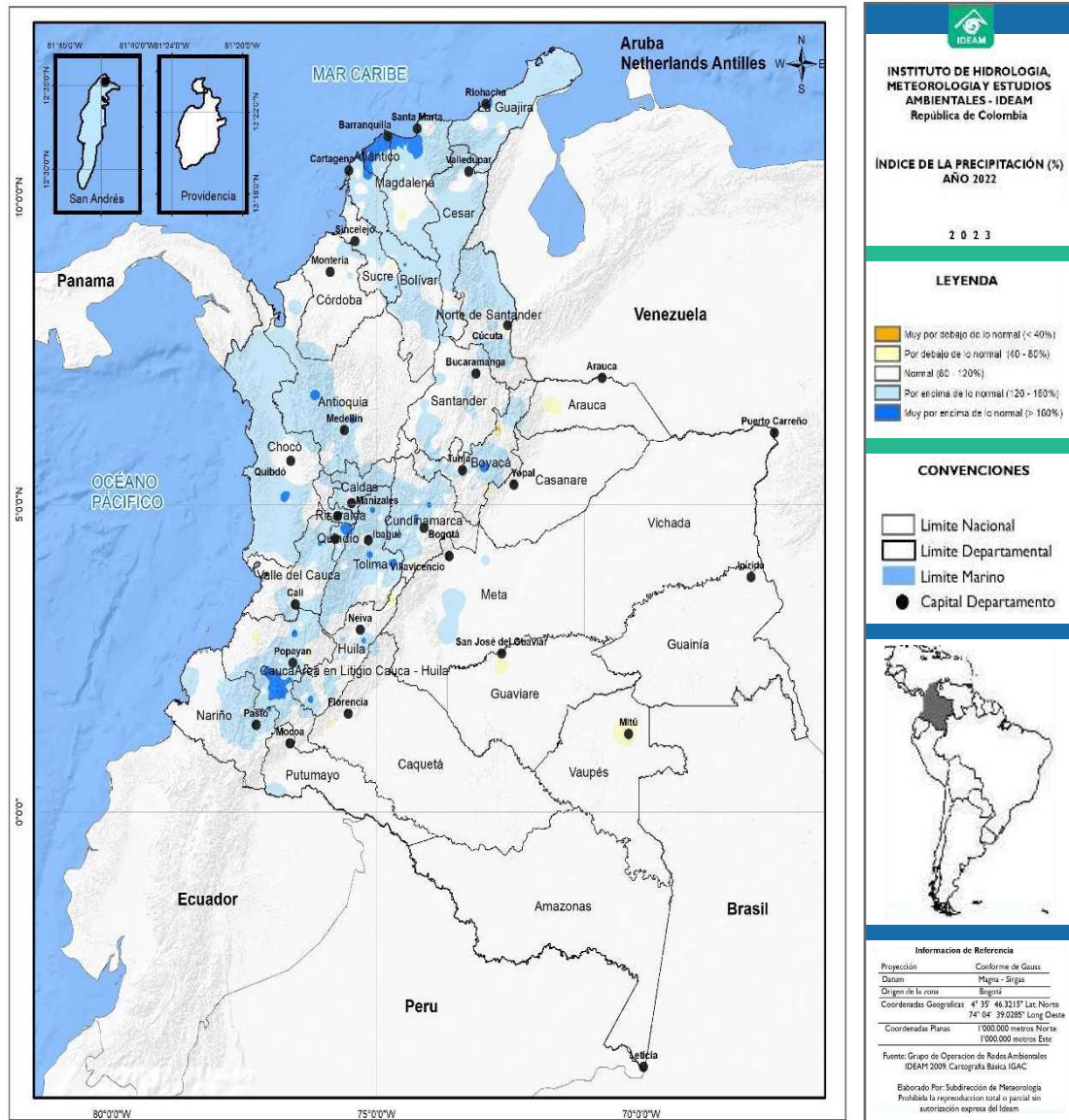
región Andina, el centro y sur de la región Pacífica y el sur de la región Caribe, como se puede apreciar en el mapa de la Figura 2.4. Por otro lado, la ocurrencia de la fase de La Niña durante buena parte del año generó lluvias por encima de lo normal, en amplios sectores del norte y centro de la región Caribe, la Andina y en el norte y centro de la Pacífica. En 2022, llovió más que en 2021, en la mayor parte del país.

Con referencia a la normal climatológica vigente (1981 – 2010) y de acuerdo con la Figura 2.3 el año 2022 presentó:

- **Precipitaciones por debajo de lo normal:** Se concentraron en sectores específicos de los departamentos de Magdalena, Sucre, Arauca, Boyacá, Casanare, Huila, Cauca, Guaviare, Caquetá y Vaupés.
- **Comportamiento Normal:** Se presentó en gran parte de la Amazonia, la Orinoquia, sectores del norte y sur de la región Andina, centro y sur de la Pacífica y el sur de la región Caribe.
- **Precipitaciones por encima de lo normal:** Se registraron en amplios sectores del norte y centro de la región Caribe, la Andina y en el norte y centro de la Pacífica.

³ Figura 2.3 incluida como Anexo 1.

► **Figura 2.4.**
Índice de la precipitación anual en porcentaje para el año 2022⁴



Fuente: Ideam (2022n).

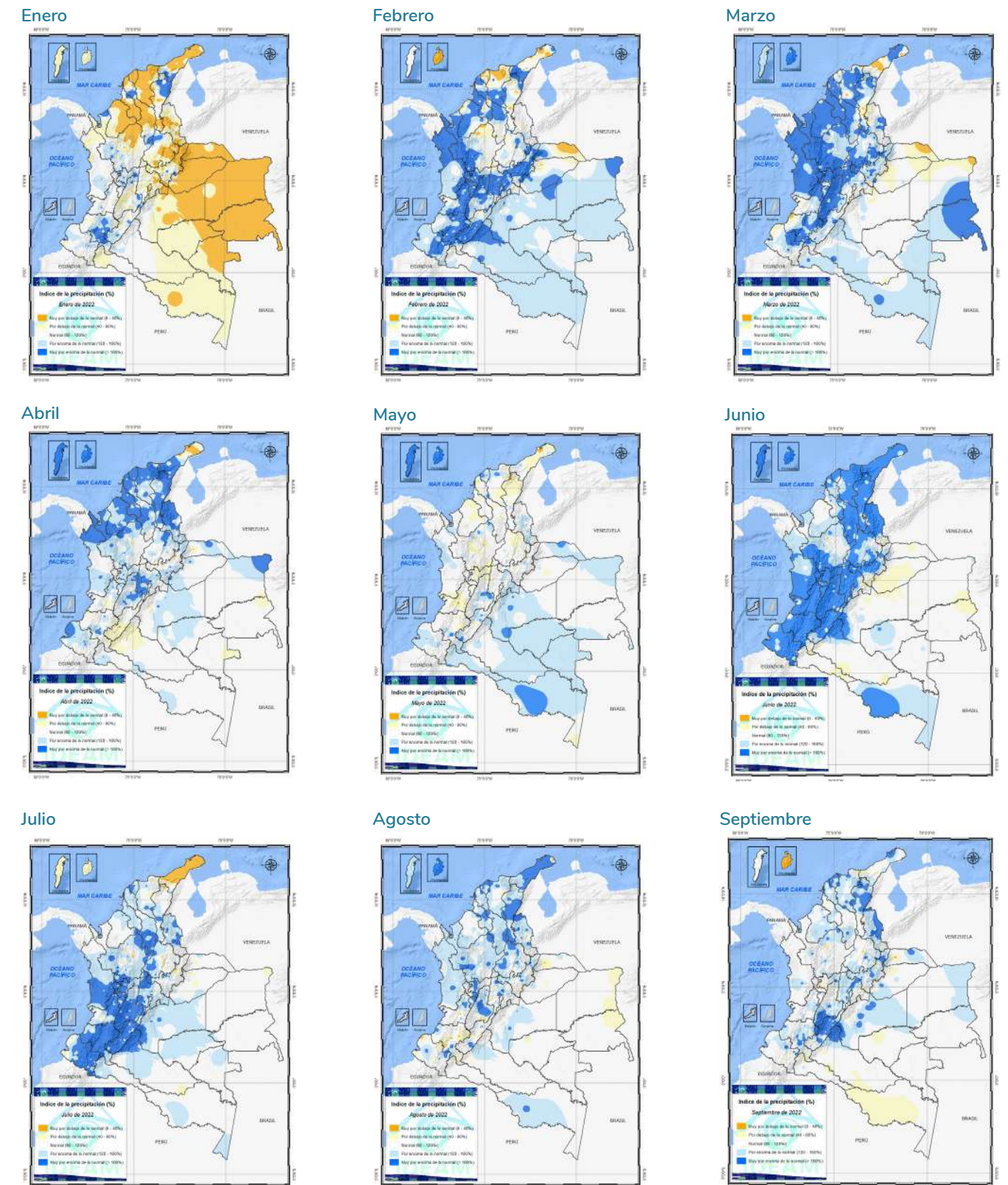
2.1.1.1.2.2 Análisis del índice de precipitación mensual

A continuación, se presenta un análisis espaciotemporal del índice de precipitación por regiones durante 2022, de acuerdo con lo observado en el mosaico de mapas de la Figura 2.5:

- **Región Caribe:** durante el primero y el último mes del año 2022, se presentaron los déficits de lluvia más altos en la región con respecto a sus valores normales. Estos fueron meses caracterizados por encontrarse en temporadas de menos lluvias, seguidos por mayo, ubicado en la primera temporada de lluvias de la región. Para el resto del año, predominaron lluvias por encima de lo normal en gran parte de la región, excepto por algunos déficits en sectores localizados al norte, por algunos meses.

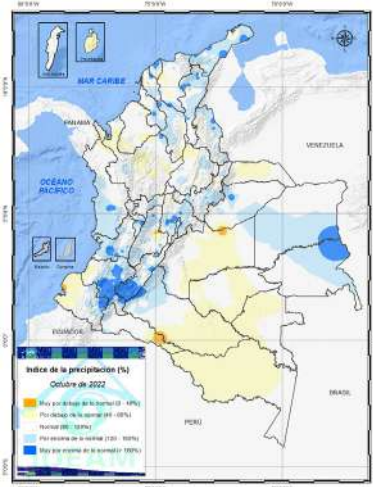
⁴ Figura 2.4 incluida como Anexo 1.

► **Figura 2.5.**
Mosaico del Índice de Precipitación Mensual durante 2022⁵

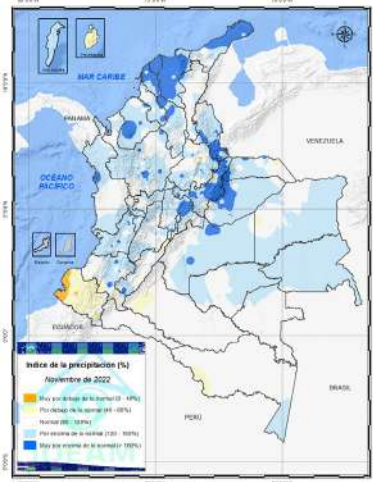


⁵ Figura 2.5 incluida como Anexo 1.

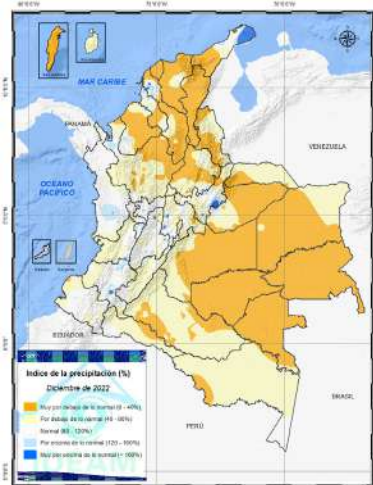
Octubre



Noviembre



Diciembre



- Región Andina:** se presentaron excesos de lluvia en gran parte de la región durante todo el año. Los excesos de lluvia estuvieron muy por encima de lo normal, principalmente en febrero, marzo, junio y julio. Por el contrario, los meses con menores excesos de lluvia fueron enero, mayo, octubre y diciembre, meses en los cuales, incluso, se presentaron sectores con condiciones normales y déficits.
- Región Pacífica:** los mayores excesos de lluvia se evidenciaron durante los siguientes dos periodos: febrero y marzo (principalmente al centro y norte de la región), y entre junio y julio (sobre todo en el centro y sur). En los meses de enero, mayo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre se observaron bajos excesos de lluvia e, incluso, sectores con condiciones normales y déficits.
- Región Amazonia:** no se presentaron excesos de lluvia tan altos como en las anteriores regiones. De hecho, en la mayoría de los meses, predominaron las condiciones normales o los déficits de lluvia en gran parte de la región. Los mayores excesos se dieron a mediados de año, en el departamento del Amazonas, y los déficits se vieron en enero, octubre y diciembre.
- Región Orinoquia:** al igual que en la Amazonia, no se evidenciaron excesos de lluvia tan altos como en las primeras tres regiones. Asimismo, en la mayoría de los meses, prevalecieron las condiciones normales o los déficits de lluvia en gran parte de la región. Los mayores excesos de lluvia se localizaron en pequeños sectores durante febrero, marzo, abril y octubre. Los déficits más altos ocurrieron en los meses de enero y diciembre.

Al realizar un análisis comparativo del comportamiento mensual de la precipitación con el del ciclo El Niño – Oscilación del Sur (ENSO), se encontró que, durante todo el año, tuvo lugar el evento frío (La Niña), asociado a la ocurrencia de lluvias por encima de lo normal en amplios sectores del norte y centro de la región Caribe, la Andina y en el norte y centro de la Pacífica. Ello se evidencia en forma más notoria en los periodos entre febrero y abril, entre junio y septiembre y en noviembre. También se destaca que, en los meses de enero y diciembre, se presentaron déficits de lluvia en amplios sectores del oriente y norte del país.

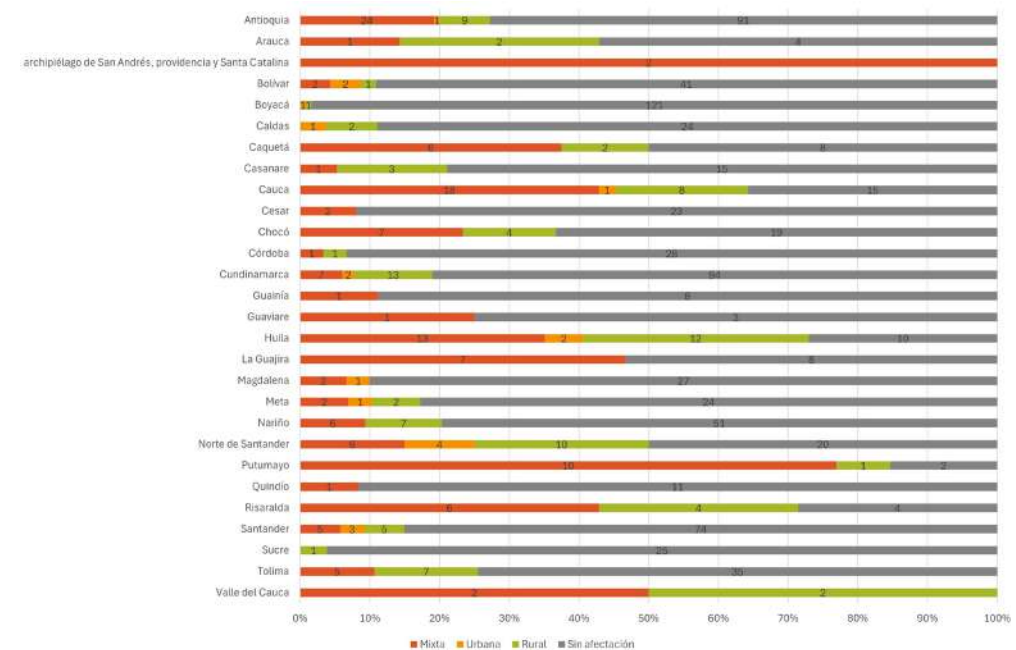
Fuente: Ideam (2022b-m).

2.1.2 Emergencias asociadas a las altas precipitaciones de 2022

Es importante tener en cuenta que, ante los eventos naturales y las presiones, los recursos naturales pueden asumir comportamientos que pueden ser típicos y considerarse normales o alejarse de esa condición; entre más alejado se esté de esas condiciones, sea por defecto o exceso, se configuran situaciones de riesgo, las cuales, dependiendo del grado de exposición y preparación, tienen el potencial de convertirse en emergencias.

El año 2022 conservó una tendencia de altas precipitaciones en la mayor parte del país, lo cual desencadenó el desbordamiento de ríos y cuerpos de agua, deslizamientos y movimientos en masa de tierra y pérdidas de cultivos. En el análisis de las condiciones presentadas en cada una de las áreas hidrográficas, se incluye la revisión de dichos eventos presentados, pues guardan una relación directa con los fenómenos meteorológicos, hidrológicos y los aspectos ambientales, sociales y culturales propios de estos territorios.

► **Gráfica 2.1.** Distribución a nivel departamental del área que ha presentado afectaciones en los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia (periodo 2017-2021)

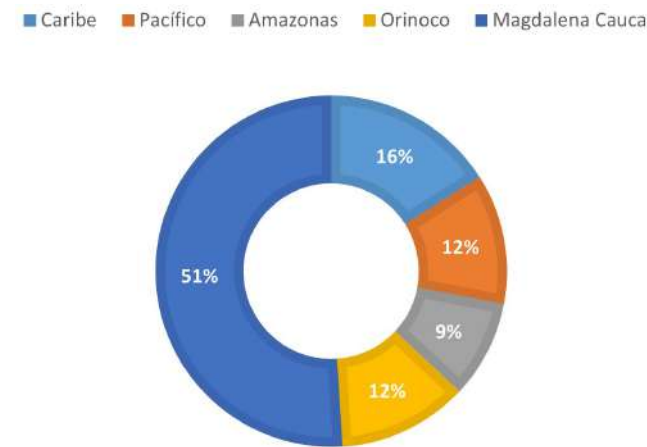


Fuente: Ideam (2023a).

2.1.2.1 Riesgos de desabastecimiento

El Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 también hace un importante análisis acerca del desabastecimiento de los municipios asociado no solo a fenómenos de periodos secos, sino también a periodos de lluvias, como el ocurrido durante el año 2022. Algunos de los citados eventos naturales tienen efectos tanto en los cuerpos de agua como en la afectación de las estructuras para la captación del recurso, situaciones que resultan en desabastecimiento. Del análisis realizado, se identificaron 254 municipios susceptibles de desabastecimiento por temporada de lluvias, los cuales también guardan una relación directa con la erosión hídrica potencial y categorías de 'severa' y 'muy severa'. Se entiende, entonces, que estos eventos, además de aumentar costos de tratamiento para cumplimiento de parámetros de potabilidad o consumo seguro del agua asociados a presencia de sólidos, tienen también el potencial de obstruir las bocatomas y demás infraestructura de captación para el abastecimiento. En las siguientes gráficas, se relacionan los municipios y cuencas donde existe el riesgo de desabastecimiento (Ideam, 2023a).

Gráfica 2.2.
Distribución por área hidrográfica de los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia



Fuente: elaboración propia con base en Ideam (2023a).

Por otra parte, las lluvias atenúan la generación de incendios forestales tanto de origen natural como antropogénico y, a su vez, la nubosidad evita fenómenos de inversión térmica y lavado de la atmósfera, generado por las precipitaciones, mejorando la calidad del aire. Esta situación impacta a las principales ciudades, con presencia de industrias y abundante tráfico vehicular. A pesar de dichos fenómenos naturales de autolimpieza que se favorecieron por las condiciones de lluvia del año 2022, en los dos primeros meses del año se dieron condiciones características de un periodo seco, con presencia de incendios en las zonas sur y oriente del país, lo cual se vio reflejado en malas condiciones de calidad del aire en ciudades como Bogotá, D. C. y Medellín, ubicadas en el área hidrográfica Magdalena-Cauca. Tales situaciones, en algunos casos, conllevaron a la declaratoria de alertas en diferentes niveles, acorde con el tiempo de duración de las malas condiciones de la calidad del aire.

2.1.3 Generalidades hidrológicas durante el 2022

El comportamiento del clima en estas unidades de análisis durante el año 2022 generó efectos en el ciclo del agua y la oferta hídrica que, como se amplía a continuación, muestra un comportamiento tendiente al exceso de agua en las diferentes cuencas hidrográficas del país. Esto generó emergencias asociadas tanto a las precipitaciones como inundaciones y crecientes súbitas, entre otras, y se incluyen en el análisis de cada una de las áreas hidrográficas.



Fuente: Johan Luna (2022).

2.1.3.1 Oferta hídrica

Carolina Vega Viviescas	Contratista Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Contratista Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Contratista Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@ideam.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@ideam.gov.co

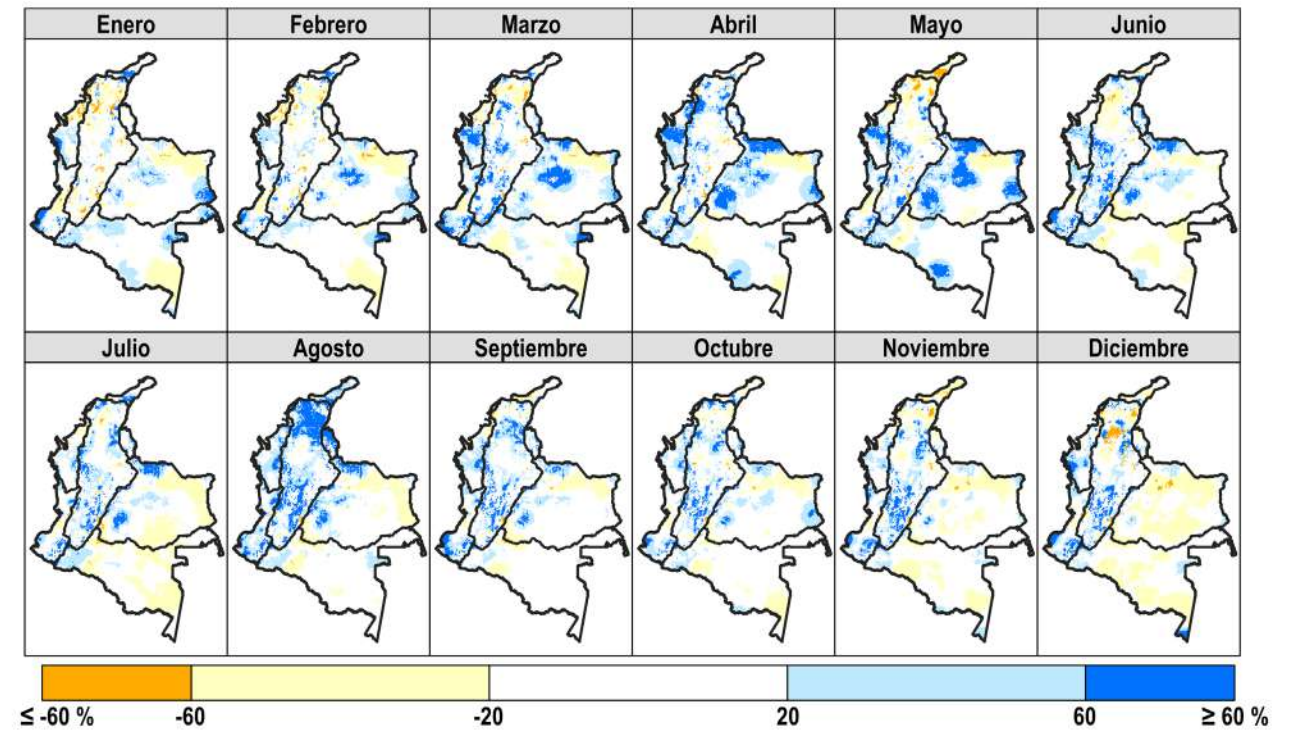
Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico

Grupo de Evaluación Hidrológica - Subdirección de Hidrología del Ideam

La oferta hídrica es estimada en términos de escorrentía, con la aplicación del modelo hidrológico conceptual *Dynamic Water Balance (DWB)* a escala mensual, a partir de los insumos distribuidos de precipitación CHIRPS validados por el instituto y la evapotranspiración calculada con la ecuación de Hargreaves modificada.

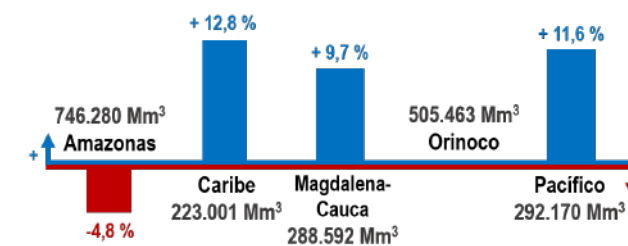
Con respecto a los valores de oferta hídrica para los años de análisis, se construyeron las siguientes figuras y gráficas a nivel nacional. Aquí se debe resaltar que los valores estuvieron por encima de los promedios multianuales (1984-2022) de forma generalizada, en especial en 2022:

Figura 2.6.
Variación mensual de la oferta hídrica nacional, en términos de escorrentía para 2021



Fuente: Ideam (2022o).

Gráfica 2.3.
Variación anual de la escorrentía por área hidrográfica de 2021



Fuente: Ideam (2022o).

Durante enero y febrero de 2021, coincidente con las condiciones antecedentes de 2020, se presentaron condiciones cercanas al promedio en la mayoría del territorio nacional, con algunos déficits en las regiones del Orinoco y Amazonas. Seguidamente, de marzo a

mayo de 2021, se identificó un aumento en la oferta hídrica generalizado en el país, afectando principalmente las áreas hidrográficas de Caribe y Orinoco. Seguidamente, el mes de agosto de 2021 señaló un incremento generalizado, siendo más marcado en el área hidrográfica Magdalena-Cauca. 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 acercaron a los promedios históricos, llegando a estar incluso por debajo de los normales en el Amazonas y Orinoco.

Tal condición se mantuvo hasta enero. Sin embargo, para el resto del año 2022, se observaron valores de escorrentía superiores a los promedios históricos. Estos se evidenciaron, inicialmente, en la parte alta del Magdalena y en la costa Caribe, generalizándose al mes de agosto en las áreas hidrográficas de Pacífico, Caribe y Magdalena-Cauca. En contraste, Amazonas y Orinoco mantuvieron valores cercanos a los promedios históricos, durante la mayoría del año de análisis.

2.1.3.2 Concesiones de agua y vertimientos reportados en el SIRH

Carolina Vega Viviecas	Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@idema.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@idema.gov.co

Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico

Grupo de Evaluación Hidrológica - Subdirección de Hidrología del Ideam

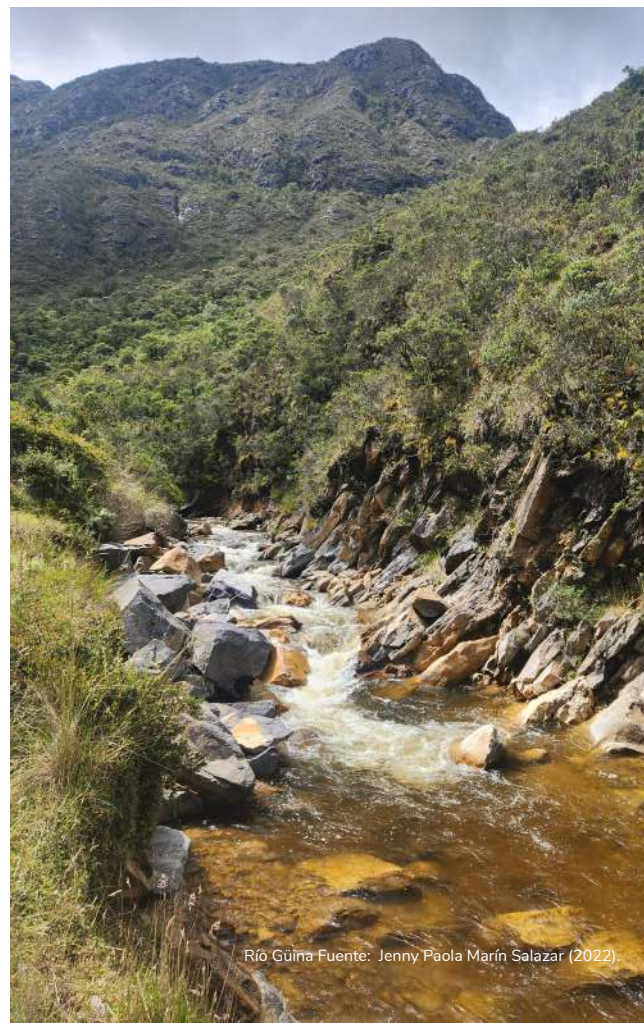
El Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) integra y estandariza un conjunto de elementos que facilitan la gestión integral del recurso hídrico, permitiendo soportar la toma de decisiones en torno a la administración, planificación y gobernanza. Se estructura bajo cuatro ejes fundamentales: oferta, demanda, calidad y gestión (Ideam, 2023c) 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.

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. Tal dinámica implica que las estadísticas presentadas para otros informes no sean comparables.

En el año 2022, se encontraban vigentes concesiones reportadas en el SIRH por 37 autoridades ambientales. Dichos registros están concentrados en gran parte en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (88,8%), correspondiente a la región con el mayor porcentaje de caudal asignado (77,7%) para captaciones de agua en el país. El principal tipo de fuente de captación con concesiones asignadas corresponde a fuentes superficiales (94,0%). Sin embargo, en el área hidrográfica Caribe, tanto las fuentes superficiales como subterráneas son utilizadas en porcentajes similares para los diferentes usos. Asimismo, el uso principal es el doméstico (39,1%).

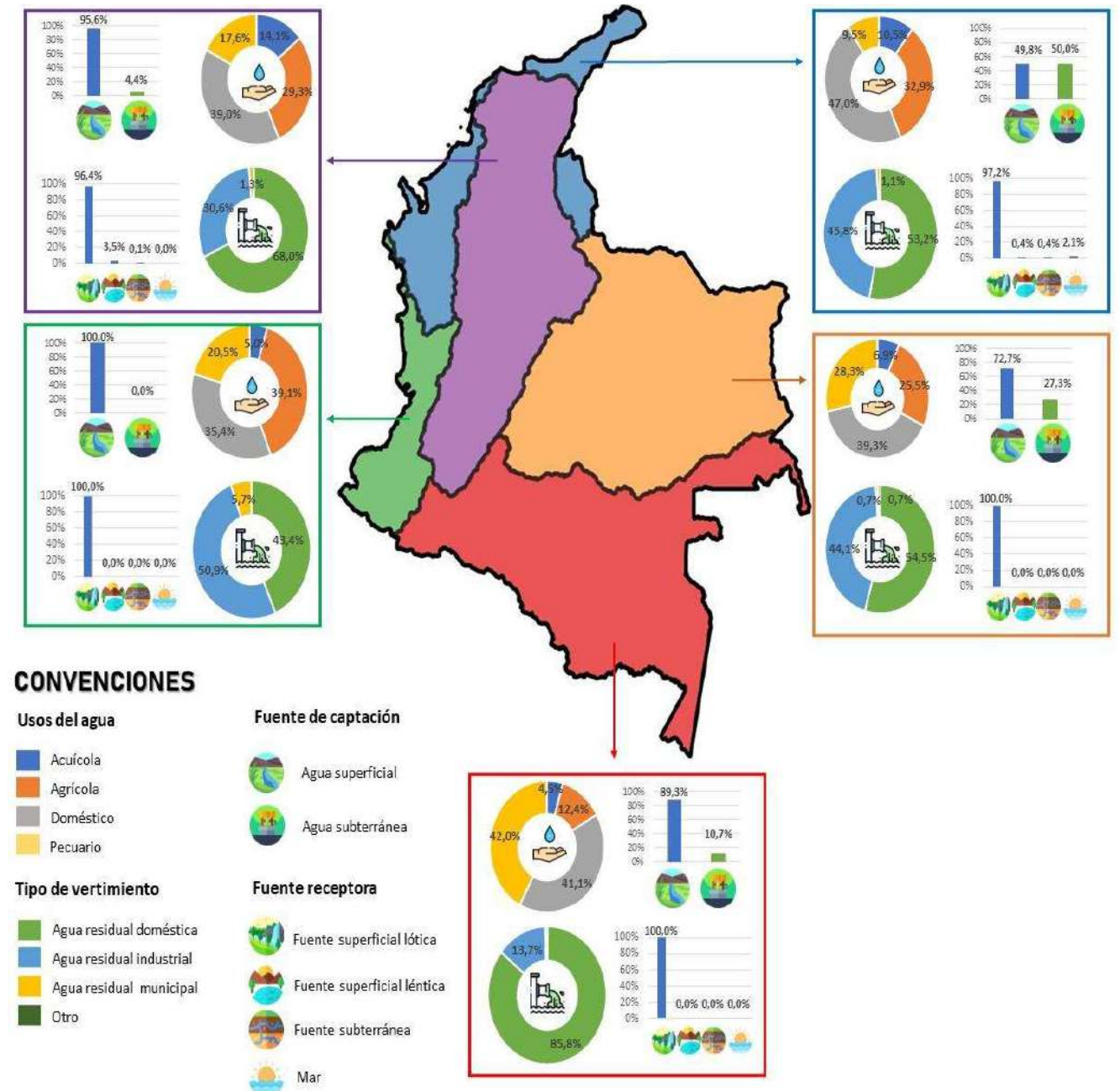
Adicionalmente, en 2022 se encontraban vigentes permisos de vertimientos correspondientes a reportes de 28 autoridades ambientales, concentrados, en su mayoría, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (84,6%). Para ese mismo periodo, los cuerpos de agua superficiales lóticos constituyeron la principal fuente receptora de vertimientos (96,9%), siendo las quebradas las del mayor porcentaje (49,6%). En menor cantidad, los vertimientos fueron realizados en fuentes superficiales lénticas (2,9%), subterráneas (0,1%), o incluso al mar (0,2%). El tipo de vertimiento más frecuente fue de agua residual doméstica, con un 67,0% de participación a nivel nacional.



Río Güina Fuente: Jenny Paola Marín Salazar (2022).

La Infografía 2.1 representa los principales resultados del análisis de usos del agua a partir del SIRH, y consolida la información con vigencia al año 2022 para las cinco áreas hidrográficas de Colombia⁶.

► **Infografía 2.1.**
Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH con vigencia 2022

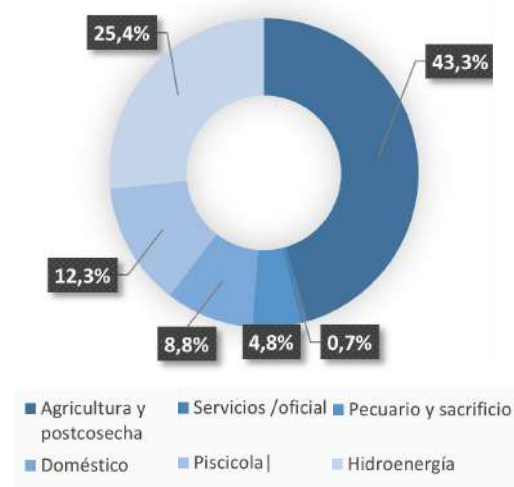


Fuente: Ideam (2023c).

⁶ La infografía 2.1 puede verse con más detalle en el Anexo 2.

La información presentada en la Infografía 2.1 será analizada para cada una de las áreas hidrográficas, y luego será asociada con los eventos y condiciones observadas en 2022. No obstante, es importante considerar los análisis detallados del ENA 2022, disponible en el portal web del Ideam y del cual se extrae la Gráfica 2.5. Esta presenta la demanda hídrica de los principales sectores a nivel nacional de 2020, año base de análisis del ENA. En la gráfica se aprecia que la demanda hídrica del país permaneció, en mayor medida, en el sector agricultura y postcosecha. También muestra que la generación de energía eléctrica a partir de hidroeléctricas tomó un valor significativo, sin tener en cuenta su tamaño. Esta situación llevaría a pensar que las condiciones de altas precipitaciones y, en consecuencia, la oferta del recurso, serían favorables para las actividades productivas del país, lo que no es del todo cierto, pues el exceso de agua, si bien aleja las posibilidades de apagones energéticos, trae consigo otras implicaciones asociadas a inundaciones y pérdidas de cultivos y animales de granja. En 2022, estuvo en vilo la puesta en funcionamiento de la hidroeléctrica Hidroituango, en gran medida, debido al manejo del caudal, la velocidad de avance de las obras, sumado ello a los riesgos de estabilidad de la obra de contención que llevó a la inundación de la casa de máquinas y la habilitación de estructuras para desahogo y manejo del agua.

Gráfica 2.5. Participación sectorial en la demanda hídrica nacional en 2020



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

Las condiciones naturales y el desarrollo de las actividades humanas generan aspectos ambientales, como es la afectación de la calidad del agua y los impactos que se derivan.

2.1.3.3 Calidad del agua

Carolina Vega Viviescas	Contratista Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Contratista Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Contratista Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@idema.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@idema.gov.co

Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico
 Grupo de Evaluación Hidrológica - Subdirección de Hidrología del Ideam

A continuación, se describe el estado de la calidad del agua en el periodo 2021-2022, a partir de los datos generados en la Red de Referencia Nacional del Ideam, de convenios (Ecopetrol-Ideam 2021-2022) (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM] e Ideam, 2022). Estos constituyen puntos prioritizados en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, ubicados en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR Cundinamarca) y los datos de la red de calidad del agua sobre el río Cauca, de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

El análisis de calidad del agua se realiza por área hidrográfica, y se efectúa sobre la base de los datos generados en las mediciones realizadas por punto de monitoreo. Por su parte, la evaluación se realiza a través del índice de calidad del agua (ICA) (Figura 2.9).

Figura 2.9. Monitoreo y variables del índice de calidad del agua (ICA)



Fuente: Ideam (2023a).

Variables Índice de Calidad del Agua

- Oxígeno disuelto (OD)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Conductividad eléctrica (CE)
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- pH (pH)
- Relación nitrógeno total, fósforo total (NT/PT)

El ICA es el valor numérico entre 0 y 1 que califica —en una de cinco categorías— la calidad del agua de una corriente superficial a la altura de un punto de monitoreo, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de seis variables (DQO, SST, OD, pH, CE, NT/PT). La Tabla 2.2 presenta los rangos de valores del índice en categorías de calidad de agua, desde buena hasta muy mala. A estas categorías se les asocia un color como señal de alerta, que indica el estado de la calidad del agua en la fecha y punto de monitoreo visitado.

Tabla 2.2. Categorización del índice de calidad del agua

Rango de valores	Categorización de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00-0,25	Muy mala	Rojo
0,26-0,50	Mala	Naranja
0,51-0,70	Regular	Amarillo
0,71- 0,90	Aceptable	Verde
0,91-1,00	Buena	Azul

Fuente: Ideam (2023a).

Como se mencionó, en el desarrollo posterior de este capítulo se presentará la evaluación de la calidad del agua, mediante el cálculo del ICA para algunos de los principales cuerpos de agua de las áreas hidrográficas.

Se debe tener presente en el cálculo del ICA responde a la siguiente ecuación:

Ecuación 2.1. Cálculo del índice de calidad del agua (ICA)

$$ICA_{n,t} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Donde:

$ICA_{n,t}$ Es el índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t , evaluado con base en n variables.

W_i Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i .

I_{ikjt} Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j , registrado durante la medición realizada en el trimestre k , del periodo de tiempo t .

n Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

Fuente: Ideam (2011).

La Ecuación 2.1 evidencia que el cálculo del ICA responde a la sumatoria del producto entre ponderaciones o pesos asignados a cada parámetro (W_i), pero que, realmente, obedece al número (n) de parámetros evaluados, es decir, 5 o 6, por el respectivo valor calculado de la variable (I_{ikjt}). Dichos cálculos son particulares para los parámetros medidos DQO, SST, OD,

pH, CE, NT/PT, y se obtienen de ecuaciones y valores logrados según rangos asumidos por el subíndice de calidad asociado a las concentraciones medidas en la muestra. Sin embargo, para ampliar el conocimiento de este cálculo se puede consultar la metodología en varias publicaciones y libros (Ideam, 2011).

La inclusión de los parámetros relacionados en el cálculo del ICA permite identificar que el estado de la calidad del agua se haya obtenido de datos de caracterizaciones que incluyan la presencia de sustancias químicas (orgánicas o inorgánicas). Lograrlo requiere el uso de oxígeno para las reacciones químicas resultantes, por lo que el cuerpo de agua pierde el oxígeno necesario, incluso para el sustento de la vida de especies acuáticas y se da lugar a reacciones en condiciones anóxicas indeseables. Entre estas se cuenta, por ejemplo: la generación de olores producidos por sustancias como el metano; la presencia de microorganismos peligrosos para la salud humana y de otras especies; la presencia de sólidos que generan afectaciones en el cuerpo de agua y las especies, así como de sustancias que alteran el pH y la conductividad del agua. Todas estas condiciones traen consigo alteraciones a los procesos químicos y de las especies, asociados con sustancias contaminantes y sustancias con nitrógeno y fósforo, elementos que resultan de actividades como las agrícolas y que impactan en la eutroficación de los cuerpos de agua, entre otros.

De la misma manera en que se verifica la calidad del agua superficial, Invermar realiza seguimiento a la calidad del agua marinas y costeras. Esta actividad implica monitoreos fisicoquímicos, microbiológicos, así como seguimiento a la presencia de plásticos y algas nocivas. A continuación, se reseñan algunos de estos estudios relacionados.

2.1.3.4 Calidad de las aguas marinas y costeras superficiales de Colombia - año 2022

Lizbeth Janet Vivas-Aguas	Invermar	janet.vivas@invermar.org.co
María José Castillo Viana	Contratista Invermar	majoviana25@gmail.com
Tania Liceth Córdoba Meza	Invermar	tania.cordoba@invermar.org.co
Paola Sofía Obando Madera	Invermar	paola.obando@invermar.org.co
Luisa Fernanda Espinosa Díaz	Invermar	luisa.espinosa@invermar.org.co

2.1.3.4.1 Consideraciones metodológicas

El índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM) es un indicador de estado que facilita la interpretación de las condiciones naturales y el impacto antropogénico de actividades humanas sobre el recurso hídrico marino costero, incorporando en su estructura el cálculo de variables que, según sus valores de aceptación o rechazo, expresan condiciones favorables o no para la preservación de flora y fauna (Vivas-Aguas L., 2011, Vivas-Aguas et al., 2021). Las variables que integran el ICAM son oxígeno disuelto (OD), pH, nitratos (N-NO3-), ortofosfatos (P-PO43-), sólidos suspendidos (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes termotolerantes (CTE), hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos equivalentes de crisen (HPDD) y clorofila a (CLA).

La estimación del ICAM se lleva a cabo, según los procedimientos de la ficha metodológica (Invermar, 2022k) (a) Cabe destacar que, desde 2022, el ICAM hace parte de las operaciones estadísticas certificadas por el DANE, bajo la Norma Técnica de Calidad del Proceso Estadístico - NTC PE 1000:2020. El documento metodológico de la operación estadística OE-ICAM (Invermar, 2022k) (b), también se describe el procedimiento para su estimación.

En el presente informe se presentan los resultados de 2022 en 180 estaciones de muestreo evaluadas, las cuales se distribuyen en los departamentos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Chocó, Valle del Cauca y Cauca. La información se puede visualizar forma interactiva en el Geovisor del ICAM (Invermar, 2022l).

El bienestar del ambiente marino y costero depende, en gran medida, del manejo adecuado de sus ecosistemas y sus bienes y servicios. Sin embargo, en Colombia persisten las problemáticas en diversas zonas y departamentos, donde las aguas marinas y costeras reciben todo tipo de residuos que llegan al litoral, a los cuerpos de agua y al mar, deteriorando su calidad (Invermar y Minambiente, 2019; Invermar, 2020b).

Para determinar las condiciones de la calidad del agua marina y costera de Colombia, en los diferentes puntos de muestreo ubicados en las aguas del Caribe y Pacífico colombiano, se calculó el ICAM en los sitios donde fue factible medir. Esta información brinda un panorama específico, a nivel de estaciones de muestreo, y general, a nivel de departamentos, regiones y de país, sobre la calidad del agua marina y costera, mediante una escala de valoración de cinco (5) categorías: 'Óptima', 'Adecuada', 'Aceptable', 'Inadecuada' y 'Pésima'

(Tabla 2.3). Con ello se logra la identificación de zonas críticas o de mayor atención, de acuerdo con las variables afectadas, donde se requiere fortalecer e implementar acciones de gestión integrada del recurso hídrico marino-costero, orientadas a prevenir y reducir la contaminación marina en Colombia.

Tabla 2.3. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)

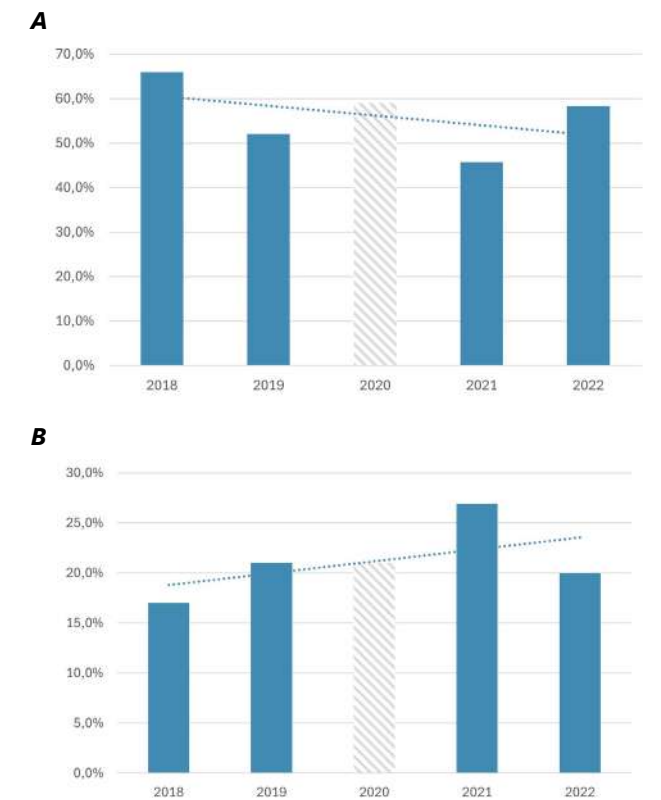
Categorías	Escala de calidad	Descripción
Óptima	100-90	Calidad excelente del agua.
Adecuada	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática.
Aceptable	70-50	Agua que conserva buenas condiciones y pocas restricciones de uso.
Inadecuada	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso.
Pésima	25-0	Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado.

Fuente: Vivas-Aguas (2011).

A escala nacional, la calidad del agua marina y costera en las 180 estaciones evaluadas en 2022 estuvo entre óptima y pésima, con valores del ICAM entre 8,3 y 94,2. El 10 % de las estaciones presentó óptima calidad del agua; el 48,3 %, adecuada; el 16,7 %, aceptable; el 20,0 %, inadecuada; y el 5 % fue pésima.

Comparando estos resultados con los últimos cinco años (sin considerar el año 2020, que fue un muestreo atípico por la pandemia del COVID-19), se observó una tendencia a la disminución del porcentaje de estaciones con mejor calidad del agua marina y costera (óptima y adecuada; Figura 2.10.A), pasando de 66,1 %, en 2018, a 58,3 %, en 2022 (Tabla 2.4). Por otro lado, las estaciones con peor calidad (pésima e inadecuada) han venido con una tendencia al incremento (Figura 2.10.B), aunque en el 2022 se observó una leve reducción frente al 2021, reflejado en una mayor proporción de mejores condiciones del agua.

Figura 2.10. Comparativo de la tendencia y comportamiento de la proporción de estaciones de mejor y peor calidad (2018-2022)



Fuente: Invermar, (2023a).

Nota: a) De mejor calidad, categorías óptima y adecuada; b) de peor calidad, categorías pésima e inadecuada).

Tabla 2.4. Porcentaje de estaciones de muestreo de aguas marinas y costeras evaluadas con el ICAM en los años 2021 y 2022

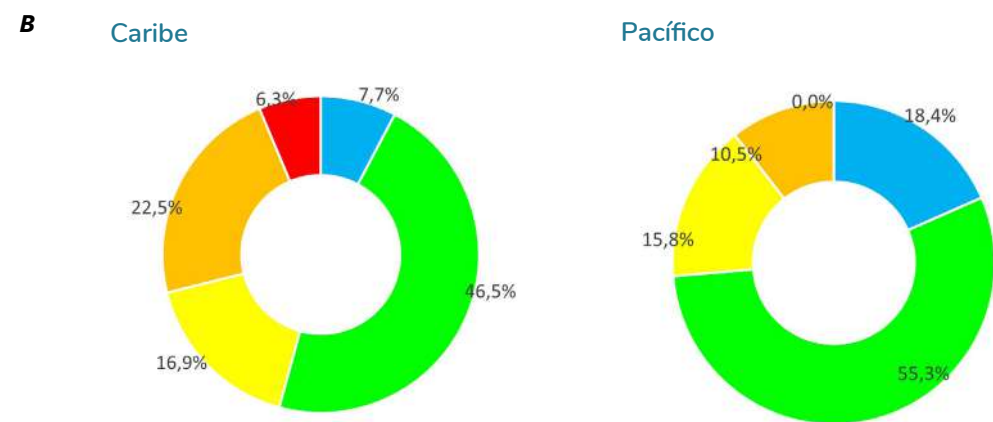
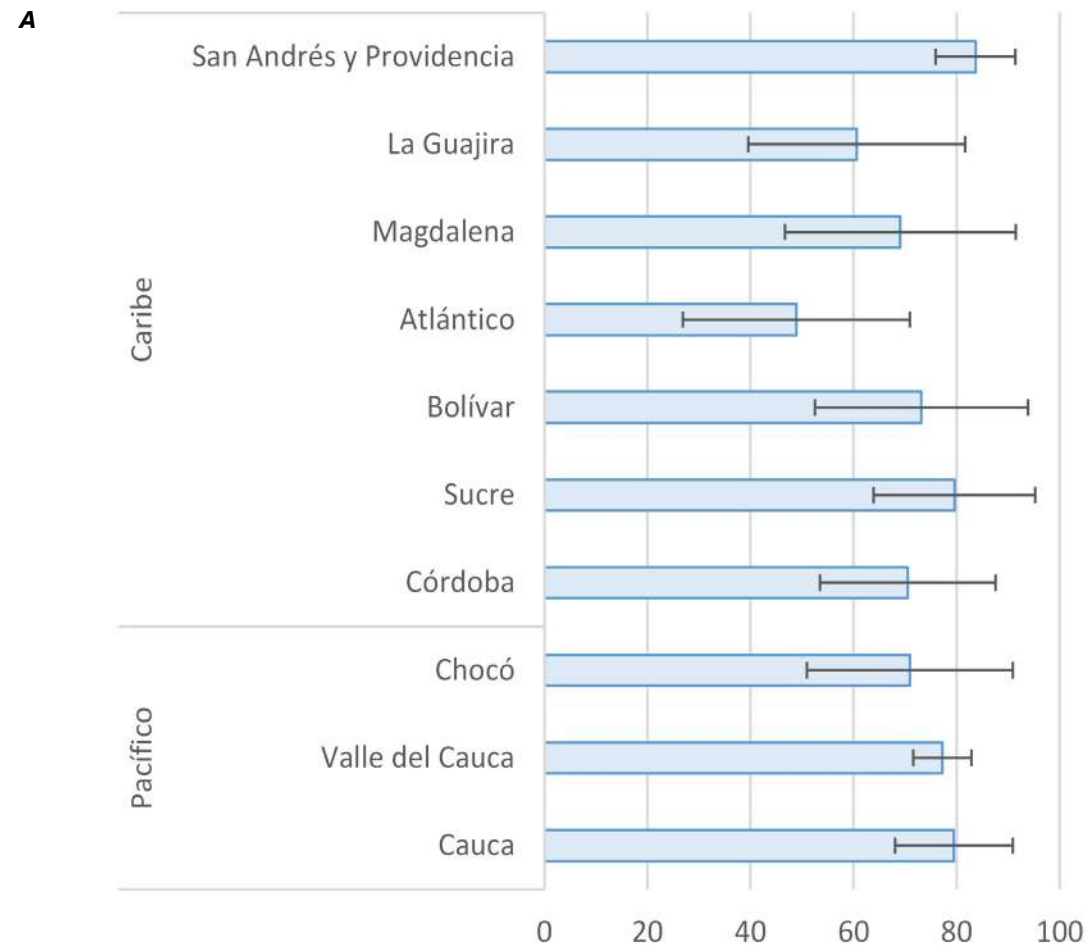
Categorías	2018	2019	2020	2021	2022
Óptima	3,0 %	5,0 %	13,0 %	6,3 %	10,0 %
Adecuada	63,0 %	47,0 %	46,0 %	39,4 %	48,3 %
Aceptable	17,0 %	26,0 %	21,0 %	27,4 %	16,7 %
Inadecuada	15,0 %	20,0 %	21,0 %	20,0 %	20,0 %
Pésima	2,0 %	1,0 %	0,0 %	6,9 %	5,0 %

Fuente: Invermar (2023).

A escala regional, se presentaron variaciones en la calidad del agua marina y costera entre el Caribe y el Pacífico (Figura 2.11.). Las mejores características de calidad (categorías óptima y adecuada) se encontraron

en el Pacífico (75,9% ±13,35), en comparación con el Caribe (65,2 ±22,6), en donde se observaron condiciones pésimas en el 6,3% de los sitios (Figura 2.11.B).

► **Figura 2.11.**
Valor del ICAM en los departamentos de las regiones del Caribe y Pacífico colombianos – 2022

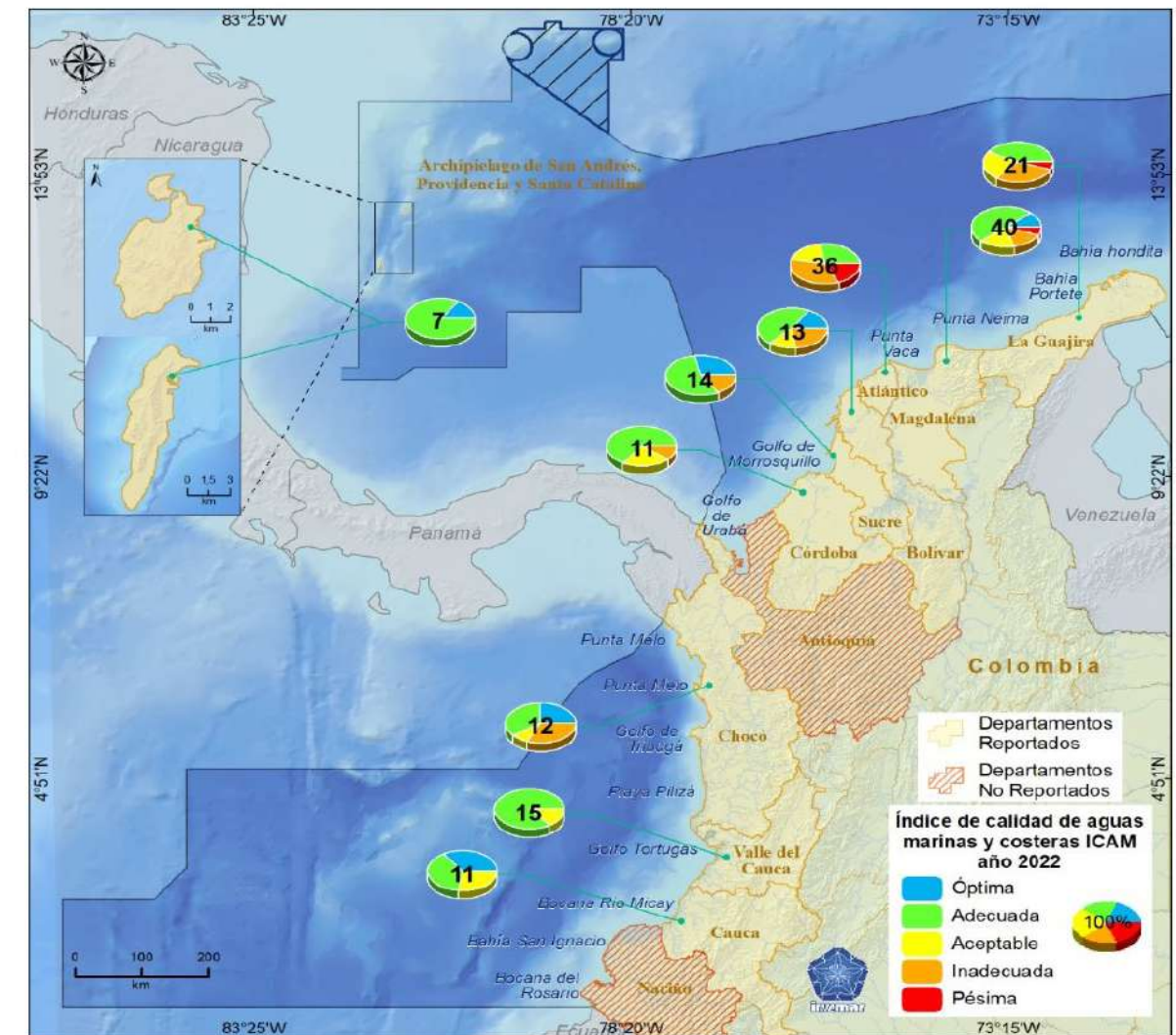


Fuente: Invemar (2022g).

Nota: a) Valor del ICAM (promedio ± desviación estándar) obtenidos en los departamentos de las regiones del Caribe y Pacífico de Colombia en 2022; b) Proporción de calidad del agua marina y costera en las regiones Caribe y Pacífico, según sitios evaluados en 2022.

La mejor calidad del agua marina y costera, con las condiciones óptimas del ICAM, se encontraron en sitios ubicados en los departamentos de Sucre (4), Magdalena (4), Bolívar (2) y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (1), en el Caribe; así como en Cauca (4) y Chocó (3), en el Pacífico. A diferencia de la calidad pésima que se presentó en nueve registros de sitios ubicados en los departamentos del Atlántico (6), Magdalena (2) y Guajira (1) (Figura 2.12).

► **Figura 2.12.**
Representación del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM) evaluado en los departamentos costeros de los litorales Caribe y Pacífico colombianos en 2022



Fuente: Invemar (2023).

Nota: El número en la figura indica el total de registros reportados

2.1.3.5 Contaminación por microplásticos en las playas turísticas del Caribe y Pacífico colombianos

Juan Saldarriaga Vélez	Invemar	juan.saldarriaga@invemar.org.co
José Ávila Cusba	Invemar	jose.avila@invemar.org.co
Paola Obando Madera	Invemar	paola.obando@invemar.org.co
Carlos Pacheco Vélez	Invemar	carlos.pacheco@invemar.org.co
Luisa Fernanda Espinosa	Invemar	luisa.espinosa@invemar.org.co

La información presentada son resultados de las investigaciones desarrolladas, en 2021, por el Invemar, bajo las actividades institucionales financiadas por el BPIN Misional (Resolución 61 y 176 de 2021) y acuerdos de cooperación técnica con las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible con jurisdicción costera, 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). La red está conformada por las doce corporaciones de los departamentos costeros: Coralina, Corpoguajira, Corpomag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño, junto con el Minambiente, y es coordinada por el Invemar.

2.1.3.5.1 Consideraciones metodológicas

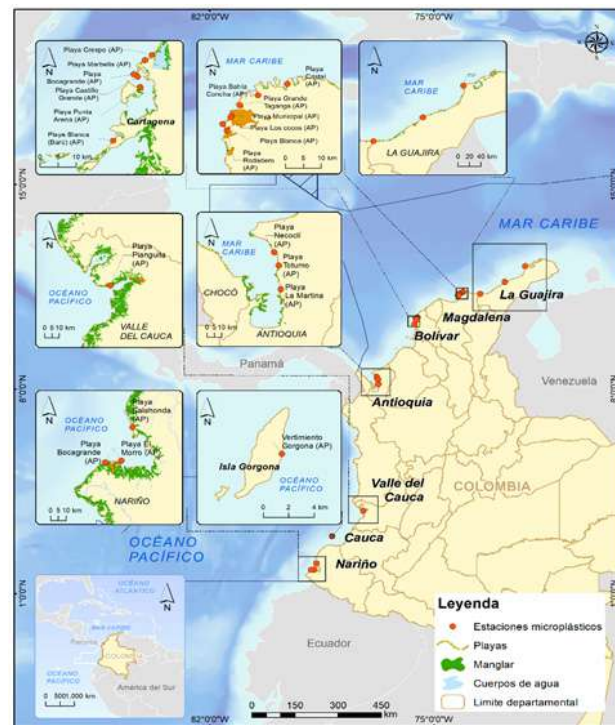
Los muestreos para la determinación de la contaminación por microplásticos en las playas turísticas del Caribe y Pacífico colombiano se realizaron con base en las metodologías que ha implementado y adaptado Invemar (Garcés-Ordóñez et al, 2021). En cada playa, se trazó un transecto de cien metros (100 m) en la zona de pleamar, paralelo a la línea de costa. Cada transecto incluyó cinco cuadrantes separados cada veinte metros (20 m), con un tamaño de un cuadrante de 0,50 m X 0,50 m (0,25 m²) para la recolección de muestras de microplásticos. Sobre cada subcuadrante, se tomó el primer centímetro de arena con palas metálicas, para recolectar las muestras de microplásticos, las cuales fueron almacenadas en bolsas de aluminio rotuladas para su posterior procesamiento en el laboratorio.

De acuerdo con Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021), las investigaciones científicas realizadas desde 2016 han demostrado la presencia y riesgos que producen los plásticos sobre el

funcionamiento de los ecosistemas, en especial los que significan la presencia de centrada en macroplásticos, microplásticos y nanoplásticos (PNUMA, 2021).

En este sentido, desde Invemar se vienen realizando esfuerzos en las mediciones de los niveles de contaminación por microplásticos en arena superficial de playas. Para el año 2021, se realizaron mediciones para determinar la contaminación de microplásticos en 27 playas de arena distribuidas en siete departamentos costeros, cuatro (4) ubicadas en la región Caribe, en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Bolívar y Antioquia; y tres (3) en la región del Pacífico, en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Nariño (Figura 2.13).

► **Figura 2.13.** Estaciones de monitoreo REDCAM de microplásticos - 2021

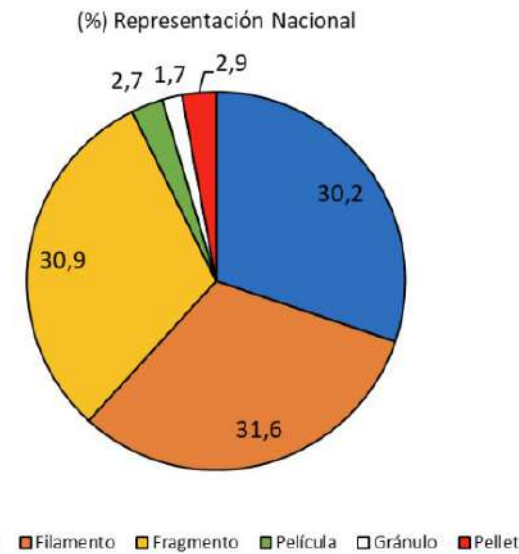


Fuente: Invemar (2022c).

2.1.3.5.2 Tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas de Colombia

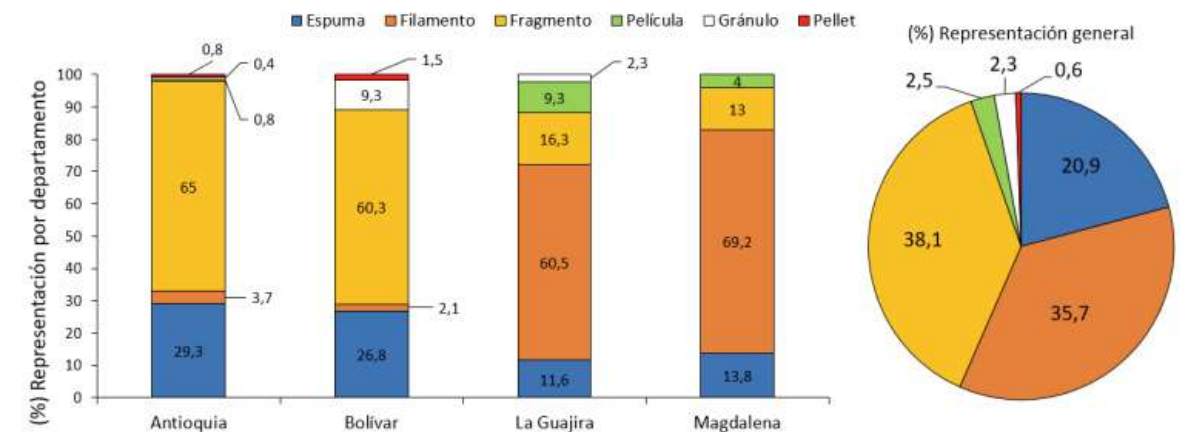
Como resultado del muestreo en arena de playa realizado en las 27 estaciones, en 2021, se determinó que la abundancia de microplásticos osciló entre 0 y 182 ítems/m² (Vidal, Sandoval y Duque, 2021). Las formas de microplásticos más abundantes fueron filamentos con un 31,6 %, seguido de fragmentos, con un 30,9 %, y espumas, con un 30,2 % en la arena (Gráfica 2.6).

► **Gráfica 2.6.** Proporción de los tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas de Colombia – 2021



Fuente: Invemar (2023).

► **Gráfica 2.7.** Proporción de los tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas del Caribe colombiano – 2021



Fuente: Invemar (2023).

Nota: muestras colectadas en Magdalena (marzo, septiembre y octubre), La Guajira (marzo), Bolívar (abril) y Antioquia (junio) de 2021.

En el Pacífico, las abundancias de microplásticos en arena de playa variaron de 11 a 182 ítems/m². La mayoría se observó en el departamento del Valle del Cauca, en playa Pianguita, con 182 ítems/m², lo cual se asocia a los residuos generados por la actividad turística y recreativa en esa zona, así como a la inci-

En el Caribe (Guajira, Magdalena, Bolívar y Antioquia), las abundancias de microplásticos variaron entre 0 a 154 ítems/m². Las mayores abundancias se presentaron en Antioquia, en playa Arboletes, con 154 ítems/m² (muestreo en época lluviosa), lo cual se asocia a las descargas del río Volcán que llevan desechos sólidos y donde se desarrollan actividades turísticas; seguido de playa Rodadero, en Magdalena, con 115 ítems/m² (muestreo en época seca); y playa Bocagrande, en Bolívar, con 110 ítems/m² (muestreo en época seca).

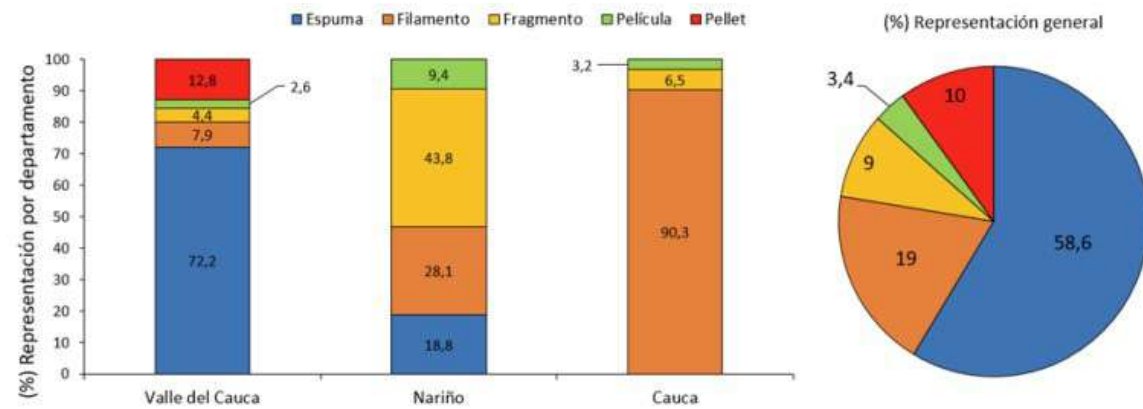
Las formas de microplásticos más abundantes fueron de origen secundario. En el departamento de Antioquia, el 65 % fueron fragmentos; el 29,3 %, espumas; un 3,7 %, filamentos; 0,8 %, películas; 0,8 %, pellets; mientras que el 0,4 %, gránulos. En Bolívar, el 60,3 % fueron fragmentos; un 26,8 %, espumas; el 2,1%, filamentos; un 9,3 %, gránulos; y el 1,5 %, pellets. Por su parte, en Guajira, el 60,5 % fueron filamentos; el 60,5 % fueron filamentos; el 16,3 %, fragmentos; 11,6 % de espumas; un 9,3 %, películas; y el 2,3 %, gránulos. Por último, en Magdalena, el 69,2 % fueron filamentos; 13,8 %, espuma; un 13 % de fragmentos; y el 4 %, película (Gráfica 2.7).

dencia de los efectos de la marea que favorecen la exportación de desechos plásticos de las zonas urbanas al litoral. Esto último se ha identificado especialmente en Buenaventura, Tumaco y Chocó, donde los plásticos se acumulan en la zona superior de la playa (Garcés-Ordóñez et al; 2020).

En el Pacífico, las formas de microplásticos más abundantes también fueron de origen secundario. En Valle del Cauca, el 72,2 % fueron espumas; le siguen, con un 12,8 %, los pellets; un 7,9 % de filamentos, el 4,4 % de fragmentos, y un 2,6 % de películas. Por el contrario, en Nariño, predominaron los fragmentos, con el 43,8 %, a

los que le siguen un 28,1 % de filamentos, un 18,8 % de espumas y, por último, un 9,4 % de películas. Así pues, en el departamento del Cauca, el 90,3 % fueron filamentos, mientras que el 6,5 % fueron fragmentos y un 3,2 % restante, de películas (Gráfica 2.8).

► **Gráfica 2.8.**
Proporción de los tipos de microplásticos en las muestras de arena de las playas del Pacífico colombiano - 2021



Fuente: Invemar (2023).

Nota: muestras colectadas en Cauca (agosto), Nariño (octubre) y Valle del Cauca (noviembre) de 2021.

2.1.3.6 Calidad microbiológica de las playas de uso turístico en el Caribe y Pacífico colombianos - año 2022

Derly Yurani Rojas Escobar	Invemar	derly.rojas@invemar.org.co
Lizbeth Janet Vivas-Aguas	Invemar	Janet.vivas@invemar.org.co
Tania Liceth Córdoba	Invemar	tania.cordoba@invemar.org.co
Cristian Camilo Ruíz	Invemar	cristian.ruiz@invemar.org.co
Luisa Fernanda Espinosa	Invemar	luisa.espinosa@invemar.org.co

Este trabajo también se desarrolló en el marco del programa nacional de monitoreo de la REDCAM, actividad interinstitucional coordinada por Invemar e integrada por Coralina, Corpogujaira, Corpomag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño, con el apoyo del Minambiente.

2.1.3.6.1 Consideraciones metodológicas

La evaluación de la calidad microbiológica del agua superficial en las principales playas de uso turístico del Caribe y Pacífico colombiano es otra de las actividades que se viene realizando desde 2001, en el marco del programa nacional de monitoreo de la REDCAM. Durante 2022, se midieron los microorganismos indicadores de contaminación fecal, coliformes termotolerantes (CTE) y enterococos fecales (EFE), utilizando metodologías estandarizadas como la de la American Public Health Association (APHA, 2017) (ISO, 2001) Los resultados se compararon con los criterios de calidad de la legislación nacional (<200 NMP/100 mL CTE); (Decreto 1076, 2015), y con valores de referencia internacionales (<100 UFC/100 mL EFE); (Unión Europea, 2006).

En Colombia, el turismo costero (sol y playa) es una fuente económica muy importante, impulsada por la belleza paisajística, la biodiversidad única, las tradiciones y la riqueza cultural (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2022). No obstante, la baja planificación en las ciudades costeras, la gestión inadecuada de residuos y la contaminación, afectan la calidad del

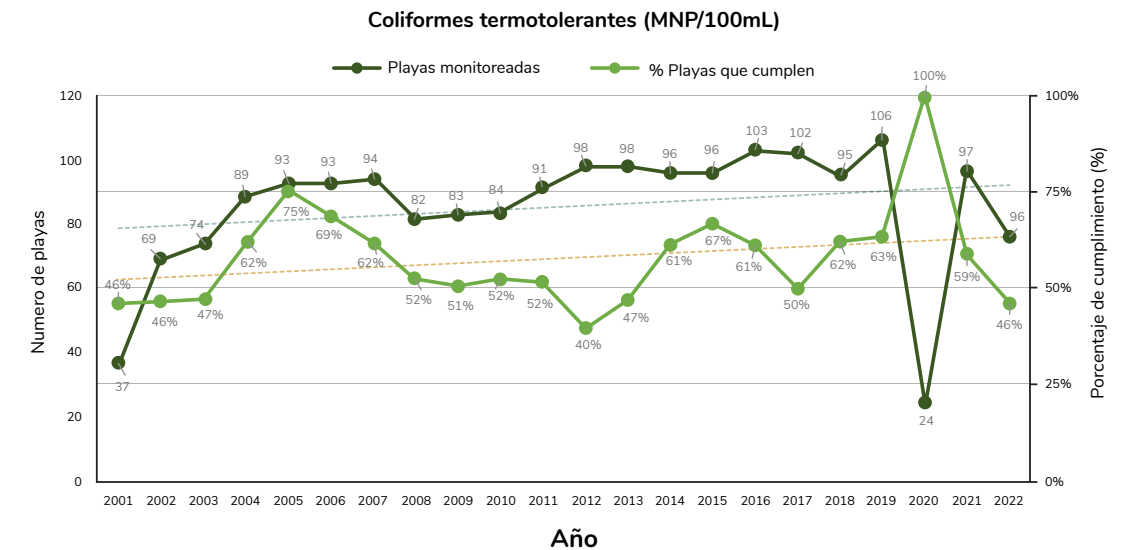
agua marino-costera, poniendo en riesgo la salud de los bañistas, debido a la presencia de microorganismos patógenos causantes de enfermedades intestinales y extraintestinales (Méndez-Espinosa et al, 2020, Vivas – Aguas et al, 2014, Gianoli et al, 2019). Por esta razón, el monitoreo de microorganismos indicadores de contaminación fecal, como CTE⁷ y EFE⁸, es esencial para identificar áreas críticas y tomar medidas para proteger la salud pública.

utilizada (<1,8 NMP/100 mL) y 160.000 NMP/100 mL. El 55 % de las playas turísticas evaluadas cumplieron con el criterio de calidad para el uso recreativo de contacto primario de aguas de baño para CTE (<200 NMP/100 mL CTE) (Decreto 1076, 2015). Históricamente, el porcentaje de playas que cumplen con el criterio de calidad de CTE ha oscilado entre el 40 % y el 75 %, registrando en 2022 el porcentaje de cumplimiento más bajo de los últimos diez años, comparable con los años 2002, 2003 y 2013 (Gráfica 2.9).

2.1.3.6.2 Coliformes termotolerantes

En 2022, las concentraciones de CTE oscilaron entre menor al límite de cuantificación de la técnica analítica

► **Gráfica 2.9.**
Tendencia del número de playas turísticas evaluadas en el periodo 2001 y 2022 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, según el valor de referencia para enterococos fecales para aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE)



Fuente: Invemar (2022).

Nota: Las líneas punteadas representan la tendencia histórica.

En 2022, las playas turísticas en la región del Pacífico mostraron una mejor calidad en las aguas de baño, con una mediana de 38,1 NMP/100 mL, en contraste con las playas del Caribe que registraron una mediana de 540,0 NMP/100 mL.

cumplimiento en los departamentos de Bolívar (86 %) y Córdoba (80 %), donde solo las playas de Isla Barú y Moñitos, respectivamente, presentaron incumplimiento. Los mayores problemas de cumplimiento se observaron en los departamentos de Sucre (78 %), Atlántico (76 %) y Magdalena (56 %), donde algunas playas superaron el criterio de calidad en, al menos, uno de los muestreos (Figura 2.14).

En la costa Caribe, el 48 % de las mediciones en 59 playas mostraron condiciones adecuadas para actividades de contacto primario, con mayor proporción de

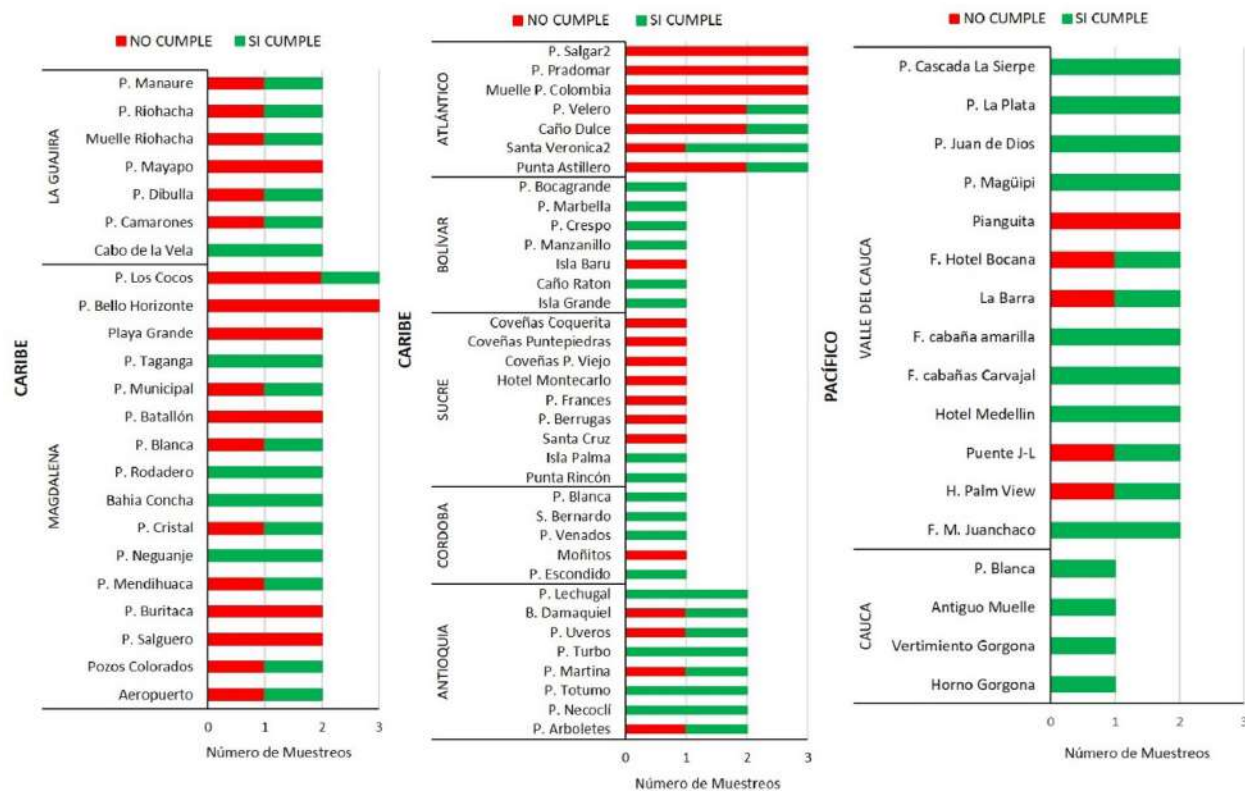
⁷ Coliformes termotolerantes.

⁸ Enterococos fecales.

En la costa del Pacífico, el 71 % de las 17 playas evaluadas fueron aptas para contacto primario, con mayor cumplimiento en los departamentos de Cauca (100 %

y Valle del Cauca (80 %), con excepción de las playas frente al hotel Bocana, La Barra, Puente Juanchaco, La-drilleros, hotel Palm y Pianguita (Figura 2.14).

► **Figura 2.14.** Playas turísticas evaluadas en los departamentos del Caribe y Pacífico de Colombia y estado de cumplimiento (cumple / no cumple) del criterio de calidad de coliformes termotolerantes para aguas recreativas de contacto primario, en los muestreos realizados



Fuente: Invermar (2022).

La calidad del agua de baño, en términos de CTE, estuvo influenciada por la ubicación y características de las playas. Se registró incumplimiento en el 54 % de playas ubicadas en zonas urbanas (mediana= 690,7 NMP/100 mL), mientras que el 44 % de playas en zonas rurales (mediana= 226,0 NMP/100 mL) y en el 2 % de playas en zonas protegidas (mediana= 38,15 NMP/100 mL). Como era de esperarse, las playas urbanas, expuestas a desechos urbanos y con una mayor presión turística, se ven más afectadas en su calidad del agua.

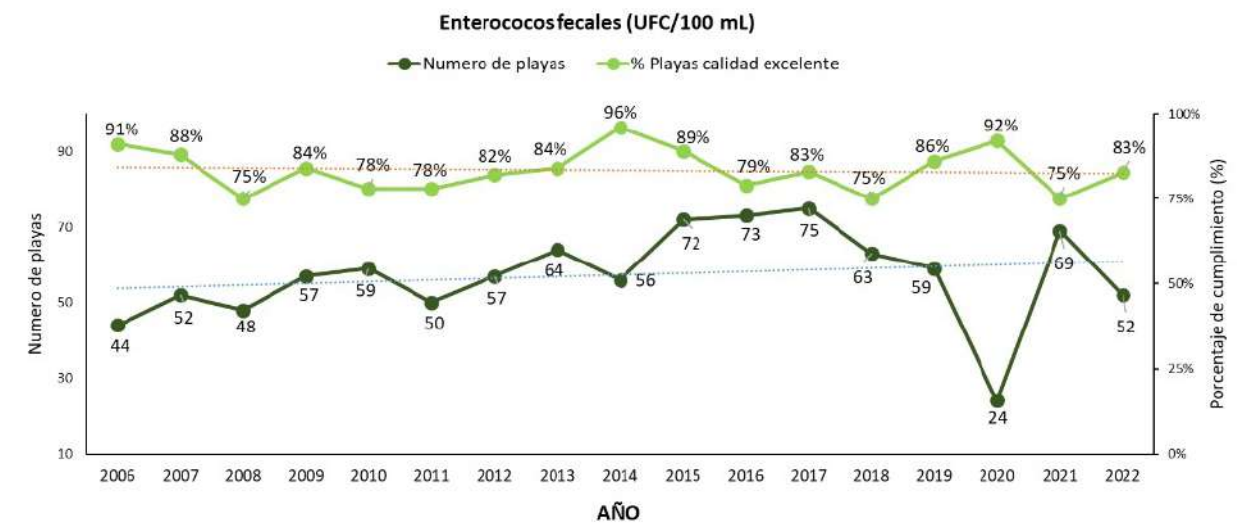
2.1.3.6.3 Enterococos fecales

Para 2022, las concentraciones de EFE oscilaron entre menor al límite de cuantificación del método

(<1,0 UFC/100 mL) y 14.000 UFC/100 mL, con una mediana de 88,85 UFC/100 mL.

Históricamente, el porcentaje de cumplimiento de EFE se ha mantenido a un nivel igual o superior al 75 %. En 2022, el 86 % de las 53 playas turísticas cumplieron con el valor de referencia para aguas de baño catalogadas como bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE) Ver Gráfica 2.10 (Unión Europea, 2006).

► **Gráfica 2.10.** Tendencia del número de playas turísticas evaluadas en el periodo 2001 y 2022 en Colombia y su porcentaje de cumplimiento, según el valor de referencia para enterococos fecales en aguas de baño de uso recreativo bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE)



Fuente: Invermar (2022).

Nota: Las líneas punteadas representan la tendencia histórica.

En la costa Caribe, el 85 % de las playas cumplieron con el valor de referencia de EFE, ciento por ciento en las playas de los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, seguido por Guajira (86 %). Las concentraciones más altas de EFE se encontraron en Atlántico, con cumplimiento del 57 %, y Magdalena, del 50 %. Esto debido a que las playas del muelle de Puerto

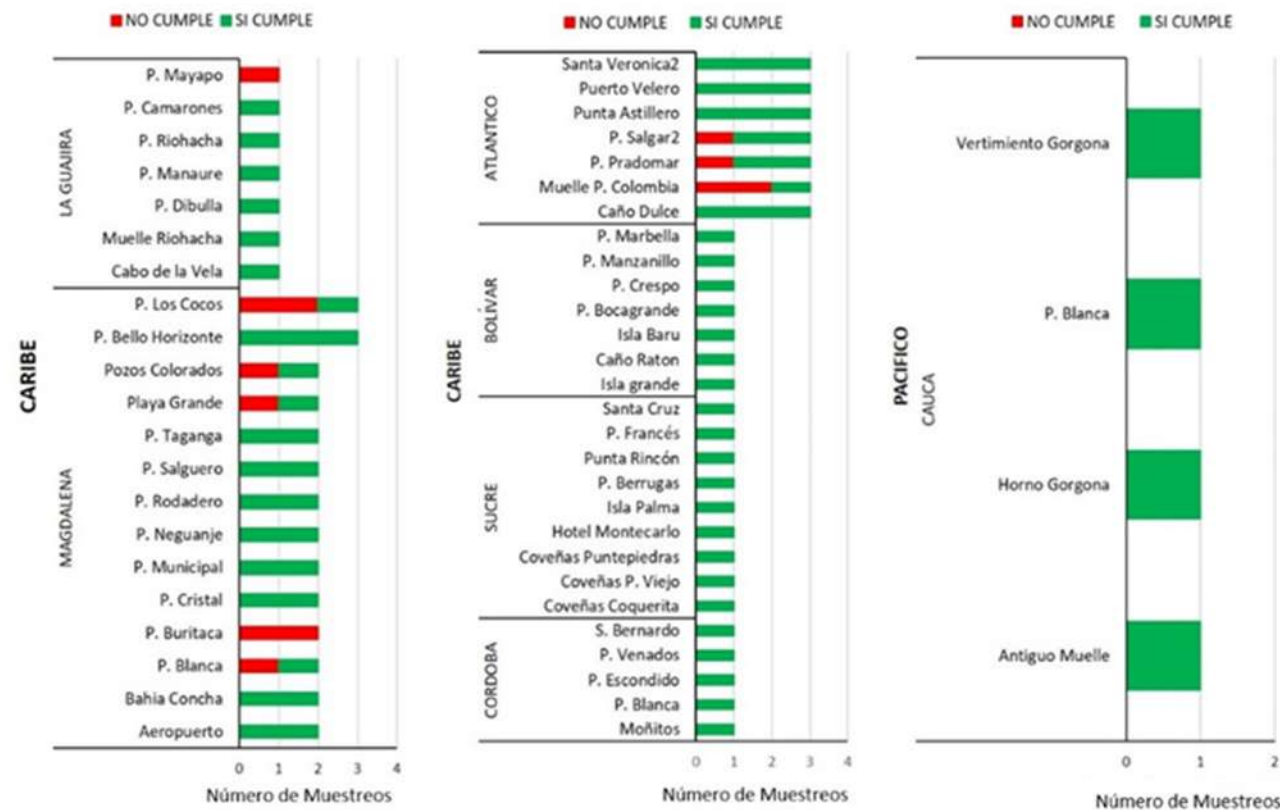
Colombia, en Atlántico, y de Los Cocos y Buritaca, en Magdalena, sobrepasaron la referencia de EFE.

En la costa Pacífica, las cuatro playas evaluadas, ubicadas en la isla Gorgona, en el departamento de Cauca, cumplieron con la referencia de bandera azul para aguas de baño de uso recreativo (Figura 2.15).



Fuente: Ideam (2018).

Figura 2.15. Playas turísticas evaluadas en los departamentos del Caribe y Pacífico de Colombia y estado de cumplimiento (cumple/no cumple) del valor de referencia para enterococos fecales en aguas de baño de uso recreativo bandera azul (< 100 UFC/100 mL EFE)



Fuente: Invemar (2022).

De las 53 playas evaluadas con EFE, 28 (53 %) se encuentran ubicadas en zonas urbanas; 18 (34 %), en playas de zonas rurales; y 7 (13 %), en áreas protegidas. El incumplimiento del criterio de bandera azul se observa, en mayor proporción, en playas con influencia urbana (25 %), frente a las identificadas en playas rurales (11 %) y en zonas protegidas (0 %). Al igual que los CTE, las playas turísticas cercanas a zonas urbanas, se ven mayormente afectadas por presiones de origen antrópico que deterioran la calidad del agua de baño y ponen en riesgo la salud de los usuarios.

Estos resultados muestran la afectación a las zonas costeras del país, debido a los deficientes o inexistentes sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, en la mayoría de los municipios costeros.

Los efectos ambientales antes mostrados hacen parte de los impactos generados en el agua. A continuación, se mencionan aquellos que afectan el aire y sus impactos correspondientes en la salud humana y los ecosistemas.

Como se ha mencionado, 2022 se caracterizó por las altas precipitaciones. Las lluvias atenúan la generación incendios forestales tanto de origen natural como antropogénico y, a su vez, la nubosidad evita fenómenos de inversión térmica. Sumado a esto, el lavado de la atmósfera (generado por las precipitaciones) mejora la calidad del aire, situación que impacta en las principales ciudades, con presencia de industrias y abundante tráfico vehicular.

2.1.4 Monitoreo y estado de la calidad del aire en Colombia

Wendi Garzón Herrera	Ideam	wgarzon@ideam.gov.co
Ana María Hernández Hernández	Ideam	amhernandez@ideam.gov.co
Angela Vanesa Galvis Lozano	Contratista	avgalvis@ideam.gov.co
Simón Grueso Casquete	Contratista	sgrueso@ideam.gov.co

Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam

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

Está ampliamente sustentado que la exposición de la población a la contaminación del aire tiene efectos negativos en la salud, generando costos sociales y económicos representados en muertes, enfermedades, restricciones en el desarrollo de actividades y aumento en las atenciones en el sistema de salud. De acuerdo con el más reciente estudio de valoración económica de la contaminación del aire urbano, en el país, dichos costos se estiman en 11,74 billones de pesos, equivalentes al 1,19 % del PIB del año 2018 (DNP y Fondo Acción, 2022).

Es así como, para el Gobierno nacional, la calidad del aire es una de las prioridades en materia ambiental, de 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 las capacidades técnicas, tecnológicas y económicas del país. Además del desarrollo normativo, Colombia, desde el año 2015, decidió acogerse a la Agenda 2030, en el marco de la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

(ODS), orientando los 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 vitales.

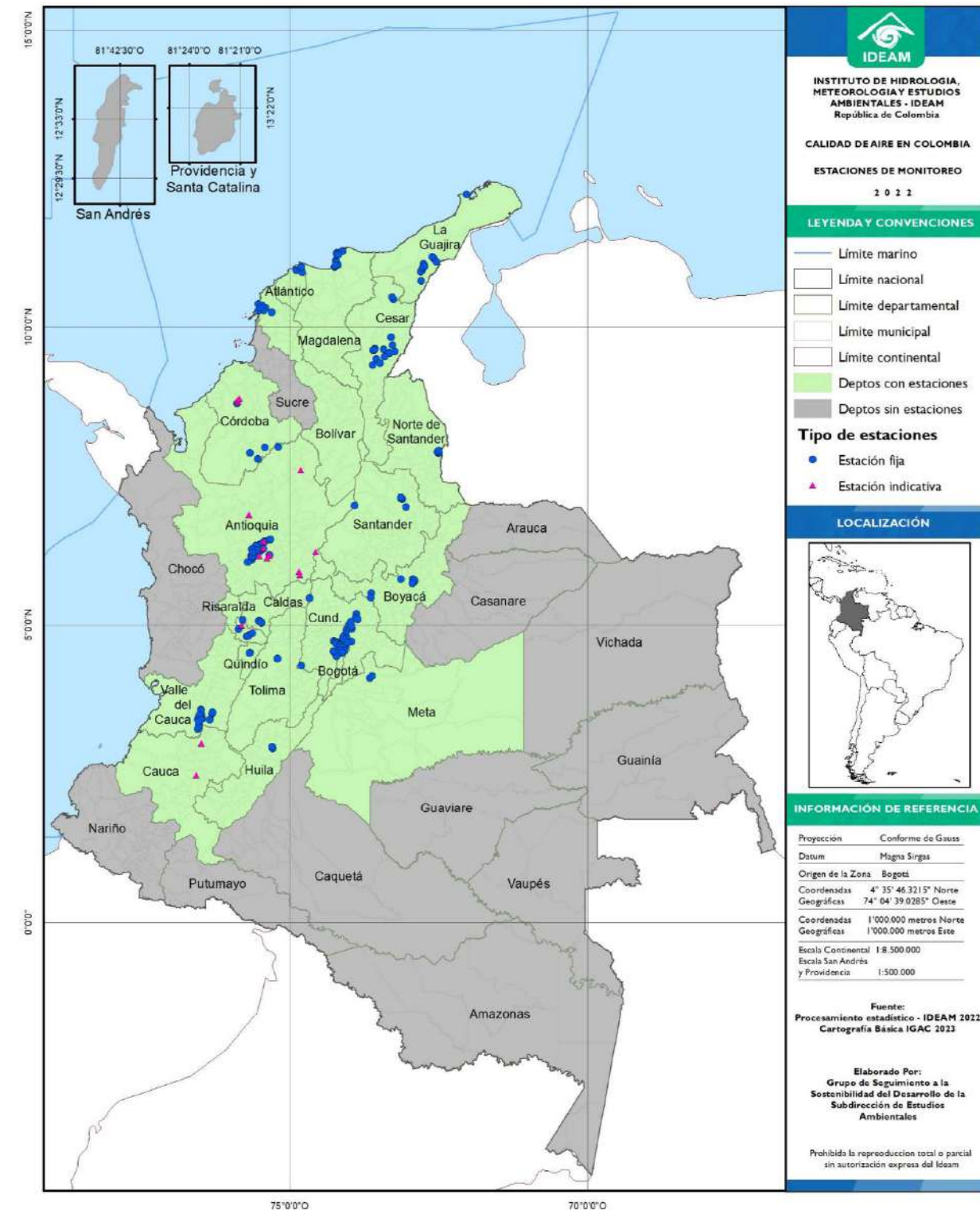
En este sentido, es fundamental el monitoreo de la calidad del aire, contar con información sobre su estado que aporte al entendimiento de los fenómenos que se producen por la contaminación atmosférica. Asimismo, el monitoreo debe permitir evaluar el cumplimiento de las respectivas metas trazadas para el país y orientar las políticas, planes y estrategias gubernamentales o regionales y, si es el caso, ajustarlas para el logro de los objetivos y metas propuestas. Si bien, en los últimos años se ha fortalecido el monitoreo de la calidad del aire y las autoridades ambientales de orden regional y local han venido realizando grandes esfuerzos para mejorar la gestión integral de este recurso, aún se identifican grandes retos y oportunidades. Esto se debe a que, según la normativa colombiana, los municipios con una población mayor a 50.000 habitantes o que cuenten con problemáticas ambientales asociadas a contaminación atmosférica, deben monitorear la calidad del aire en la jurisdicción de su competencia.

De acuerdo con las cifras más recientes del estado de los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), consolidadas por el Ideam mediante los datos recolectados en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (Sisaire)⁹, se ha identificado que, si bien en 2022 el monitoreo de la calidad del aire tuvo cobertura en 20 departamentos y 88 municipios, estos se ubican principalmente en las regiones Magdalena-Cauca y Caribe, denotándose que las regiones de la Amazonia, Orinoquia y Pacífico carecen de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (Ideam, 2023d).

⁹ Para más información, se puede consultar el Anexo 3.

Infografía 2.2.

Sistemas de vigilancia de la calidad del aire y estaciones de monitoreo - año 2022¹⁰

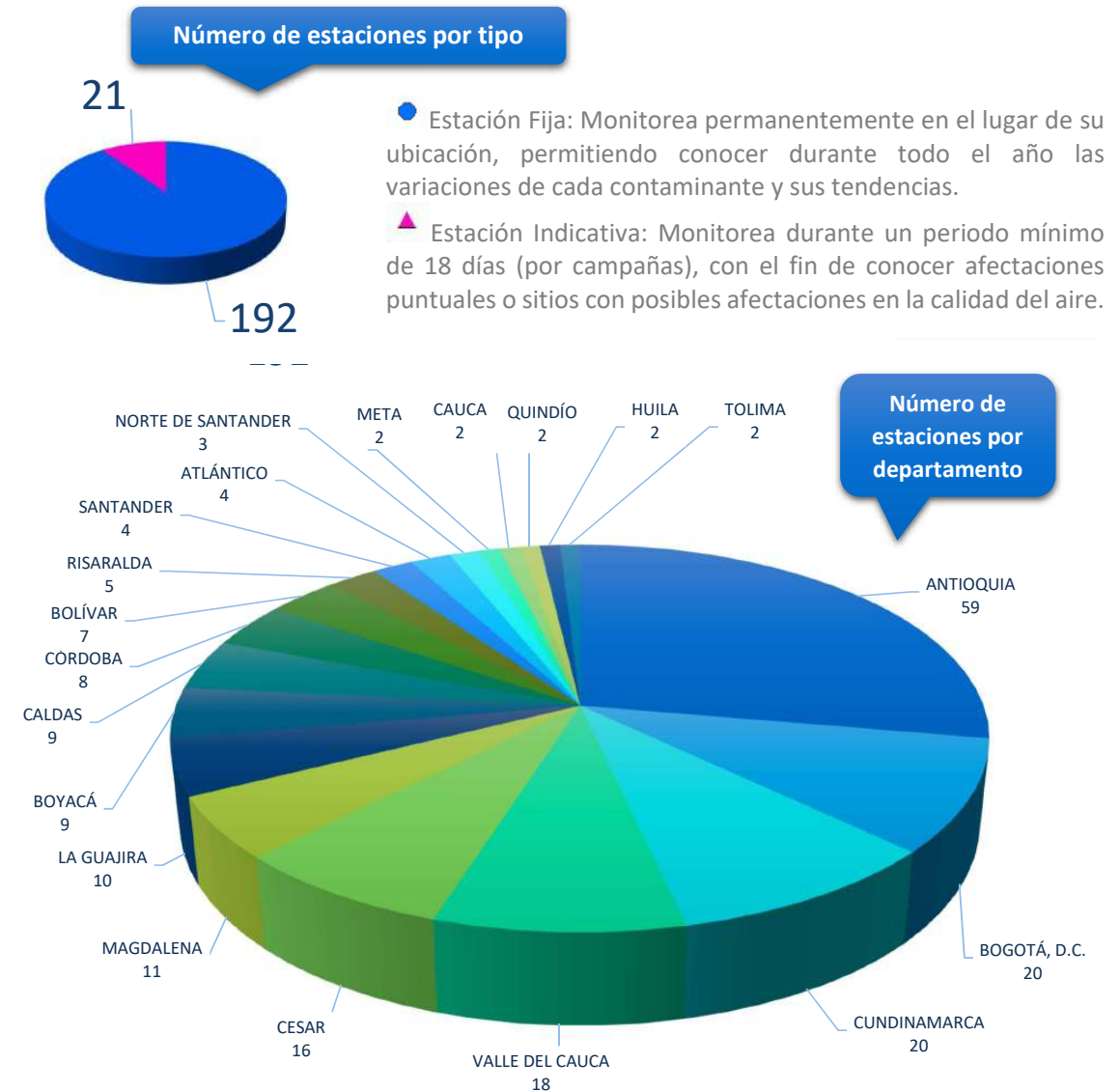


24 Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire

20 Departamentos

213 Estaciones de monitoreo

88 Municipios



Fuente: Ideam (2022a).

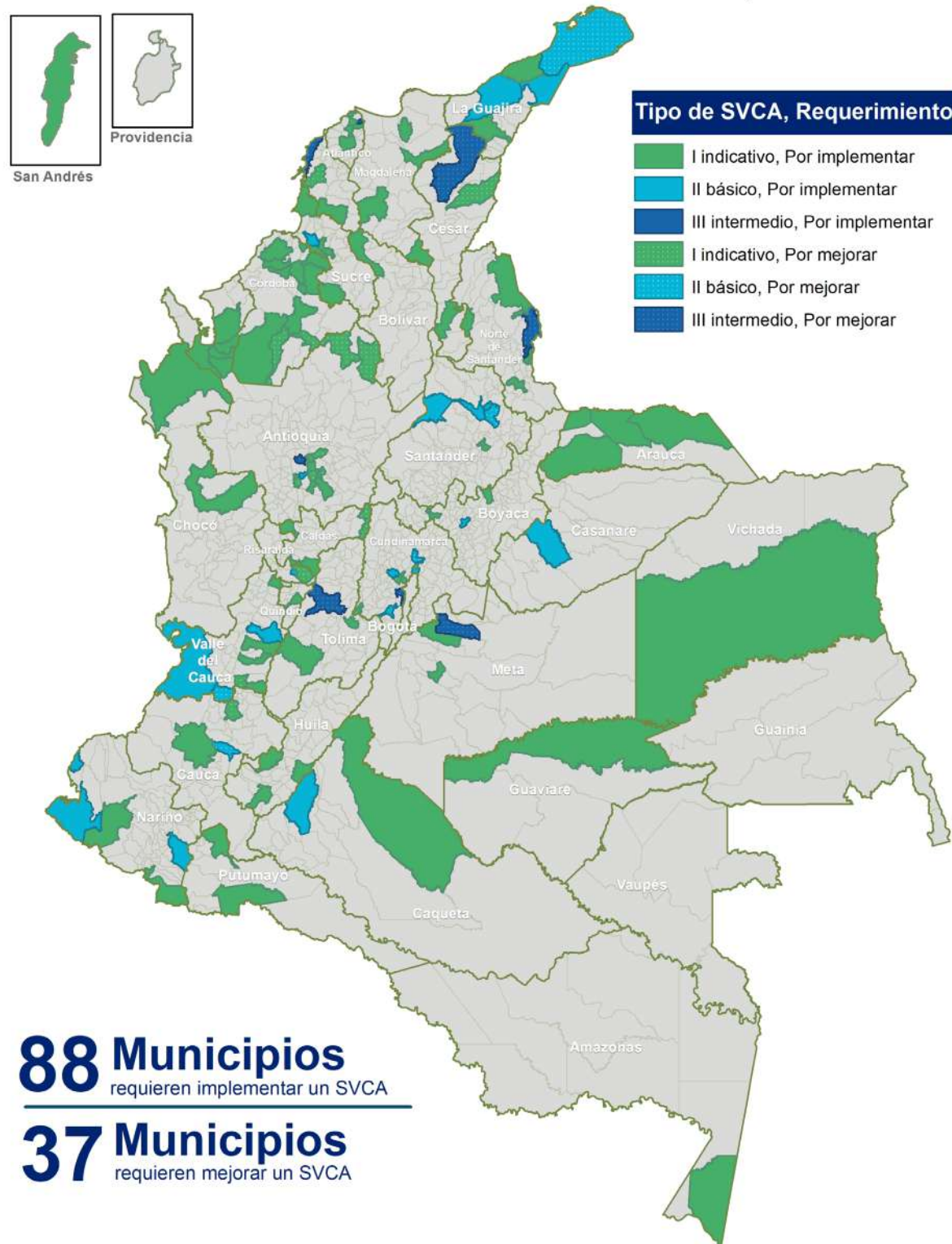
Por su parte, durante 2022, se identificaron **88** municipios a nivel nacional que, según su tamaño poblacional, requieren implementar un SVCA, mientras que **37** municipios requieren mejorar su SVCA. Lo anterior robustece la complejidad de estos sistemas

mediante la incorporación de más estaciones de monitoreo y de nuevas variables a monitorear, así como la implementación del monitoreo fijo o permanente (Infografía 2.3).

¹⁰ Para más detalle, se puede consultar el Anexo 3.

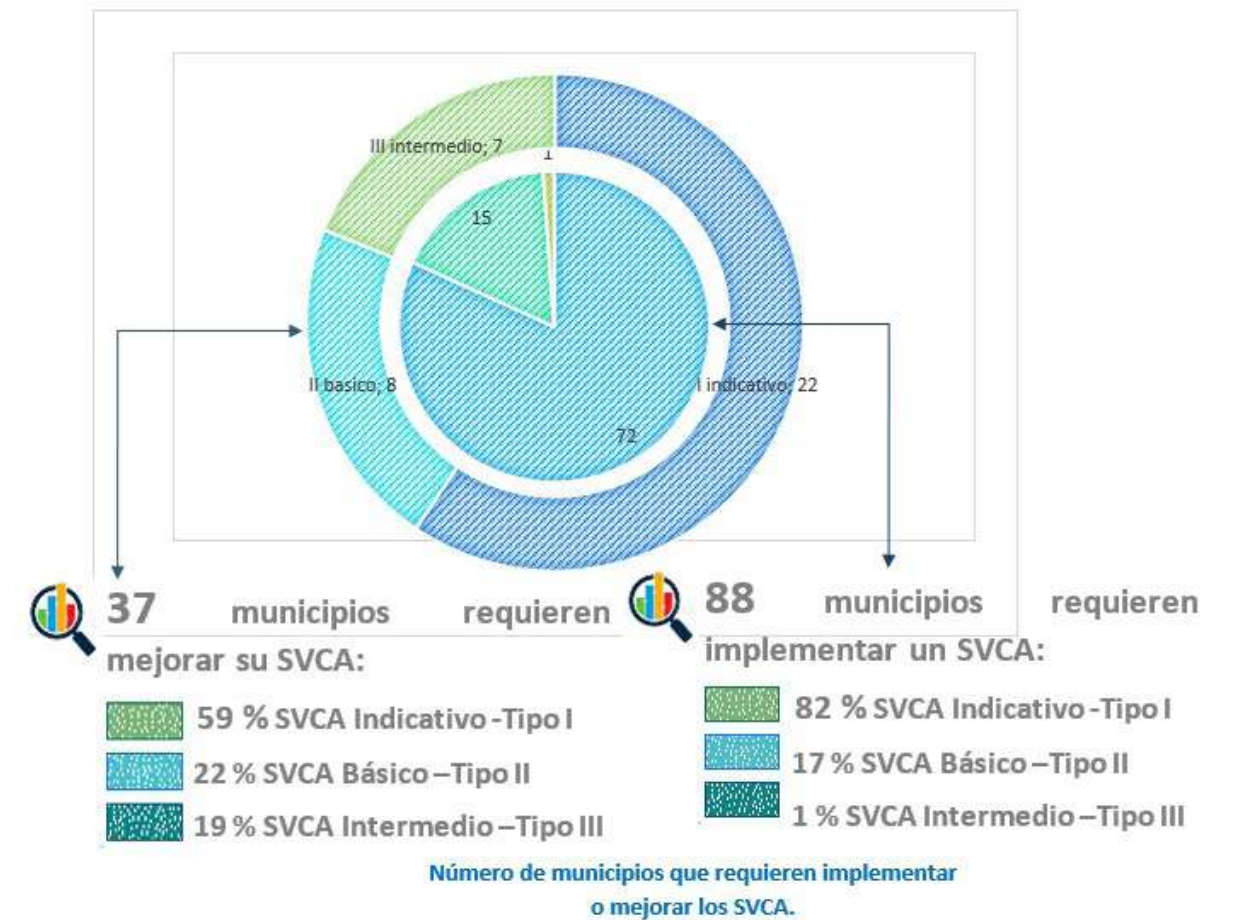
Infografía 2.3.

Municipios que requieren implementar o mejorar los SVCA, según el tamaño de su población- año 2022¹¹



Fuente: Ideam (2022a).

¹¹ Para más detalle, se puede consultar el Anexo 4.



Fuente: Ideam (2022a).

Asimismo, se ha identificado que hay municipios con problemáticas ambientales específicas asociadas a contaminación atmosférica, los cuales no cuentan con un SVCA. Por mencionar un ejemplo, hay regiones que se pueden ver afectadas por eventos de contaminación transfronteriza, ocasionada bien sea por fuentes antropogénicas o biogénicas, como incendios de la cobertura vegetal, o por otros eventos o fenómenos naturales como el polvo del Sahara e, incluso, erupciones volcánicas y, sin embargo, carecen de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

En este sentido, en algunas épocas del año, la Orinoquia es susceptible a enfrentar afectaciones sobre la calidad del aire a causa de incendios de la cobertura vegetal, bien sean de la misma región o provenientes de países vecinos. Por su parte, la Amazonia enfrenta una situación similar debido a los incendios forestales de la selva, incluso más allá de la frontera colombiana. Igualmente, al norte y oriente del país, en las regiones Caribe y Orinoquia, de acuerdo con la observación de los fenómenos atmosféricos mediante imágenes satelitales, se ha identificado que, en ciertas épocas

del año, la calidad del aire puede mostrar impactos por la dispersión transfronteriza de contaminantes atmosféricos procedentes de incendios de la cobertura vegetal o la intrusión trasfronteriza de polvo sahariano.

Ahora bien, históricamente en Colombia, el monitoreo de la calidad del aire se ha enfocado principalmente en el material particulado menor a 10 y 2,5 micras (PM₁₀ y PM_{2,5}). Así pues, durante 2022, el 81,0 % y 68,0 % del total de estaciones monitorearon respectivamente estos contaminantes; entre tanto, el monitoreo de los gases reactivos como el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y el ozono, evidenció una proporción bastante inferior, en menos del 32,0 % del total de estaciones.

Así las cosas, en el país, además de mejorar la cobertura espacial del monitoreo, es necesario fortalecer el monitoreo de otros contaminantes criterio, como los gases ya mencionados. Un ejemplo para destacar es la zona de influencia de volcán Nevado de Ruíz (región Magdalena-Cauca), ya que tras las emisiones volcánicas se genera comúnmente el dióxido de azufre,

contaminante gaseoso que, en dicha zona, puede afectar la calidad del aire, pero es poco monitoreado.

Para aumentar el entendimiento de la contaminación atmosférica y aportar a la gestión integral de la calidad del aire, se requiere aunar esfuerzos intersectoriales liderados por las autoridades ambientales de orden nacional, regional y local, así como de los entes territoriales, para fortalecer su monitoreo sistemático, especialmente en aquellas regiones que adolecen de monitoreo. En dicha tarea, es clave la implementación de estaciones en tierra y la ampliación de la cobertura de los SVCA y los contaminantes monitoreados, para conocer el estado de la calidad del aire que respiramos, así como las repercusiones asociadas a la salud y el ambiente. De esta manera, se puede orientar la toma de decisiones y el desarrollo y ajuste de políticas públicas encaminadas al cuidado de la calidad del aire y, por ende, de la salud de la población.

De igual manera, se recomienda fortalecer el uso de herramientas complementarias que emplean información secundaria para el análisis de la calidad del aire, como mediciones y modelos de pronóstico y reanálisis. Así pues, a partir de mediciones satelitales desarrolladas por organismos internacionales es clave proveer información de diversos contaminantes atmosféricos, los cuales pueden aportar al entendimiento de la dinámica atmosférica a nivel nacional.

Por parte de la comunidad científica, se han venido realizando investigaciones que han permitido identificar la importancia del uso de dichas herramientas e información secundaria. Ello, con fundamento en los resultados del análisis espacial de la calidad del aire en Colombia, por medio de datos de satelitales, expuesto en el “Análisis espacial de la calidad del aire en Colombia por medio de reanálisis e información satelital” (Ideam, 2022a). Esto ha facilitado determinar que la precisión de la información utilizada es viable, para ser usada como información complementaria, sin dejar de lado la importancia de implementar y fortalecer los SVCA de la nación.

2.1.4.1 Estado de la calidad del aire en Colombia - índice de calidad del aire (ICA)

El índice de calidad del aire permite categorizar y correlacionar los niveles de los contaminantes criterio en el aire, 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.

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

En la Infografía 4, se presentan los resultados del cálculo de la proporción de datos del índice de calidad del aire para PM₁₀ y PM_{2,5} – promedio por departamento. Para una mejor interpretación de los mapas contenidos en la infografía, es de considerar que, para cada departamento, se calculó el promedio de la proporción de datos en cada categoría del ICA. Por citar un ejemplo, el departamento de Antioquia contó en total con 16 estaciones que monitorearon de manera representativa el PM₁₀, en las cuales, en promedio, el 92,8% de los datos señalaron un estado de la calidad del aire bueno y el restante 7,2%, un estado de la calidad del aire aceptable. Asimismo, las tortas que representan los promedios de los porcentajes anteriormente mencionados se simbolizaron proporcionalmente, según 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.

Tras la ponderación del promedio departamental de la proporción de datos del índice de calidad del aire para PM₁₀, los resultados muestran que la totalidad de departamentos evaluados, en proporciones mayoritarias (superiores al 95%), presentaron un estado de la calidad del aire bueno, siendo los departamentos del Huila, Santander y Tolima los que reportan porcentajes del **ciento por ciento** en esta categoría, asociada a un riesgo bajo para la salud.







Ahora bien, la categoría ‘Aceptable’ se reportó en la mayoría de los departamentos, en proporciones comprendidas entre 0,27% y 11,16%, siendo la ciudad de Bogotá, D. C. la que presentó el mayor porcentaje, seguida de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cesar, Cundinamarca, Magdalena y Valle del Cauca, en donde dicha proporción estuvo comprendida entre el 4,4% y el 8,2%. Para estos departamentos, los datos también señalan como perentorio 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, pues esta categoría supone posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.

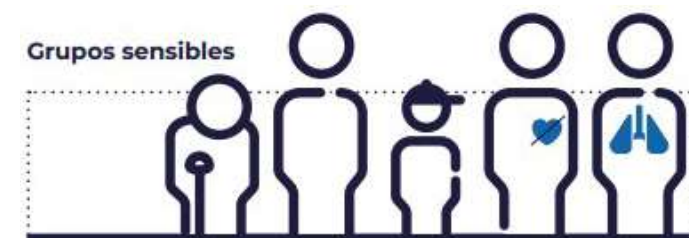
Ahora bien, con respecto a la categoría ‘Dañina a la salud’ de grupos sensibles (personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores), únicamente se reportó en esta categoría al departamento de Cundinamarca, aunque en una proporción muy

baja (0,03%). Esto indica que se presentaron episodios muy cortos de contaminación, los cuales podrían resultar perjudiciales para la salud y bienestar humano: En ese sentido, la respectiva autoridad ambiental debe

implementar medidas más eficientes para reducir los niveles de contaminantes en el aire. Por su parte, la categoría dañina para la salud no tuvo representación en ningún departamento.

► **Figura 2.16.** Categorización del ICA y efectos en la salud

ICA Categoría		Efectos a la salud
 0 - 50 Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud	
 510 - 100 Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblaciones sensibles	
 101 - 150 Dañina a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos para la salud. Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire	
 151 - 200 Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud	
 201 - 300 Muy dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud	
 301 - 500 Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud	



Fuente: Elaboración propia a partir de Resolución 2254 de 2017, p. 8.

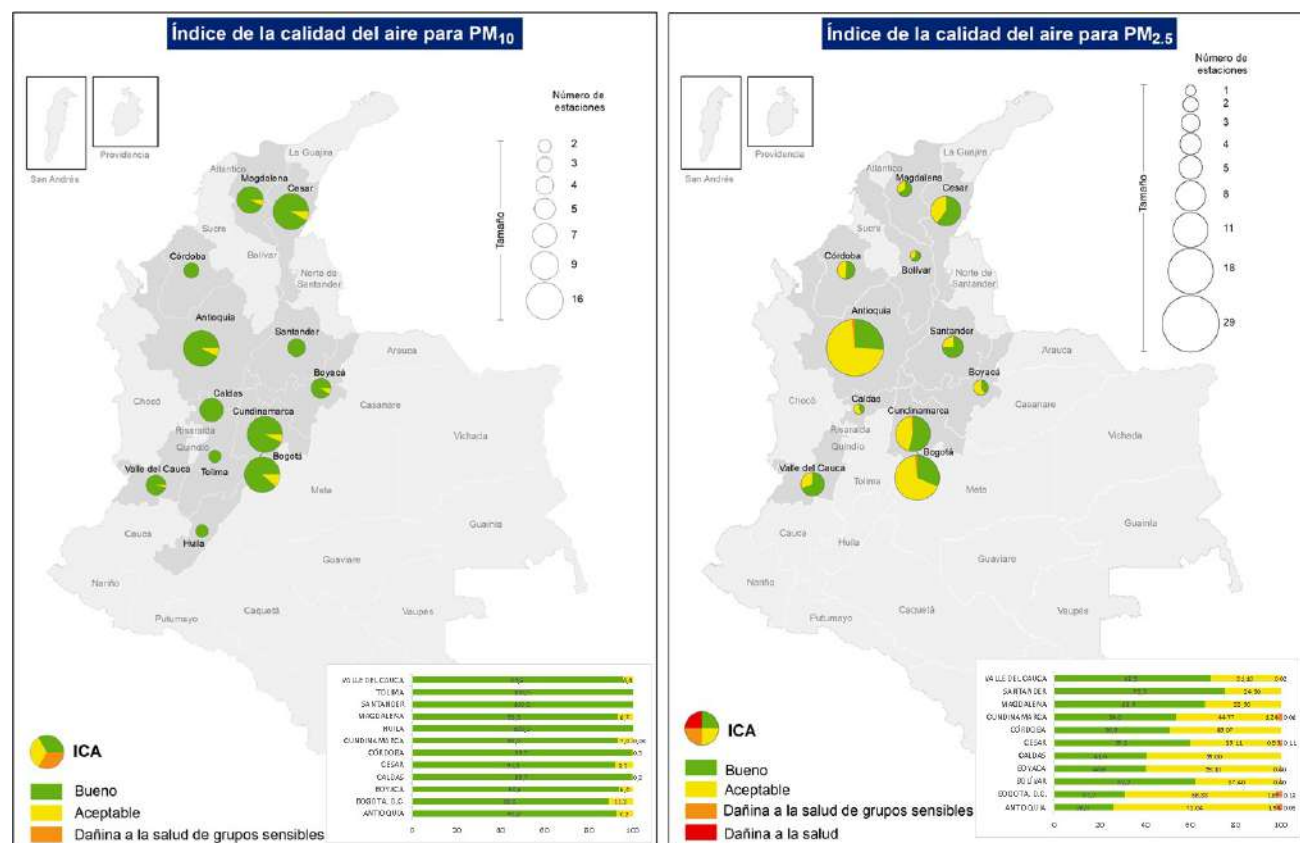
En cuanto a los resultados de la ponderación del promedio departamental de la proporción de datos del ICA para PM_{2,5}, se observa que, con respecto al PM₁₀, este contaminante presenta mayor afectación, pues la categoría 'Buena' tuvo menor representación (entre el 26 % y 75 %) y la categoría 'Aceptable' tuvo alta incidencia (entre el 24 % y 72 %). Dichos resultados corresponden a los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas y en la ciudad de Bogotá, D. C., en proporciones superiores al 50 %. Un estado de la calidad del aire aceptable supone posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles. Lo anterior permite identificar oportunidades de mejora y retos para las respectivas autoridades ambientales y sanitarias, orientados al mejoramiento de la calidad del aire, especialmente a partir de la reducción de las concentraciones de este contaminante, para mitigar los impactos en la salud

pública, considerando que el PM_{2,5}, en particular, tiene mayor capacidad de ocasionar efectos adversos sobre la salud humana.

Por su parte, la categoría 'Dañina a la salud de grupos sensibles' (personas con enfermedades cardiacas o pulmonares, niños, adultos mayores o mujeres gestantes), se reportó en siete de los once departamentos evaluados (Antioquia, Bogotá, D. C., Bolívar, Boyacá, Cesar, Cundinamarca y Valle del Cauca), en porcentajes de ocurrencia del 0,02 % al 1,9 %. Con respecto a la categoría 'Dañina a la salud', que corresponde a la categoría más alta reportada, se alcanzó en cuatro departamentos (Antioquia, Bogotá, D. C., Cesar y Cundinamarca), en porcentajes de ocurrencia comprendidos entre el 0,03 % y 0,18 %, los cuales indican cortos episodios de contaminación.

Infografía 2.4.

Proporción de datos del índice de calidad del aire (ICA) para partículas menores a 10 y 2,5 micras (PM₁₀ y PM_{2,5}) – promedio por departamento (año 2022)¹²



Fuente: Ideam (s. f.).

¹² Para más detalle, se puede consultar el Anexo 5 de esta publicación.

Nota: Las mencionadas cifras, principalmente en términos de PM_{2,5} resaltan la importancia de que las respectivas autoridades ambientales aúnen esfuerzos intersectoriales para la implementación o fortalecimiento de sus planes y programas de reducción de la contaminación, identificando acciones y medidas que aporten al mejoramiento de la calidad del aire dentro de su jurisdicción.

2.1.4.2 Análisis espacial de la calidad del aire en Colombia por medio de Reanálisis e información satelital

Caroline Mogollón ¹	¹ Central European University. Viena, Austria.	carithosotelo@gmail.com
Alejandro Casallas ^{2,3}	² Universidad Sergio Arboleda. Bogotá, D. C., Colombia.	alejandro.casallas@usa.edu.co
Yuri González ^{4,5}	³ Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics. Trieste, Italia.	yugonzalezc@unal.edu.co
Nathalia Celis ⁶	⁴ Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.	Nathcelis28@gmail.com
Ailin Cabrera ²	⁵ Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, D. C., Colombia.	ailindaianacabrera@gmail.com
Luis Carlos Belalcazar ⁴	⁶ Università degli studi di Padova. Padua, Italia.	lcbelalcazar@unal.edu.co

los cuales ofrecen mediciones directas de NO₂. Se establecieron distribuciones espaciales y magnitudes de contaminantes y se estimaron las anomalías, comparando las concentraciones de 2022 con los promedios de reanálisis de CAMS (2010-2021) y TROPOMI (2019-2021). Dicho análisis considera la influencia de la meteorología en la evolución de los contaminantes, así como el rol de los incendios forestales.

Los centros urbanos como Bogotá, D. C., Cali y Medellín registran mayores concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ (Infografía 2.4) vinculadas a fuentes urbanas y al transporte de contaminantes originados por incendios forestales en otras zonas del país (frontera colombo-venezolana, llanos orientales, Magdalena y Caquetá). El noroccidente de la Amazonia y Arauca presentan un aumento de PM_{2.5} asociado principalmente con incendios. Asimismo, las anomalías para estos dos contaminantes revelan picos significativos en el primer trimestre del año, a causa de un número inusualmente alto de incendios en Caquetá, asociados posiblemente con agricultura y deforestación.

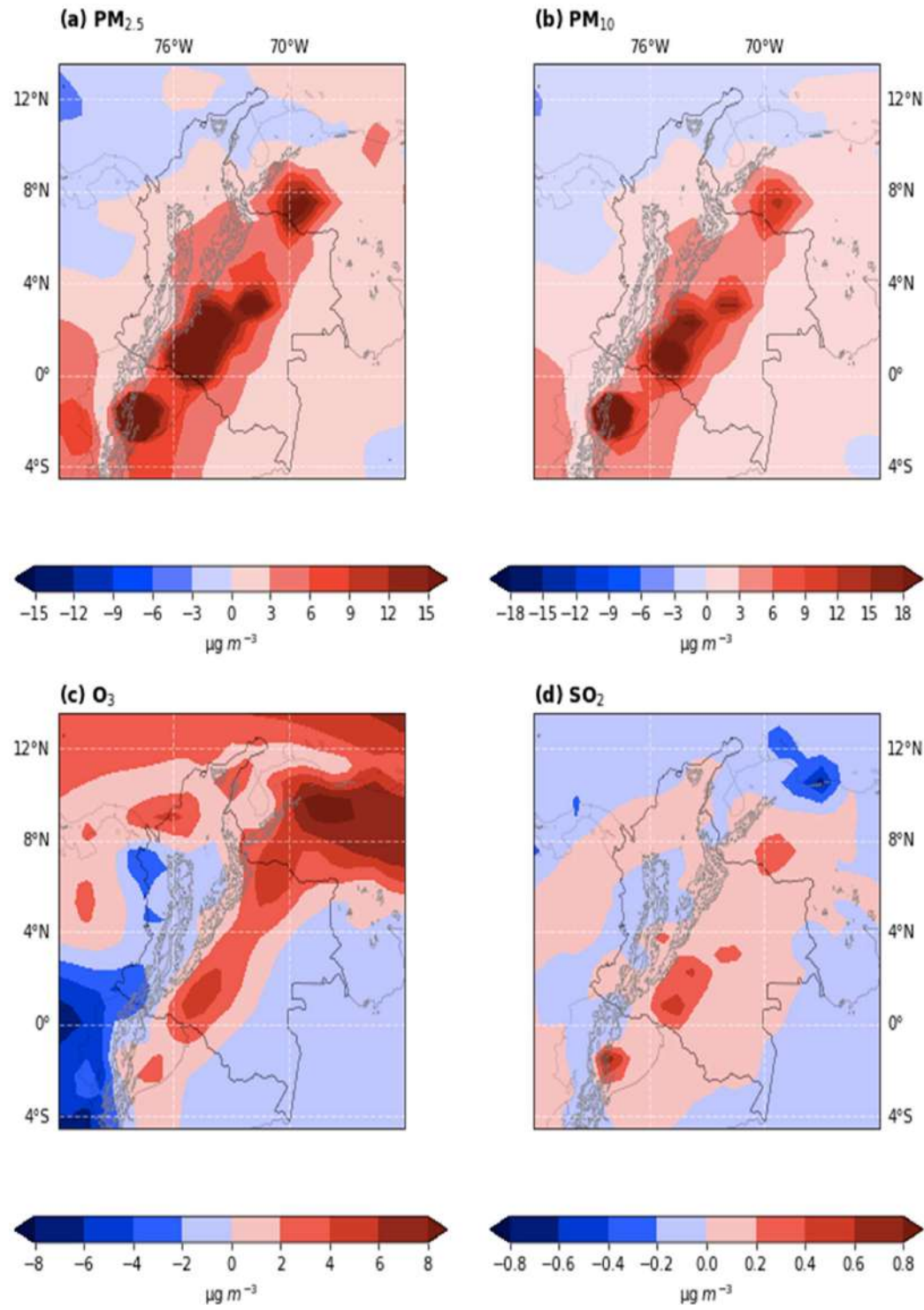
Con respecto al O₃ troposférico (Infografía 2.5), los niveles se mantienen uniformes a lo largo de los Andes y las anomalías se correlacionan con las ubicaciones de los incendios. El SO₂ (Infografía 2.5d) exhibe variaciones en las regiones con actividad volcánica (Parque Nacional Natural Los Nevados), cuyo aumento ocasiona las anomalías en este contaminante.

Ahora bien, el comportamiento del NO₂ (Infografía 2.5) se asocia al transporte, y las actividades industriales en los principales centros poblados del país, caracterizadas por el uso de combustibles fósiles. Esto se refleja en las anomalías positivas en los cuatro periodos analizados. No obstante, sus anomalías también indican una fuerte relación con los incendios forestales y la combustión de biomasa, siendo el NO₂ un precursor del O₃ que muestra anomalías positivas asociadas a los incendios. Además de lo anterior, el comportamiento del NO₂ se relaciona con variables climáticas como el viento y la precipitación que permiten o no su dispersión.

A continuación, se analiza la dinámica de los contaminantes del aire (PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, NO, SO₂ y O₃) durante 2022, utilizando un conjunto de datos que combina mediciones *in situ*, reanálisis y fuentes satelitales. Estas permiten una mayor comprensión de los patrones espaciales de la contaminación atmosférica en Colombia. A diferencia de las versiones anteriores, este capítulo incorpora datos satelitales TROPOMI,

► **Infografía 2.5.**

Anomalías de concentración entre el promedio anual de 2022 con el promedio multianual del periodo 2010-2021 en $\mu\text{g m}^{-3}$ para (a) $\text{PM}_{2.5}$, (b) PM_{10} , (c) O_3 y (d) SO_2 ¹³

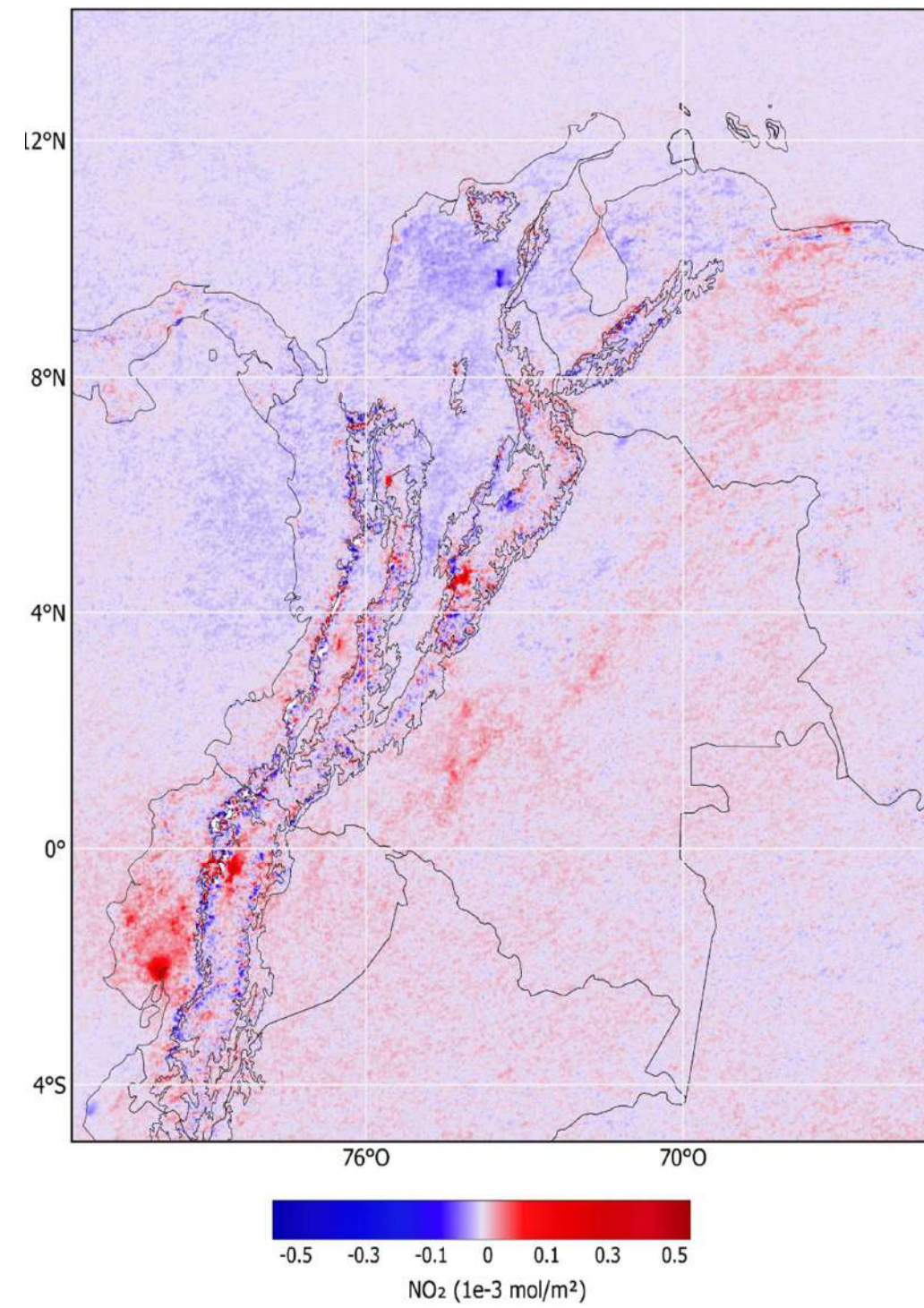


Fuente: Casallas et al. (2023).

¹³ La infografía 2.5 puede ser consultada en detalle en el Anexo 6.

► **Infografía 2.6.**

Anomalías de concentración entre el promedio anual de 2022 con el promedio multianual del periodo 2019-2021 en $1\text{e-}3 \text{ mol m}^{-2}$ para el NO_2 ¹⁴



Fuente: Casallas et al. (2023).

¹⁴ La infografía 2.6 puede ser consultada en detalle en el Anexo 6.

Algunos de los impactos ambientales de origen antropogénico son generados por el sector manufacturero. En el año 2010, el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, publicó la Resolución 1023 de 28 de mayo de 2010¹⁵. En su artículo 3, la resolución indica que los establecimientos que tengan como actividad productiva principal alguna incluida en la Sección D –Industrias Manufactureras, divisiones 15 a 37 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme– CIIU, Revisión 3.0 adaptada para Colombia por el DANE, o requieran de licencia ambiental, plan de manejo ambiental, permisos, concesiones, entre otras autorizaciones ambientales, así como aquellas actividades que necesiten de registros de carácter ambiental, deben realizar solicitud de inscripción en el Registro Único Ambiental (RUA) para el sector manufacturero (artículo 4), en los primeros tres meses de cada año, según el último dígito del NIT, sin código de verificación (artículo 8). Así pues, de acuerdo con lo anterior, ahora se expone un análisis de la información presentada ante el Ideam para 2022.

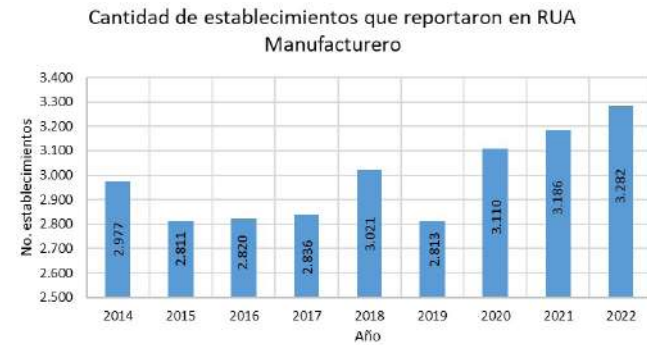
2.1.5 Comportamiento del sector manufacturero, según información declarada en el Registro Único Ambiental (RUA) 2022

Julián David Páez Saavedra | Ideam | jpaez@ideam.gov.co

Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam

La información analizada en este apartado se basa en los datos reportados por la industria manufacturera, dentro de la cual se tienen 3.282 establecimientos con reporte oportuno frente a 37 autoridades ambientales, para validación y transmisión. Sobre esta última, considerada una acción indispensable para el inicio de proceso de crítica de datos estadística desarrollada por Ideam, su objetivo es mejorar la exactitud y la 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).

► **Gráfica 2.11.** Histórico de establecimientos que reportan información en la plataforma del RUA manufacturero



Fuente: Ideam (2023f).

Para dicha crítica de datos, se utilizan estándares parametrizados para cada componente ambiental y del cual se derivan variables e indicadores, además de la determinación de posibles datos atípicos, inconsistencias y variaciones porcentuales. Todos estos son verificados en conjunto con la autoridad ambiental y el establecimiento manufacturero. Por su parte, es necesario resaltar las disposiciones de la Resolución 1023 de 2010, la cual marca la periodicidad de reporte (para este caso, el periodo de tiempo analizado va del 1 de enero al 31 de diciembre de 2022).

Atendiendo las necesidades del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR), fue creado el Registro Único Ambiental (RUA) para el sector manufacturero, y constituye el instrumento de captura de información medioambiental del sector productivo sujeto de reporte de información anual.

Cabe resaltar aquí la calidad y la pertinencia de la información reportada directamente por los establecimientos manufactureros distribuidos en Colombia, convirtiéndose en herramienta clave que facilita el análisis de información base para la elaboración de proyectos y planes del orden nacional o regional y, a su vez, permite el seguimiento a iniciativas nacionales, como la Política de Crecimiento Verde - Conpes 3934 y el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, e internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Además, promueve el desarrollo empresarial de manera sostenible y con responsabilidad socioambiental, apelando al equilibrio entre la producción industrial, la inclusión

productiva para el desarrollo de las comunidades y el uso racional de recursos naturales, para que, de esta manera, se logre avanzar en la adaptación ante los efectos del cambio climático.

Particularmente, la información capturada mediante el RUA manufacturero fue importante, debido al nivel de detalle de los atributos técnicos de componentes ambientales, como el 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. Es destacable el compromiso de los diferentes actores involucrados en el flujo de información, iniciando con la industria manufacturera con el reporte oportuno y de calidad, seguido de la verificación y el seguimiento por parte de las autoridades ambientales y, finalmente, el Ideam, con el análisis de información presentado a continuación, en conjunto con el informe nacional del RUA manufacturero e indicadores nacionales y regionales.

Respecto el periodo 2022, el número de establecimientos con reporte de información aumento a 3.282, ampliando de esta manera la población de estudio. A nivel regional, la distribución nacional de los establecimientos con mayor número de establecimientos que reportaron información corresponde, en primer lugar, al departamento de Antioquia, con 808 (24,62 % del total nacional). Le sigue Bogotá, con 688 (20,96 %). En tercer lugar, se ubica el departamento del Valle del Cauca, con 515 (equivalente al 15,69 %). El cuarto lugar le corresponde a Cundinamarca, con 377 (el 11,49 %) y, en quinto lugar, se observa al Atlántico, con 181 (un 5,51 %). Finalmente, el 21,72 % restante de establecimientos se distribuye en 22 departamentos (Ideam, 2023f).

2.1.5.1 Demanda de agua

De los datos reportados por los mencionados establecimientos para el componente hídrico¹⁶, en el periodo 2022, se consumieron 394,22 millones de metros cúbicos (Mm³). Estos se distribuyen, a nivel regional, en el departamento del Valle del Cauca, con 147,19 Mm³ (el 37,34 % del total nacional), seguido de Antioquia, con 100,43 Mm³ (el 25,47 %). En tercer lugar, se encuentra Cundinamarca, con 30,13 Mm³ (el 7,64 %). Luego se ubica Santander, con 26,12 Mm³,

equivalente al 6,63 %, y el departamento del Cauca, con 22,06 Mm³, siendo el 5,6 %. El mencionado volumen de agua es consumido principalmente de fuentes como ríos, quebradas, acueductos municipales/veredales y aguas subterráneas (como pozos o acuíferos).

► **Gráfica 2.12.** Demanda de agua utilizada durante la actividad manufacturera en el país - periodo 2014-2022



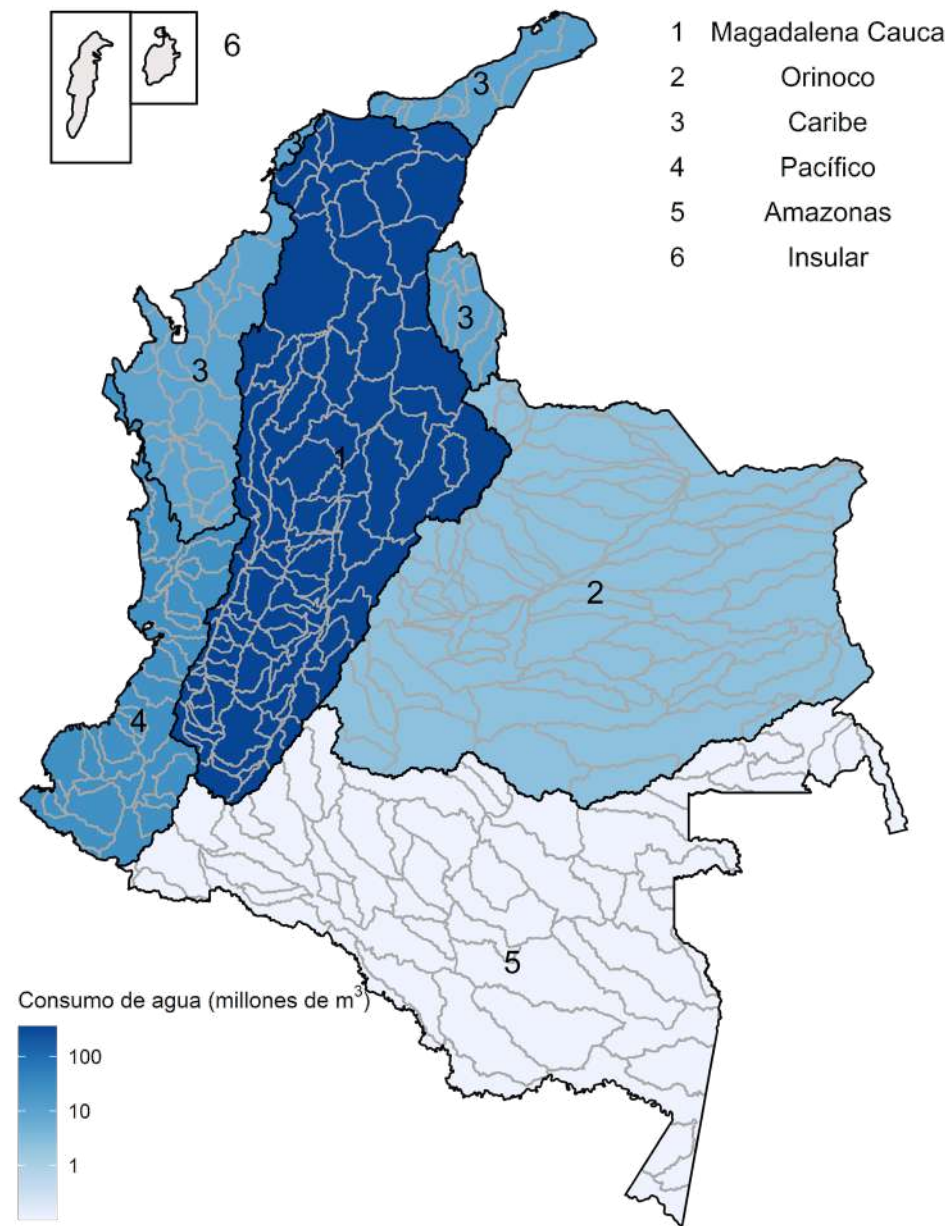
Fuente: Ideam (2023f).

Extendiendo la regionalización, se consideraron los datos a nivel de áreas hidrográficas, para los cuales se valoraron las seis áreas donde se descentralizan los procesos manufactureros. Así pues, para la cuenca Magdalena-Cauca, además de ser la más extensa en territorio, ocupa el primer lugar, con el consumo de 357,22 Mm³ de agua (el 90,61 % del total nacional). Luego se ubica la cuenca Pacífico, con 24,79 Mm³ (el 6,28 %), seguido de la cuenca Caribe, con 9,73 Mm³ (un 2,46 %). Y, por último, en conjunto las cuencas Orinoco-Amazonas que suman 2,48 Mm³ (equivalente al 0,63 %).

¹⁵ La Resolución 1023 de 2010, 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.

¹⁶ Las cifras reportadas, en este y el siguiente apartado de demanda de agua y agua residual vertida, están dadas en millones de metros cúbicos (Mm³).

► **Figura 2.17.**
Consumo de agua por área hidrográfica en Colombia



Fuente: Ideam (2023f).

De acuerdo con la clasificación que permite el código CIU ¹⁷, las actividades que más consumieron agua, para este periodo de balance, son las pertenecientes al código 1701, que corresponde a la actividad de “Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón”; 1071, que corresponde a la “Elaboración y refinación

de azúcar”; 1312, correspondiente a “Tejeduría de productos textiles”; 1051, código perteneciente a la “Elaboración de productos de molinería” y 1410, perteneciente a las actividades de “Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel”.

¹⁷ Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIU

2.1.5.2 Agua residual vertida

Dentro de influencia antropogénica, derivada de los procesos productivos, para el año 2022 el volumen de agua vertida corresponde a 191,79 Mm³, el cual se realiza principalmente a fuentes hídricas superficiales directa o indirectamente, en especial al río, alcantarillado municipal/veredal, caño y/o quebrada. A su vez, se resalta el incremento del 22,72 % del volumen vertido respecto al 2021.

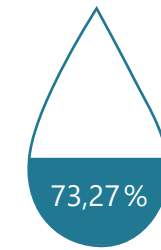
Entonces, en los datos a nivel regional, los departamentos con mayor volumen vertido se encuentran el Valle del Cauca, con 19,28 Mm³ (equivalente al 41,33 % del total nacional). Le sigue Antioquia, con 38,68 Mm³ (correspondiente al 20,16 %). En tercer lugar, se encuentra Cauca, con 17,08 Mm³, siendo el 8,90 %. En cuarto lugar, se ubica Santander, con 13,56 Mm³, equivalente al 7,07 % y, por último, el departamento del Atlántico, con 13,40 Mm³ (6,99 %).

► **Gráfica 2.13.**
Agua residual vertida durante la actividad manufacturera en el país para el periodo 2014-2022



Por su parte, sobre la industria es importante resaltar las inversiones adelantadas para la vigencia del 2022, las cuales ascienden alrededor de \$818.809.008 COP, particularmente en la implementación de medidas de producción más limpia. Entre estas se destacan la recirculación de agua y el programa de ahorro y uso adecuado de agua.

Además de estas medidas de producción más limpia, la industria realiza el tratamiento de las aguas residuales previo a la descarga final, cuyo objetivo es mitigar los impactos ambientales asociados a la generación de vertimientos de aguas residuales. Al respecto, con base en el volumen de agua vertido a nivel nacional, se estima que se está tratando el 73,27 % del agua vertida, lo que corresponde a 140,54 Mm³ (Ideam, 2023f).

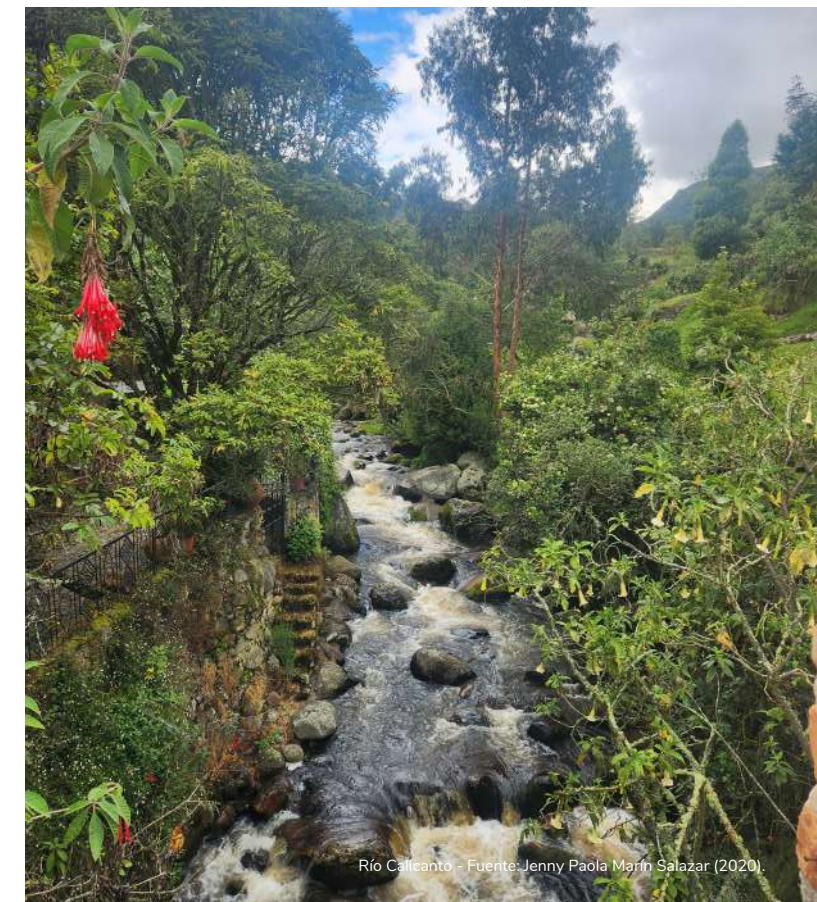


Control de impactos ambientales:

73,27 % del total de agua vertida es tratada.

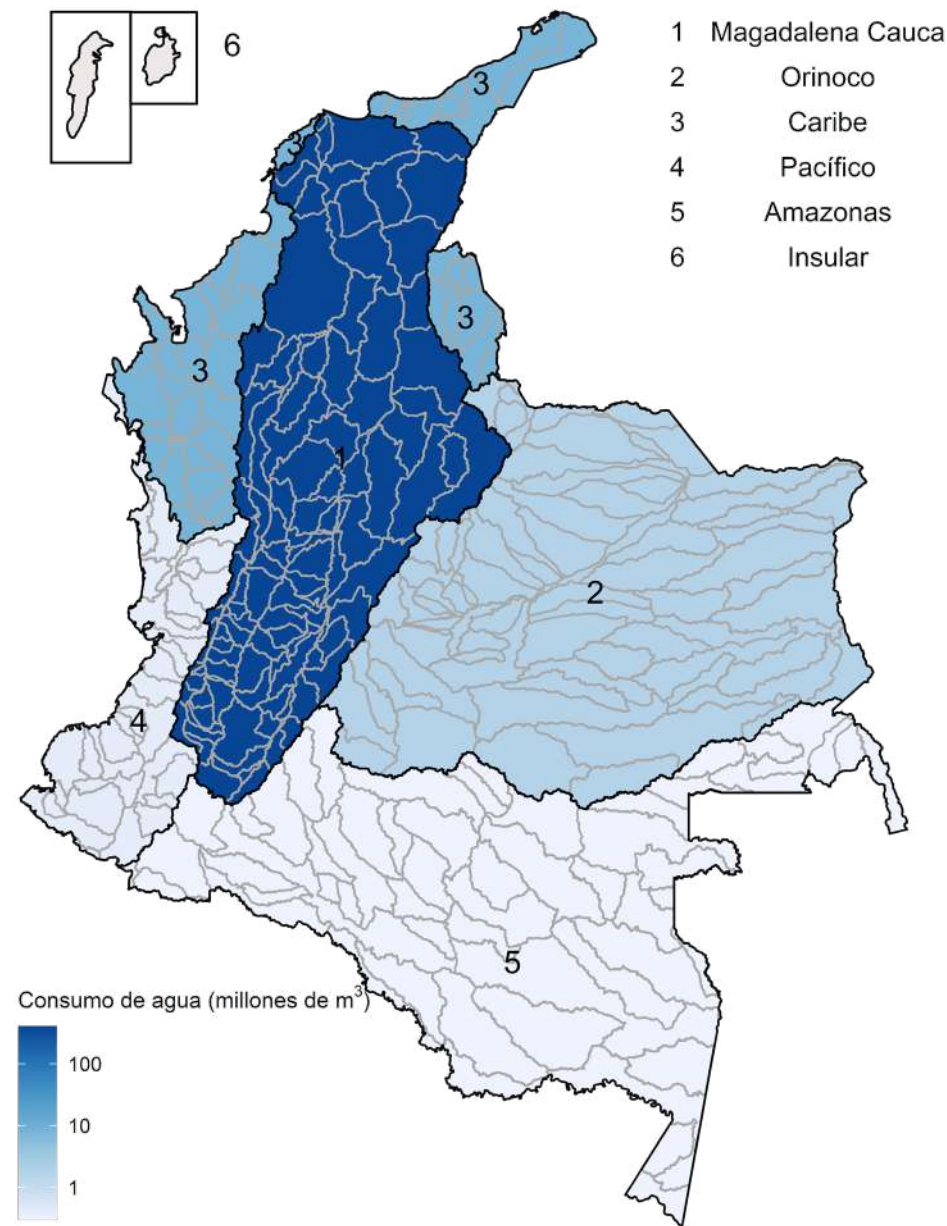
Fuente: Ideam (2023f).

Al igual que la regionalización realizada para las captaciones a nivel nacional, respecto al volumen vertido por áreas hidrográficas, se estableció que la cuenca Magdalena Cauca, además de ser la más extensa en territorio, ocupa el primer lugar, con el consumo de agua con 187,48 Mm³, equivalente al 97,75 % del total nacional. Le sigue la cuenca Caribe, con 3,26 Mm³, correspondiente al 1,70 %. Particularmente, las cuencas Caribe, Orinoco y Amazonas suman 1,04 Mm³, equivalente al 0,54 % del total nacional.



Río Calicanto - Fuente: Jenny Paola Marín Salazar (2020).

Figura 2.18.
Agua vertida por área hidrográfica



Fuente: Ideam (2023f).

Entre las actividades productivas que vierten mayor volumen de agua residual, se observan: 'Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)', 'Elaboración y refinación de azúcar (1071)'; 'Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel (1410)'; 'Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (1011)'; y 'Fabricación de productos de la refinación del petróleo (1921)'.

2.1.5.3 Generación de residuos sólidos no peligrosos

Derivado de la transformación de materias primas o por la operación normal de la industria, en 2022, se generaron 4.211.458,60 t¹⁸ de residuos no peligrosos, evidenciando un incremento del 11,68 % respecto al

¹⁸ Las cifras reportadas, en este apartado, de generación de residuos sólidos no peligrosos están dadas en toneladas (t).

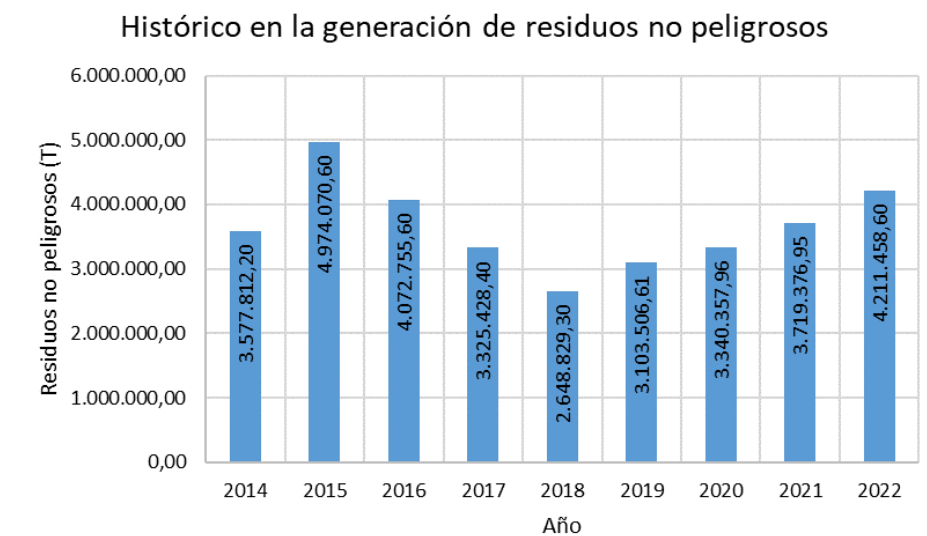
2021. La mencionada generación se concentra sobre todo en los departamentos del Valle del Cauca, con 1.212.583,02 t, correspondientes al 28,79 % del total nacional. En segundo lugar, se ubica Cundinamarca con 632.417,07 t, equivalentes al 15,02 %. Continúa en la lista Cauca, con 582.521,28 t, que representa el 13,83 %. En el cuarto lugar, se encuentra Antioquia, con el 12,42 %, para una generación de 523.129,26 t. Y, finalmente, Bogotá, D. C. presenta generación de 308.446,49 t, equivalente al 7,32 % nacional.

En línea con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, resultado de los diálogos vinculantes dentro los temas de relevancia discutidos, se encuentran el manejo adecuado de residuos sólidos y el desarrollo de ciu-

dades circulares. Para ello, la industria manufacturera, en su voluntad y responsabilidad socioambiental, viene invirtiendo en la implementación de medidas de producción más limpia, cifra que asciende a \$13.814.721.621 COP¹⁹.

Dentro de las medidas se hallan, principalmente, la utilización de empaques y/o embalajes reutilizables, los programas de reciclaje, la separación en la fuente de residuos sólidos, el reúso de residuos como subproducto en otros procesos productivos, la reutilización de los desechos, la optimización del almacenamiento de materias primas e insumos, así como la mejora en la calidad de materias primas e insumos, y la disminución del uso de materias primas e insumos.

Gráfica 2.14.
Generación de residuos sólidos no peligrosos durante la actividad manufacturera en el país para el periodo 2014-2022



Fuente: Ideam (2023f).

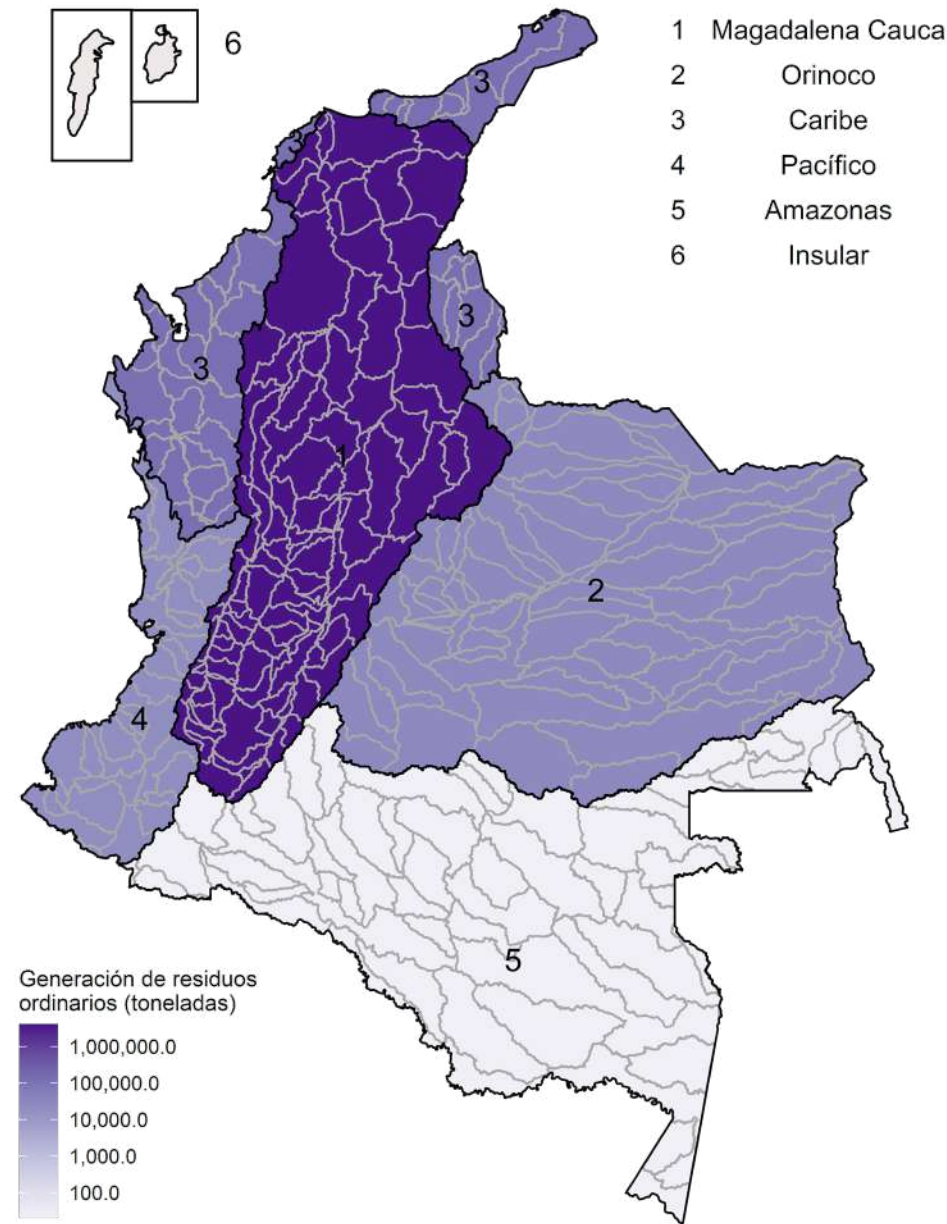
Las actividad con mayor volumen de residuos generados corresponde a 'Elaboración y refinación de azúcar (1071)', 'Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)', 'Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas (1103)', 'Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (1011)' y 'Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso (2395)'.

Dentro de la relevancia de gestión ambiental de residuos no peligrosos provenientes de la industria

manufacturera a nivel regional, especialmente por áreas hidrográficas, la cuenca Magdalena-Cauca concentra el 95,82 % del total de residuos generados, con un volumen que asciende a 4.035.790,82 t. En segundo lugar, está Caribe, con 126.871,02 t, que representan el 3,01 %. En cuanto a las 48.796,75 t restantes, estas se distribuyen en Orinoco, Pacífico y Amazonas y equivalen al 1,15 % del total nacional.

¹⁹ Pesos colombianos (COP).

► **Figura 2.19.**
Generación de residuos no peligrosos área hidrográfica



Fuente: Ideam (2023f).

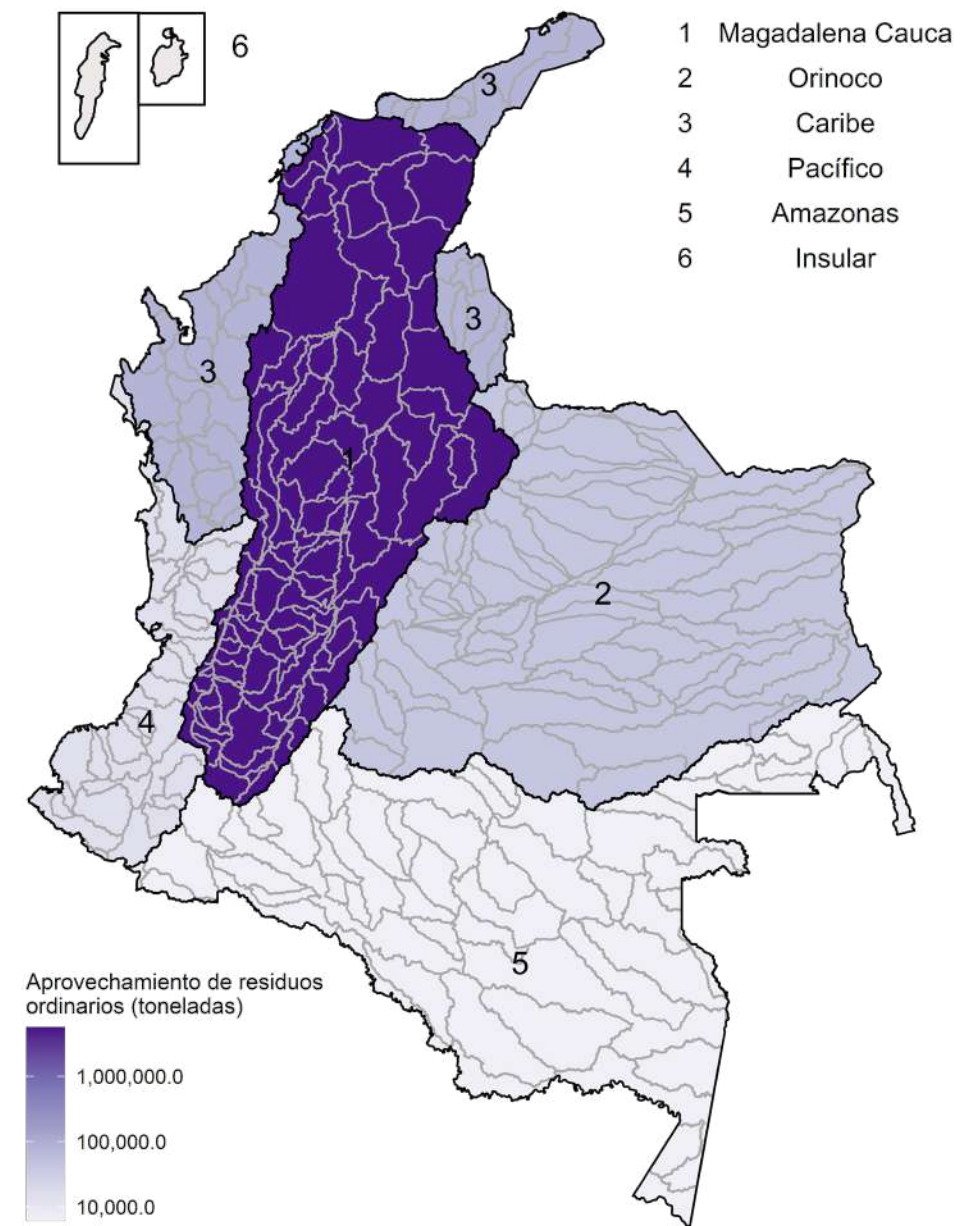
La gestión ambientalmente controlada de residuos derivados de la producción manufacturera se realiza mediante procesos de aprovechamiento, tratamiento y disposición final e involucra metodologías de Producción Más Limpia (PML), cuyo objetivo es la reducción el volumen de residuos llevados a disposición final, se observa el programa de ahorro y uso adecuado de agua, los programas de reciclaje, el reúso de residuos como subproducto en otros procesos productivos, la

disminución del uso de materias primas e insumos, el monitoreo de todas las etapas del proceso, la prevención de pérdidas o escapes, la optimización del almacenamiento de materias primas e insumos, la mejora en la calidad de materias primas e insumos, el aumento de la durabilidad del producto final, el rediseño del producto, así como la programación de productos en serie. Para 2022, las inversiones en las medidas antes mencionadas ascendieron a \$16.571.976.885 COP.

Para el aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos, en esta vigencia y según las iniciativas de reducción en la generación de residuos en conjunto con la reducción de materias primas, las empresas vienen implementando, tanto interna como externamente, procesos para aprovechamiento de los residuos orgánicos, como el compostaje y la lombricultura. Y, para otro tipo de residuos, aplican el reciclaje y el reúso.

A nivel regional, el reciclaje se ubica, en primer lugar, el área hidrográfica de Magdalena-Cauca, con un volumen gestionado de 29.480.210,23 t, seguido del Caribe, con 21.057.293,02 t. En tercer lugar, se encuentra Orinoco, con 21.057.293,02 t. Por su parte, Amazonas aparece en cuarto lugar, con 21.057.293,02 t. Y, por último, se halla Pacífico, con 16.845.834,42 t.

► **Figura 2.20.**
Aprovechamiento de residuos no peligrosos por área hidrográfica

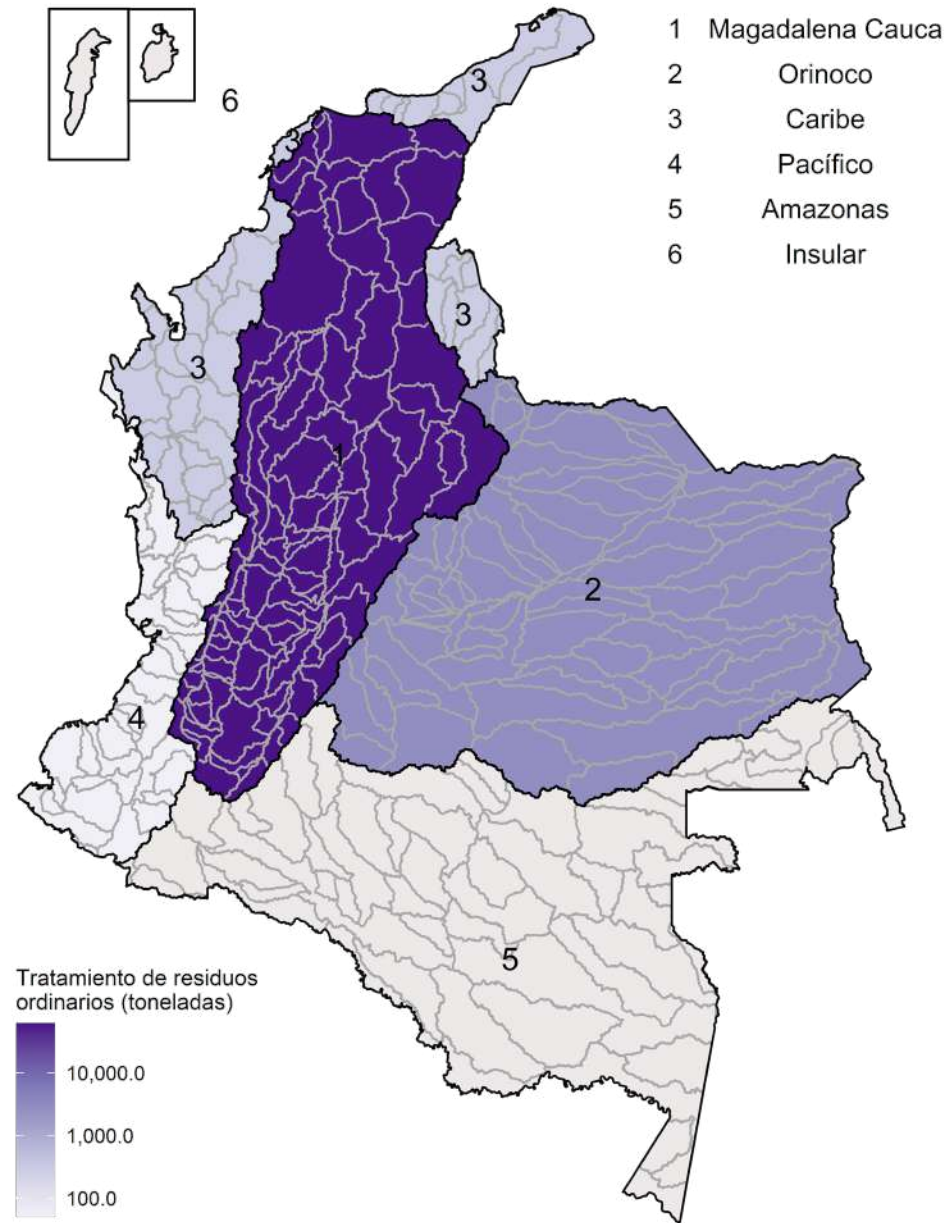


Fuente: Ideam (2023f).

Los tratamientos de residuos sólidos no peligrosos vienen implementando metodologías fisicoquímicas y biológicas, como, por ejemplo: biorremediación (biológico), evaporación, secado, neutralización y precipitación (fisicoquímico); también se usan metodologías de corte térmico, como el autoclavado, la incineración; y otras como el microondas y el pirólisis.

Toda esta gestión se centralizó, primeramente, en el área Magdalena-Cauca, con un volumen de 25.268.751,63 t, seguido del Orinoco, con 21.057.293,02 t. En tercer lugar, se encuentra Pacífico, con 16.845.834,42 t. El cuarto lugar es para Caribe, con 16.845.834,42 t, a excepción de la región de Amazonas, en la cual no se presentaron reportes de tratamientos de residuos.

► **Figura 2.21.**
Tratamiento de residuos no peligrosos por área hidrográfica



Fuente: Ideam (2023f).

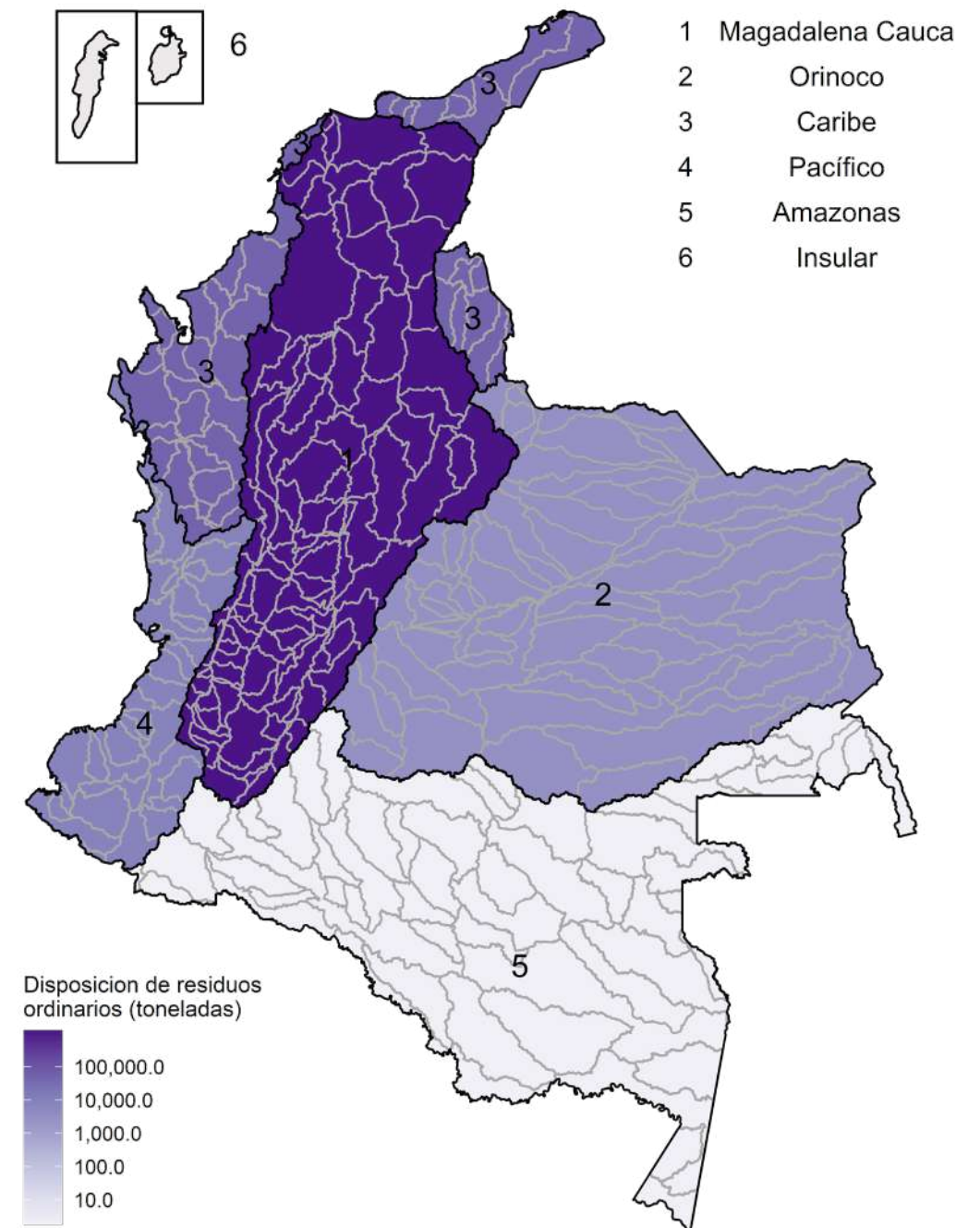
En cuanto a la disposición final de residuos sólidos no peligrosos a nivel regional, se tiene el reporte de 399 establecimientos cuya gestión se centralizó en rellenos

sanitarios y rellenos de seguridad (estos últimos, por procesos de calidad donde, derivado del tratamiento térmico, los residuos con potencial de peligrosidad se

inactivan, pero se lleva a disposición final en relleno de seguridad o celda de seguridad). Para lo anterior, el área hidrográfica con mayor volumen de residuos dispuestos es Magdalena-Cauca, con un volumen de 1.271.860.498,65 t. A esta le sigue Caribe, con

231.630.223,26 t. En tercer lugar, se encuentra Pacífico, con 101.075.006,52 t. El cuarto lugar es para Orinoco, con 67.383.337,68 t y, en quinto lugar, se ubica Amazonas, con 8.422.917,21 t.

► **Figura 2.22.**
Disposición final de residuos no peligrosos por área hidrográfica



Fuente: Ideam (2023f).

2.1.5.4 Consumo de energía eléctrica

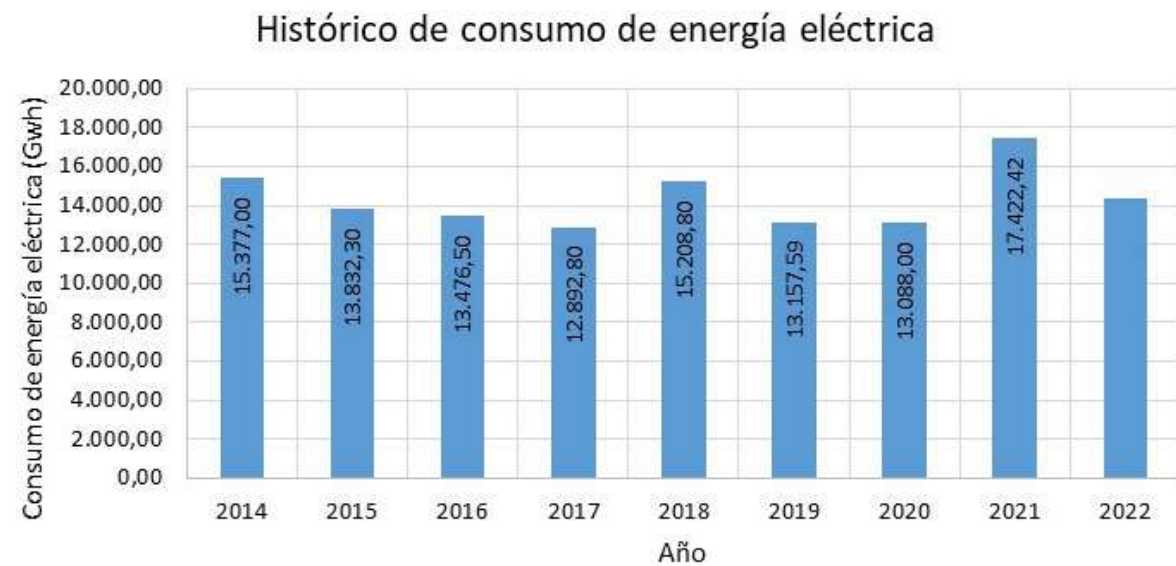
Con respecto al consumo de energía eléctrica, es interesante ver como en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, la industria manufacturera ocupa el segundo lugar, con el 28 % en consumo, después del sector transporte. Así pues, el sector manufacturero se consolida como de mayor interés para la política pública, en el marco de la transición energética. Frente a ello, esta industria viene implementado medidas para reducir el consumo de energía de manera directa, por medio de programas de ahorro de energía y cambio de fuente de energía, entre otras, cuyo resultado se enfoca en optimizar el recurso como la adecuación de maquinaria y/o equipos, el mantenimiento y la calibración de equipos y maquinaria, junto con

la modernización tecnológica. Para dichas medidas, según reportes de los establecimientos, se invirtieron \$22.431.201.219 COP.

Para el año 2022, el consumo de energía eléctrica reportado por la industria manufacturera, en el país, fue de 14.326,33 gigavatios hora (GWh). Este se concentra, sobre todo, en los departamentos de Valle del Cauca, con 3.020,31 GWh, correspondientes al 21.08 %. En segundo lugar, está Cundinamarca, que consume 2.195,33 GWh, con el 15,32 %. Le sigue Antioquia, con 2.168,85 GWh, equivalentes al 14,15 %. Por último, se encuentra Bolívar, con 1.240,71 GWh que equivalen al 8,66 % del total nacional.

► **Gráfica 2.15.**

Consumo de energía eléctrica durante la actividad manufacturera en el país para el periodo 2014-2022



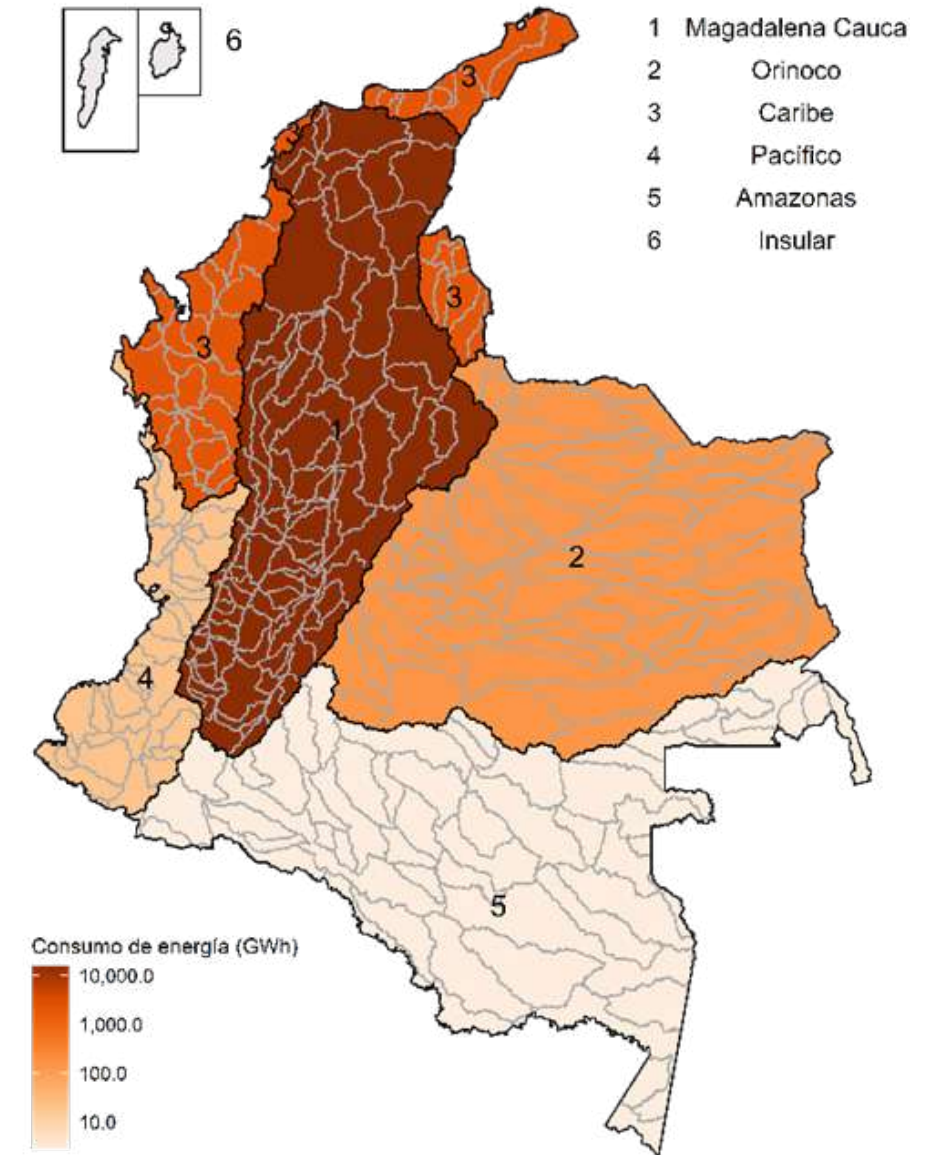
Fuente: Ideam (2023f).

A nivel regional, los consumos de energía eléctrica se distribuyen por áreas hidrográficas. Así pues, la cuenca Magdalena-Cauca concentra el 89,36 % del total de residuos generados, con un volumen que asciende a

12.802,39 GWh. En segundo lugar, está Caribe, con 1.390,55 GWh, representando el 9,71 %. Las 133,37 GWh restantes se distribuyen en Orinoco, Pacífico y Amazonas, que equivalen al 0,93 % del total nacional.

► **Figura 2.23.**

Consumo de energía eléctrica por área hidrográfica



Fuente: Ideam (2023f).

En lo concerniente a consumos por las actividades económicas, se presentó la mayor demanda de energía para: 'Fabricación de cemento, cal y yeso (2394)', 'Fabricación de artículos de plástico n.c.p. (2229)', 'Industrias básicas de hierro y de acero (2410)', 'Elaboración y refinación de azúcar (1071)', y 'Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)'.

datos capturados del RUA manufacturero, se realizaron ajustes de la trazabilidad y exactitud en el cálculo de datos. A su vez, es importante resaltar que no todas las industrias manufactureras reportan emisiones a la atmósfera ni periodicidad anual, pues está sujeto a los requerimientos del permiso de emisiones emitido por la correspondiente autoridad ambiental.

2.1.5.5 Emisiones atmosféricas fuentes fijas

Para la presente vigencia, en marco del mejoramiento continuo del proceso estadístico al cual se someten los

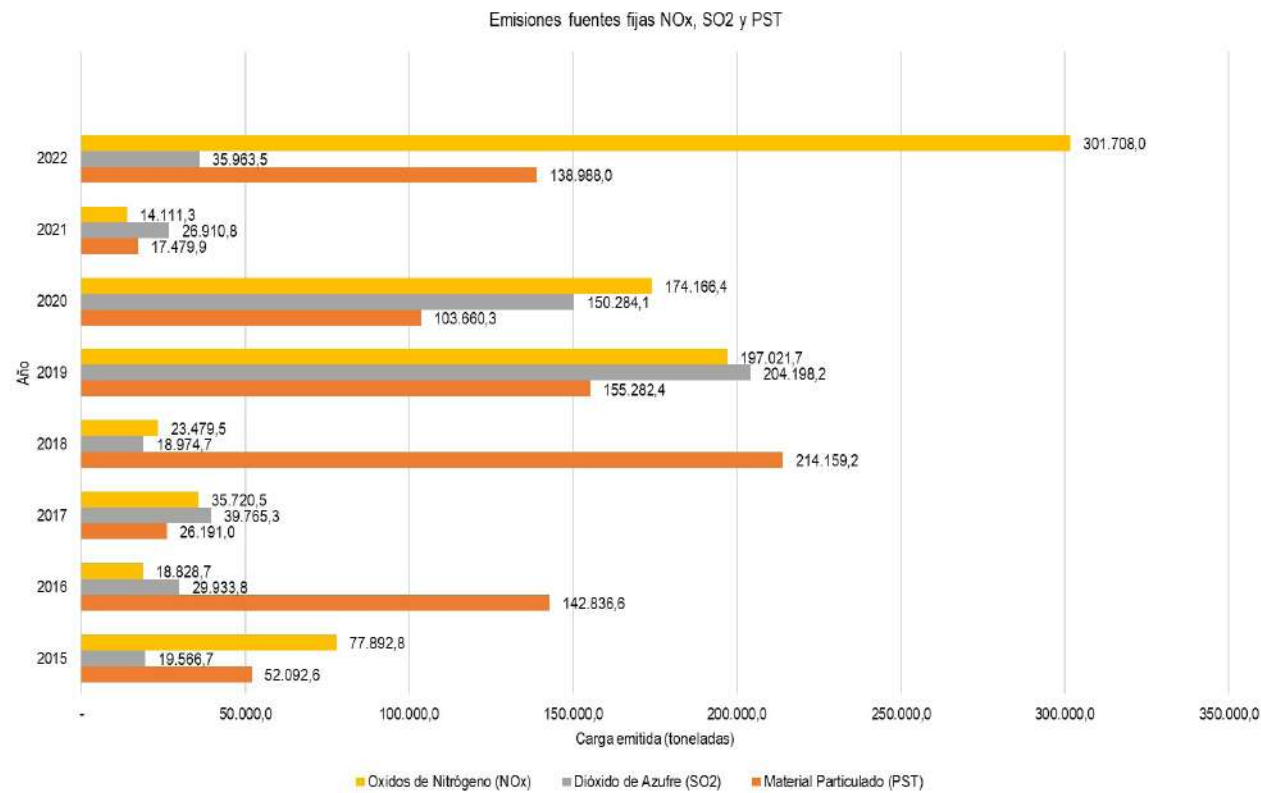
En este sentido, se realizó el procesamiento histórico de las variaciones anuales de los parámetros óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y partículas suspendidas totales (PST). Cabe destacar aquí el comportamiento heterogéneo de las concentraciones,

lo cual puede estar relacionado con tres aspectos. Primero, el reporte de análisis de laboratorio realizados por el método isocinético no se realizó de manera periódica, es decir, que está sujeto a los tiempos que el permiso ambiental determine. Segundo, el comportamiento de la industria colombiana es variable, lo cual significa que algunas actividades manufactureras fluctúan su producción y, por ende, sus emisiones. Y, por

último, es imprescindible reconocer la recesión en la producción manufacturera en 2021, por efectos de la pandemia de la COVID-19, de la cual derivaron políticas sanitarias como asilamiento preventivo y cierre de actividades comerciales e industriales no reconocidas como esenciales para hacerle frente.

► **Gráfica 2.16.**

Emisiones fuentes fijas de óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2) y partículas suspendidas totales (PST) de la industria manufacturera



Fuente: Ideam (2023f).

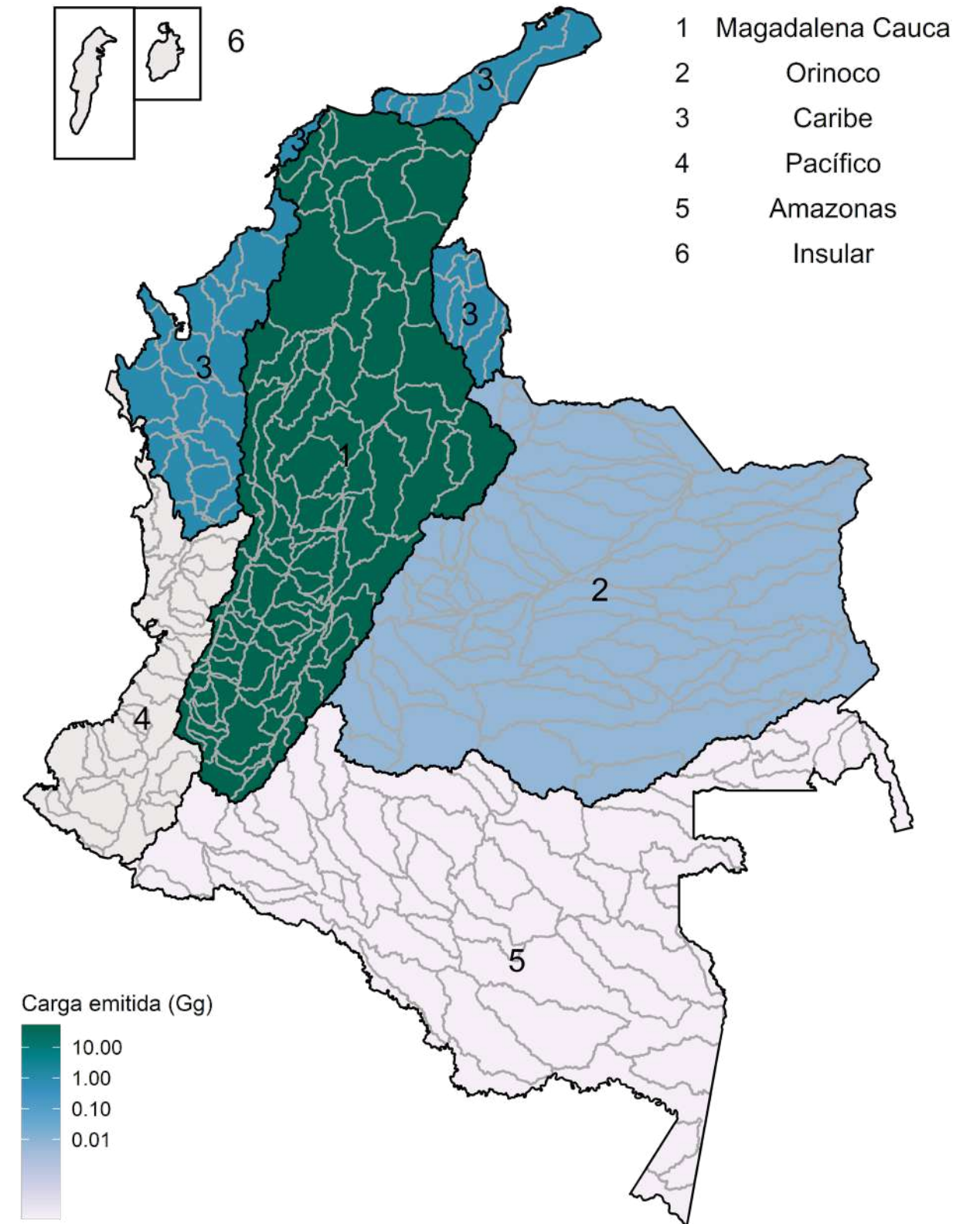
Para las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) de 2022, se tiene que el total nacional emitido es de 35.963,46 t, evidenciando incremento de 9.052,7 t respecto a la vigencia anterior, toda vez que, en 2021, se generaron 26.910,8 t. A nivel regional, el primer departamento con mayor carga emitida es Tolima, con 12.377,6 t, equivalente al 34,4 %. En segundo lugar, se encuentra Cauca, con 7.100,2 t, las cuales representan el 19,7 %. Le sigue Cundinamarca, con 6.204,3 t, que corresponden al 17,3 %. En el cuarto lugar, se tiene a Valle del Cauca, con 3.603,4 t, es decir, el 10 % y, en el quinto lugar, se ubica Boyacá, con 3.263,4 t, el 9,1 % del total nacional. Dichas concentraciones se deben a los

aparatos productivos distribuidos a nivel nacional y de los cuales se destacan las actividades como: 'Elaboración de productos de molinería (1051)', 'Elaboración y refinación de azúcar (1071)' y 'Fabricación de productos de hornos de coque (1910)'.

Por su parte, a nivel de áreas hidrológicas, para 2022 se observa la mayor concentración de SO₂ en la cuenca Magdalena-Cauca, correspondiente a 35.101,47 t, con 97,6 %. Seguido de Caribe, con 854,91 t, es decir, el 2,38 % y, finalmente, el 0,019 % restante de las emisiones se reportan en Orinoco y Amazonas, con 7,08 t.

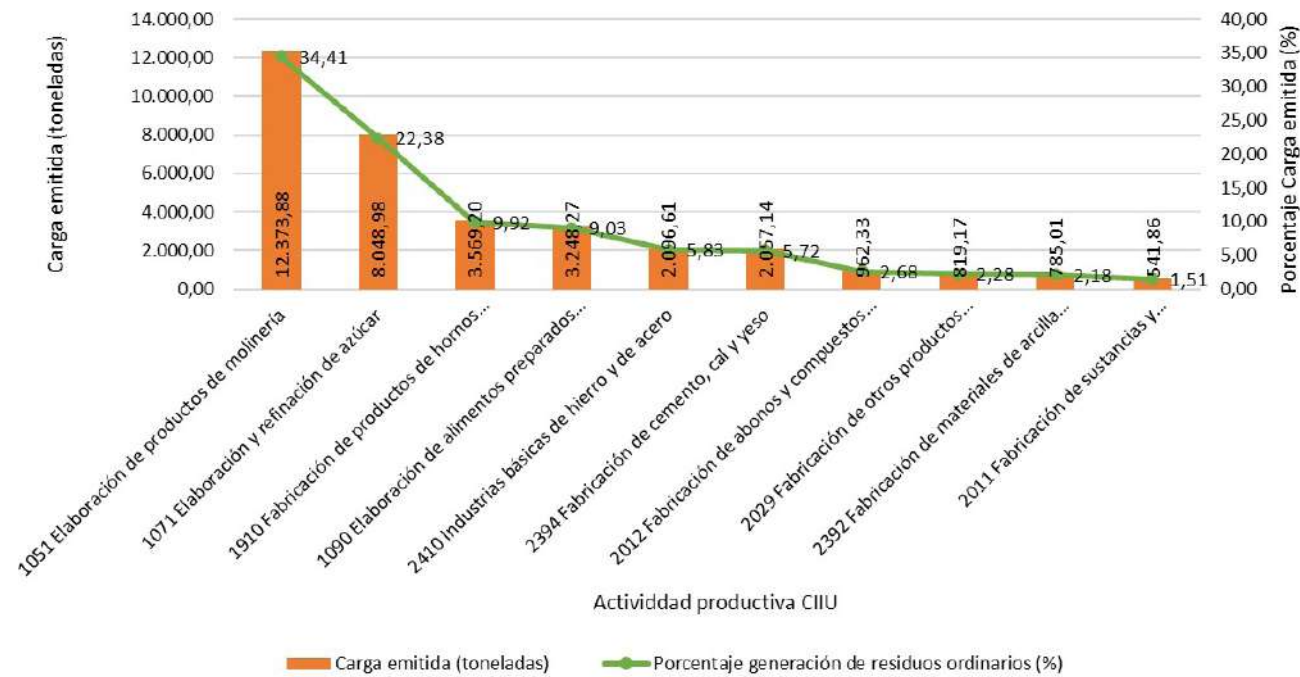
► **Figura 2.24.**

Distribución de la carga emitida de dióxido de azufre (SO2)



Fuente: Ideam (2023f).

► **Gráfica 2.17.**
Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de dióxido de azufre (SO₂) en la industria manufacturera



Fuente: Ideam (2023f).

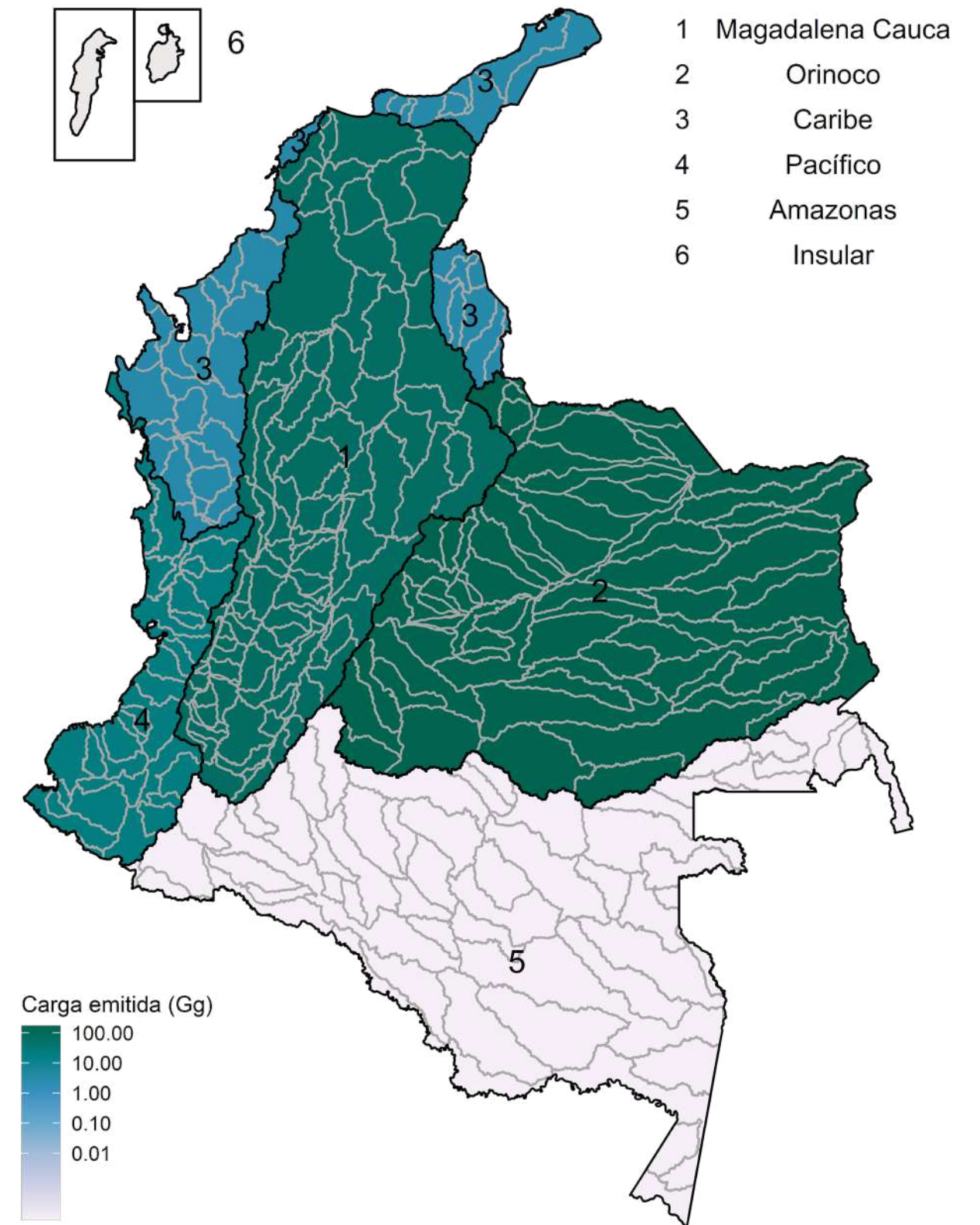
El parámetro de partículas suspendidas totales (PST) registró emisiones a nivel nacional con carga de 138.988,0 t, incrementándose notablemente respecto al 2021, año durante el cual las cargas emitidas correspondieron a 17.479,9 t. Respecto a los departamentos con mayores cargas emitidas, en el primer lugar, se ubica Casanare, con 84.361 t, equivalentes al 60,7 %. El segundo lugar es para Nariño, con 20.437,62 t, que significan el 14,7 %. Continúa en la lista Tolima, con 12.373,11 t, el cual representa un 8,9 %. En cuarto lugar, se ubica Valle del Cauca, con 10.080,91 t y el 7,3 %, y Huila, con 3.498,89 t y el 2,5 %. A su vez, llama especialmente la atención que las actividades que más aportan a las altas concentraciones son: 'Elaboración de productos de molinería (1051)', 'Elaboración de aceites y grasas de origen animal (1033)' y 'Elaboración de alimentos preparados para animales (1090)'.

Continuando con la regionalización de información por áreas hidrológicas, se observa la mayor concentración de PST en la cuenca Orinoco, correspondiente a 84.394,26 t que equivalen al 60,72 % del total nacional. Le siguen Magdalena-Cauca, con 33.122,46 t que constituyen el 23,83 %; Pacífico, con 20.437,62 t (14,7 %); y, finalmente, Caribe y Amazonas concentran 1.033,64 t, las cuales representan el 0,74 % del total nacional.



Fuente: Johan Luna (2023).

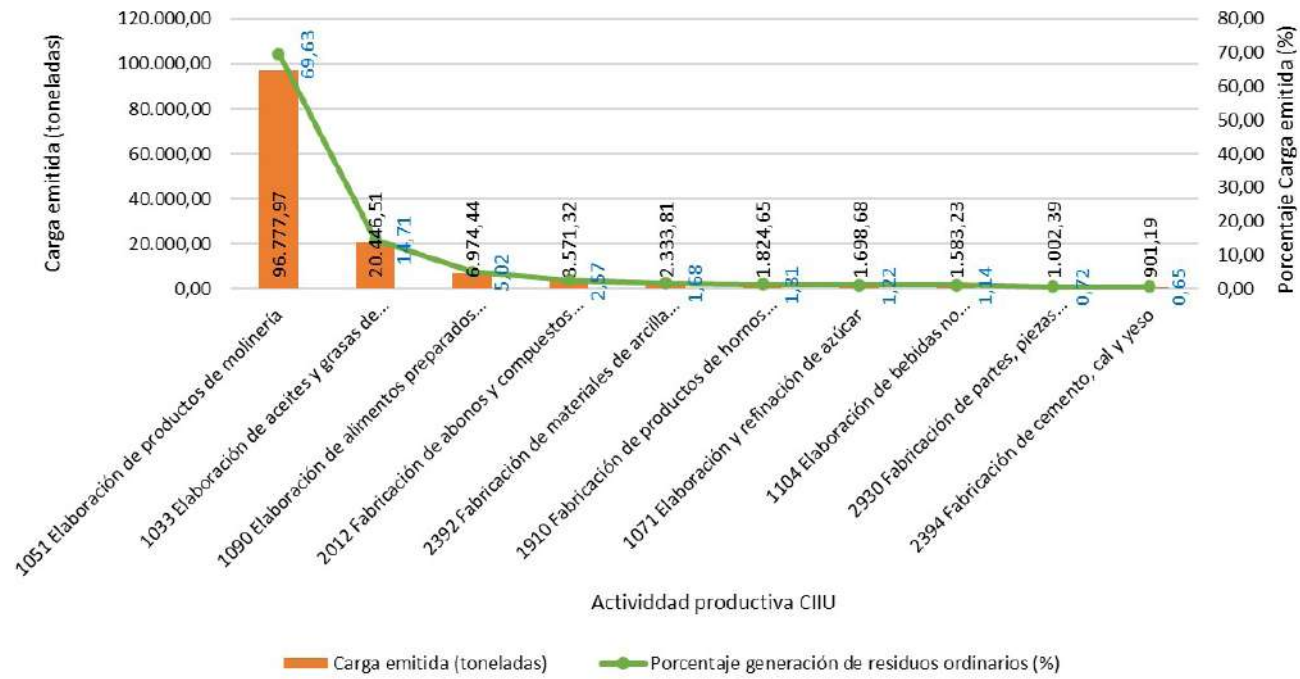
► **Figura 2.25.**
Distribución de la carga emitida de partículas suspendidas totales (PST)



Fuente: Ideam (2023f).

► **Gráfica 2.18.**

Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de partículas suspendidas totales (PST) en la industria manufacturera



Fuente: Ideam (2023f).

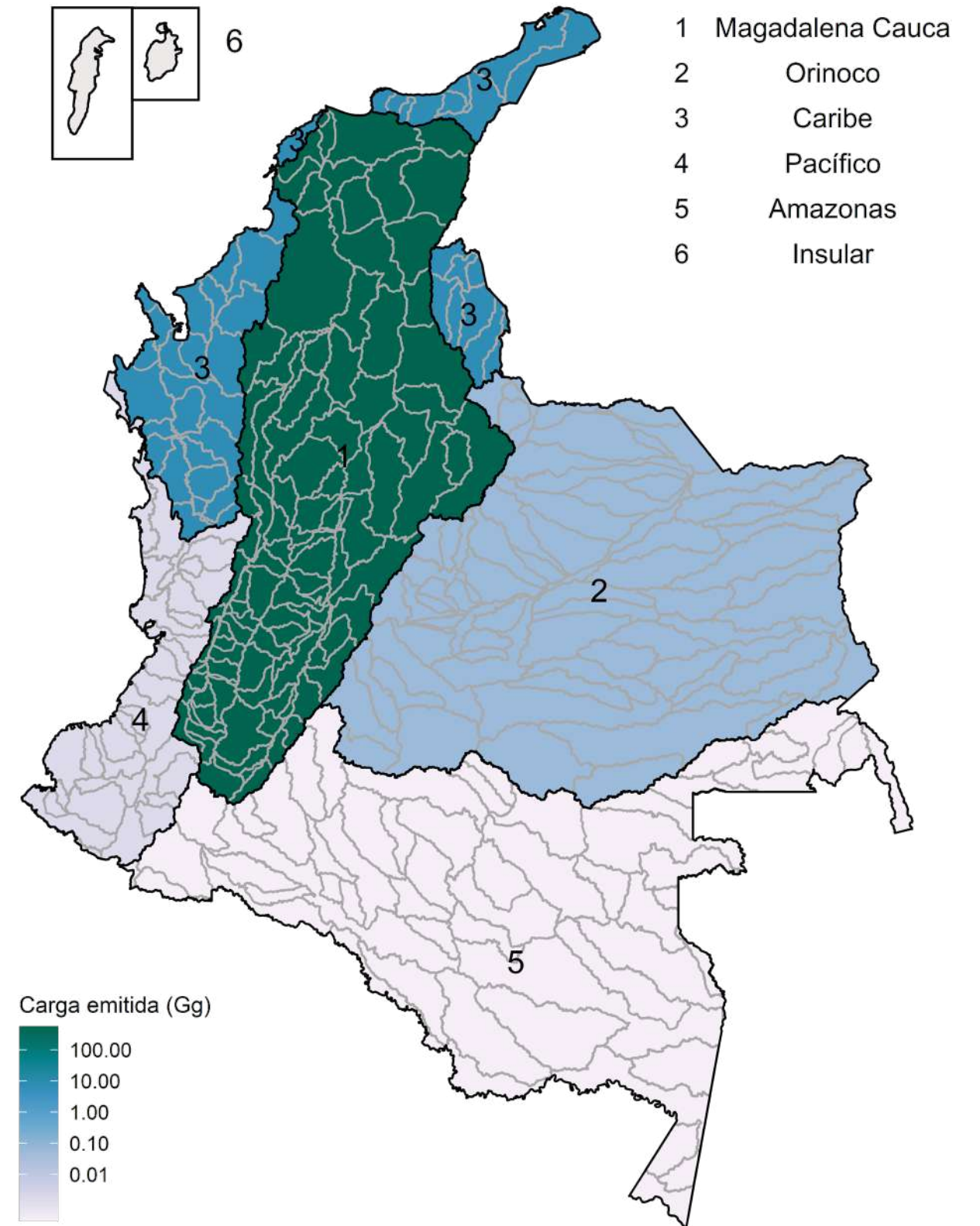


Sobre las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx), se tiene que el total nacional corresponde a 301.708 t, siendo la concentración más alta desde 2015. Ese año, se emitieron cargas de 77.892,8 t. A nivel regional, para 2022, el primer departamento con mayor carga emitida es Valle del Cauca 277.173,72 t, con el 91,9 %. En segundo lugar, se ubica Tolima, con 12.407,50 t (4,1 %), seguido de Cundinamarca, con 3.780,21 t (1,3 %). En cuarto lugar, se ubica Cauca, con 2.648,69 t, equivalentes al 0,9 %. Y, en la quinta posición se encuentra Bolívar, con 1.972,21 t y el 0,7 %. Atendiendo dichas concentraciones, según los reportes de la industria manufacturera, las actividades con mayor aporte son: 'Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)', 'Elaboración de productos de molinería (1051)' y 'Fabricación de motocicletas (3091)'.

Siguiendo con el análisis regional, la información por áreas hidrológicas permite identificar que la mayor concentración de NOx en la cuenca Magdalena-Cauca corresponde a 299.444,46 t, con 99,25 %. Le sigue Caribe, con 2.205,61 t y un 0,73 %. Y, finalmente, las áreas hidrológicas de Orinoco, Pacífico y Amazonas concentran 87,89 t, es decir, el 0,02 % del total nacional.

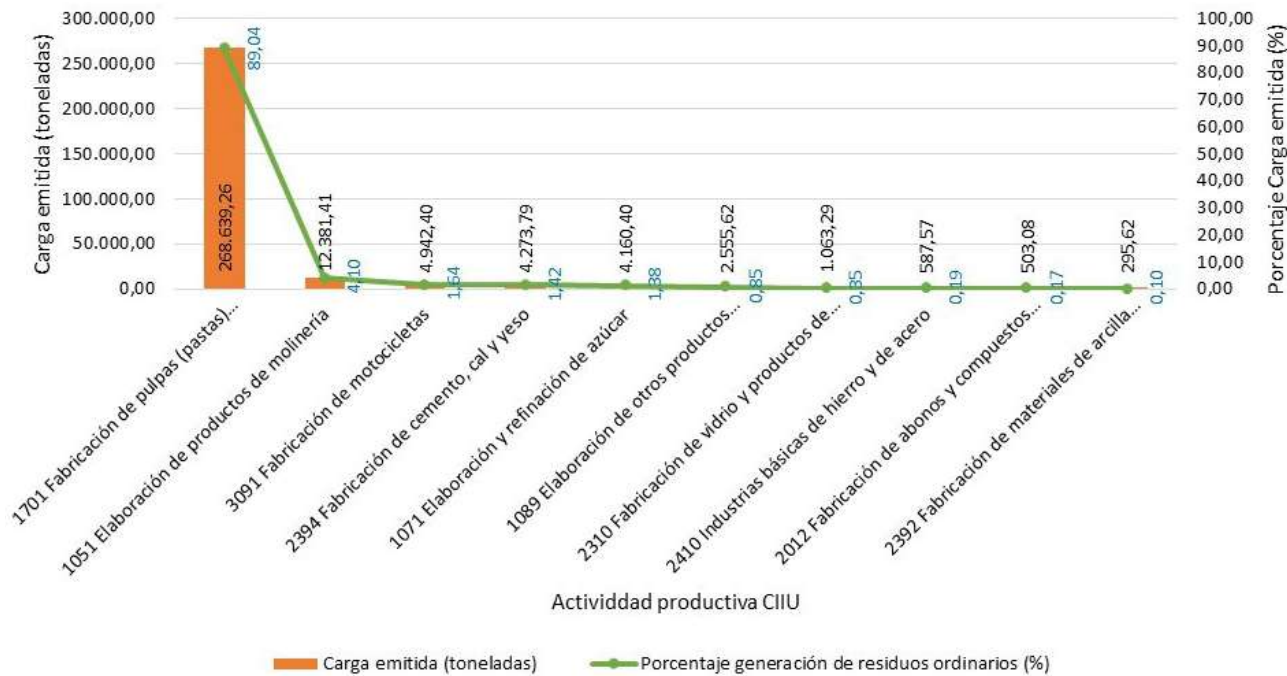
► **Figura 2.26.**

Distribución de la carga emitida de óxido de nitrógeno (NOx)



Fuente: Ideam (2023f).

► **Gráfica 2.19.**
Actividades económicas que emiten la mayor cantidad de óxidos de nitrógeno (NOx) en la industria manufacturera



Fuente: Ideam (2023f).

2.1.6 Análisis de la gestión de los residuos peligrosos en 2022

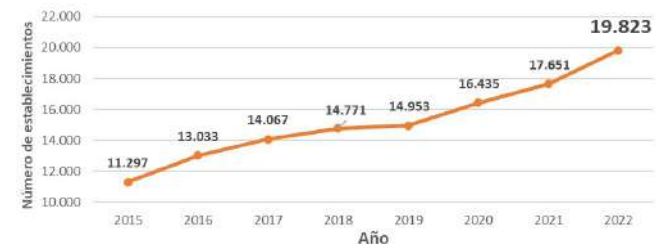
Adriana María Zapata Maya | Ideam | azapata@ideam.gov.co
 Jorge Orlando Mendoza Ruíz | Ideam | jomendoza@ideam.gov.co

Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
 Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam

El Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (Respel) es la principal fuente de los datos del presente apartado de este informe. La información fue reportada por **19.823** establecimientos (con un aumento del 12,3 % con respecto al año anterior), validados y transmitidos por las 42 autoridades ambientales del país para el periodo de balance 2022 (del 1 de enero al 31 de diciembre de 2022), con fecha de corte del 9 de septiembre de 2023 (Gráfica 2.20).

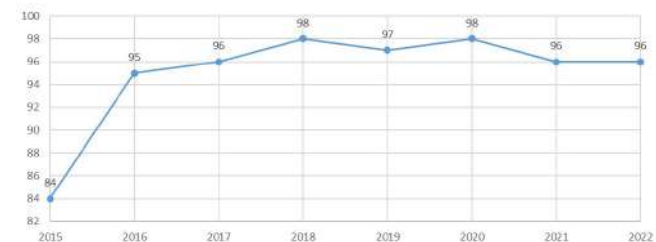
Las sábanas de información consultadas corresponden a datos transmitidos, es decir, revisados y validados por las autoridades ambientales. La transmisión de datos durante el año 2020 llegó al 95 %, como se observa en la Gráfica 2.21.

► **Gráfica 2.20.**
Establecimientos que reportaron información en el registro de generadores de residuos peligrosos 2015 -2022



Fuente: Ideam (2023g).

► **Gráfica 2.21.**
Transmisión de reportes del Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (porcentaje - %) (2015 - 2022)



Fuente: Ideam (2023g).

El establecimiento tiene la opción de reportar la generación por cada tipo de residuo peligroso (Respel) definido en un listado de 104 corrientes, algunas de las cuales se consideran equivalentes o iguales, y los tipos de gestión: almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

La metodología utilizada para procesar la información comprende el análisis de posibles datos atípicos o erróneos (por medio el test de Tukey), es decir, el cálculo de la generación Respel que tiene en cuenta las cifras reportadas por el establecimiento, con excepción de la reportada en aprovechamiento interno o por el generador, junto con 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 el portal web del Ideam (Ideam, 2020a).

Es importante tener en cuenta que estas cifras se consideran indicativas si el establecimiento genera

menos de diez (10) kilogramos de Respel al mes, según el Artículo 2.2.6.1.5.1 del Decreto 1076 de 2015, se considera exento de la obligación de inscribirse en el registro Respel para reportar, a menos que la autoridad ambiental así lo exija ²⁰. Por lo tanto, se pueden llegar a omitir cantidades de residuos peligrosos generadas, por establecimientos no obligados a hacerlo.

Un Respel es aquel residuo (Decreto 1076/2015, art. 2.2.6.1.1.3; Ley 1552/2008, art. 3) o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas y radiactivas, puede causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y al ambiente. Asimismo, se considerarán residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que estuvieron en contacto con ellos. Conocer su generación y manejo permite identificar posibles riesgo y acciones requeridas para garantizar su adecuada gestión, minimizando así las posibles implicaciones que estos residuos puedan ocasionar para el ambiente y la salud.

► **Figura 2.27.**
Íconos de residuos peligrosos (Respel)



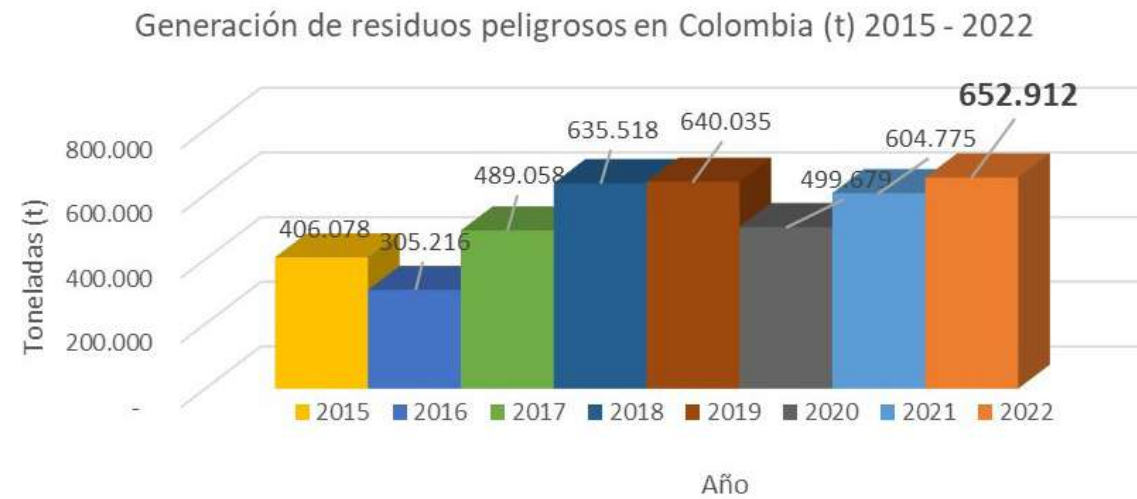
Fuente: Minambiente (2022b).

Para 2022, la generación de residuos peligrosos reportada por 19.823 establecimientos fue de 652.912 toneladas (t), con un 8 % de incremento, de acuerdo

con el reporte de 2021 (Gráfica 2.22), determinado por el aumento de la generación de Respel, especialmente del sector de hidrocarburos.

²⁰ El Artículo 28, párrafo 1o. "Los generadores de residuos o desechos peligrosos que generen una cantidad inferior a 10.0 kg/mes están exentos del registro. No obstante, lo anterior, la autoridad ambiental, con base en una problemática diagnosticada y de acuerdo con sus necesidades podrá exigir el registro de estos generadores, para lo cual deberá emitir el acto administrativo correspondiente" (Decreto 1076/2015, art. 28, párr. 1).

► **Gráfica 2.22.**
Generación de residuos peligrosos (Respel) en Colombia (2015-2022)



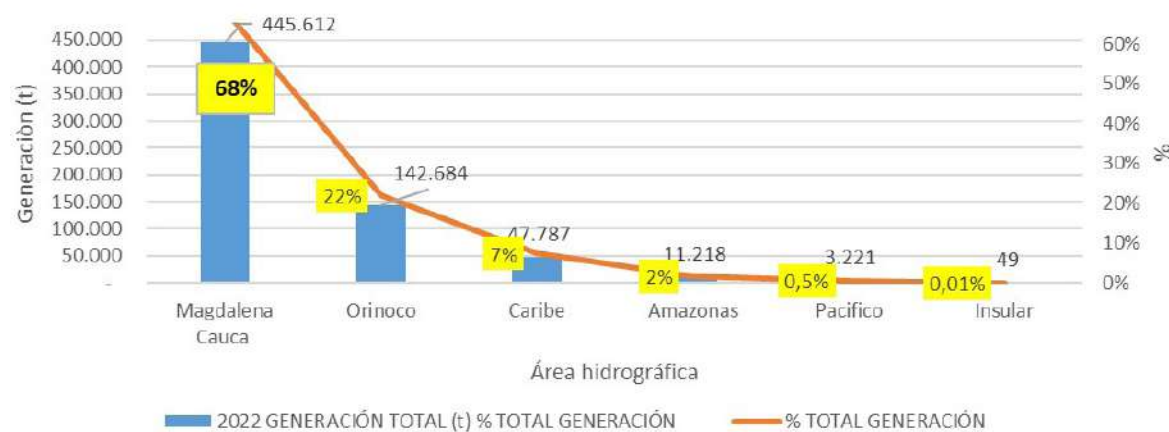
Fuente: Ideam (2023g).

2.1.6.1 Generación de residuos peligrosos por zona hidrográfica

De las cinco áreas hidrográficas de Colombia, donde se reportó la mayor generación de la vigencia 2022 fue en Magdalena- Cauca, con el 69 % y el 82 % de los establecimientos que informan al registro. En último lugar, es decir, donde se reporta la menor generación de Respel corresponde al área insular, con el 0,01 % y

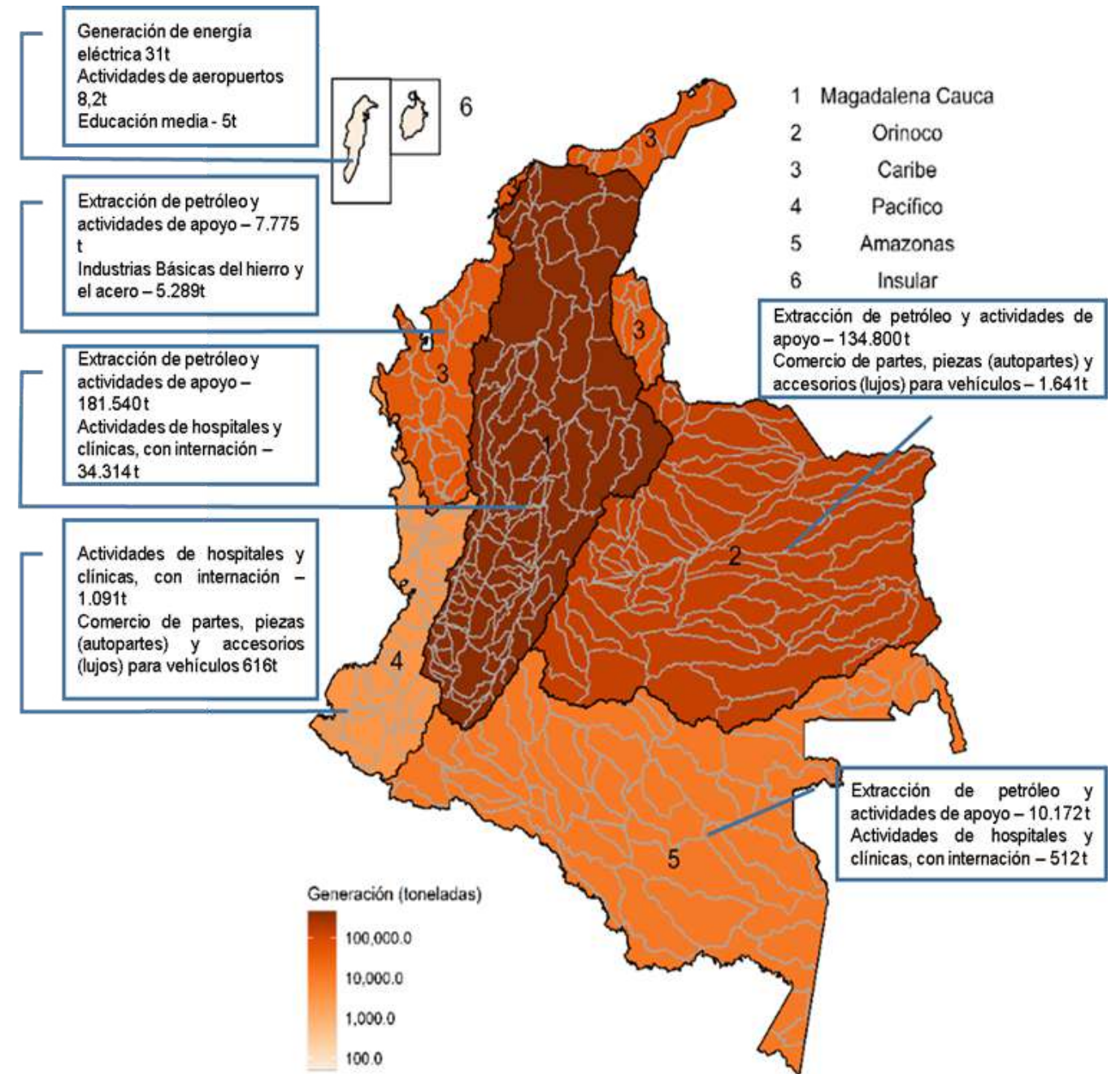
11 establecimientos que reportan información al registro Respel. Ello se debe a dos motivos especialmente: primero, a la ubicación del mayor desarrollo industrial del país y, segundo, de los generadores del sector de hidrocarburos, el mayor generador de Respel histórico en Colombia.

► **Gráfica 2.23.**
Generación Respel 2022 por área hidrográfica - en toneladas (t) y porcentaje (%)



Fuente: Ideam (2023g).

► **Figura 2.28.**
Generación de residuos peligrosos por área hidrográfica y principales actividades



Fuente: Ideam (2023g).

Se observa que, de las cinco áreas hidrográficas y las áreas insulares, en cuatro de ellas las actividades económicas que reportan la mayor generación Respel son aquellas de extracción de petróleo y de apoyo, lo

cual es coherente con que el 58 % de la generación de Respel en el país esté relacionada con el sector de hidrocarburos.

Tabla 2.5.
Generación de Respel en el sector de hidrocarburos 2020-2022

ACTIVIDAD_ECONOMICA CIU Rev.4.0 A.C.	2022		2021		2020	
	GENERACIÓN TOTAL (t)	% total	GENERACIÓN TOTAL (t)	% total	GENERACIÓN TOTAL (t)	% total
0610 Extracción de petróleo crudo	285.891,9	44%	247.680	41%	184.577,4	37%
0910 Actividades de apoyo para la extracción de petróleo y de gas natural	48.435,0	7%	64.733	11%	43.308,4	9%
1921 Fabricación de productos de la refinación del petróleo	25.644,3	4%	9.816	2%	23.252,7	5%
0620 Extracción de gas natural	15.797,7	2%	8.001	1%	6.822,4	1%
4930 Transporte por tuberías	1.980,3	0,3%	2107	0,3%	2.261,8	0,5%
3520 Producción de gas, distribución de combustibles gaseosos por tuberías	273,2	0,0%	327	0,1%	630,9	0,1%
TOTAL	378.022,4	58%	332.665	55%	260.853,6	52%

Fuente: Ideam (2023g).

Igualmente, en cuatro de las cinco áreas hidrográficas y las áreas insulares, predominó la generación reportada por las actividades de hospitales y clínicas con internación. Esta tendencia se relaciona también con los tipos de Respel de mayor generación.

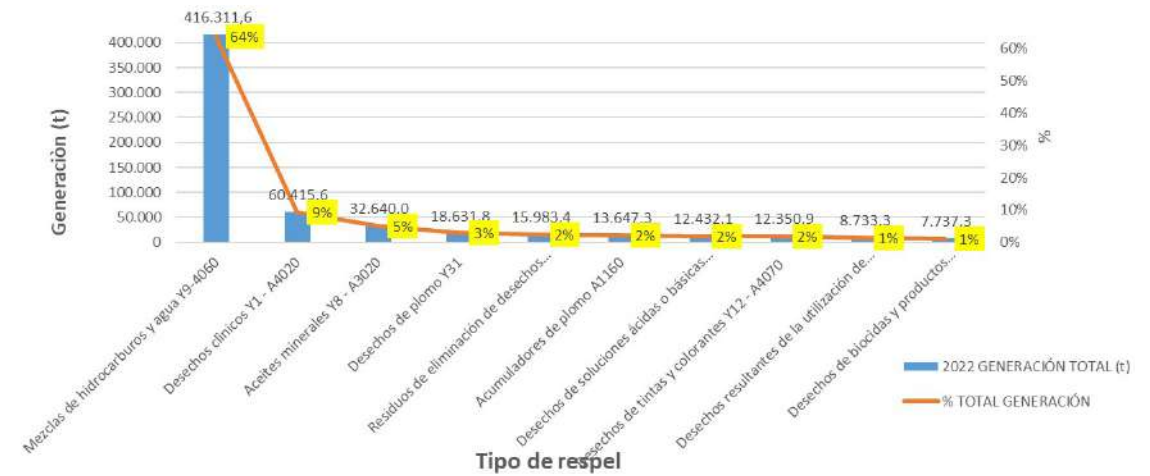
2.1.6.2 Principales tipos de Respel de mayor generación

De acuerdo con el tipo de residuos peligrosos reportado por los 19.823 establecimientos, las principales corrientes por la cantidad generada en 2022 son:

- **Mezclas y emulsiones con hidrocarburos**, con un 64% 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 y biorremediación), elementos impregnados como estopas, trapos y filtros.

- **Desechos clínicos**, con el 9% de la generación Respel, que concluye una leve disminución con respecto al año anterior (2.493 t menos), debido a la normalización de la prestación de servicios de salud con respecto a la pandemia. A pesar del ello, este tipo de Respel es el que mayor reportado por parte de los generadores: de los 19.823 establecimientos, el 49% de ellos (9.809 sedes) informó sobre la corriente de residuos de riesgo biológico.
- **Desechos de aceite mineral**, correspondiente al 5% del total de la generación Respel en el país. Acerca de este tipo de residuo peligroso, se reportan: aceites lubricantes usados, como aceite lubricante mineral, aceite sintético y aceite hidráulico usado; los elementos contaminados con aceite lubricante (por ejemplo, EPP, estopas, trapos, filtros, cauchos, aserrín, plásticos, grasas minerales, tapas casing); los lodos, tierra o sedimentos impregnados; las mezclas de aceite y agua; aceites dieléctricos de desecho, con una concentración menor a 50 mg/kg (50 ppm) de PCB; y, por último, los envases, recipientes y contenedores contaminados.

Gráfica 2.24.
Principales diez corrientes de residuos peligrosos más generadas en 2022 (t)



Fuente: Ideam (2023g).

Ahora, según las corrientes de mayor generación, estas predominan en las áreas hidrográficas así:

Figura 2.29.
Corrientes de mayor generación en las áreas hidrográficas



Mezclas de hidrocarburos y agua Y9-4060
Magdalena Cauca: 245.304 t
Orinoco: 134.086 t
Caribe: 26.585 t



Desechos clínicos Y1 - A40200
Magdalena Cauca: 49.529 t
Caribe: 7.163 t



Aceites minerales Y8 - A3020
Magdalena Cauca: 25.773 t
Caribe: 4.424 t
Pacífico: 863 t

Fuente: Ideam (2023g).

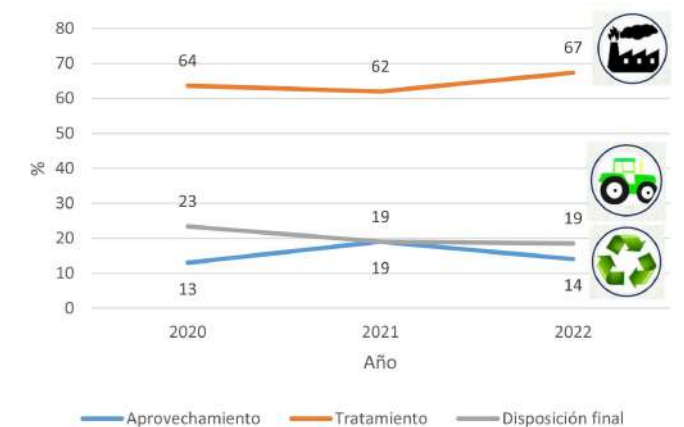
2.1.6.3 Gestión de residuos peligrosos: aprovechamiento, tratamiento y disposición final

En 2022, se dio manejo en el país a 666.523 t de Respel, por medio de aprovechamiento, tratamiento o disposición final. El tipo de manejo de residuos peligrosos de mayor reporte en cantidad, durante ese año, fue el tratamiento, el cual aumentó del 64%, en 2021, al

67%; seguido de la disposición final, por medio de celda de seguridad (19%) y, por último, los generadores eligen el aprovechamiento, que disminuyó del 19% al 14% del total gestionado.

El aumento de las cantidades de residuos peligrosos destinadas a tratamiento se le atribuye a que las tres actividades de mayor generación (extracción de hidrocarburos y actividades de apoyo y las actividades de hospitales y clínicas con internación), reportan del 76% al 94% sus Respel generados destinados a este tipo de manejo. De hecho, es el más pertinente en los residuos de riesgo biológico, que es la segunda categoría de Respel de mayor generación (Gráfica 2.25).

Gráfica 2.25.
Aprovechamiento, tratamiento y disposición final total 2020-2022 (en porcentaje %)



Fuente: Ideam (2023g).

En 2022, el tipo de Respel de mayor aprovechamiento fueron los acumuladores de plomo y los aceites minerales, por medio de la reutilización o regeneración de aceites y su utilización como combustible. El tipo aprovechamiento que reportó mayores cantidades fue el reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos, y la actividad económica que más aprovechó los Respel gestionados fue la extracción de carbón y piedra.

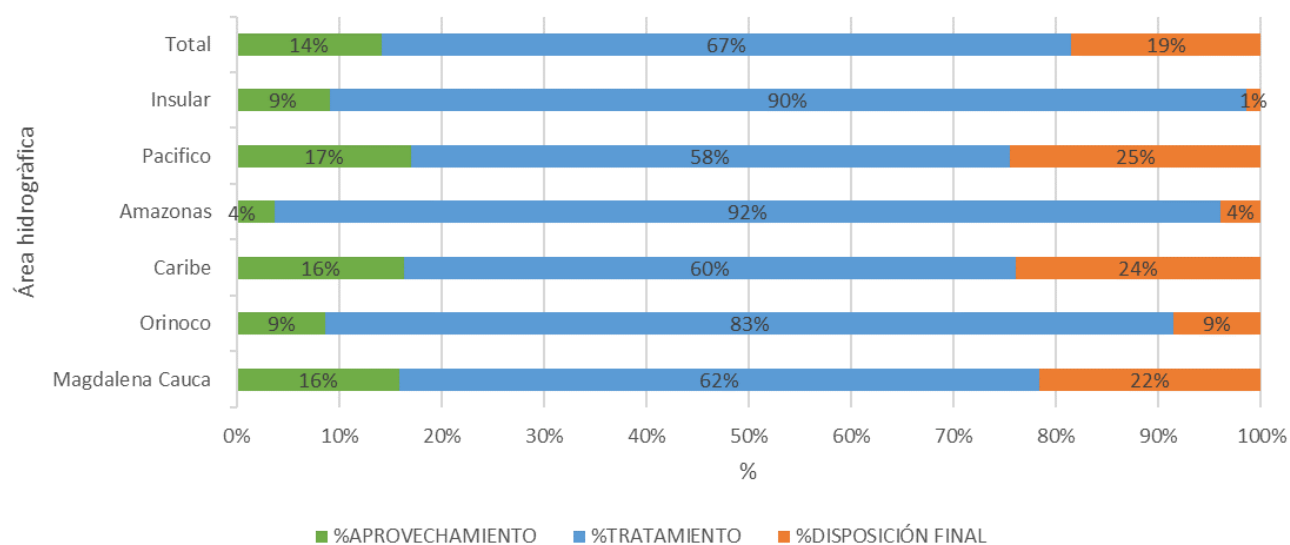
Con respecto al tratamiento, el tipo de subgestión más utilizado fue el biológico de residuos de mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y aceites minerales, predominando también el manejo a través de gestores autorizados. Después se ubicaron el tratamiento térmico, especialmente de los residuos de desechos clínicos. Igualmente, el sector de hidrocarburos y de actividades de hospitales y

clínicas con internación fue de las actividades con las mayores cantidades en tratamiento.

Frente a la disposición final en celdas de seguridad o rellenos, predominó el realizado por terceros o gestores autorizados, sobre todo de los residuos de mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos, de la industria básica del hierro y el acero y del sector de hidrocarburos.

De acuerdo con las áreas hidrográficas, se observa que la zona de Magdalena-Cauca fue en donde predomina la gestión de los Respel. Asimismo, en todas las áreas, se destacó en mayor porcentaje el tratamiento sobre la disposición final y el aprovechamiento, con excepción de la zona insular, en donde los Respel generados fueron gestionados, en un 90 %, por tratamiento.

► **Gráfica 2.26.**
Tipo de gestión por área hidrográfica (en porcentaje %)



Fuente: Ideam (s. f.).

La interacción entre los componentes bióticos, abióticos y las actividades humanas tienen resultados en los suelos y la calidad del aire. A estos se les llama impactos ambientales, cuando se pueden atribuir al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Decreto 1076 de 2015). Los impactos ambientales, según su escala, pueden clasificarse como locales, regionales o globales y, entre estos últimos efectos, se encuentra

el incremento en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos asociados a los procesos de erosión costera. Al respecto, por definición de la Unidad Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), la erosión costera:

La erosión costera se define como el retroceso de la costa o la erosión de las playas y es el

resultado de la interacción entre los materiales que conforman la línea de costa y los agentes erosivos naturales y antropogénicos. Los episodios importantes de erosión costera a menudo se asocian con eventos climáticos extremos (tormentas costeras, marejadas e inundaciones) pero también por tsunamis, que conllevan olas y corrientes de mayor intensidad que pueden erosionar accidentes geográficos que normalmente están fuera de su alcance. (UNGRD, 2018, p. 1)

Invemar ha realizado seguimiento a estos procesos erosivos y, a continuación, se presenta parte del seguimiento realizado por este instituto, en 2022, y se amplía el análisis correspondiente en las áreas hidrográficas Pacífico, Caribe e insulares. Además, se expone el seguimiento realizado por el Ideam a los efectos causados en los suelos en la isla de San Andrés, luego de los eventos extremos de 2020.

tiempo, aporta información, en algunos departamentos, a través de monitoreos previamente establecidos, los cuales constituyen un método de seguimiento y manejo para caracterizar sectores identificados como críticos.

Las medidas de adaptación basadas en ecosistemas (MABE) se componen de una serie de estrategias en ecosistemas costeros resilientes, para la estabilización de tramos afectados por procesos erosivos y la reducción de la vulnerabilidad socioeconómica de las comunidades costeras.

2.1.7.1 Consideraciones metodológicas

La información presentada es una síntesis de los resultados de los informes técnicos del Bando Nacional de Programas y Proyectos de Inversión (BPIN) y de los convenios del Invemar y las corporaciones autónomas regionales Corpamag y la CVS sobre monitoreo de la erosión costera, en los últimos años. Para los resultados de línea de costa, 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, se refieren a un periodo de tiempo específico que puede variar en cada zona identificada como crítica. En lo que respecta a perfiles de playa, los valores se obtienen a partir de mediciones de elevaciones punto a punto en terreno.

2.1.7 Erosión costera en el Caribe, Pacífico y territorios insulares de Colombia

Constanza Ricaurte Villota	Invemar	constanza.ricaurte@invemar.org.co
David Fernando Morales Giraldo	Invemar	david.morales@invemar.org.co
Johan Camilo Casadiego Estévez	Invemar	johan.casadiago@invemar.org.co
Andrés Felipe Rosado Tapia	Invemar	andres.rosado@invemar.org.co
Juan Fernando Cortina Munera	Invemar	juan.cortina@invemar.org.co
Paula Alejandra Macías Hemer	Invemar	paula.macias@invemar.org.co
Marco Elías González Arteaga	Invemar	marco.gonzalez@invemar.org.co
Magnolia Murcia Riaño	Invemar	magnolia.murcia@invemar.org.co
Wilberto Pacheco Paternina	Invemar	wilberto.pacheco@invemar.org.co

2.1.7.2 Índice de erosión costera de Colombia (IECC)

Este índice surgió como respuesta a las necesidades de información sobre la dinámica costera, en relación con los procesos de erosión y acreción que tienen lugar en el país. Este busca producir información estadística cuatrienalmente para hacer seguimiento a los cambios espaciotemporales de la línea de costa de Colombia. A partir del análisis estadístico de dos líneas de costa, una 2016 y otra 2020, se calcularon cinco índices temáticos, los cuales se encuentran desagregados geográficamente en: Nacional, Caribe, Pacífico y Zonas Insulares (San Andrés, Providencia y Santa Catalina).

Los resultados indicaron que la variación espaciotemporal de la línea de costa del país, a lo largo de una extensión de 3.861 km, se mantiene en un balance entre los cambios de las tasas de erosión y de acreción originadas en las tres regiones: Caribe, Pacífico y las áreas insulares (San Andrés, Providencia y Santa Catalina). Esta última, con una importante proporción de línea de costa que ha estado estable en los últimos cuatro

años. Además, tales resultados mostraron un índice de erosión costera de 0,77 m/año. En los departamentos de Antioquia, Córdoba, Bolívar y Magdalena (Caribe) y Chocó, Valle del Cauca y Nariño (Pacífico), se identificaron datos de máxima pérdida de terreno por el retroceso de la línea de costa. Por otro lado, el índice de acreción costera obtuvo un valor de 0,78 m/año.

Actualmente, el IECC se encuentra en el proceso de certificación estadística, acorde con los lineamientos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), bajo la NTC PE 1000-2020.

La información específica de la erosión costera está incluida en el análisis de cada una de las áreas hidrográficas Pacífico, Caribe e insulares.

2.1.8 Estrategias de adaptación al cambio climático con medidas basadas en ecosistemas para reducir la vulnerabilidad frente a la erosión costera en Colombia

Constanza Ricaurte Villota	Inveemar	constanza.ricaurte@inveemar.org.co
Juan Fernando Cortina Munera	Inveemar	juan.cortina@inveemar.org.co

A través del proyecto "Adaptación basada en los ecosistemas para la protección contra la erosión costera en un clima cambiante", Minambiente, en alianza con las corporaciones e los departamentos de Guajira, Magdalena, Córdoba y Antioquia, implementó una serie de estrategias en ecosistemas costeros resilientes para la estabilización de tramos afectados por procesos erosivos y la reducción de la vulnerabilidad socioeconómica de las comunidades costeras. Este proyecto fue financiado en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI, por sus siglas en alemán), en alianza con el Banco de Crédito Alemán (KfW, por sus siglas en alemán), y contempla estrategias enfocadas en la reducción de tensores ambientales, la conservación, la restauración y el manejo sostenible de los ecosistemas marinos y costeros.

2.1.8.1 Consideraciones metodológicas

Para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas en la reducción de los procesos erosivos y la vulnerabilidad de la población frente a ellos, el Inveemar desarrolló e implementó el Sistema de Monitoreo

de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas, SMEC-MAbE (Ricaurte-Villota, C y Cortina Munera, 2022). Este sistema incluye una serie de indicadores para evaluar el estado de la costa en términos de erosión o acreción, la incidencia del oleaje, la vulnerabilidad ante los procesos erosivos y el estado de los ecosistemas marinos y costeros, como playas y dunas, manglares, pastos marinos y arrecifes de coral.

Asociado a este sistema, se desarrolló también una plataforma web para la disponibilidad abierta de los datos de monitoreo, la cual se encuentra disponible en <https://mabe-inveemar.hub.arcgis.com/>.

En la primera implementación del SMEC-MAbE, se monitorearon 45 localidades en los departamentos de La Guajira (15), Magdalena (8), Córdoba (9) y Antioquia (13). Esto reveló que cerca del 31% de las zonas evaluadas presentaron estados 'No deseables' o 'Alerta' en cuanto a erosión, lo que se traduce en la predominancia de procesos erosivos en un gran porcentaje de la costa estudiada. En cuanto a la vulnerabilidad poblacional frente a la erosión costera, se observó que aproximadamente el 50% de las comunidades evaluadas mostraron un grado 'Alto' y 'Muy alto' de vulnerabilidad. Esto está asociado al nivel de exposición, fragilidad y resiliencia de las poblaciones.

Por otro lado, las evaluaciones de los ecosistemas en las coberturas de manglares y pastos marinos mostraron que al menos el 25% de ellas se encontraban en un estado 'No deseable' o 'Alerta', mientras que, en el caso de las playas y dunas, al menos el 37% de las evaluaciones presentaron estas categorías.

Como parte de una estrategia para promover la apropiación del territorio y la participación ciudadana activa, se llevaron a cabo una serie de capacitaciones técnicas y prácticas con cada una de las comunidades costeras beneficiarias de las estrategias implementadas por cada CAR. Durante estos eventos se capacitó y acompañó al personal a realizar el monitoreo en las coberturas ecosistémicas de interés por medio del SMEC-MAbE y se resaltó la importancia de los ecosistemas costeros y sus servicios para la adaptación y mitigación de los efectos adversos del cambio climático, así como para la reducción de la erosión costera y el sustento de las comunidades, entre otros aspectos.

► **Figura 2.30.** Capacitación y acompañamiento a las corporaciones autónomas regionales y comunidades costeras en el monitoreo socioambiental haciendo uso del SMEC



Fuente: Inveemar (2022).

2.1.9 Estado de la degradación de suelos en San Andrés, Providencia y Santa Catalina

En el presente informe se exponen resultados de investigaciones realizadas desde Ideam, con el fin de establecer el estado de los suelos en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, luego del paso de los huracanes ETA – Iota, en el año 2020. Ambos fenómenos tienen incidencias en el estado de los suelos. A continuación, se abordan algunas generalidades del estudio y se amplía la información en el análisis que se desarrolla de las áreas insulares.

2.1.9.1 La desertificación, una amenaza para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Reinaldo Sánchez López	Ideam	rsanchez@ideam.gov.co
Edson Urrego Marroquín	Ideam - contratista	urregomarroquinedson@gmail.com
Lina Rocío Viasús Figueredo	Ideam - contratista	Lvisus1@gmail.com
José Alejandro Salamanca García	Ideam - contratista	geogenoma@hotmail.com

Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas	Ideam - contratista	cocomarnico@gmail.com
Javier Otero García	Ideam - contratista	oterojavie@gmail.com

Sobre este punto, se comparten aquí algunas consideraciones:

i. El suelo es un componente fundamental del ambiente, teniendo en cuenta la amplia y compleja oferta de bienes, servicios y funciones que ofrece a los ecosistemas y a los seres humanos. Por naturaleza, el suelo es el soporte de los ecosistemas, el regulador climático y del agua, la despensa de alimentos, la mayor reserva de la biodiversidad, de la materia orgánica y de los gases de efecto invernadero (GEI), así como el filtro y depurador de contaminantes, entre otros.

ii. En noviembre de 2020, el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina fue impactado por el paso de los huracanes Iota y Eta, los cuales acentuaron y desencadenaron procesos de degradación de suelos de tipo físico, químico y biológico (erosión, compactación, salinización y pérdida de la materia orgánica, entre otros), afectando las funciones y los servicios ambientales de los suelos. Estos han sido identificados, analizados y evaluados como soporte y base fundamental para consolidar la recuperación y restauración de los ecosistemas del archipiélago.

iii. Las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina son tierras secas, con un 98 % de extensión, y subhúmedas secas (2%). Por lo anterior, son muy propensas a la degradación por desertificación, la cual se distribuye espacialmente así: el 7 % presentan susceptibilidad muy alta y alta, mientras que el 56 % tiene susceptibilidad moderada y, el 11 %, susceptibilidad baja.

iv. En San Andrés, la magnitud de la desertificación afecta el 75,6 % del área emergida, mientras que la severidad cubre el 29,3 %. En Providencia y Santa Catalina, se identifica un 86,1 % de magnitud y un 11,8 % de severidad.

2.1.9.1.1 Consideraciones metodológicas

El estudio se realizó siguiendo los lineamientos metodológicos del Protocolo para la Identificación y Evaluación de la Degradación de Suelos por Desertificación (Ideam, 2019), y fue desarrollado a partir de los datos e información primaria de geomorfología, suelos, clima, coberturas de la tierra, uso actual, entre otros,

levantada mediante trabajos de campo. Para el caso de los datos de suelos y agua, estos se obtuvieron mediante pruebas de laboratorio, interpretación de imágenes de sensores remotos. La información socioeconómica generada se logró por medio de entrevistas con los diferentes actores del archipiélago e información secundaria oficial reciente. El trabajo se inició con la identificación de las zonas secas, la modelación de susceptibilidad general del terreno a la desertificación y, seguidamente, se elaboró la información para identificar los procesos actuales de degradación de suelos de tipo físico (erosión, compactación, sellamiento) químico (salinización) y biológico por pérdida de la materia orgánica del suelo. Así pues, a través de un análisis de sinergia y concurrencia, se realizó la identificación y zonificación de la severidad y magnitud de la degradación actual de suelos por desertificación. Posteriormente, se desarrolló el análisis y la evaluación espacial del estado actual de la degradación para cada una de las islas, según el tipo, la clase y el grado de la degradación actual por desertificación, mediante el modelo conceptual FPEIR (el cual abarca las fuerzas motrices o causas indirectas, las presiones o causas directas, el estado actual de la desertificación, la identificación de los efectos e impactos y las posibles respuestas para la gestión de este proceso de degradación). La información cartográfica temática se elaboró a escala 1:10.000. Al respecto, se dispone de una memoria técnica explicativa y del mapa de la degradación actual de suelos por desertificación en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina a escala 1:10.000 (Ideam, 2022ñ).

Los resultados se explican con más detalle en este informe en el análisis realizado a las áreas insulares de este informe.

2.1.10 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2022

Andrés Felipe Acosta Chaparro	Invemar	andres.acosta@invemar.org.co
Laura Sánchez Valencia	Invemar	laura.sanchez@invemar.org.co
Elizabeth Galeano Galeano	Invemar	elizabeth.galeano@invemar.org.co
Diana Isabel Gómez López	Invemar	diana.gomez@invemar.org.co
David Alejandro Alonso Carvajal	Invemar	david.alonso@invemar.org.co

Otra de las actividades que debe realizarse dentro de la lucha contra el cambio climático es el seguimiento al estado de los pastos marinos, teniendo en cuenta que, además de ser monitoreados por su importancia biótica y ecosistémica, como nicho de diversas especies de peces, moluscos y tortugas, entre otros, es un actor importante en la fijación de carbono, la producción de oxígeno y la eliminación de contaminantes. Por estas razones, la conservación de estas praderas es parte de los compromisos en el Acuerdo de París (ONU, 2023). Por todo lo anterior, Invemar hace seguimiento de estos ecosistemas.

A continuación, se presentan las actividades del año 2022 y se amplía en el análisis realizado en cada una de las áreas hidrográficas Caribe, insulares y Pacífico, aunque de este último no se tienen registros.

2.1.10.1 Consideraciones metodológicas

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 con relación a un referente regional internacional (McField et al., 2020, Invemar, 2022i).

El resultado del ICTAC es el estimado por el promedio aritmético de cada una de las variables transformadas (de manera adimensional, al compararse con las tablas de referencia) y se especificó para el conjunto de estaciones de una localidad del Caribe (Tabla 2.6) o Pacífico colombiano (Tabla 2.7), siguiendo las siguientes fórmulas:

► Ecuación 2.2. ICTAC

$$ICTAC_{CARIBE} = \frac{CCV + CM + BPH + BPC}{4}$$

$$ICTAC_{PACÍFICO} = \frac{CCV + CM + APH + APC}{4}$$

Donde CCV = cobertura de coral escleractíneo vivo (%).

CM = cobertura de macroalgas (%).

BPH = biomasa de peces herbívoros para las familias Acanthuridae y Scaridae (g/100m²).
BPC = biomasa de peces carnívoros para las familias Lutjanidae y Serranidae (g/100m²).

En el caso de los peces del Pacífico, se trabajó con base en la abundancia

APC = Abundancia peces carnívoros (ind/100m²); y
APH = Abundancia peces herbívoros (ind/100m²).

Cada una de las cuatro variables que conforman el indicador, se clasifican según escalas de referencia para el Caribe y Pacífico colombiano como deseable, buena, regular, alerta y no deseable (tablas 2.6 y 2.7). Las áreas coralinas evaluadas más deterioradas obtienen, al final, los valores más bajos y las más conservadas los valores más altos (Rodríguez-Rincón et al., 2014) (Tabla 2.8). La importancia de este indicador radica en su fácil aplicabilidad como herramienta para el monitoreo estandarizado de arrecifes de coral, permitiendo su comprensión para aumentar la gestión en la conservación integral del ecosistema.

► **Tabla 2.6.** Valores de referencia para las variables del índice de condición-tendencia de áreas coralinas – ICTAC (Rodríguez-Rincón et al., 2014) en la región Caribe colombiana

Variables ICTAC Caribe	Deseable (5)	Buena (4)	Regular (3)	Alerta (2)	No Deseable (1)
Cobertura coral pétreo vivo CCV (%)	> 40	39,9 – 20	19,9 – 10	9,9 – 5	< 5
Cobertura macroalgas CM (%)	< 1	1,1 – 5	5,1 – 12	12,1 – 25	> 25
Biomasa peces herbívoros BPH (g/100m²)	> 3290	3290 – 2740	2741 – 1860	1859 – 990	< 990
Biomasa peces carnívoros BPC (g/100m²)	> 1620	1620 – 1210	1209 – 800	799 – 390	< 390

Fuente: McField et al. (2020).

► **Tabla 2.7.** Valores de referencia para las variables del índice de condición-tendencia de áreas coralinas – ICTAC (Rodríguez-Rincón et al., 2014) en la región Pacífico Colombiana

Variables ICTAC PACÍFICO	Deseable (5)	Buena (4)	Regular (3)	Alerta (2)	No Deseable (1)
Cobertura coral pétreo vivo CCV (%)	> 40	39,9 – 20	19,9 – 10	9,9 – 5	< 5
Cobertura macroalgas CM (%)	< 1	1,1 – 5	5,1 – 12	12,1 – 25	> 25
Abundancia peces herbívoros APH (ind/100m²)	> 3290	3290 – 2740	2739 – 1860	1859 – 990	< 990
Abundancia peces carnívoros APC (ind/100m²)	> 1620	1620 – 1210	1209 – 800	799 – 390	< 390

Fuente: Invemar (s. f.).

► **Tabla 2.8.**
Valores de referencia finales para definir el índice de condición-tendencia de áreas coralinas – ICTAC

Condición general	Valor ICTAC
Deseable	4,21 - 5
Buena	3,41 - 4,2
Regular	2,61 - 3,4
Alerta	1,81 - 2,6
No deseable	1 – 1,8

Fuente: Rodríguez-Rincón et al. (2014).

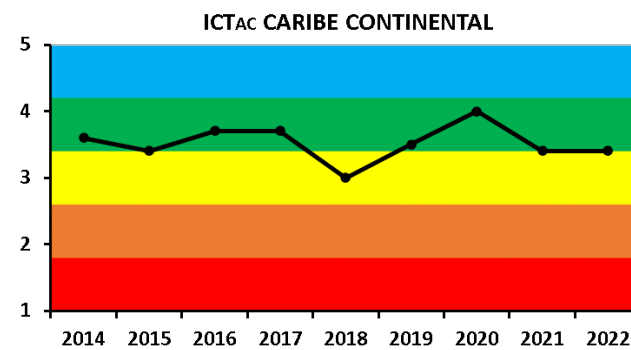
Durante 2022, se evaluó el estado de las estaciones de coral en los parques nacionales naturales Tayrona y Corales del Rosario y San Bernardo (sectores Islas del Rosario e Islas de San Bernardo) y Chocó Darién, mientras que para el Caribe insular corresponden al parque nacional Old Providence McBean Lagoon y a las estaciones de Providencia con injerencia de Coralina. En la región Pacífico, los datos corresponden al santuario de flora y fauna Malpelo, y a los parques nacionales naturales Utría y Gorgona. La información recolectada se encuentra salvaguardada en el Sismac, contenido en el SIAM.

Las gráficas montadas en los mapas indican el porcentaje de estaciones que presentaron cada condición del indicador, dando una idea del comportamiento de cada localidad. Se observa, pues, que este comportamiento no es homogéneo y depende de la ubicación y situaciones características de cada una de las estaciones. El número de estaciones por localidad es: trece (13) estaciones del PNN Tayrona, once (11) del sector de Islas del Rosario, nueve (9) estaciones del sector de islas de San Bernardo y seis (6) de Chocó Darién. Por su parte, en el Pacífico se incluyen ocho (8) estaciones de Gorgona, seis (6) de Utría y tres (3) de Malpelo.

A nivel específico, los resultados del monitoreo en cuanto a la condición de las áreas coralinas indicaron un mejor estado de las estaciones al interior del PNN McBean Lagoon con respecto a aquellas ubicadas alrededor de la isla de Providencia. En el Caribe continental, se encontró que, la zona de Chocó Darién y la de Tayrona presentaron una buena condición, en contraste con Islas del Rosario e Islas de San Bernardo, cuya condición fue regular, principalmente por la ausencia marcada de peces carnívoros, sumado a la alta cobertura de macroalgas.

Se presenta la tendencia observada a lo largo del monitoreo por categoría de 'Condición tendencia' para cada región, en el Caribe continental (Figura 2.31), entre 2014 y 2022.

► **Figura 2.31.**
Tendencia promedio general a través del tiempo de las condiciones ICTAC observadas en la totalidad de las estaciones de la región Caribe continental, entre 2014 y 2022

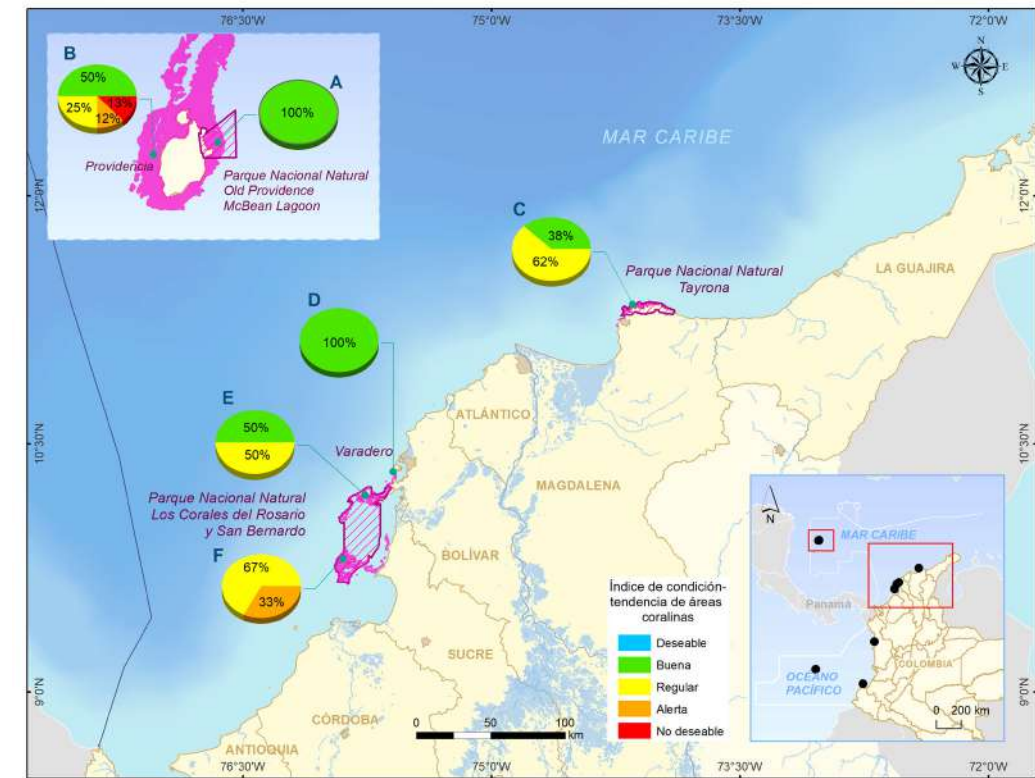


Fuente: Invemar (s. f.).

Representación de los colores, así:

- Azul: Deseable.
- Verde: Buena.
- Amarillo: Regular.
- Rojo: No deseable.
- Naranja: Alerta.

► **Figura 2.32.**
Localidades de monitoreo coralino y el estado de sus estaciones en 2022, según el índice de condición tendencia ICTAC para el Caribe colombiano



Fuente: Invemar (2022e).

A) PNN Old Providence McBean Lagoon; B) Providencia-Coralina; C) PNN Tayrona; D) E) PNN Corales del Rosario e Islas de San Bernardo; F) Chocó Darién.

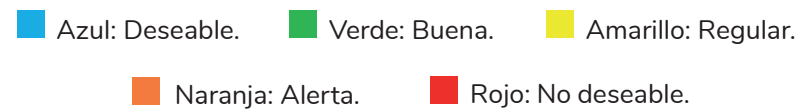
La Tabla 2.9 permite entender mejor la razón por la cual se califica la condición del ICTAC para las estaciones de las distintas áreas, pues presenta los valores crudos obtenidos en el monitoreo para cada variable y el color representa su condición.

► **Tabla 2.9.**
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 2022

Año	Área	Biomasa Carnívoros BPC (gr/100 m ²)	Biomasa Herbívoros BPH (gr/100 m ²)	Cobertura de coral vivo CCV (%)	Cobertura de macroalgas CM (%)
2022	Chocó-Darién	1356,5	6856,25	43,5	50,72
	Tayrona	940,07	5566,28	50,23	33,13
	I. San Bernardo	589,82	7658,13	37,56	36,02
	I. del Rosario	755,73	8511,32	42,03	34,61

Fuente: Invemar (s. f.).

Representación de los colores, así:



2.1.11 Bosques de manglar en Colombia: cobertura a nivel nacional

Cristian Montes	Invemar	cristian.montes@invemar.org.co
Diana Carolina Romero-D'Achiardi	Invemar	diana.romero@invemar.org.co
Carolina García-Valencia	Invemar	carolina.garcia@invemar.org.co
Juan Felipe Lazarus	Invemar	juan.lazarus@invemar.org.co

2.1.11.1 Consideraciones metodológicas

La capa oficial de manglar generada por Invemar, a lo largo de los años, ha sido el resultado de la compilación de diferentes proyectos que presentan diferentes escalas, temporalidades e insumos primarios, así como una variedad de metodologías y criterios utilizados en cada proyecto. A pesar de ello, estas capas proporcionan información valiosa y diversa sobre los manglares, permitiendo tener una visión más completa de dichos ecosistemas costeros. No obstante, y debido a las discrepancias en estimaciones de manglar en el país que encontraron (Selvaraj y Gallego - Perez, 2023), se reconoce la necesidad de obtener una capa nacional de manglar que unifique la metodología y los criterios de evaluación utilizados. Una capa general podría ofrecer una visión más coherente de la distribución de los manglares, ayudando a tomar medidas más efectivas para su conservación y restauración.

Dado lo anterior y aprovechando el diseño e implementación del Sistema de Información para la Gestión de los Manglares en Colombia (Sigma), el cual integra información relacionada con la dinámica espacial y temporal de los ecosistemas de manglar del país y su gestión, (Rodríguez-Rodríguez, 2014), Invemar presenta periódicamente una versión de capa nacional oficial de manglar, dirigida a todas las entidades y autoridades ambientales responsables de la gestión de los recursos naturales, institutos de investigación, universidades y a la comunidad en general. La versión más reciente del mapa de manglares referida a la cobertura general

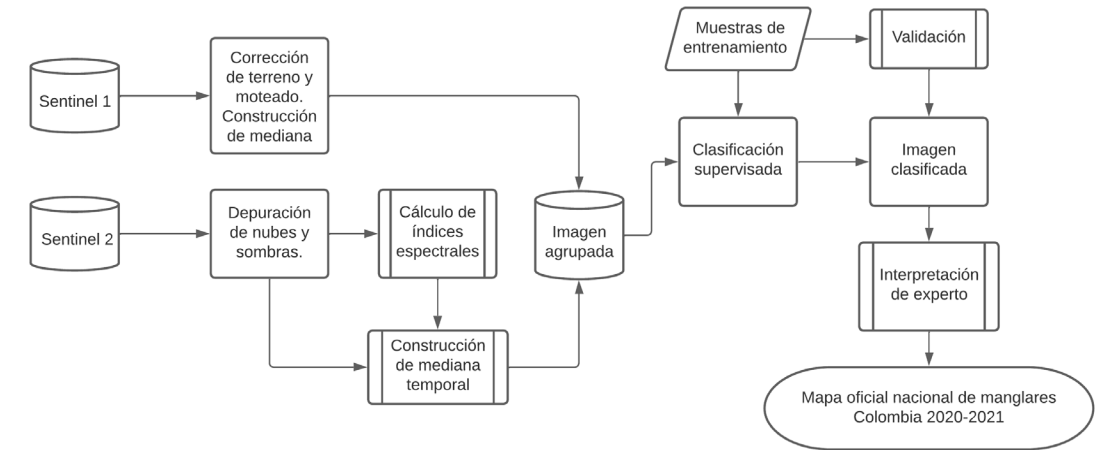
2020 publicada en el Geovisor de Sigma (Invemar, 2022j), es resultado de un esfuerzo que se presenta como una estandarización metodológica.

Se generó una capa temática con los manglares de Colombia a escala 1:25.000 para los litorales Caribe y Pacífico, y 1:5.000 para la zona insular de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Para el litoral continental, se empleó una metodología semiautomática con base en el algoritmo Random Forest, en la plataforma Google Earth Engine, usando imágenes ópticas y de radar para clasificar el manglar y otras coberturas generales. Este tipo de metodologías exponen la eficacia de la unión de imágenes ópticas y de radar, para reconocer con precisión la cubierta de bosques de manglares tropicales (Selvaraj y Gallego - Perez, 2023). Los insumos utilizados en la construcción del algoritmo incluyen imágenes Sentinel 1 y 2, así como un modelo de elevación SRTM.

Para el Pacífico, se procesaron imágenes de todo 2019 y 2020, dadas las condiciones de nubosidad (Murillo - Sandoval et al. , 2022), mientras que para el Caribe se usaron imágenes de enero y febrero de 2020. En cuanto a San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se procesaron imágenes de alta resolución del año 2021, en el marco de proyectos de Invemar, Minambiente, la Dirección General Marítima (Dimar) y la Comisión Colombiana del Océano (CCO), en 2021 y el trabajo de Rodríguez-Rodríguez (2022).

En la Figura 2.33 se muestra el flujo resumido del proceso metodológico llevado a cabo para la construcción semiautomática del mapa nacional de manglares. Este marco general describe el desarrollo del algoritmo tanto en Pacífico como en Caribe, resaltando que las muestras de campo utilizadas son producto de la colaboración entre entidades del SINA y el análisis de imágenes de alta resolución. Durante la validación se pudo establecer una precisión temática mayor al 80 %, para ambos escenarios.

► **Figura 2.33.** Esquema sintetizado de flujo metodológico para la construcción semiautomatizada del Mapa Nacional de Manglares

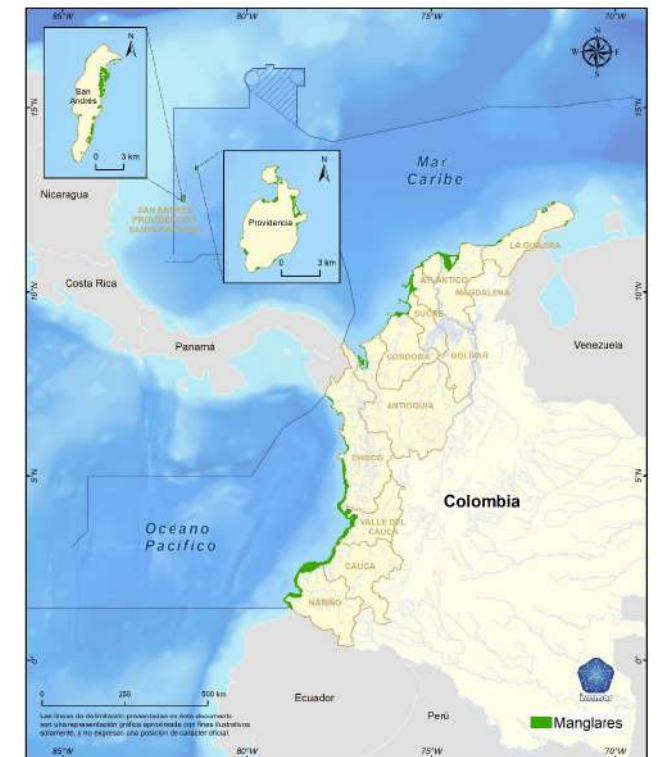


Fuente: Invemar (s. f.).

Los ecosistemas de manglar se componen de especies arbóreas y arbustivas que se desarrollan en suelos inundados, lodosos e inestables, con concentraciones bajas de oxígeno y variabilidad en salinidad y mareas. Se distribuyen en zonas tropicales y subtropicales en franjas de pocos metros hasta extensiones anchas de cientos de hectáreas. Estos ecosistemas desempeñan funciones ecológicas fundamentales como filtrar descargas hídricas continentales y la protección a otros ecosistemas, incluyendo su servicio de hábitat a gran variedad de especies de fauna.

Una de las funciones de Invemar en Colombia es generar conocimiento científico y técnico para la toma de decisiones sobre el manejo y conservación de los recursos marinos y costeros del país. Por esa razón, la creación de una capa nacional homogénea en temporalidad y escala de cobertura de bosque de manglar permite contar con información detallada y actualizada sobre su distribución en el territorio nacional, lo que incentiva la implementación de políticas públicas y estrategias de manejo y conservación. Además, según Ximenes et al. (2022), las aplicaciones de los mapas de distribución de manglar facilitan las estimaciones de su extensión, el cálculo de tasas de deforestación, la cuantificación de reservas de carbono y hasta la generación de modelos de respuesta frente al cambio climático. Asimismo, los autores agregan que una representación precisa de su distribución predice mejor su dinámica y cambios, consecuencia de fenómenos climáticos. En términos generales, los manglares en Colombia están en los dos litorales costeros (Caribe y Pacífico), como en la zona insular del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Invemar, 2021a) La extensión de manglares para Colombia, entre 2019 y 2021, se estimó en, aproximadamente, 280.000 hectáreas.

► **Figura 2.34.** Mapa Nacional de Manglares 2020



Fuente: Invemar (s. f.).

Es importante mencionar que el mapa generado hace parte de algoritmos modificados continuamente y en permanente revisión abierta al público. Por ende, sus modificaciones son publicadas en el Geovisor Sigma (Invemar, 2022j), procurando que sea información

actualizada y precisa sobre la extensión de los ecosistemas de manglar presentes en el país. Mencionado lo anterior, se establece que estos datos son de uso público y su uso científico está sujeto a la calidad necesaria de cualquier estudio bajo responsabilidad de quién investigue.

En el Caribe colombiano, se encuentran seis de las nueve especies de mangle registradas actualmente para el país (Rodríguez - Rodríguez, 2022), de las cuales *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) son las más abundantes y frecuentes; seguidas por *Conocarpus erectus* (mangle zaragoza) y la distribución restringida del mangle piñuelo perteneciente al género *Pelliciera*, anteriormente monotípico y recientemente dividido en dos especies que, hoy, son reconocidas en el Caribe colombiano: *P. rhizophorae* y *P. benthamii* (Duke, 2020, Blanco- Libreros y Ramirez - Ruiz, 2021).

En el Pacífico colombiano, además de las especies mencionadas para el Caribe, se hallan *Rhizophora racemosa* (mangle pava o caballero), *Rhizophora harrisonii* (mangle injerto) y *Mora oleifera* (mangle nato) (Resolución 1263 de 2018). Esta última especie está catalogada como 'Vulnerable- VU' en la Lista Roja de la UICN (Duke, 2020), debido a problemáticas relacionadas con el desarrollo comercial y urbanístico. Otras especies vegetales de helechos y arbustos, a menudo conocidas como manglares no verdaderos (Tomlinson, 1986), suelen aparecer como flora acompañante en este ecosistema. Entre las especies reportadas, se encuentra el helecho *Achrostichum aureum* y el arbusto *Tabebuia palustris* (Spalding et al., 2010, pág. 337). En el Caribe colombiano, el 36 % de los bosques de manglar se encuentran dentro de diferentes categorías de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y, para el Pacífico, el 38 %.

En Colombia, los cambios en el uso de la tierra y la degradación producida por la extracción de recursos forestales son las principales amenazas para los manglares. Adicionalmente, el desarrollo costero (tanto urbano como portuario) altera la dinámica hídrica y genera fuentes de contaminación, en algunos puntos de ambas costas. Asimismo, la erosión costera ha sido recientemente descrita por (Goldberg et al, 2020) como uno de los agentes de cambio de mayor impacto para los manglares del norte de Suramérica, incluido Colombia. En el país, se ha estudiado poco el efecto de la erosión en los manglares. Sin embargo, hay algunas estimaciones recientes en el Caribe sur (Vélez - Castaño et al., 2021) y central (Restrepo et al., 2012).

Todas las condiciones ambientales que se presentan en el territorio y las actividades humanas tienen efectos en la fauna y, a su vez, en aspectos importantes de la sociedad y la economía. Esta situación se presenta claramente en la actividad de la pesca. Esta actividad es desarrollada tanto de manera artesanal (para sustento de varias comunidades que dependen de su relación directa con los cuerpos de agua lénticos o lóticos y los océanos), como de forma industrial. Esta última requiere una mayor atención y control, pues los impactos ambientales se magnifican y la capacidad de captura de especies es mucho mayor a las técnicas artesanales y de sustento.

Por ello, a continuación, se presentan generalidades de algunos de los seguimientos que realiza Invemar a actividades asociadas a la pesca en los océanos Pacífico y Atlántico.

2.1.12 Indicador de abundancia relativa de camarón: pesca de arrastre industrial nacional

Alexander Girón	Invemar	alexander.giron@invemar.org.co
José Luis Correa	Invemar	jose.correa@invemar.org.co
Jorge Viaña	Invemar	jorge.viana@invemar.org.co
Fabián Escobar	Invemar	fabian.escobar@invemar.org.co
Mario Rueda	Invemar	mario.rueda@invemar.org.co

Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros - VAR de Invemar.

Los litorales costeros brindan soporte vital a la humanidad, con el aprovechamiento de los distintos servicios que estos ecosistemas ofrecen. No obstante, las excesivas actividades antrópicas amenazan con la destrucción de las ofertas de servicios ambientales (Balan - Zetina et al., 2011a, Balan - Zetina et al., 2011b). Según FAO (2022), la proporción de poblaciones de peces que se encuentran en niveles biológicamente sostenibles disminuyó hasta el 64,6 %, en 2019, es decir, un 1,2 % menos que en 2017. Sin embargo, el 82,5 %

de los desembarques de 2019 procedían de poblaciones biológicamente sostenibles, una mejora del 3,8 % en comparación con 2017. En Colombia, en 2022, la pesca de arrastre desembarcó alrededor de 1.199,5 t, en los litorales Pacífico: 949,3 t correspondientes a la captura de camarón de aguas someras (CAS) y 102 t de camarón de aguas profundas (CAP). Por su parte, en Caribe, la captura de CAS fue de 58,1 t (Correa-Helbrum et al, 2022). En 2022, la pesquería de CAS, en el Pacífico colombiano, presentó un desembarco de 203,2 t de captura objetivo (CO), mostrando un aumento con relación al 2021 (179,8 t). En lo que respecta a la captura de CAP, en 2022, se obtuvo una captura total de 172,1 t, lo que indicó una reducción de aproximadamente el 50 % frente a las 344,7 t reportadas en 2021. Para el CAS en el Caribe colombiano, en el mismo, se obtuvo una estimación de 39,17 t, cifra que superó en un 27 % al reportado para el periodo de 2021, el cual registró 28,49 t (Escobar et al , 2022; Escobar et al., 2023).

- i. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE)²¹
- ii. Pesquerías industriales y artesanales
- iii. Aprovechamiento de los recursos

2.1.12.1 Consideraciones metodológicas

El indicador de captura por unidad de esfuerzo (CPUE)²² 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 CAS; o días fuera de puerto durante las faenas de pesca para el caso de la captura del 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 así inferir el estado del recurso.

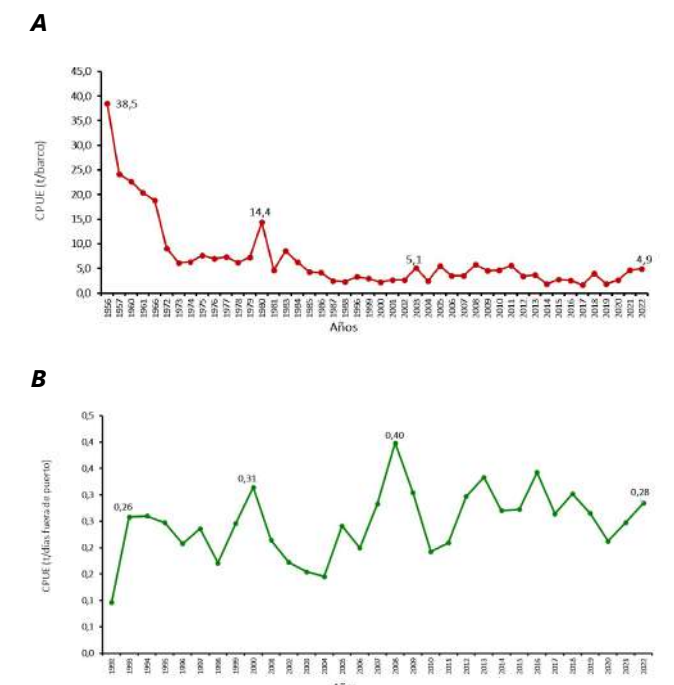
El indicador es calculado a partir de la información facilitada por las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura y en los puertos base de Cartagena y Tolú, y por información secundaria suministrada por la Universidad del Magdalena a través del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (Sepec). Los periodos reportados son desde enero de 2007 a diciembre de 2022, para el Pacífico, y enero de 2010 a diciembre de 2022, para el Caribe. La información es ingresada y procesada en el Sistema de Información Pesquera (Sipein) de Invemar.

²¹ Captura por unidad de esfuerzo (CPUE): La cantidad de captura en número o peso, obtenida en relación con una unidad estándar de esfuerzo de pesca; por ejemplo, número de peces capturados por número de anzuelos/día, o peso del pescado, capturado por horas de faena.

²² Captura por unidad de esfuerzo.

Durante 2022, la abundancia relativa del CAS en el Pacífico fue de 3,59 kg/h, lo cual se redujo con respecto a la reportada para el año inmediatamente anterior de 4,82 kg/h; (Gráfica 2.27a). La continua reducción anual en los desembarcos de la CO mantiene a esta pesquería en el estado de sobreexplotada, producto de la captura secuencial de este recurso por parte de la pesquería artesanal e industrial. Vale anotar que los desembarcos se han visto afectados por los constantes problemas de piratería presentados en la flota en los últimos años en toda la costa. Por otro lado, para el CAP se observa un leve aumento de este índice de abundancia relativa con respecto al año anterior. Este indicador pasó de 19,18 kg/h en 2021 a 19,22 kg/h en el 2022 (Gráfica 2.27 b). No obstante, se considera que el recurso continúa moderadamente explotado por lo que se sugiere mantener las actuales medidas de regulación de la pesquería para garantizar su sustentabilidad.

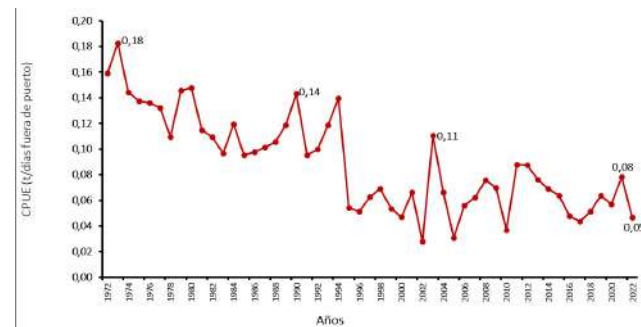
► **Gráfica 2.27.** Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en las pesquerías de camarón de aguas someras (A) y camarón de aguas profundas (B) en el Pacífico colombiano (1956 – 2022)



Fuente: Ideam (s. f.).

En el Caribe, la abundancia relativa del CAS ha mantenido un comportamiento estable durante los últimos tres años. A pesar de ello, la flota con puerto base en Tolú mostró un aumento con respecto al año 2021, llegando a alcanzar un índice de abundancia relativa de 3,8 kg/h. Para la flota con puerto base en Cartagena, dicho índice se ha reportado desde el año 2017, con 3,4 kg/h (Gráfica 2.28). De esta manera, se evidencia una sobreexplotación del recurso, sin mostrar signos de recuperación.

Gráfica 2.28. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesquería de camarón de aguas someras en el Caribe colombiano



Fuente: Ideam (s. f.).

2.1.13 Indicador de la proporción de fauna acompañante: pesca de arrastre industrial nacional de camarón

Alexander Girón	Invemar	alexander.giron@invemar.org.co
José Luis Correa	Invemar	jose.correa@invemar.org.co
Jorge Viaña	Invemar	jorge.viana@invemar.org.co
Fabián Escobar	Invemar	fabian.escobar@invemar.org.co
Mario Rueda	Invemar	mario.rueda@invemar.org.co

Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros - VAR de Invemar.

2.1.13.1 Consideraciones metodológicas

Los recursos que no son el objetivo de pesca, pero que son capturados por una pesquería, componen la fauna

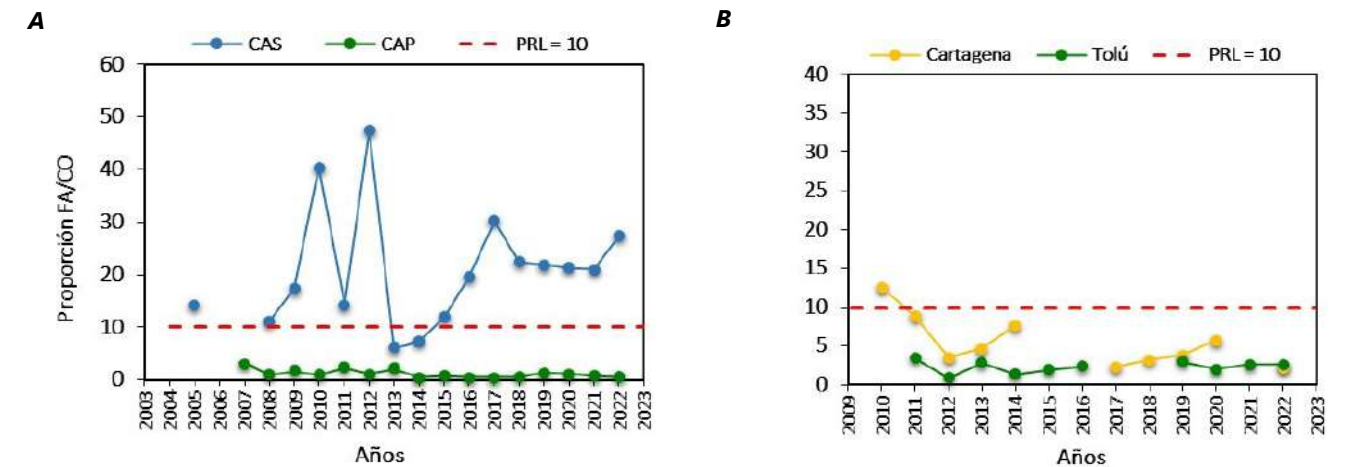
acompañante (FA), que se divide en captura incidental (CI), es decir, captura no objetivo que es aprovechada por su valor comercial, y descarte, o captura sin valor comercial y que, muchas veces, es devuelta al mar sin vida). Esto plantea que, los descartes son la fracción que debe ser reducida principalmente. La proporción fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) se convierte en un indicador para determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina.

El indicador es calculado a partir de monitoreos a bordo concertados en 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 Sipein del Invemar, para luego ser analizada y generar los reportes sobre la variación de dicho indicador durante el año y realizar comparaciones anuales. Esta información se ha ingresado en el Sipein, entre los periodos enero de 2005 a diciembre de 2022, para el Pacífico y, enero de 2010 a diciembre de 2022, para el Caribe.

En la pesquería del camarón de aguas someras (CAS), en el Pacífico colombiano, la relación FA/CO para 2022 fue de 27,3, superior a la calculada el año inmediatamente anterior, así como la más alta para esta pesquería, en los últimos cinco años, la cual se encuentra por encima del punto de referencia límite (PRL) establecido en 10 (Gráfica 2.27.A). Esto indica una fuerte presión sobre la fauna asociada, principalmente por la captura incidental (CI), la cual se ha convertido en una pesca dirigida para garantizar la rentabilidad de la actividad hoy, debido a su valor comercial y aprovechamiento, además del evidente estado de sobreexplotación de la CO. Se resalta el hecho que las capturas de especies no objetivo de la pesquería y que, en su mayoría, son descartadas, son organismos juveniles que, en su fase adulta, son base para las pesquerías artesanales costeras (Seijo et al., 1998). Por ello, en la actualidad, se cuenta con iniciativas para la disminución de esta fracción de la captura de la pesca de arrastre. En la pesquería del camarón de aguas profundas (CAP), la relación FA/CO fue de 0,5, lo cual guarda similitud a lo reportado los últimos años, sugiriendo que el impacto de esta pesquería sobre la biodiversidad asociada es bajo, en comparación con la pesca del CAS (Gráfica 2.29A).

Para la flota con puerto base en Tolú, la relación fue de 2,6. Mientras que para Cartagena fue de 2,12, ambos valores son bajos y están ubicados por debajo de PRL, tendencia que es predominante en los últimos años (Gráfica 2.29.B).

Gráfica 2.29. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y el Caribe colombiano (B)



Fuente: Invemar (s. f.).

PRL: punto de referencia límite.

2.1.14 Indicador de talla media de captura (TMC): pesca de arrastre industrial nacional de camarón

Alexander Girón	Invemar	alexander.giron@invemar.org.co
José Luis Correa	Invemar	jose.correa@invemar.org.co
Jorge Viaña	Invemar	jorge.viana@invemar.org.co
Fabián Escobar	Invemar	fabian.escobar@invemar.org.co
Mario Rueda	Invemar	mario.rueda@invemar.org.co

Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros - VAR de Invemar

2.1.14.1 Consideraciones metodológicas

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). La talla de madurez 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 Invemar y las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura (departamento del Valle del Cauca), Cartagena (departamento de Bolívar) y Tolú (departamento de Sucre), durante los siguientes periodos: 2004-2022, en el Pacífico, y 2010-2022, en el Caribe colombiano. La información es ingresada y procesada con el Sistema de Información Pesquera (Sipein) del Invemar.

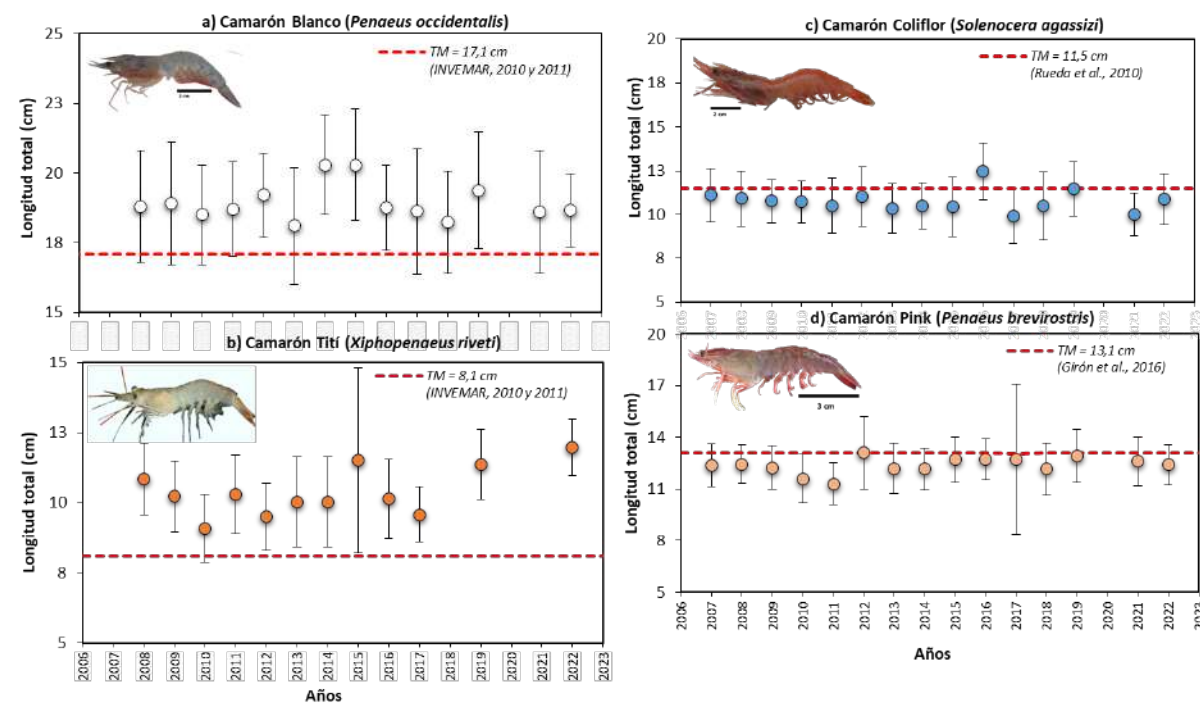
La pesquería del camarón de aguas profundas (CAP), en el Pacífico, está dirigida al camarón coliflor (*Solenocera agassizii*) y al camarón pink (*Penaeus brevivirostris*), mientras que la del camarón de aguas someras (CAS) se compone principalmente de camarón blanco (*Penaeus occidentalis*), el cual fue el único evaluado este año en esta pesquería. Esto, debido a que el aumento en el tamaño de malla por parte de los pescadores ha permitido el escape del camarón tít (*Xiphopenaeus riveti*), relativamente pequeña. En el Caribe, solo se captura CAS, específicamente la especie *Penaeus notialis*.

Las TMC de las especies de CAS del Pacífico mantuvieron su comportamiento respecto a la TM. Los valores calculados (18,7 cm para camarón blanco,

“*Penaeus occidentalis* y 12,0 cm para titi “*Xiphopenaeus riveti*) mantuvieron su talla por encima del PRL (Figura 2.35.a y 2.35.b). Para las principales especies del CAP, el camarón coliflor (*Solenocera agassizi*) mostró, en 2022, una TMC de 10,9 cm, ubicada por debajo del PRL (11,5 cm; Figura 2.35c) (Rueda et al., 2010). Igualmente, el camarón pink (*P. brevivirostris*), presentó una TMC (12,4 cm) por debajo del PRL (13,1 cm

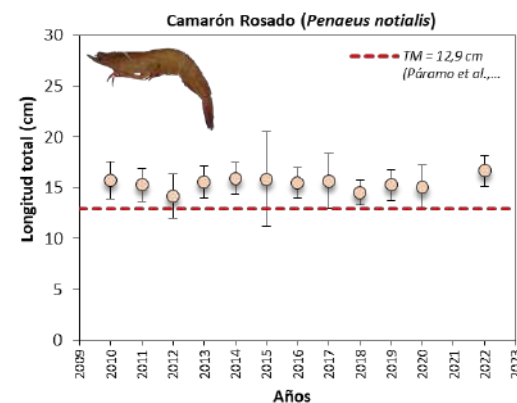
(Giron et al, 2016), evidenciando un alto riesgo de sobrepesca por reclutamiento para estas especies. Este PRL fue actualizado y las TMC históricas siempre se ubicaron por debajo de la TM (Figura 2.35d). Para el CAS en el Caribe, la TMC para el *P. notialis* estuvo por encima del PRL (12,9 cm) (Paramo, Pérez, y Wolf, 2014). Pero, a pesar de ello, la CPUE no dio indicios de recuperación del recurso (Figura 2.36).

Figura 2.35. 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) (talla media de madurez sex



Fuente: Invemar (s. f.).

Figura 2.36. Variación interanual de la talla media de captura +/- desviación estándar (TMC) de las hembras camarón rosado (*Penaeus notialis*) en el Caribe colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) (talla media de madurez sexual - TMM)



Fuente: Invemar (s. f.).

2.2 Análisis de los recursos naturales por áreas hidrográficas

La información presentada anteriormente en este capítulo describe las generalidades del país en el año 2022. A continuación, se realiza un análisis llevado a la escala de las áreas hidrográficas, verificando la interacción de las variables climáticas y el comportamiento del ambiente y los recursos naturales, teniendo presente las actividades humanas y la presión sobre el ambiente y la respectiva respuesta. Situaciones que son también contrastadas con las acciones realizadas en el territorio por parte de las autoridades ambientales correspondientes.

Como se mencionó al inicio de este capítulo, la división por áreas hidrográficas no coincide con la división política administrativa de los departamentos. Para efectos de este informe, el análisis por áreas hidrográficas considera el ordenamiento territorial alrededor del agua, planteado en el plan de desarrollo y es una unidad de análisis que permite resumir condiciones abióticas y bióticas de la dinámica del territorio.

A continuación, se realiza el análisis del estado del ambiente y los recursos naturales de las áreas hidrográficas de Amazonas, Pacífico Magdalena-Cauca, Orinoco, Caribe e insulares.

2.2.1 Amazonas

El área hidrográfica del Amazonas incluye los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo, Vaupés y porcentajes de áreas asociadas a los cuerpos de agua que varían en proporciones, ubicados en los departamentos de Guainía, Guaviare, Meta, Cauca, Huila y Nariño.

La región Amazónica tiene una gran importancia no solo para Colombia, sino para el mundo, ya que es considerado como ‘el pulmón del mundo’ (Get up and Goals, 2019), denominación que recibió al ser una de las áreas boscosas más amplias y biodiversas del planeta que permite la fijación de carbono y liberación de oxígeno en los procesos fotosintéticos. Además de ello, la Amazonia, por su ubicación geográfica, es un espacio donde confluyen fenómenos climáticos globales que le dan las condiciones y características para ser el bioma que conocemos. Por ejemplo, al ser un receptor de vientos provenientes del desierto del Sahara, se convierte en un depósito de sedimentos cargados de

minerales y nutrientes que alimentan este gran ecosistema. Además, es un sitio estratégico donde se dinamizan procesos climáticos asociados al aporte de humedad y condensación de masas de aire. Dicha dinámica tiene incidencia en los fenómenos climáticos que se presentan en el resto del país y partes del continente, pues Colombia posee únicamente un pequeño porcentaje del bioma amazónico (6,4 %) de los 7,4 millones de km² de área amazónica que existe (Cepal et al., 2008). compartida también con Perú, Bolivia, Ecuador, Guayana, Surinam, Venezuela y Brasil. De hecho, este último país se considera protagonista en el escenario de deforestación que más afectan el ecosistema y que no son ajenas a Colombia, donde se practican actividades de ampliación de la frontera agrícola, ganadería intensiva, así como actividades ilegales de siembra de cultivos ilícitos, minería ilegal, procesamiento irregular de hidrocarburos y usos en la industria maderera.

La mayoría de estas actividades hacen uso de malas prácticas como las quemadas o incendios para talar la selva y convertirla en amplias áreas de sabana no naturales utilizadas para ganadería o siembras de cultivos. Estas prácticas, además de tener serios efectos destructivos directos del ecosistema, resultan inútiles para los fines agrícolas buscados, ya que los suelos de la Amazonia, a pesar de lo que puede creerse por su abundante y exuberante vegetación boscosa, son frágiles y pobres. Ello se debe a que obtiene los nutrientes de los detritos de la hojarasca, haciendo uso de las raíces y los procesos de simbiosis que establecen con los hongos formadores de micorrizas, logrando así un intercambio de nutrientes y agua por carbono.

No obstante, luego de las prácticas de quema o tala de bosque, los nutrientes almacenados se solubilizan y, al estar expuestos a procesos de meteorización, principalmente por la lluvia, son lavados y se pierden rápidamente, con lo cual desaparece el horizonte A y deja expuesto un suelo con composición de arcillas. Esto, a su vez, afecta el flujo del agua, al romper los procesos de intersección de la lluvia y almacenamiento del agua, aumentando los caudales de agua, el riesgo de presentarse crecientes súbitas y desbordamiento de ríos, así como la detonación de procesos erosivos.

Este deterioro del suelo que se produce por las malas prácticas agrícolas es reconocido por los saberes ancestrales de las comunidades indígenas y lo gestionan a través de la cultura de la chagra indígena, la cual incluye conceptos como ‘dejar enfriar la tierra’, entendiéndose como una rotación de cultivos y la selección de los suelos, según la vocación del mismo, evitando la sobreexplotación y los efectos de los monocultivos, para lo cual finalizan con el abandono de la chagra y el reinicio del proceso en otro sector (Acosta et al, 2011).

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi aportó al análisis que se realizó al área hidrográfica Amazonas, partiendo del trabajo de sus grupos de investigación relacionados a continuación:

Programa Modelos de Funcionamiento – Instituto Sinchi

Uriel Murcia	Instituto Sinchi	umurcia@sinchi.org.co
Jorge Arias	Instituto Sinchi	jarias@sinchi.org.co
William Agudelo	Instituto Sinchi	wagudelo@sinchi.org.co

Instituto Sinchi – Grupo de Investigación Gestión de Información Ambiental, Zonificación, Restauración Ecológica y Cambio Climático Amazonia colombiana.

Programa Ecosistemas y Recursos Naturales – Instituto Sinchi

Mariel Osorno	Instituto Sinchi	mosorno@sinchi.org.co
Laurinette Gutiérrez	Instituto Sinchi	lgutierrez@sinchi.org.co
Natalia Atuesta	Instituto Sinchi	natuesta@sinchi.org.co
José Rances Caicedo	Instituto Sinchi	jcaicedo@sinchi.org.co
Diego Carantón Ecosistemas y Recursos Naturales	Instituto Sinchi	dcaranton@sinchi.org.co

Instituto Sinchi – Grupo de Investigación Fauna Amazónica Colombiana.

Nicolás Castaño	Instituto Sinchi	ncastaño@sinchi.org.co
Sonia Sua	Instituto Sinchi	ssua@sinchi.org.co
Misael Rodríguez	Instituto Sinchi	mrodriguez@sinchi.org.co
Andrés Barona	Instituto Sinchi	abarona@sinchi.org.co

Instituto SINCHI - Grupo de Investigación Flora Amazónica.

Clara Peña	Instituto Sinchi	cpena@sinchi.org.co
Gladys Cardona	Instituto Sinchi	gcardona@sinchi.org.co

Edwin Agudelo	Instituto Sinchi	eagudelo@sinchi.org.co
Marcela Núñez	Instituto Sinchi	mnunez@sinchi.org.co
Astrid Acosta	Instituto Sinchi	aacosta@sinchi.org.co
Juan David Bogotá	Instituto Sinchi	jbogota@sinchi.org.co
César Bonilla	Instituto Sinchi	cbonilla@sinchi.org.co
Guber Gómez	Instituto Sinchi	ggomez@sinchi.org.co

2.2.1.1 Comportamiento climático

El comportamiento climático en el área hidrográfica Amazonas mostró un periodo seco en el mes de enero de 2022, asociado al debilitamiento de la zona de confluencia intertropical, que es una franja ubicada alrededor de la línea ecuatorial, donde las masas de aire proveniente desde los hemisferios de la Tierra se encuentran y generan precipitaciones. En enero de 2022, la Zona de Convergencia Intertropical – ZCI, que es la franja donde confluyen los vientos alisios provenientes del norte y del sur de la tierra, se encontraba en desplazamiento y alejada de esta zona. En consecuencia, las precipitaciones presentaron un comportamiento muy por debajo de lo normal en Guainía y Vaupés, además de otras áreas al centro y oriente del país, y por debajo de lo normal en el resto del territorio de la cuenca amazónica y en la Orinoquia. Esta disminución se dio no solo en la cantidad total de agua precipitada, sino también en el número de días en los que se presentaron las lluvias con diferencias negativas de entre -3 y -9, en la mayor parte del territorio amazónico, e incluso un valor negativo de <-9, específicamente en el departamento de Vaupés, como se aprecia en la Tabla 2.10. No obstante, hacia el mes de febrero de 2022, se presentaron características propias del fenómeno de La Niña, por el debilitamiento de los vientos alisios y el aporte de humedad proveniente desde la Amazonia, lo que se reflejó en el incremento de las precipitaciones, tendencia que se mantuvo en entre marzo y mayo del mismo año. Ahora bien, en junio, se presentó una interrupción de dicha tendencia.

Sin embargo, de acuerdo con el análisis nacional realizado de las generalidades de este capítulo, durante 2022 el área hidrográfica Amazonas presentó condiciones tendientes a la normalidad.

► **Tabla 2.10.** Precipitaciones en la Amazonia colombiana mes a mes en 2022

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022	
Mosaico del Índice de precipitación mensual durante 2022 Figura 4 Mosaico del Índice de Precipitación Mensual durante el año 2022.	
Enero	
- Las lluvias muy por debajo se destacaron en Guainía y Vaupés, con valores de precipitación entre 0 y 50 mm en Guainía (ausencia de lluvia) y 50 y 100 mm en Vaupés, donde predominó el índice de precipitación mensual 'por debajo de lo normal', con valores entre 40 % y 80 %. Al ser mayor al 60 %, se considera como sequía meteorológica (Ideam, 2012, p. 4).	
- Anomalías negativas en el número de días de lluvia se registraron en amplias extensiones de la región Amazónica, que si bien estuvo en los rangos de entre 8-12, 12-16 y 16-20 días de lluvia en el mes, el índice de precipitación mensual señaló anomalías entre -3 y -6 días y, en el departamento del Amazonas, valores entre -6 y -9 días; incluso, en Vaupés, se presentó un valor inferior a -9.	
Febrero	
- Las lluvias en el área hidrográfica tuvieron valores entre 200 mm - 300 mm, principalmente, y valores entre 300 mm y 400 mm hacia el sur del país, entre los ríos Putumayo y Amazonas, es decir, valores del índice de precipitación mensual 'por encima' (120 %-160 %), y 'muy por encima' (>160 %) de lo normal.	
- No obstante, frente a la cantidad de días de lluvia, el comportamiento en la Amazonia presentó características de normalidad, con una ligera tendencia entre -3 y -6 días en la frontera entre Caquetá y Amazonas.	
Marzo	
- En la Amazonia, se presentaron valores de precipitaciones entre 200 mm -300 mm - 400 mm, correspondientes a valores 'por encima' y 'muy por encima de lo normal', en cercanías del corregimiento de La Chorrera, en el departamento del Amazonas. En relación con el índice de precipitación mensual, no obstante, frente a la cantidad de días de lluvia, la tendencia fue de normalidad y tendencia en entre +3 y +6 días al extremo de la región Amazónica.	
Abril	
- Se presentaron lluvias con valores entre 300 mm – 400 mm - 600 mm que corresponden a valores 'por encima de lo normal' (120 %-160 %) en la mayor parte de los departamentos de la macrocuenca de la Amazonia, con excepción de Vaupés con condiciones normales. No obstante, frente a los días de lluvia la tendencia fue normal y anomalía negativa, entre -3 y -6 días, en los departamentos de Amazonas y Caquetá.	
- La situación descrita se presentó por la variación de vientos de algunos días, lo cual favoreció el flujo de humedad desde la Amazonia brasilera, y repercutió también en la parte sur de la región Andina.	
Mayo	
- En la Amazonia, tuvieron lugar precipitaciones por encima de lo normal, con valores entre 400 mm y 600 mm, y un índice de precipitación entre 120 % y 160 %, con un valor superior a 160 % en cercanías a la Chorrera (departamento de Amazonas). Sin embargo, frente a los días de lluvias, el índice de precipitación fue normal.	
- La situación descrita obedece a que, durante mayo, se mantuvieron débiles los vientos alisios característicos de un fenómeno de La Niña. También se relaciona con el ingreso de humedad desde el suroriente del continente suramericano, y con los efectos de hondas tropicales, las cuales aumentaron las lluvias en la categoría 'muy por encima de lo normal'.	
Junio	
-En la Amazonia, a diferencia de la mayor parte del país, se presentaron déficits de lluvia asociados, principalmente, al número de días de lluvia que deberían presentarse en junio, con valores de entre -6 menor a -9 días.	
Julio	
- Precipitaciones 'por encima de lo normal' en la región Amazónica.	
- Frente a los días de lluvia, se presentaron anomalías negativas en los departamentos de Caquetá, Amazonas y Vaupés. Las precipitaciones presentadas en el área hidrográfica estuvieron por el orden de 16 a 20 días de lluvias en el mes, en departamentos como Amazonas, el sur de Caquetá y Putumayo, así como algunas áreas con valores de precipitación en el rango entre 20 y 24 días al mes, en sectores de Putumayo, Caquetá, Vaupés y Guaviare.	
- No obstante, esas condiciones son predominantemente normales, salvo las presentadas en los límites entre los departamentos de Amazonas y Caquetá, donde se presentaron anomalías en el número de días de lluvia entre -3 y -6 y -9 días de lluvias, con respecto a las condiciones de normalidad.	

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022
<p>Agosto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se presentaron lluvias en la mayoría del área hidrográfica, con valores entre 200 mm y 300 mm. - Se evidenciaron valores del índice de precipitación mensual normales, con excepción del departamento del Amazonas, donde hubo valores 'por encima de lo normal' y 'muy por encima de lo normal', en cercanías al municipio de La Chorrera, con valores de precipitación entre 300 mm y 400 mm. - Con relación al número de días de lluvia, se observaron precipitaciones entre 12 -16 -20 días de lluvia al mes, en la mayor parte del área hidrográfica; pero, en la Amazonia, se presentaron anomalías negativas, en mayor medida, en Vichada, Guaviare, Guainía y Vaupés, con anomalías de entre -3 y -6 días.
<p>Septiembre</p> <ul style="list-style-type: none"> - En el mes de septiembre, predominaron condiciones normales de precipitación, con excepción del departamento de Amazonas, municipios de El Encanto y Puerto Arica, donde hubo valores de precipitación entre 50 mm y 150 mm, por debajo de lo normal, acorde con el índice de precipitación mensual entre 40 % y 80 %. - Se identificaron anomalías negativas, es decir, lluvias distribuidas en menor cantidad de días con respecto al mes, en la región Amazónica, con valores entre -6 y -9 días de lluvia, e incluso en los límites entre los departamentos de Amazonas y Caquetá, municipio de Santander Ararcuara, y el departamento de Putumayo, donde se presentaron valores inferiores a -9 días de lluvia.
<p>Octubre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este mes se caracterizó por importantes volúmenes de lluvia en el país. Para el área hidrográfica Amazonas, se presentó en el noreste de la Amazonia, donde se superaron los promedios en más del 80 %. Por el contrario, se observó déficit de lluvia, entre 40 % y 80 %, en zonas de los departamentos de Amazonas, Caquetá y Guaviare. - Desde el hemisferio sur, durante los días 10 y 11, un sistema frontal en la Amazonia colombiana favoreció el aumento de nubosidad y las lluvias en el país. Pero, particularmente, en el área hidrográfica Amazonas, se presentaron anomalías negativas en Guaviare, Caquetá y Amazonas, con valores entre -3 y -6 días.
<p>Noviembre</p> <ul style="list-style-type: none"> - En noviembre se observaron algunas áreas con precipitaciones 'por encima de lo normal', en el oriente de los departamentos de Amazonas, Guaviare y Vaupés. - Frente al número de días de lluvia, se presentaron anomalías negativas, en los departamentos de Guaviare, Caquetá, Vaupés, Putumayo y Amazonas, con valores entre -3 y -6 días. - La cantidad de días con precipitación estuvo en valores comprendidos entre 12 y 16 días, en la mayoría del área hidrográfica.
<p>Diciembre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durante los días 16 al 19, desde el hemisferio sur, se identificó abundante ingreso de humedad a la región Amazónica, por cuenta de la activación de la Zona de Confluencia del Atlántico Sur (ZACS). - Las lluvias muy por debajo de lo normal se registraron en los departamentos del Amazonas y Vaupés, en mayor medida. - Frente a las anomalías con el número de días de lluvia, se presentaron disminuciones con respecto a este mismo mes en otros años, principalmente en el departamento de Vaupés, con valores inferiores a -9 días hacia Yavaraté y Mitú; asimismo, con valores entre -6 y -9 días en el límite entre Amazonas y Caquetá - Santander de Ararcuara, pero las restantes zonas del área hidrográfica presentan valores negativos entre -3 y -6 días.

Fuente: Ideam (2022).

De forma consecuente, la temperatura en el territorio amazónico tuvo tendencia a ser más caliente de lo normal, sobre todo con respecto de las temperaturas medias y máximas, con valores por encima de lo normal

de entre 0,5 y 1,0 °C en la temperatura media, y entre 1,0 y 1,5 °C respecto de la máxima, tal como se aprecia en la Tabla 2.11.

► **Tabla 2.11.**
Temperatura en el área hidrográfica Amazonia en 2022

Comportamiento temperatura mensual en 2022
Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022
<p>Enero</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura mínima: las anomalías positivas se presentaron en Caquetá y Putumayo, con valores entre +0,5 °C y +1,5 °C. - Temperatura media: anomalías positivas entre +0,5° y 1,0 °C. - Temperatura máxima: comportamiento normal en el área amazónica.
<p>Febrero</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones en la macrocuenca amazónica fueron de tendencia normal, con excepción puntual de una anomalía en la temperatura máxima que registra un incremento de entre 0,5 °C y 1,0 °C en el punto específico, donde también se presentó disminución en los días de lluvia, entre Caquetá y Amazonas.
<p>Marzo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura mínima: hacia el departamento del Vaupés, se presentó un incremento entre 0,5 °C y 2,0 °C. - Temperatura media: se observó una anomalía positiva, en el departamento de Vaupés, entre 0,5 °C y 1,0°C. - Temperatura máxima: se presentaron anomalías negativas, en el departamento de Putumayo y zonas del occidente amazónico, entre -0,5 °C y -1,5°C.
<p>Abril</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura mínima: En Vaupés se presentan anomalías positivas entre 0,5 y 1,5 °C. - Temperatura media: Se presentó anomalía positiva en Vaupés, Caquetá, Putumayo y Amazonas con valores entre 0,5 y 2,0 °C.
<p>Mayo</p> <p>Se presentaron características tendientes a la normalidad, con excepción del departamento de Vaupés, donde se dieron anomalías positivas en la temperatura mínima (0,5 °C – 2,0 °C) y media (0,5 °C – 1,0 °C).</p>
<p>Junio</p> <p>El mes de mayo, asociado con la disminución en precipitaciones, se presentaron desviaciones positivas entre 0,5 °C y 2,0 °C, en la temperatura media y máxima, principalmente en los departamentos de Caquetá, Putumayo y Amazonas.</p>
<p>Julio</p> <p>Temperaturas mínimas, medias y máximas con anomalía positiva entre 0,5 °C y 1,5 °C, presentándose en la temperatura máxima un valor mayor a 2,0 °C, entre los departamentos de Caquetá y Putumayo.</p>
<p>Agosto</p> <p>En la mayor parte del área hidrográfica, las condiciones de temperatura fueron normales. No obstante, en el departamento de Vaupés, para la temperatura mínima y media se registraron condiciones con anomalía positiva entre +0,5 °C y +1,0 °C, y entre 1,0 °C y 1,5°C, específicamente en los municipios de Yavaraté y Mitú. Situación inversa se evidenció con la temperatura máxima.</p>
<p>Septiembre</p> <p>Condiciones normales de temperatura en el área hidrográfica del Amazonas. Frente a la temperatura máxima, se presentaron anomalías positivas con valores de +0.5 °C y +1.0 °C, concentradas en la mayor parte de la región Amazónica.</p>
<p>Octubre</p> <p>Las anomalías positivas de la temperatura mínima 0.5 °C y 1.0 °C se registraron en áreas de Caquetá y Putumayo.</p> <p>Frente a la temperatura media y máxima, se destacaron valores habituales y por encima del promedio que oscilaron, generalmente, entre 0.5 °C y 1.0 °C. Las anomalías positivas se observaron en Putumayo y Amazonas.</p>

Comportamiento temperatura mensual en 2022	
Noviembre	
Las condiciones en el área hidrográfica de Amazonas tuvieron tendencia a la normalidad. Sin embargo, en la temperatura mínima, se presentaron valores con anomalías negativas en zonas de Vichada y Amazonas, con valores entre -0,5 °C y -1,0 °C.	
En la temperatura media, se reportaron anomalías positivas en la Amazonia y Caquetá, con valores positivos entre 0,5 °C y 1,0 °C, pero también anomalías negativas hacia Leticia, con valores entre -0,5 °C y -1,0 °C.	
Por el contrario, la temperatura máxima en el área hidrográfica presentó anomalías positivas entre 0,5 °C – 1,0 °C y 1,0 °C y 1,5 °C, en los límites entre Amazonas y Caquetá, en Santander Araracuara.	
Diciembre	
Las condiciones de temperatura en el área hidrográfica de Amazonas tuvieron tendencia a la normalidad. No obstante, en la temperatura mínima, se aprecian anomalías positivas en zonas puntuales de Vaupés. La temperatura máxima, por su parte, tuvo anomalías positivas entre 0.5 °C y 2.0 °C, las cuales se registraron en la mayor parte de la región Amazónica, principalmente en límites entre Putumayo y Caquetá, y entre Caquetá y Guaviare, e incluso áreas compartidas con el departamento del Meta.	

Fuente: Ideam (2022).

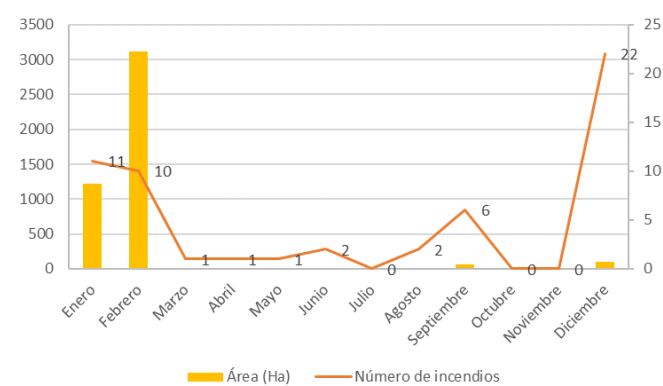
2.2.1.2 Incendios forestales

En 2022, la Unidad Nacional de Gestión del Riesgos de Desastres – UNGRD (2022) reportó 56 incendios forestales que afectaron 4523,52 ha, distribuidas entre los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo, Guaviare, Guainía, Vaupés y Vichada, además de algunos municipios que pertenecen a los departamentos de Cauca (Piamonte y Bolívar); Huila (Acevedo y Guadalupe) y Nariño (Córdoba e Ipiales), los cuales están incluidos en el área hidrográfica Amazonas. Para hacer una comparación y tener una referencia, una cancha de fútbol con medidas para partidos internacionales es de 100 m de largo por 64 m de ancho, es decir, de 0,64 ha. En ese sentido, los incendios en la región Amazónica, en 2022, equivalen a la quema de, aproximadamente, 7.068 canchas de fútbol. De los 56 incendios ocurridos en el año referido, 21 de ellos se presentaron entre los meses de enero y febrero, afectando 4.333 ha, el 95,8 % del área afectada en la Amazonia. Asimismo, en el mismo periodo, se presentó el 38 % de los incendios del año reportados para la Amazonia.

La Gráfica 2.30 muestra la relación entre el porcentaje del área afectada y la cantidad de los incendios ocurridos, permitiendo inferir que las condiciones climáticas de sequía en los meses de enero, febrero y diciembre, además de las condiciones propias de las conflagraciones, permitieron una mayor afectación. El 23 % restante del número de incendios se presentaron en los meses de marzo, con un (1) incendio registrado; abril, con un (1) incendio; mayo también un (1) incendio; junio, con dos (2) incendios; agosto, igualmente, con dos

(2) incendios. Septiembre registró seis (6) incendios y, diciembre, el mes con la mayor cantidad de incendios registrados, tuvo 22, pero con una sumatoria de área afectada inferior a la registrada a principios de año (99 ha), representando solo el 2,2 % del área afectada. El incendio que afectó la mayor área se presentó el día 3 de febrero, en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), con 3.000 ha quemadas (equivalentes a cerca de 4.688 canchas de fútbol), lo que representó el 66 % del área hidrográfica de la Amazonia afectada en todo el año.

► **Gráfica 2.30.**
Relación de incendios y área afectada en Amazonia colombiana en 2022



Fuente: Ideam (2022).

Todos los días del año 2022, el Instituto Sinchi generó el reporte de puntos de calor detectados en la Amazonia colombiana, y distribuyó esta información a través de lista de correos y del Geoservicio del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (Siatac) (Instituto Sinchi, 2022d).

Al 18 de diciembre de 2022, se habían detectado 104.395 puntos de calor, principalmente en los departamentos de Caquetá (35.143), Meta (31.589) y Guaviare (23.781). Especialmente, la mayor concentración de puntos de calor se localizó en la zona de frontera agropecuaria, y coincide su presencia durante los tres primeros meses de cada año. Las mayores concentraciones de puntos de calor detectados durante el año 2022 ocurrieron, sobre todo, en los municipios de San Vicente del Caguán, La Macarena, Cartagena del Chairá, San José del Guaviare y Mapiripán.

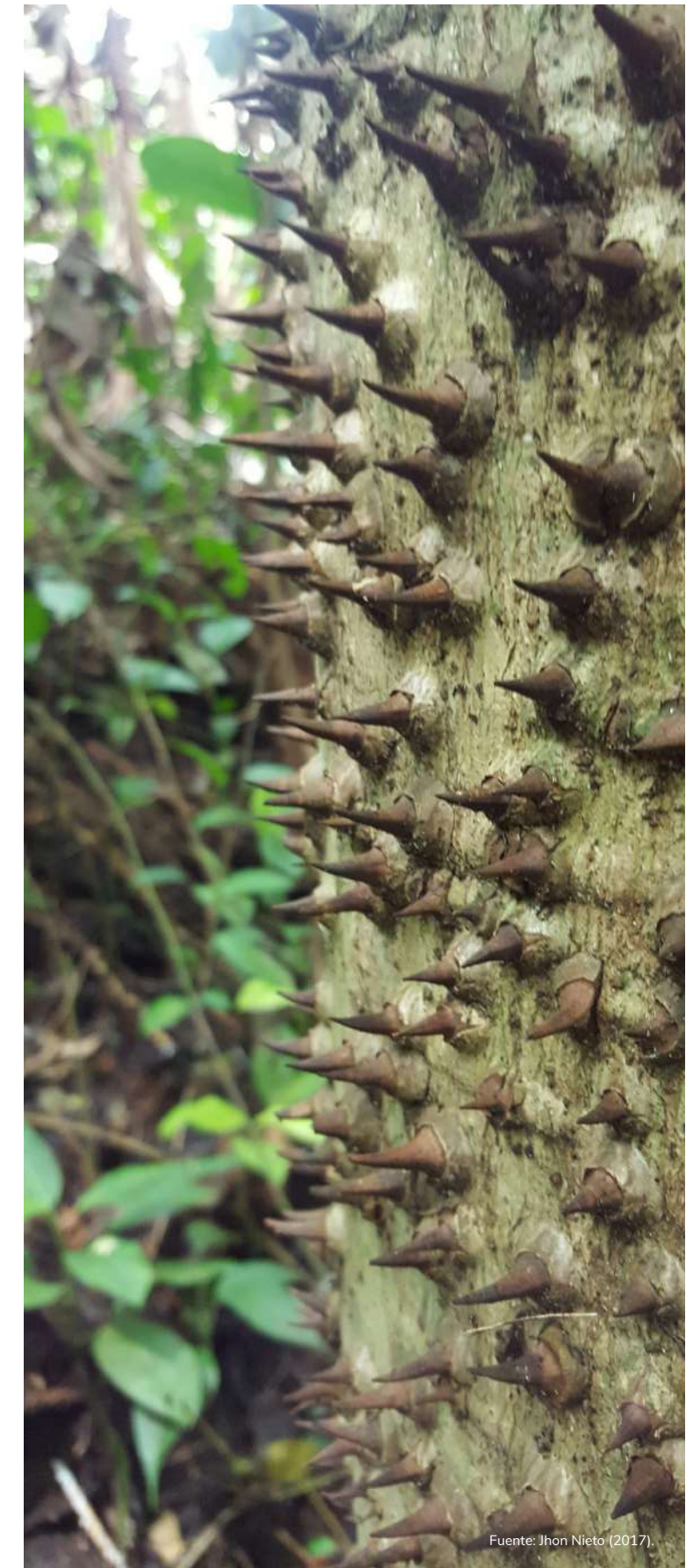
Desde 2016 hasta el 18 de diciembre de 2022, la distribución mensual de los puntos de calor evidencia que los mayores reportes se han concentrado en el primer trimestre cada año, y el mes de febrero del 2022 tuvo la mayor cantidad reportada durante estos últimos siete años, con 50.625 puntos.

Adicionalmente, el Instituto Sinchi ha consolidado el Siatac, como un proceso de gestión de información ambiental para la Amazonia colombiana, con la disponibilidad de datos de indicadores ambientales para el monitoreo y seguimiento en la región amazónica.

2.2.1.3 Monitoreo de cicatrices de quema

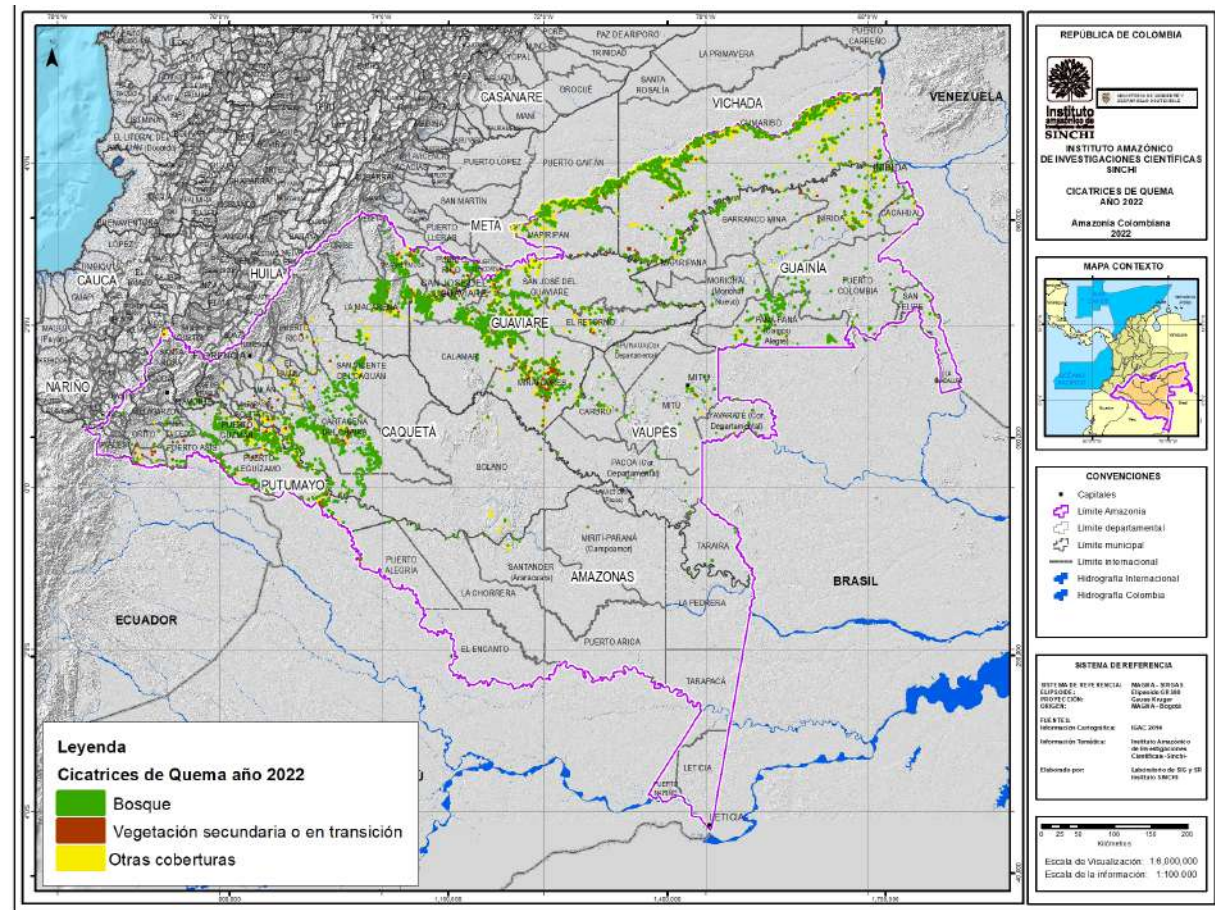
A noviembre de 2022, en la Amazonia colombiana se había detectado un área total de cicatrices de quema de 210.970 ha. Las coberturas más afectadas corresponden a otras coberturas (principalmente pastos o herbazales) con el 80,2 % (169.214 ha); bosques naturales, con el 17,9 % (37.885 ha) y con el 1,8 % la vegetación secundaria. El departamento de Vichada registró la mayor cantidad de área quemada, con 69.957 ha (33,1 %) y, en conjunto, entre los reportes para Meta, Guaviare y Caquetá, sumaron 119.806 ha (56,8 %).

Ahora bien, en la Figura 2.37 se muestra que, en la zona noroccidental, se presentó la mayor concentración de áreas afectadas por incendios, y coincidió con las zonas con mayor densidad de puntos de calor. Entre los departamentos del Vichada, Meta y Guaviare se encontró el 80 % del área de cicatrices de quema, con 168.680 ha. Por otro lado, Nariño fue el que presentó menor afectación, con 42 ha.



Fuente: Jhon Nieto (2017).

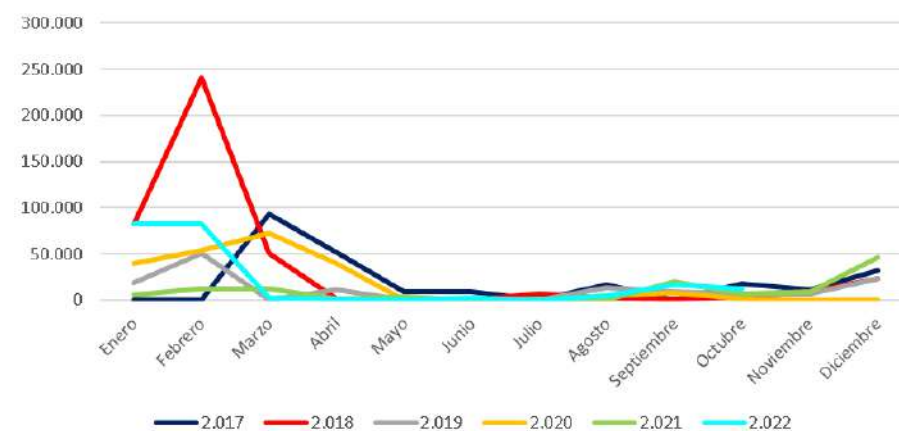
► **Figura 2.37.**
Mapa cicatrices de quema en la Amazonia colombiana del año 2022 (al mes de noviembre)



Fuente: Instituto Sinchi (2022a).

La distribución mensual de cicatrices de quema desde el año 2017 hasta noviembre de 2022, evidencia que la mayor afectación por incendios se ha presentado en el primer trimestre cada año (Gráfica 2.31), y el mes de febrero de 2022 tuvo la mayor cantidad de área quemada, con 82.315 ha, coincidiendo con el registro más alto de puntos de calor reportado ese mes.

► **Gráfica 2.31.**
Distribución mensual de cicatrices de quema registrada desde el año 2017 al 2022 por mes



Fuente: Instituto Sinchi (2022a).

En 2022, el Siatac actualizó permanentemente los módulos tecnológicos con impacto en local: el portal de emprendimientos o negocios verdes Sinchi, el Módulo de Seguimiento a los Acuerdos de Conservación de Bosque (Moscal), el Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra (Simcoba), y el Sistema de Indicadores de Monitoreo Ambiental (Simaac). Esto contribuye en los procesos de gobernanza de las comunidades: verse reconocidas en los mapas y reportes en línea favorece su autogestión territorial.

Teniendo en cuenta el principio de democratización de la información, el Siatac ha venido fortaleciéndose como una plataforma tecnológica robusta que facilita la gestión de la información georreferenciada ambiental de la región, con datos abiertos e interoperables. Bajo este escenario, el sistema soporta 2682 datos geográficos que corresponden al monitoreo diario, mensual, trimestral, semestral y anual que el Instituto Sinchi realiza a diferentes escalas cartográficas.

El Siatac cuenta con 73 capas geográficas en datos abiertos, lo cual le permite a cualquier usuario descargar y reutilizarlos, 79 mapas en línea y 46 reportes para ver las tendencias y comportamientos de las 13 temáticas publicadas, desde un teléfono, tableta o computador.

Con el Siatac, el Instituto Sinchi también hace un trabajo importante para mejorar los canales de comunicación entre los sistemas que proveen o consumen datos ambientales. Para esto, ha implementado 116 servicios geográficos, los cuales garantizan que se consuma directamente la información actualizada. Hoy, se ha avanzado en la construcción de dos marcos de interoperabilidad con el DANE y la UPRA.

Durante 2022, el Siatac ha registrado 78.630 usuarios, con 292.141 visitas al portal y 22.714 descargas en línea de datos georreferenciados. Con respecto al año 2021, las descargas de datos abiertos aumentaron en un 47 %.

2.2.1.4 Comportamiento del recurso hídrico

Partiendo del comportamiento y la interacción que asumen variables como el viento, radiación, nubosidad, precipitación, humedad, temperatura, así como la altitud, la orografía, la presencia o ausencia de determinadas coberturas vegetales, la evaporación y la transpiración, e incluso las condiciones de los mismos cuerpos de agua lénticos o lóticos y las características de los suelos que favorecen o no la infiltración y almacenamiento del agua, se puede esperar el comportamiento

de las cuencas hidrográficas y la estrecha relación que existe entre la oferta de agua y las condiciones para definir los ecosistemas existentes.

Además de esas condiciones normales, se debe tener presente la acción humana, para la cual se mide también en términos de oferta del recurso. Así pues, frente a dicha disponibilidad y con un concepto antropocéntrico, tradicionalmente se veía el agua como un recurso al servicio del ser humano y se definían la capacidad de abastecimiento del recurso en función de su uso para consumo humano y doméstico, uso agrícola, uso pecuario, recreativo, industrial, transporte, todo lo anterior, además, no definido en orden de prioridades.

Solo hasta el Decreto 1594 de 1984 se mencionó para preservación de flora y fauna, y solo hasta el Decreto 3930 de 2010 se habló del caudal ambiental, como:

Volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas (Decreto 3930/2010, Art. 3).

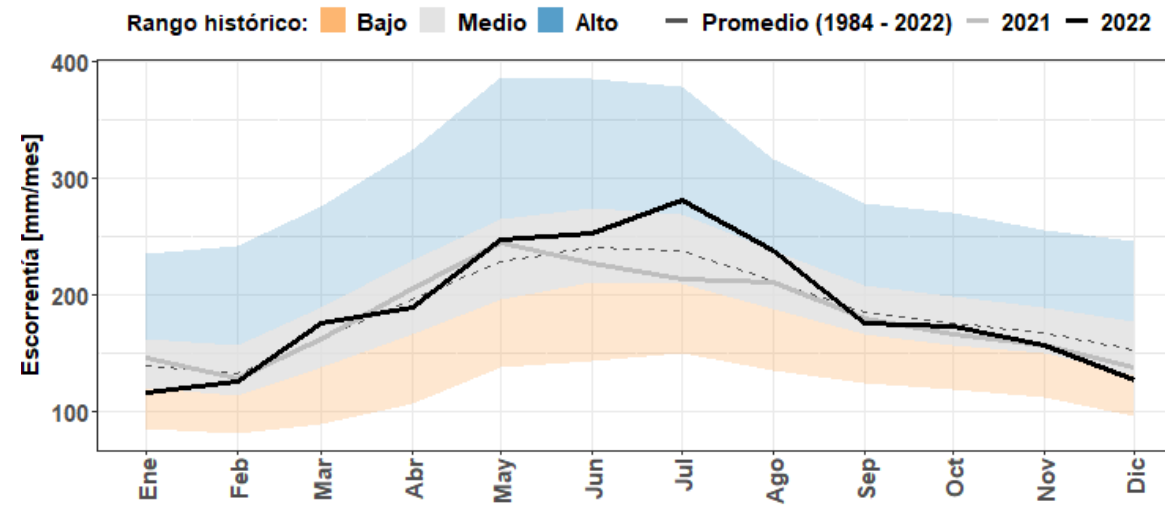
Adicionalmente al uso humano del recurso hídrico, las personas realizan obras y actividades que generan impactos, con potencial de afectar el recurso, en términos no solo de cantidad, sino de su calidad.

Por lo anterior, se hace necesario revisar el estado del recurso hídrico desde su disponibilidad como de la calidad del agua existente, en cada una de las cinco áreas hidrográficas y las zonas insulares. Dicho estado, como se mencionó, resulta de la interacción de las diferentes variables antes mencionadas.

En el área hidrográfica de la Amazonia, se cuentan con importantes ríos y cuerpos de agua como son los ríos Amazonas, Apaporis, Caguán, Caquetá, Guainía, Napo, Putumayo, Vaupés y Yarí. De estos, al sumar las áreas, se obtiene un valor de 5120 km², de los cuales los ríos Caquetá y Putumayo presentan las áreas de mayor tamaño (1920 km² y 1251 km², respectivamente) en Colombia. (Ideam, 2023a).

En 2022, a pesar de la tendencia a tener mayores precipitaciones a nivel nacional, el comportamiento de la escorrentía superficial en el área hidrográfica Amazónica mantuvo valores cercanos a los promedios históricos, como se puede apreciar en la Gráfica 2.32.

► **Gráfica 2.32.**
Escorrentía superficial Amazonia colombiana



Fuente: Ideam (s. f.).

La Gráfica 2.32 muestra como solo en el mes de julio, donde hubo precipitaciones más grandes de lo normal, se dio el mayor valor de escorrentía superficial aproximada de 250 mm/mes. Por el contrario, el valor más bajo de escorrentía se presentó el mes de enero, considerándose incluso como “Bajo” en el rango del comportamiento histórico. Tales registros se relacionan de manera directa con las precipitaciones que, para el mes de enero, fue definido como un mes seco y con anomalías negativas, en términos de precipitaciones.

2.2.1.4.1 Riesgos de inundación

Teniendo en cuenta que 2022 fue un año de precipitaciones con tendencia a ser superiores de lo normal, es necesario revisar las Zonas Potencialmente Inundables (ZPI), incluidas en el Estudio Nacional del Agua 2022 (Ideam, 2023a). Por definición, las ZPI corresponden a terrenos donde se puede acumular y generar una lámina de agua como resultado del desborde de un cuerpo de agua o producto de lluvias localizadas (Ideam, 2023a). La delimitación de la ZPI parte del concepto de ecosistemas acuáticos transicionales, los cuales son áreas donde el suelo está saturado de agua o inundado una parte del año, y puede tener diferentes temporalidades de inundaciones y drenaje (Ideam, 2023a).

Para el área hidrográfica de Amazonas, en la Tabla 12 se muestran los valores (área) de las ZPI.

► **Tabla 2.12.**
Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Amazonas

Zona hidrográfica	Cuerpos de agua (ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos) (km2)	Zonas Potencialmente Inundables (ZPI) (km2)
Amazonas directos	205	569
Apaporis	586	6581
Caguán	307	2229
Caquetá	1920	10625
Guainía	212	1192
Napo	0	1
Putumayo	1251	7344
Vaupés	353	2858
Yarí	287	2692
Total	5120	34092

Fuente: adaptado de Ideam (2023a).



Fuente: Johan Luna (2022).

Así pues, se reconoce que el área hidrográfica de Amazonas es la segunda con la mayor cantidad de área de ZPI, correspondiente al 17,9 % del área total de ZPI del país (190.463 km²). También allí se encuentra la segunda zona hidrográfica con mayor superficie inundable con respecto al total de ZPI nacional, correspondiente a Caquetá (Ideam, 2022o).

Con respecto a las ZPI intervenidas de manera antrópica, es decir, donde se evidencia su uso y transformación por actividades humanas, sea para fines agrícolas o territorios artificializados (áreas que están siendo incluidas como parte de las ciudades, poblaciones y áreas periféricas ‘urbanizadas’), en el área hidrográfica Amazónica, se observan cambios positivos de disminución en la transformación de estas zonas. Ello se evidencia al comparar los datos entre 2010-2012 y los datos de 2018, principalmente en la zona hidrográfica de Putumayo (Ideam, 2022o).

En la Tabla 2.13, se relacionan las áreas de las ZPI del área hidrográfica de Amazonas y su intervención.

► **Tabla 2.13.**
Área de ZPI transformadas en Amazonas

Zona hidrográfica	ZPI Área (km²)	Área transformada (km²)	Área natural (km²)	Cambio en área entre 2010-2012 y 2018 (km²) Transformada	Zona hidrográfica Natural
Amazonas directos	569	5	555	-28	19
Apaporis	6.581	152	6.420	-9	0
Caguán	2.229	996	1.196	139	-176
Caquetá	10.625	1.320	9.229	-19	-57
Guainía	1.192	16	1.173	-7	4
Napo	0,96	1	0	0	0
Putumayo	7.344	618	6.685	-305	263
Vaupés	2.858	235	2.596	-39	12
Yarí	2.692	80	2.606	24	-30
Total	34.092	3.423	30.461	--	--

Fuente: adaptado de Ideam (2022).

Durante 2022, en el área hidrográfica de Amazonas, se presentaron 102 eventos como crecientes súbitas, avenidas torrenciales, inundaciones, movimientos en masa, vendavales, tormentas eléctricas y avalanchas. A continuación, en la Gráfica 2.33, se presenta la relación de la cantidad y el tipo de eventos en los departamentos del área hidrográfica.

► **Gráfica 2.33.**
Eventos naturales asociados a precipitaciones en el área hidrográfica Amazonas en 2022



Fuente: elaboración propia a partir de datos de UNGRD (2022).

La anterior gráfica ilustra datos de la Unidad Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), en el área hidrográfica del Amazonas, en la que se incluyeron datos de los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía y Vaupés, además de municipios de los departamentos de Cauca, Huila, Meta y Nariño incluidos, en alguna proporción, en el área hidrográfica. Se presentaron 102 emergencias asociadas con precipitaciones, en su mayoría inundaciones y movimientos de tierras: las primeras relacionadas directamente con las ZPI y el desbordamiento de los cuerpos de agua que propician las grandes lluvias.

2.2.1.4.2 Riesgos de desabastecimiento

De los 254 municipios identificados con riesgo de desabastecimiento relacionados en las gráficas 1²³ y Gráfica 2²⁴ incluidas en la sección de Generalidades que abre este capítulo, se puede evidenciar que en el área hidrográfica Amazonas se ubican el 9 % de estos municipios, en los departamentos de Putumayo, Guainía, Guaviare, Caquetá y otros ubicados dentro de esta área, como Meta y Nariño.

²³ Gráfica 2.1. Distribución a nivel departamental del área que ha presentado afectaciones en los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia (periodo 2017-2021).

²⁴ Gráfica 2.2. Distribución por área hidrográfica de los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia.

Las gráficas ya relacionadas muestran a la Amazonia como el área hidrográfica menos susceptible de desabastecimiento por efectos de lluvias, con 24 municipios bajo esa condición. No obstante, no se debe omitir la condición de la cobertura de los servicios de acueducto en estos municipios, los cuales, en algunos casos, es incluso inexistente.

2.2.1.5 Análisis integrado del agua área hidrográfica de Amazonas

El análisis integrado del agua busca correlacionar los índices que describen las afectaciones al recurso hídrico, entre ellos los generados por intervención antrópica, es decir, la generada por los humanos, por lo que se revisan las presiones por uso, por contaminación y condicionantes de riesgo por desabastecimiento (Ideam, 2023a, p 423 - 435).

Para el área hidrográfica del Amazonas, el índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE) resulta ser el de mayor relevancia, teniendo en cuenta que este relaciona la huella hídrica verde generada por el sector agropecuario y forestal y la disponibilidad de agua

verde para un periodo de tiempo definido (en este caso, el año 2022). Como se ha mencionado, el mayor uso o requerimiento de agua en Amazonas se asocia con actividades agrícolas, por lo que se entiende lo identificado en el IPHE. Para este indicador, se presentan valores clasificados como críticos en cinco subzonas hídricas, de las cuales dos están en el área hidrográfica del río Amazonas. Seis (6) subzonas clasifican con índice de presión hídrica de los ecosistemas alta; una (1) como moderada; nueve (9) es baja; 35 como muy baja, mientras de que cuatro no hay información (Ideam, 2023a).

El análisis integrado del agua, que resulta de la aplicación de un algoritmo descrito en la Ecuación 3, involucra variables que evalúan la oferta hídrica natural, la dinámica de sequías, la dinámica de sedimentos, la presión por uso, la presión por contaminación y los elementos de riesgo asociados al desabastecimiento hídrico (Ideam, 2023a, p 431) La aplicación del algoritmo para el área hidrográfica Amazonas indica que se tienen seis (6) subzonas hídricas con categoría media, 15 en baja, y 36 muy baja, de las 57 subzonas que la componen.

► **Ecuación 2.3.**
Algoritmo del análisis integrado del agua

$$AI=0,2*P1+0,2*P2+0,1*P3+0,18*P4+0,02*P5+0,05*P6+0,1*P7+0,1*P8+0,05*P9$$

Fuente: Ideam (2023a).

Donde:

VOH -Ex (P1): variabilidad de la oferta hídrica total superficial.

VRH-Ex (P2): variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas, a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural, condición hidrológica de año seco (IUA) y variabilidad de esta oferta natural en esta condición extrema.

IPHE (P3): índice de presión hídrica sobre los ecosistemas.

IACAL (P4): índice de alteración potencial de la calidad de agua, condiciones de oferta hídrica año seco.

(P5): uso de sustancias químicas por la producción y transformación de coca.

EHPE (P6): erosión hídrica potencial en ladera de sedimentos.

(P7): porcentaje de transformación de zonas potencialmente inundables.

IMS (P8): índice multivariado de sequía, agregado a tres (3) meses.

IACE (P9): índice de afectación al abastecimiento hídrico por condiciones hidroclimáticas extremas.

2.2.1.5 Generalidades poblacionales

Según el censo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de 2018, en Colombia, por autorreconocimiento étnico, se tiene población de

indígenas, gitanos o Rom, raizales del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; palenqueros de San Basilio; negros, mulatos, afrodescendientes y afrocolombianos, pero también existen aquellos que no pertenecen a alguno de estos grupos étnicos y un porcentaje de población de la cual no se tiene información (DANE, 2018). Estas comunidades se dedican a actividades económicas asociadas a ganadería, agricultura, minería, comercio, explotación forestal, hotelería y actividades de entretenimiento, electricidad, gas, agua y, en menor medida, manufactura de producción de bienes de consumo.

Como se ha explicado, el área hidrográfica del Amazonas incluye diez departamentos. Sin embargo, teniendo en cuenta que la información que se busca dar en esta sección del informe está asociada con condiciones socioeconómicas, se excluyeron los departamentos de Cauca, Huila, Meta y Nariño, cuyo aporte en estos aspectos se relacionan, en mayor medida, con otras regiones. La Tabla 2.14 muestra los datos de población y actividades económicas que aportan en al Producto Interno Bruto (PIB) de los departamentos considerados en el área hidrográfica, para el aspecto socioeconómico.

Tabla 2.14. Actividades económicas y habitantes de la Amazonia colombiana

Departamento	Total, de población (habitantes)	Sectores de actividades económicas
Caquetá	348.342	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Putumayo	277.477	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Guaviare	67.027	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Amazonas	62.198	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Guainía	37.582	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)



Convenciones:



Total de la población: 821.589 habitantes.

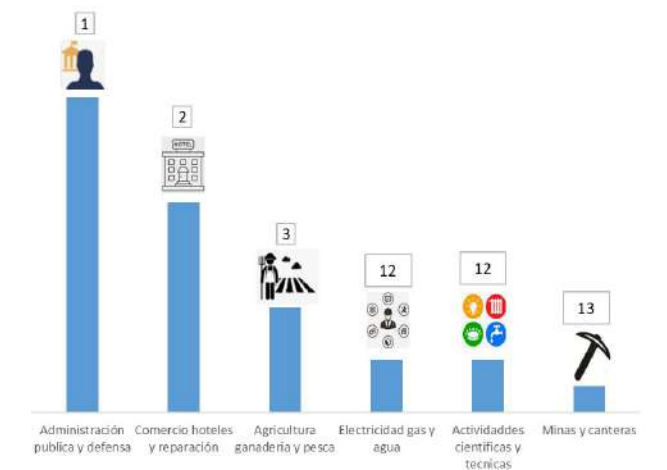
Fuente: elaboración propia a partir de datos del DANE (2018) y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

Figura 2.38. Ranking de actividades económicas en la Amazonia colombiana - 2022

La información incluida en la Tabla 2.14 resume las actividades económicas que realizan las comunidades ubicadas en los seis departamentos al interior del área hidrográfica de la Amazonia, la cual, además, corresponde al aporte que ellas generar al PIB.

Así las cosas, las actividades que más se realizan en cinco de los seis departamentos incluidos en esta área hidrográfica son las relacionadas con la administración pública y defensa, siendo la excepción el departamento de Putumayo, donde el primer lugar es ocupado por las actividades mineras. El segundo puesto lo ocupan las actividades relacionadas con el comercio, hoteles y reparación, mientras que el tercero es para las actividades asociadas con la agricultura, excepto Putumayo y Guaviare.

En contraste, las tres actividades con menor PIB son las actividades científicas y técnicas que comparten el mismo lugar con electricidad, gas y agua. Las actividades con menor PIB están relacionadas con la minería. No obstante, en el departamento de Putumayo, estas actividades ocupan el primer lugar y, en Guainía, ocupan el quinto lugar. Para ambos casos, es la información y telecomunicaciones el que ocupa el último lugar, como se ilustra en la Figura 2.38.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).



Fuente: Jhon Nieto (2017).

2.2.1.6 Sector manufacturero

Con base en la información reportada y mencionada en la sección de Generalidades, a continuación, se resumen los datos del área hidrográfica Amazonas, más relevantes reportados en el RUA:

- **Demanda de agua:** en conjunto las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, suman 2,48 Mm³, equivalente al 0,63 % del total nacional.
- **Aguas residuales vertidas:** Caribe, Orinoco y Amazonas suman 1,04 Mm³, el 0,54 % del total nacional.

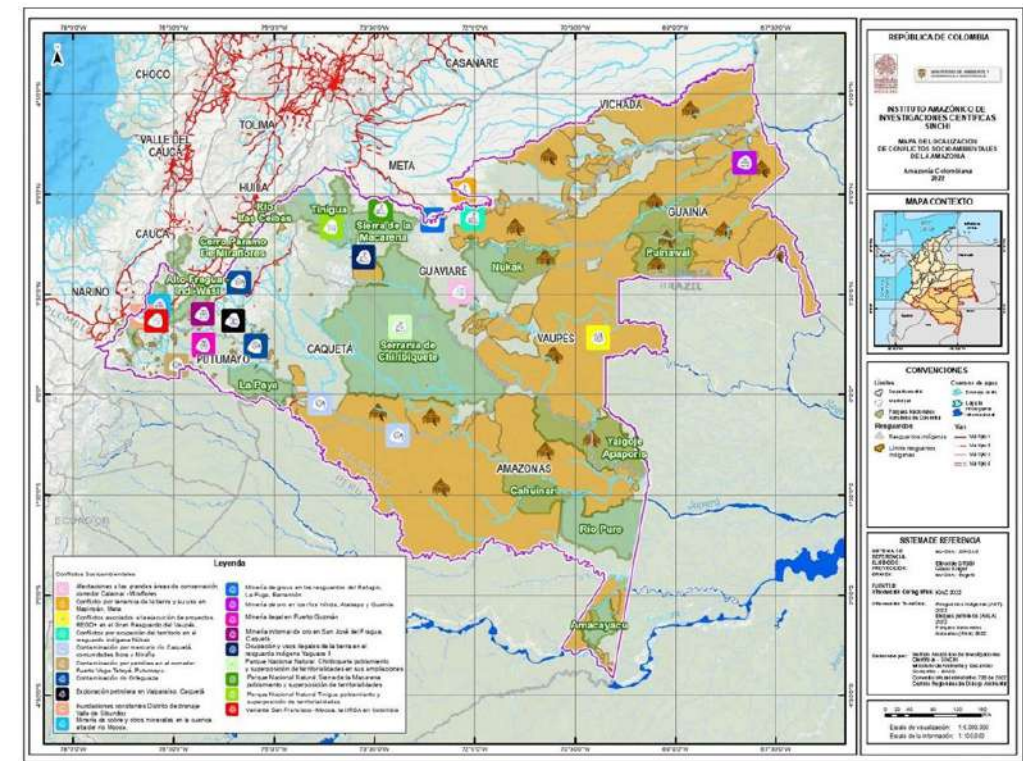
- **Generación de residuos sólidos no peligrosos:** 48.796,75 t se distribuyen en Orinoco, Pacífico y Amazonas, o sea, el 1,15 % del total nacional.
- **Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos:** 21.057.293,02 t (tercer lugar en aprovechamiento).
- **Tratamiento de residuos sólidos no peligrosos:** sin reporte.
- **Disposición final de residuos sólidos no peligrosos:** 8.422.917,21 t (quinto lugar en disposición final de residuos sólidos no peligrosos).
- **Consumo de energía eléctrica:** 133,37 GWh restantes se distribuyen en Orinoco, Pacífico y Amazonas, equivalentes al 0,93 % del total nacional.

Para más información, el Ideam genera el Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia, donde se amplía la información respecto a los años analizados y se puede consultar en el portal web de la institución (Ideam, 2023f). Los datos presentados permiten identificar una porción de las presiones que generan las actividades humanas en los recursos naturales, pues, como se indicó, solo registra las actividades manufactureras y la presión que este sector ejerce sobre los recursos naturales.

2.2.1.7 Conflictos socioambientales en Amazonia

Desde el Instituto Sinchi, en 2022, se construyó el Atlas de Conflictos Socioambientales (CSA) como una herramienta interactiva de libre consulta, para reunir la perspectiva de actores locales, institucionales, académicos y ciudadanos sobre aquellos conflictos socioambientales en la Amazonia que requieren un conjunto de acuerdos, prácticas y conocimientos dirigidos a la gestión y sostenibilidad ambiental. El Atlas de CSA retoma los planteamientos del enfoque de la gobernanza ambiental transformativa, la cual refiere a la capacidad para crear nuevas prácticas y conocimientos innovadores, fomentando así un cambio fundamental y positivo en los sistemas socioecológicos (Chaffin et al., 2016). Para ello, se presta especial atención en los procesos de participación, las relaciones de poder y las estrategias de gestión, de cada uno de los actores involucrados, con el ánimo de construir escenarios deliberativos y de diálogo, donde se fomente la interacción equitativa de los actores.

► **Figura 2.39.** Mapa de los 19 CSA en la Amazonia colombiana



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Debido a lo anterior, el Atlas de Conflictos Socioambientales es una iniciativa que busca investigar y comprender, de manera horizontal, cada una de las perspectivas de los actores involucrados, así como la distribución del poder a nivel local y regional en la gestión ambiental y productiva de la Amazonia. Simultáneamente, el Atlas de CSA aborda los conflictos de manera positiva, es decir, como una oportunidad para

generar escenarios de diálogo para la construcción conjunta de rutas transformativas para la sostenibilidad. Estos, a su vez, implican procesos de diagnóstico, seguimiento y planificación multiescalares y multiactor sobre aquellos conflictos que han manifestado públicamente discrepancias, controversias, alianzas y conflictos.

► **Tabla 2.15.** Conflictos socioambientales caracterizados en la Amazonia colombiana

Conflictos Socioambientales caracterizados	Localidad	Departamento
Minería de oro	Ríos Inírida, Atabapo y Guainía	Guainía
Minería de cobre y otros minerales	Cuenca alta del río Mocoa	Putumayo
Conflictos asociados a la ejecución de proyectos REDD+	Gran Resguardo del Vaupés	Vaupés
Contaminación de agua por petróleo y glifosato	Corredor Puerto Vega-Teteyé	Putumayo
Minería informal de oro	San José del Fragua	Caquetá
Exploración petrolera	Valparaíso	Caquetá

Conflictos por ocupación del territorio	Resguardo Indígena Nükak	Guaviare
Conflicto por tenencia de la tierra y su uso	Mapiripán, Meta	Meta
Minería ilegal	Puerto Guzmán	Putumayo
Minería de grava en los	Resguardos del Refugio, La Fuga y Barrancón	Guaviare
Ocupación y usos indebidos de la tierra	Resguardo Indígena Yaguará II	Guaviare
Poblamiento y superposición de territorialidades en sus ampliaciones	Parque Nacional Natural Chiribiquete	Guaviare Caquetá
Poblamiento y superposición de territorialidades	Parque Nacional Natural Tinigua	Meta
IIRSA en Colombia	Variante San Francisco – Mocoa	Putumayo
Inundaciones constantes	Distrito de drenaje Valle de Sibundoy	Putumayo
Contaminación por mercurio	Río Caquetá, comunidades Bora y Miraña	Caquetá
Contaminación	Río Orteguzaza	Caquetá
Poblamiento y superposición de territorialidades	Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena	Meta
Afectaciones a las grandes áreas de conservación	Corredor Calamar-Miraflores	Guaviare

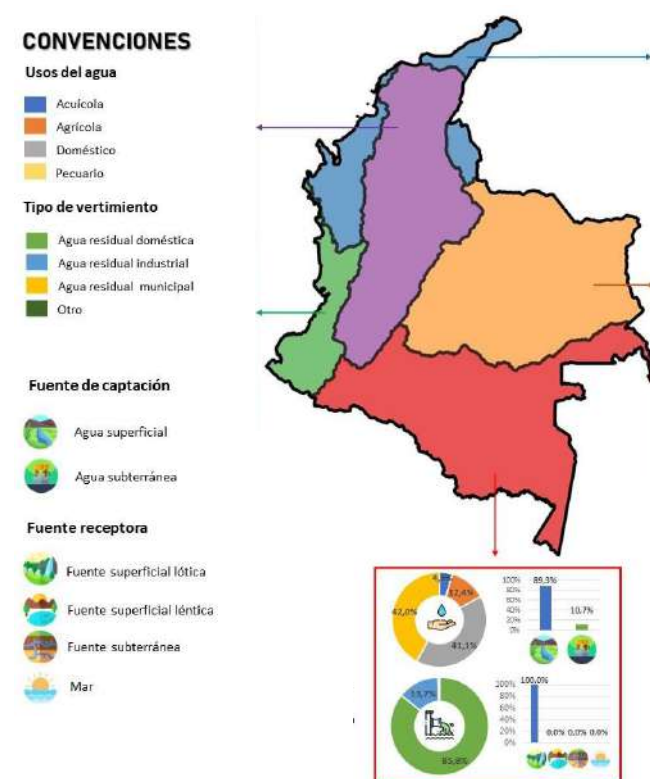
Fuente: Instituto Sinchi (2022).

El Atlas recoge los planteamientos del enfoque de la gobernanza ambiental transformativa, sobre la capacidad para crear nuevas prácticas y conocimientos innovadores, fomentando así un cambio fundamental y positivo en los sistemas socioecológicos (Sinchi, 2023a; Sinchi, 2023b)

2.2.1.8 Calidad del agua

Uno de los aspectos ambientales que genera las actividades humanas no solo en sus actividades productivas, sino también su forma de vida implica la afectación del recurso hídrico por su captación o al utilizarlo como receptor de los vertimientos, todo ello con implicaciones en la calidad del agua. Para el caso particular del área hidrográfica de Amazonas en 2022, en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), los registros indican que los permisos de captación del recurso agua son, en su mayoría, del recurso superficial (89,3 %); los restantes permisos son de fuentes subterráneas (10,7%); y, con relación a los vertimientos, el ciento por ciento de ellos se realizan a ríos o quebradas (Figura 2.40).

► **Figura 2.40.** Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH - área Amazonas 2022



Fuente: Ideam (2023a).

La Figura 2.40 muestra que la mayor presión del recurso hídrico se ejerce en los cuerpos de agua superficiales, por actividades pecuarias que tienen el 42 % de los permisos de captación; seguido de la captación de agua para uso doméstico, con un 41,1% de los permisos de captación; un 12,4 % de los permisos de captación para usos agrícolas y un 4,5 % acuícola.

En consecuencia, los vertimientos son, en su totalidad, a los cuerpos de agua lóticos, como los ríos, y provienen, en un 85,8 %, de aguas residuales domésticas, y el 13,7% restante, de aguas residuales industriales.

Los impactos ambientales que generan las actividades humanas, como aquellas biogénicas, que afectan la calidad del agua, se reflejan en los monitoreos que se les hacen a los cuerpos de agua.

Para evaluar las condiciones de calidad del agua en esta área hidrográfica, se realizó el análisis en cuatro puntos de monitoreo durante 2021, y seis puntos durante 2022. En 2021, las corrientes monitoreadas fueron Amazonas, Hacha y Guamuez, y los resultados del indicador a la altura de los puntos de monitoreo en el Amazonas fueron categoría 'Regular', y las otras dos, 'Aceptable'.

En 2022, la corriente adicional a lo visitado en 2021 fue el río Putumayo. Los resultados del indicador mantuvieron categoría 'Regular' sobre los puntos ubicados en la corriente del Río Amazonas y en los demás 'Aceptable'.²⁵

Es decir, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de seis variables (DQO, SST, OD, pH, CE, NT/PT), el índice de calidad del agua (ICA) presentó cifras en el rango de valores de 0,71-0,90 ('Aceptable'), generando una señal de alerta verde. Por su parte, 0,51 – 0,70 ('Regular') emite una señal de alerta amarilla; y 0,26 – 0,50 ('Mala'), cuya señal es de alerta naranja. La finalidad del indicador es reflejar las condiciones físico-químicas generales de la calidad de una corriente de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación de manera ágil, en un punto determinado y en un intervalo de tiempo específico; pero, sobre todo, lo más importante es que permite conceputar respecto a las posibilidades o limitaciones del uso del agua para determinadas actividades (Ideam, 2014). Todo ello deja ver que, en el periodo de tiempo evaluado, los cuerpos de agua presentaron condiciones no

²⁵ Concesiones de Agua y Vertimientos Reportados en el SIRH.

²⁶ Los residuos peligrosos son reportados en el registro Respel.

apropiadas para algunos usos, por ejemplo, para su consumo directo o sin tratamiento.

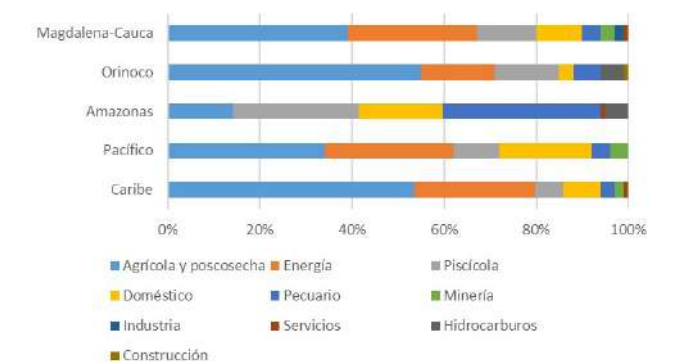
2.2.1.9 Usos del agua por sectores

Lo reportado en el Registro Único Ambiental solo incluye al sector industrial manufacturero, es decir, que transforma materias primas en nuevos productos, haciendo uso de recursos naturales para su proceso industrial, como agua y energía, entre otros, y, a su vez, generando subproductos y residuos que pueden ser peligrosos²⁶ o no y, en consecuencia, deben ser reportados en estos registros. Sin embargo, las autoridades ambientales en sus actividades de evaluación, seguimiento y control deben mantener actualizado el Sistema de Información del Recurso Hídrico, del cual se obtiene información importante y asociada con los permisos emitidos por las autoridades ambientales.

Basados en la información que se registra en el SIRH, el análisis general realizado a nivel nacional y el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, cuya base de análisis es información del año 2020, se comparte, a continuación, el análisis particular de las condiciones del área hidrográfica Amazonas.

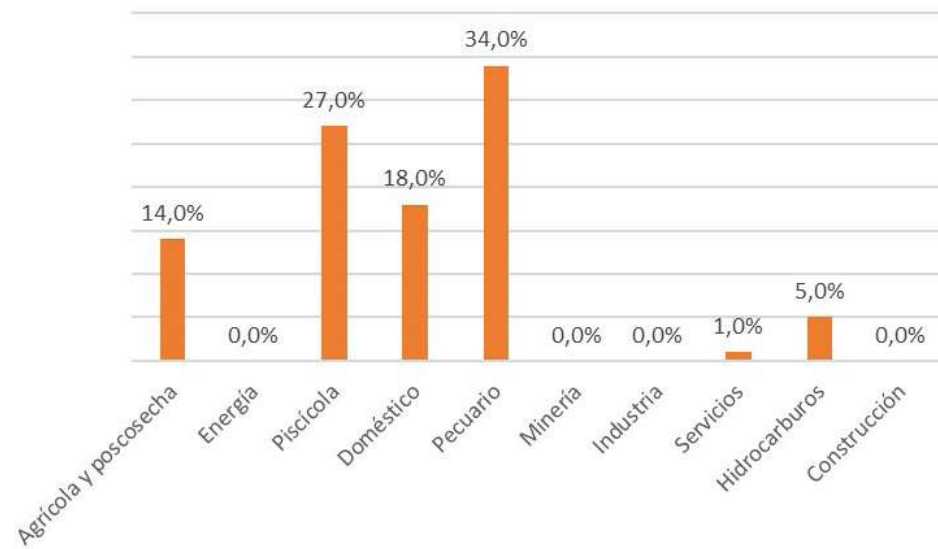
En el ENA 2022, se realizó un análisis detallado por sectores, áreas hidrográficas, subzonas hidrográficas, relacionando todo ello con la huella hídrica. De ese análisis, se extraen en las gráficas 2.34 y 2.35.

► **Gráfica 2.34.** Participación sectorial en la demanda hídrica por área hidrográfica



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

► **Gráfica 2.35.**
Participación sectorial demanda Amazonia colombiana 2022



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

Las gráficas anteriores permiten evidenciar que, en el área hidrográfica Amazonas, el sector pecuario continúa siendo el sector con mayor demanda hídrica. En segundo lugar, se encuentran el sector piscícola y la demanda para consumo doméstico. Cabe aclarar que esta información corresponde al periodo base sobre el cual se elabora el ENA (año 2020).

2.2.1.10 Calidad del aire

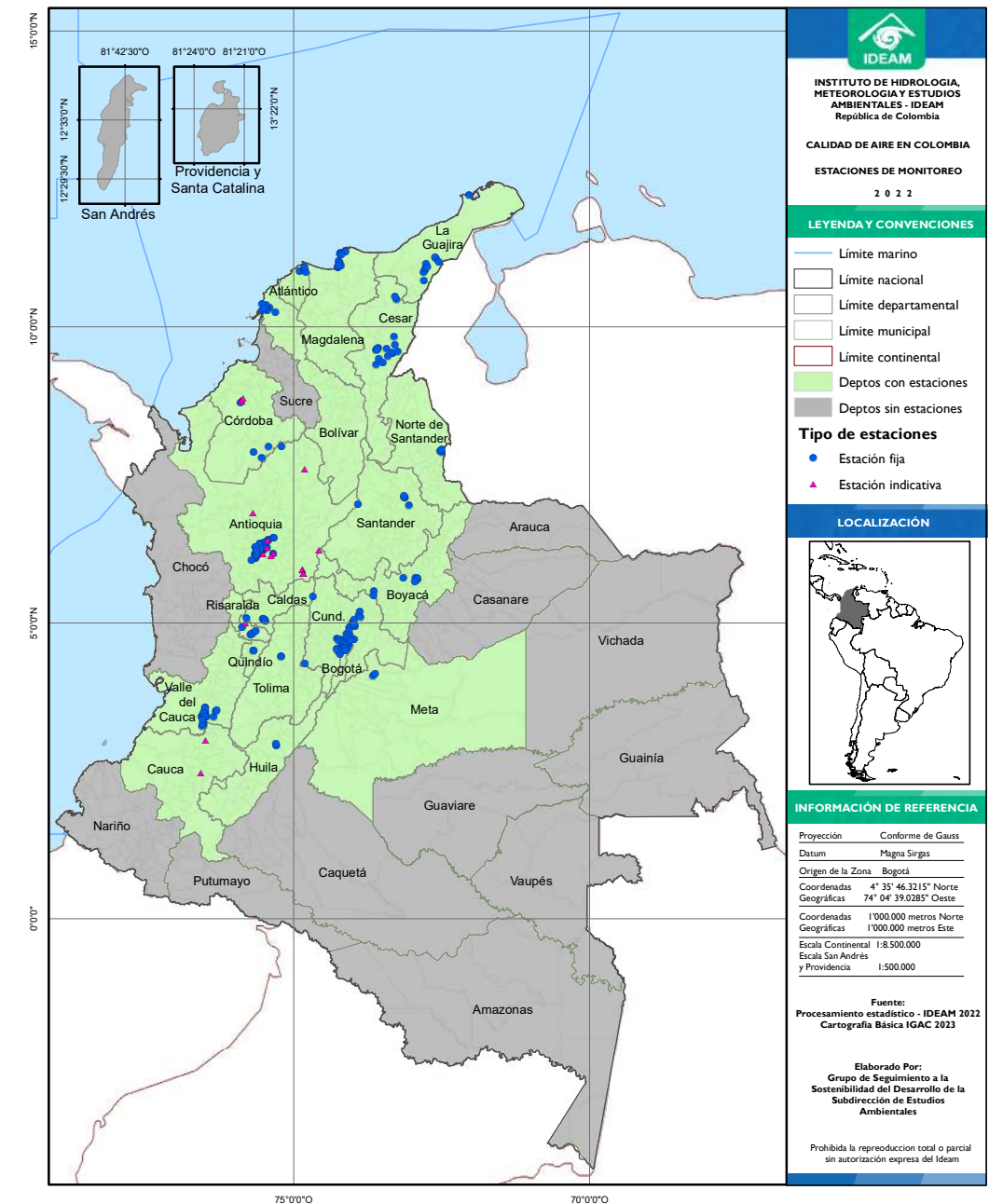
Como se analizó anteriormente, los meses de enero, febrero y diciembre presentaron condiciones ambientales propicias para que se generaran incendios forestales y que dificultan la extinción de estos. Tales situaciones son, desafortunadamente, conocidas y utilizadas por actores dedicados a la extinción de bosques, para ampliar fronteras agrícolas y ganaderas.

Los incendios forestales generan impactos ambientales que empobrecen la calidad del aire por la emisión de material particulado, gases contaminantes y GEI, con efectos en la lucha contra el cambio climático, ya que son las especies vegetales y, en mayor medida, los árboles concentrados en los bosques los que son capaces de fijar el CO₂ como parte de su biomasa. Pero, al ser quemados, en el proceso de combustión liberan estos y otros gases.

Por lo anterior, se considera que los incendios forestales tienen efectos locales, regionales (región y país) y globales. Los efectos de los incendios tuvieron impactos en la calidad del aire de los departamentos, incluidos en el área hidrográfica Amazonas, pero, dado que no se cuenta con estaciones de monitoreo ubicadas en estas áreas (como se puede evidenciar en la (Figura 2.41), no se pueden determinar los efectos con mediciones directas.



► **Figura 2.41.**
Estaciones de monitoreo reportadas en Sisaire año 2022



Fuente: Ideam (2023d).

No obstante, como se ha mencionado, los efectos regionales de estos incendios afectan la calidad del aire, según la dirección de los vientos. Así pues, en mayo, el área hidrográfica Magdalena-Cauca se vio afectada por ello. Al respecto, esta situación se explicará al analizar las condiciones presentadas en esta área y, principalmente, haciendo alusión a las ciudades de Medellín y Bogotá, D. C., donde se decretaron estados de emergencia.

La falta de estaciones en el sur del país se debe a que, de acuerdo con la cantidad de habitantes en los departamentos ubicados en el área hidrográfica Amazonas, la normatividad vigente no exige la instalación de estaciones de monitoreo de calidad del aire. Sin embargo, y como se evidenció, las estaciones son necesarias para evaluar los efectos asociados con los incendios que se presentan en el territorio amazónico.

2.2.1.11 Mapa de coberturas de la tierra año 2022 escala 1:100.000

Se realizó la actualización de la capa de coberturas de la tierra del año 2022, escala 1:100.000 para toda la Amazonia (Figura 2.42). Los resultados preliminares indican que las coberturas más representativas son los bosques naturales, con 39.164.03ha (81,1 %), y los transformados (pastos, cultivos, territorios artificializados y otros) con 4.516.860 ha (9,35 %).

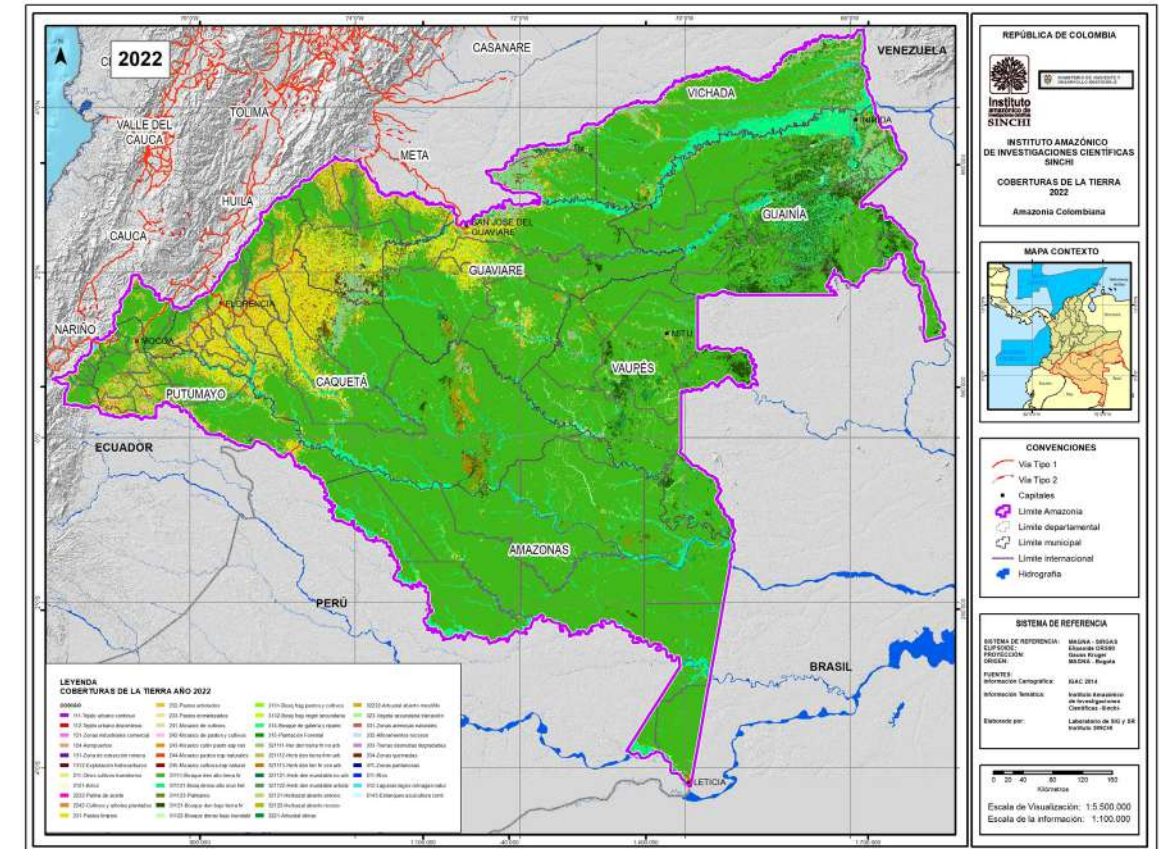
Al comparar estos datos con los del año 2020, los bosques disminuyeron un 0,7 % (284.633 ha); con respecto a los pastos, hubo un incremento del 7 % (294.822 ha), pasando de 4.187.249 ha a 4.482.071 ha (Tabla 2.16). Este mapa se encuentra en proceso de validación por parte de control de calidad e inter-ventoría y, en el primer trimestre de 2023, se publicaron los resultados del análisis de cambio, cumpliendo con lo establecido en la certificación del DANE como operación estadística oficial del país.

Tabla 2.16. Coberturas de la tierra agrupadas de la Amazonia colombiana en 2022

Condición de la cobertura	Cobertura agrupada	Año 2020		Año 2022*	
		Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
NATURAL	Áreas abiertas con poca vegetación	20.058	0,04	41.102	0,09
	Áreas húmedas	24.892	0,05	24.452	0,05
	Arbustales	252.333	0,52	251.504	0,52
	Bosques	39.448.665	81,66	39.164.031	81,07
	Herbazales	1.685.387	3,49	1.667.549	3,45
	Superficies de agua	547.925	1,13	528.255	1,09
SEMINATURAL	Bosques fragmentados	581.617	1,20	605.738	1,25
	Tierras degradadas	75.480	0,16	195.444	0,40
	Vegetación secundaria	1.443.136	2,99	1.312.680	2,72
TRANSFORMADO	Cultivos	18.338	0,04	12.490	0,03
	Cultivos forestales	7.446	0,02	6.807	0,01
	Pastizales	4.187.249	8,67	4.482.071	9,28
	Superficies de agua	224	0,00	231	0,00
	Territorios artificializados	14.867	0,03	15.262	0,03
TOTAL		48.307.618	100	48.307.618	100

Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Figura 2.42. Mapa coberturas de la tierra – Amazonia colombiana 2022



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

2.2.1.12 Contención de la deforestación en la Amazonia colombiana: economía forestal y de la biodiversidad

El Instituto Sinchi cuenta con el modelo de investigación en paisajes productivos sostenibles que desarrolla el enfoque agroambiental y los acuerdos de conservación, herramientas probadas en su efectividad para lograr la sostenibilidad de las intervenciones de la Amazonia. También cuenta con la capacidad, el conocimiento y la investigación en alternativas económicas, con énfasis en especies forestales y frutales para uso agroforestales y una serie de herramientas de tipificación de predios y planificación predial, usos del suelo, valoración económica, conectividad y restauración, e indicadores de sostenibilidad y de seguimiento a los acuerdos, las cuales, en un enfoque de paisaje, ya han sido validadas con más 2600 productores campesinos de la región.

En el contexto actual de núcleos de deforestación, esa línea cuenta con un modelo trabajado con comunidades

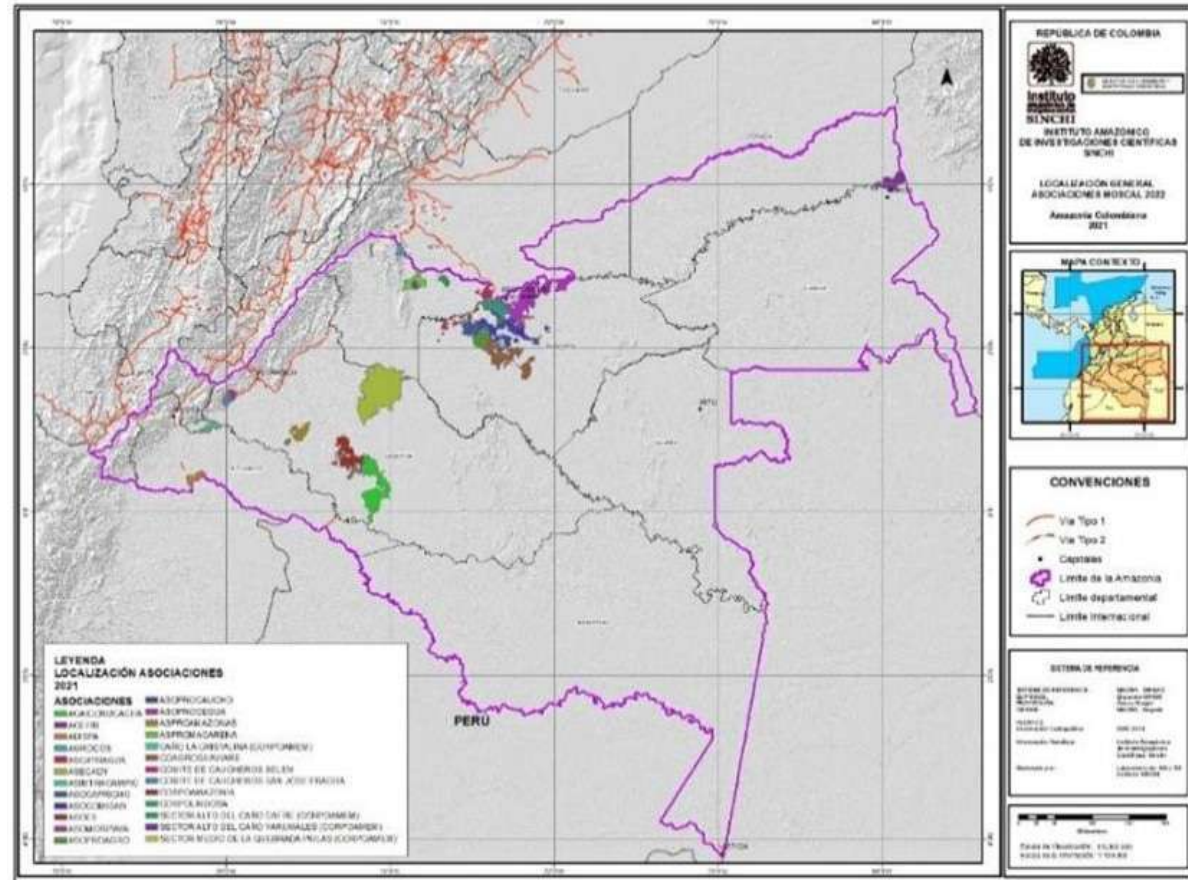
para contención de la deforestación: el enfoque territorial. Este se basa en la gestión de una línea roja para contener deforestaciones a escala de vereda y núcleo, donde a través de los acuerdos con comunidades e inversiones en desarrollo agroambiental, restauración, manejo forestal y monitoreo, se contenga la deforestación en cada núcleo.

Las iniciativas que durante 2022 aportaron a estos desarrollos estuvieron bajo el amparo de la cooperación internacional, como es el fondo GEF 6, a través del programa ASL 1 con los proyectos “Corazón de Amazonia” y “Amazonia Sostenible para la Paz”, los cuales dinamizaron los cuatro pilotos de los núcleos de desarrollo forestal (NDF) y la estructuración de paisajes productivos que hoy sientan bases para un escalamiento de dichas acciones, en el contexto del nuevo plan de desarrollo. El fondo REM Colombia continuó aportando a los acuerdos de conservación y al enfoque agroambiental, mediante la financiación adicional para cinco subproyectos con asociaciones y la contribución para el seguimiento a través de la plataforma MoSCAL (Sinchi, 2022a).

A nivel predial, el monitoreo de coberturas se hace con el MoSCAL sobre 1,4 millones de hectáreas como área de referencia de los acuerdos de conservación de bosques. Y, de manera detallada, se realiza sobre 2.611 predios pertenecientes a 25 asociaciones de

productores (Figura 2.43). Como resultado del monitoreo, 2.214 predios han conservado el 81,8 % de sus bosques de la línea base (101.326 ha), y los 397 predios con línea base 2019 (julio) han conservado el 92,4 % de sus bosques de línea base (17.548 ha).

► **Figura 2.43.**
Mapa de localización de las áreas a asociaciones con predios bajo acuerdos de conservación de bosques



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

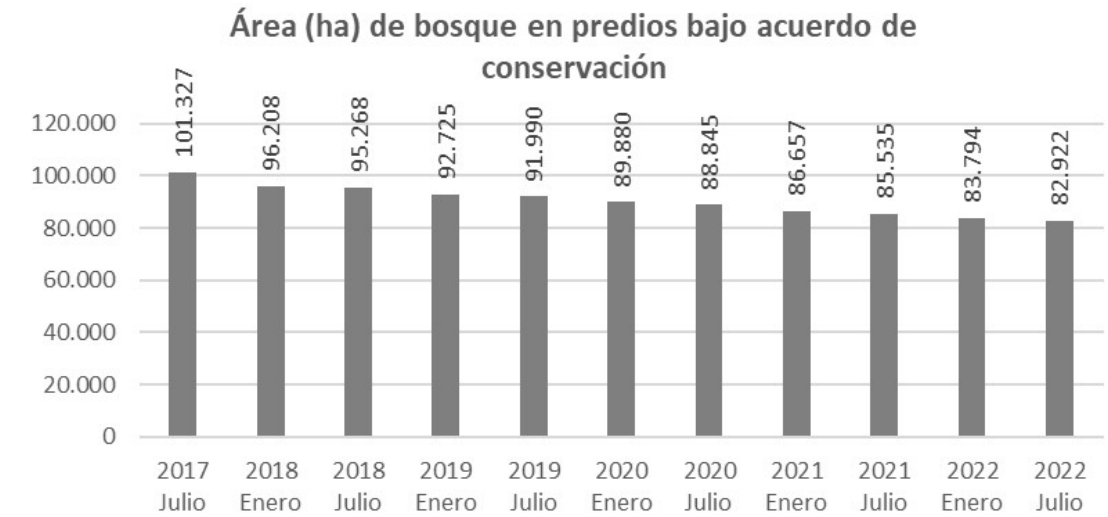
2.2.1.13 Superficie de bosque

Con la actualización de julio de 2022, se detectó que, para las 19 asociaciones con línea base, en julio de 2017, se disminuyeron los bosques en 19,1 %, pasando de 692.659 ha, en julio de 2017, a 560.340 ha, en julio de 2022. Igualmente, para las asociaciones con la línea base de julio de 2019, los bosques se redujeron en 9,4 % pasando de 37.111 ha, a 33.625 ha.

Con respecto a los 2.611 predios con acuerdos de conservación, el área total de bosque conservado a

julio de 2022 fue de 99.143 ha. De esta manera, los predios con línea base de julio de 2017 conservaron 82.922 ha de sus bosques. Sin embargo, registraron una disminución del 18,2 % (18.404 ha) comparado con julio de 2017, que registró 101.326 ha de bosque (Gráfica 2.36); asimismo, los predios de la línea base julio de 2019, registraron un área de bosque conservado de 16.221 ha, presentando una disminución del 7,6 % (1.326 ha) con respecto a la línea base 2019 (17.458 ha).

► **Gráfica 2.36.**
Área de bosque en predios con firma de acuerdo línea base 2017

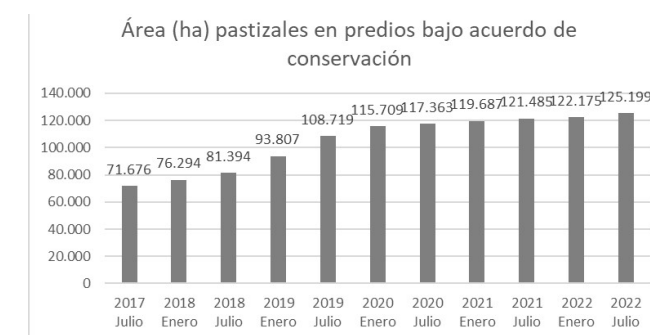


Fuente: Instituto Sinchi (2022).

2.2.1.14 Superficie de pastos

En el área de las 25 asociaciones, entre julio de 2017 y julio de 2022, los pastizales aumentaron el 65 % (239.879 ha), pasando de 365.473 ha a 605.352 ha. Esta cobertura, en los predios bajo acuerdos, en el mismo periodo, tuvo un incremento del 75 %: pasó de 71.676 ha a 125.198 ha (Gráfica 2.37).

► **Gráfica 2.37.**
Área de pastizales en predios con firma de acuerdo de conservación



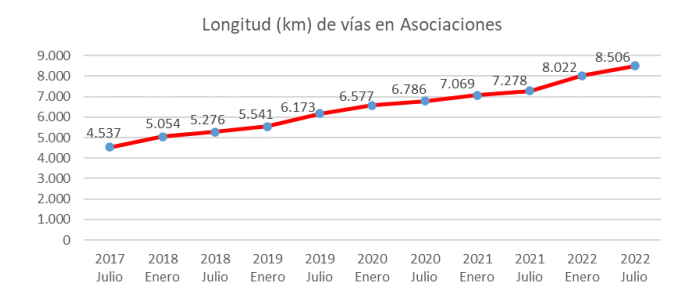
Fuente: Instituto Sinchi (2022).

2.2.1.15 Vías de acceso

Las vías de acceso terrestre son uno de los factores predeterminantes de los cambios de las coberturas en

los territorios amazónicos. En este periodo de monitoreo con MoSCAL de los acuerdos, se detectó que, desde julio del 2017 hasta julio de 2022 la longitud de las vías se incrementó en 87 % (3.970 km), inicialmente se detectó 4.537 km y pasó a 8.506 km (Gráfica 2.38).

► **Gráfica 2.38.**
Longitud de vías (km) en asociaciones bajo de acuerdo de conservación – periodos 2017-2022



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

2.2.1.16 Indicadores de seguimiento

Durante el año 2022, se calcularon 15 indicadores a nivel de asociaciones y siete (7) a nivel de predios con firma de acuerdos de conservación de bosque, para los periodos de enero y julio de 2022 (Sinchi, 2022a).



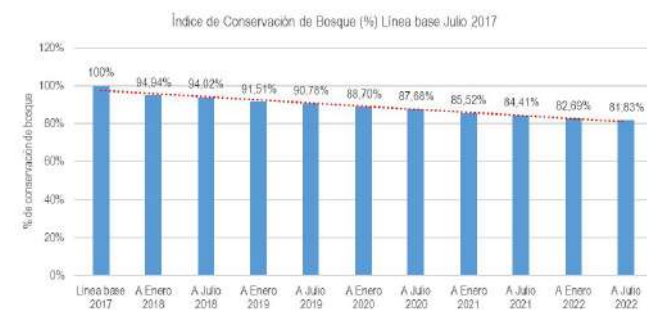
Fuente: Jhon Nieto (2017).

2.2.1.16.1 Índice de conservación de bosque

Las 25 asociaciones tienen una superficie de 1.395.497 ha, en julio de 2022 tenían el 42,2 % (588.908 ha) en bosques. Las asociaciones que han conservado el mayor porcentaje de bosques son ACEFIN con el 95,9 % (línea base en julio 2017) y ADISPA con un 95,4 % (línea base en julio 2019).

La conservación de bosques en 2.611 predios, en julio de 2022 se mantenía en 81,83 % (Gráfica 2.39). Es importante destacar que el 62,9 % de los predios tuvieron un índice de conservación de bosque superior al 80 % y, únicamente, el 14,6 % del total de los predios ha conservado menos del 50 % de sus bosques durante el periodo de monitoreo.

Gráfica 2.39.
Tendencia del índice de conservación de bosque de los predios bajo acuerdos, tomando como referencia la línea base 2017



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

2.2.1.17 Biodiversidad en la Amazonia colombiana

Para la vigencia 2022, el Instituto Sinchi registró 1937 especies de flora, fauna (anfibios, arácnidos, aves, reptiles, hormigas, mamíferos pequeños, medianos y grandes, mariposas y termitas), macroinvertebrados, microalgas y hongos, que fortalecieron las cinco colecciones biológicas del Instituto: el Herbario Amazónico Colombiano Dairon Cárdenas López (COAH), la Colección Ictiológica de la Amazonia Colombiana (Ciacol), la Colección de Macroinvertebrados de la Amazonia (Comac) y las colecciones de anfibios y reptiles (Sinchi, 2022e; Sinchi, 2022f).

Es de resaltar que, del total de los registros en 2022, 108 especies son nuevos reportes para Colombia, como un avance en el conocimiento de la diversidad para la vida del planeta.

Tabla 2.17.
Resumen y cifras de biodiversidad de fauna y flora para la Amazonia colombiana registradas por el Instituto Sinchi en 2022

Grupo biológico	Número total de especies registradas en 2022	Número de registros nuevos para las colecciones del Instituto Sinchi	Nuevos reportes de especie para Colombia
Flora	271	96	79
Anfibios	84	12	4
Reptiles	54	1	
Peces	398	34	14
Mamíferos medianos y grandes	40		
Pequeños mamíferos	74		
Aves	390	1	1
Arácnidos	397 morfoespecies		
Mariposas	177		
Macroinvertebrados	98 géneros - 1 especie		
Microalgas	60		
Hormigas	235		1
Termitas	104		5
Hongos formadores de micorrizas arbusculares	50		4
TOTAL	1937	144	108

Fuente: Instituto Sinchi (2022).

La región noroccidental de la Panamazonia 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 gran diversidad es producto de la larga conjunción evolutiva entre la porción más occidental del Escudo Guayanés, el levantamiento de la cordillera de los Andes y la formación del lago de Pebas. Juntos, han permitido una heterogeneidad edáfica (Quesada et al., 2012) y climática, lo que ha generado una compleja combinación entre paleo-especies de origen andino (que hace miles de años colonizaron las tierras bajas de la cuenca amazónica), con especies de origen en las

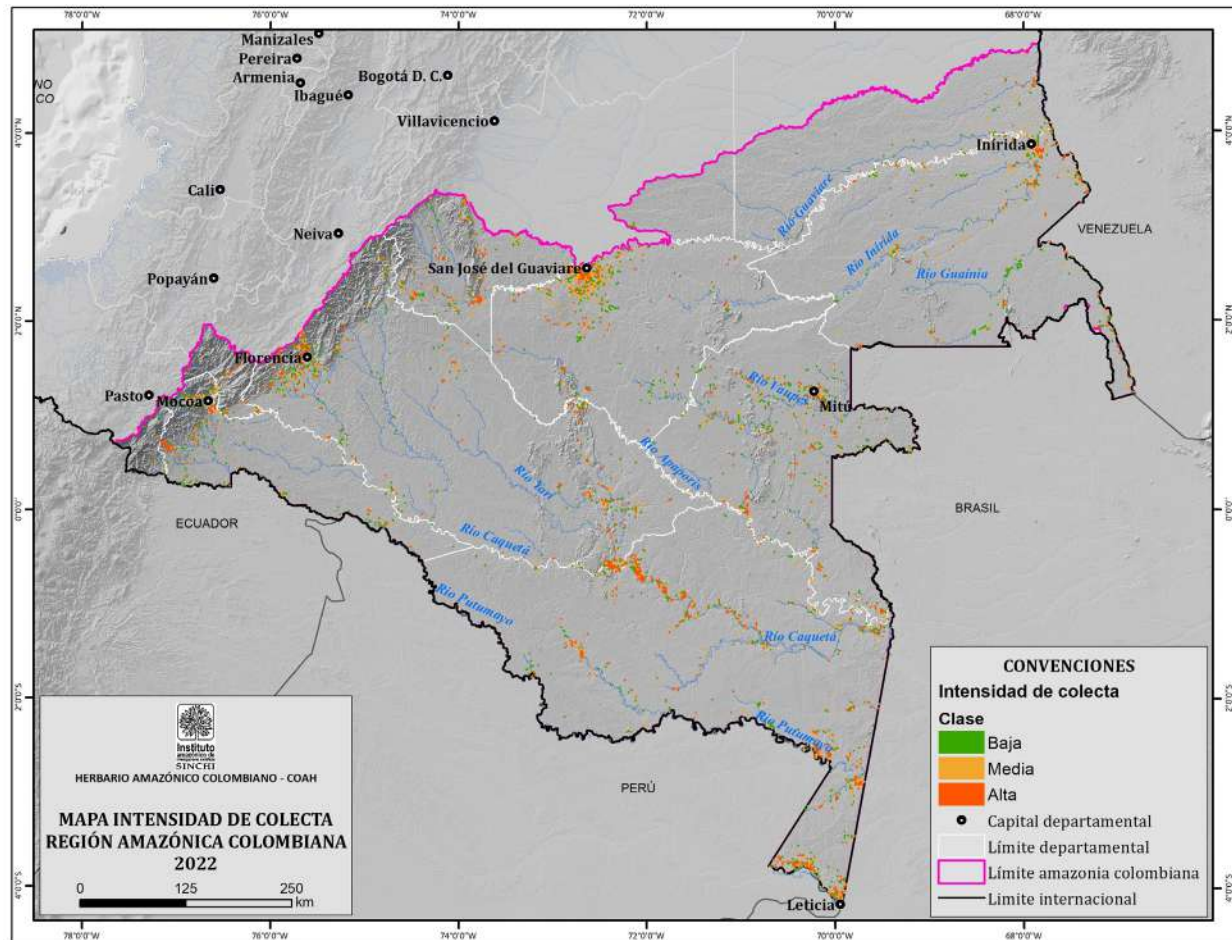
planicies amazónicas, especies originadas en el Escudo Guayanés y la influencia de especies provenientes del bioma orinocense.

Así pues, las actividades de este componente buscan y permiten conocer la diversidad de plantas en la región Amazónica, sus usos actuales y potenciales, así como reconocer y potencializar los servicios ecosistémicos que presta el bosque en pie. Alcanzar este propósito, implica avanzar en la generación de información de las zonas con vacíos de información botánica (Figura 2.44), así como explorar las potencialidades de uso y valoración de la biodiversidad vegetal amazónica y sus servicios ecosistémicos.



Fuente: Jhon Nieto (2019).

► **Figura 2.44.**
Vacíos de información de flora identificados por el Herbario Amazónico Colombiano - 2022



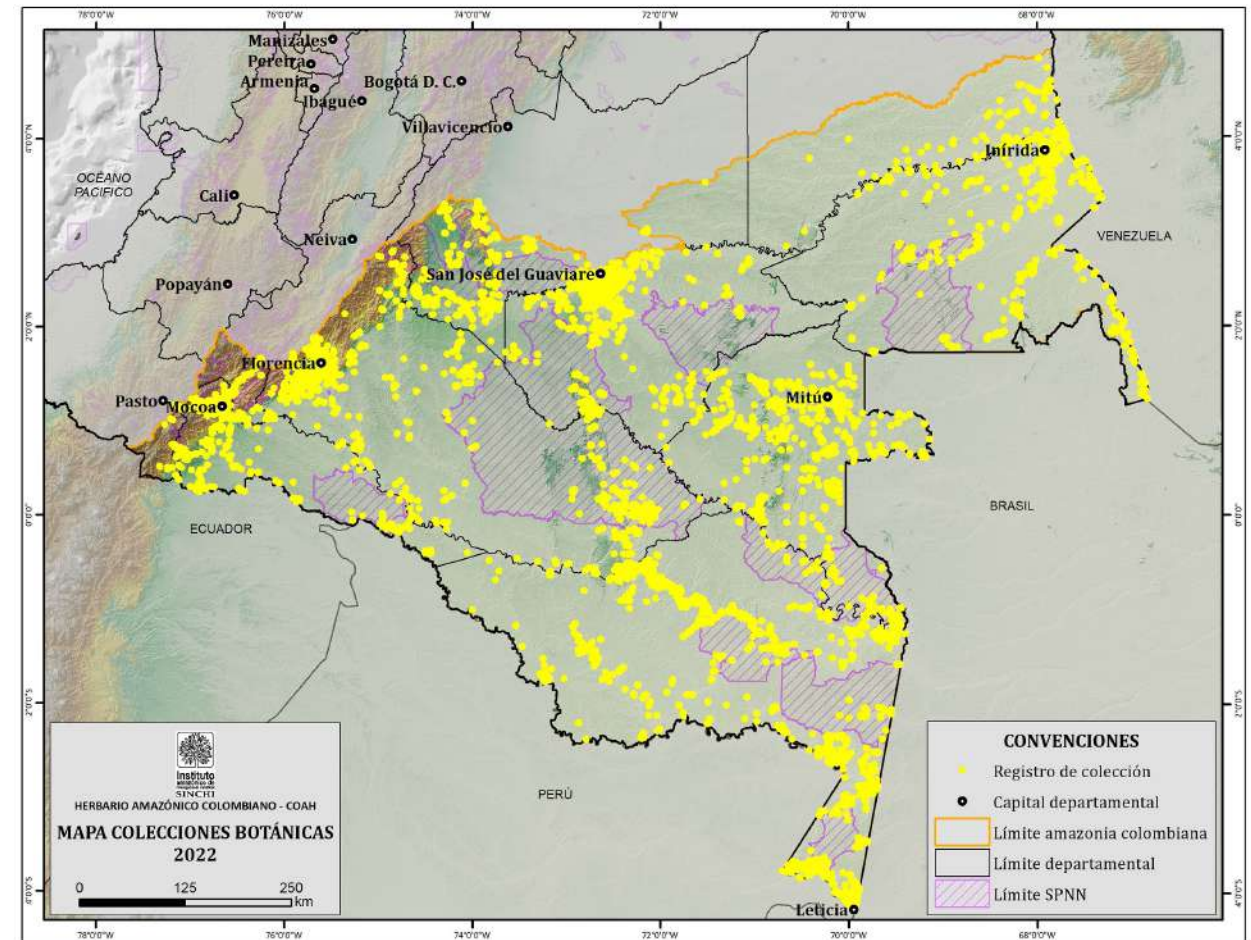
Fuente: Instituto Sinchi (2022).

2.2.1.17.1 Diversidad florística en Amazonia 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 diversidad amazónica” (Sinchi, 2020), ha consolidado el Herbario Amazónico Colombiano, el cual a diciembre 2022 contaba con 126.057 registros y 9.631 especies. Todo esto es producto del intenso esfuerzo de muestreo del Instituto Sinchi y otros proyectos asociados (Figura 2.45). El avance y consolidación del Herbario es un aporte al Inventario Nacional de la Biodiversidad,

articulado a la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía que, a su vez, contribuye a alcanzar las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. Para lograr un conocimiento adecuado de la flora y sus servicios ecosistémicos, durante las últimas décadas, el Instituto Sinchi ha adelantado inventarios florísticos en diferentes localidades de la Amazonia colombiana, facilitando la generación de mejores estimaciones de la biodiversidad (Cárdenas et al., 2017; Cárdenas et al., 2019; Cárdenas et al., 2019; Castaño et al., 2020; Cárdenas et al., 2022).

► **Figura 2.45.**
Mapa de colecciones botánicas del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) del Instituto Sinchi a 2022



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Ahora, considerando la Amazonia en sentido estricto (por debajo los 500 m de altitud), el Herbario Amazónico Colombiano (COAH), a diciembre de 2022, tenía documentadas 9.055 especies de plantas (8.297 plantas vasculares y 758 plantas no vasculares), las cuales están agrupadas en 322 familias y 2090 géneros. Por lo anterior, la Amazonia se constituye como la región con el mayor número de plantas conocidas del territorio nacional, seguida de la región del Pacífico (Rangel, 2018). Estos datos reportados en el Herbario Amazónico Colombiano, sin duda, sobresalen a la cifra reportada para la región Amazónica en el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia, con 5834 especies (Bernal et al. 2016).

Para 2022, en la Amazonia colombiana registró 217 especies endémicas, 160 de las cuales registró el COAH. Esto muestra la importancia de la región y la necesidad de implementar proyectos de conservación,

pues las especies endémicas son taxones con rangos de distribución geográfica reducidos (Hobohm y Tucker, 2014, págs. 11-48). Para este caso, en la Amazonia, son especies que se encuentran exclusivamente en el territorio nacional. Algunas de las especies endémicas de la región amazónica son: *Astrocaryum cuatrecasianum*, *Oenocarpus circumtextus*, *Gongylolepis cortesii*, *Steyerbromelia naquenensis*, *Miconia daironii*, *Schoenoccephalium martianum* y *Pseudomonotes tropenbosii*, entre otras.

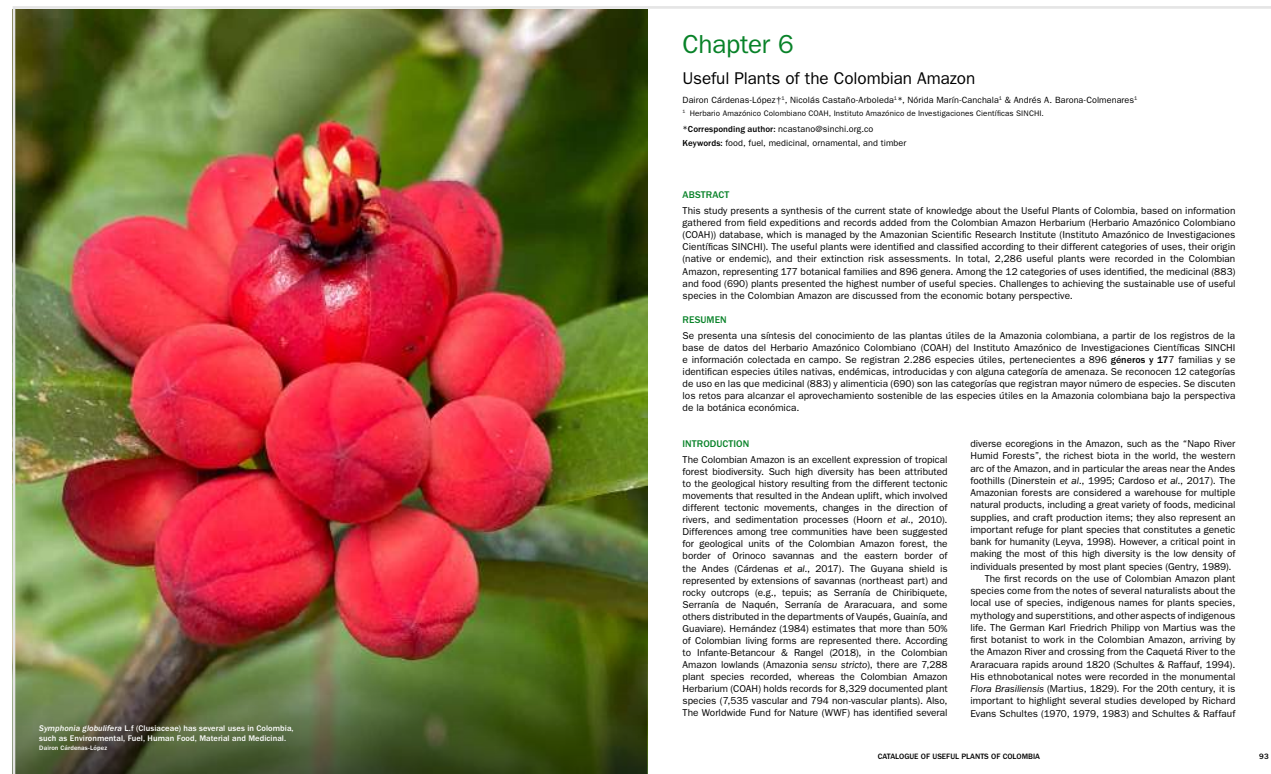
Respecto a las especies amenazadas en la vertiente oriental de la cordillera Oriental, según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Resolución 1912 de 2017 del Minambiente, en 2022 se registraron 106 especies en alguna categoría de amenaza. Para la Amazonia, en sentido estricto (por debajo de 500 msnm), se reportaron 65 especies amenazadas, de las cuales cuatro

están categorizadas en Peligro Crítico (CR) como: *Hirtella maguirei* y *Aniba roseodora*; 16 En Peligro (EN), entre las que se destaca *Magnolia rimachii*, *Cedrela odorata* y *Zamia hymenophyllidia*, entre otras; también se registran 36 especies en categoría Vulnerable (VU): *Oenocarpus circumtextus*, *Caryocar amygdaliferum*, *Dichapetalum rugosum* y *Zamia amazonum*, por mencionar algunas.

Frente a las especies útiles de la Amazonia colombiana, durante 2022, se generó la publicación “Useful

Plants of the Colombian Amazon” (Figura 2.46), en el marco del trabajo colaborativo con el Real Jardín Botánico de Kew, en el que se registraron 2.286 especies de plantas con alguna categoría de uso (Cárdenas, 2022), 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*), pomarrosa (*Syzygium malaccense*), rosa (*Rosa odorata*), junto con cítricos como el limón (*Citrus limon*).

► **Figura 2.46.** Portada del Capítulo 6. *Useful Plants of the Colombian Amazon En: Useful Plants and Fungi of Colombia (UPFC) - Kew Gardens*



Fuente: Cárdenas et al. (2022).

2.2.1.17.2 Fauna de la Amazonia colombiana

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. Con su trabajo, 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 con registros

confiables y rigurosos de las especies en la Amazonia y los pone a disposición del país. La información contribuye al Inventario Nacional de la Biodiversidad y a que las comunidades fortalezcan sus procesos de gobernanza y alternativas económicas, en la medida que cuentan con información amplia de la biodiversidad de sus territorios.

Durante el año 2022, se realizaron las siguientes salidas de campo:

► **Tabla 2.18.** Salidas de campo del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) del Instituto Sinchi en 2022

Sitio de muestreo	Coordenadas	Tema
Área no municipalizada de El Encanto, departamento de Amazonas	S 1° 44' 50.2, W 73° 12' 31.1"	Inventario de aves, anfibios, reptiles y mamíferos.
San Rafael de Carapará, departamento de Amazonas	S 1° 41' 18.7", W 73° 14' 22.6"	Inventario de aves, anfibios, reptiles y mamíferos.
Resguardo Arara, departamento de Amazonas	3° 59' S, 69° 59' W	Inventario de aves, anfibios, reptiles y mamíferos.
Reserva Privada Ganden, Trapecio Amazónico, departamento de Amazonas	4° 2' S, 70° 0' W	Inventario de aves, anfibios, reptiles y mamíferos.
Leticia, departamento Amazonas. Apoyo al Instituto Humboldt en Bioblitz Leticia.		Registro de aves en la ciudad.

Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Resultados

A continuación, se exponen los principales resultados de las salidas de campo realizadas, por grupo biológico de fauna:

2.2.1.17.2.1 Aves

El Encanto y San Rafael: los resultados de este inventario, apoyado por el proyecto “Expedición Binacional a la Biodiversidad de la Cuenca media del río Putumayo entre Perú y Colombia” y financiado por Minciencias, se presentan aquí, porque hacen parte de las labores de recolección de especímenes y generación de información en biodiversidad propios de la Actividad 1.1.1 de la Banco Nacional de Programas y Proyectos de Inversión BPIN. Se encontró una comunidad de aves representativa del noroeste de la Amazonia, de especies de bosques inundables asociadas a las dinámicas de grandes ríos, como es el Putumayo, uno de los principales tributarios del Amazonas, así como de bosques de tierra firme y aves de suelos pobres en nutrientes con características de tipo guayanés. De esta manera, se registraron 304 especies de aves agrupadas en 24 órdenes y 58 familias; en El Encanto fueron 226 especies y, en San Rafael, 213. Seis especies fueron registradas fuera de sus rangos de distribución conocidos, entre las que se destacan *Machaeropterus pyrocephalus*, un saltarín que representa un nuevo registro para Colombia y con tres colectas son los primeros especí-

menes para Colombia; *Polytmus theresiae*, un colibrí asociado a ecosistemas semiabiertos con influencia del Escudo Guayanés que se consideraba con presencia al norte del río Caquetá; *Hafferia fortis*, una especie de hormiguero asociada a bosque bajos inundables en zonas aledañas las riberas de los ríos grandes; *Thamnophilus punctatus*, un hormiguero reportado en Colombia, principalmente para el piedemonte de la Orinoquia y en límites con Venezuela. Adicionalmente, en 2022, se reportaron los primeros en la Amazonia central; *Cercomacroides tyrannina*, un hormiguero de amplia distribución andina y en la Amazonia, pero solo al norte del río Caquetá; y *Sciaphylax castanea*, un hormiguero de distribución restringida al occidente, cerca al piedemonte de la Amazonia, en bosques de tierra firme y representa los primeros para el departamento del Amazonas.

Amazonas, Resguardo Arara y Reserva Ganden: el sur de la Amazonia colombiana, específicamente el Trapecio Amazónico, comprende un sector especial para la biodiversidad nacional, pues allí confluye una región entre los ríos Putumayo y Amazonas, con especies exclusivas de este interfluvio, algunas asociadas a las riberas del Amazonas. En total, se registraron 223 especies de aves correspondientes a 19 órdenes y 38 familias. El orden más diverso fue Passeriformes, con 120 especies, más del 50 % del total registrado. Dentro de las 37 familias de aves, se destacan *Thraupidae*, *Tyrannidae*, *Psittacidae*, *Furnariidae*, *Thamnophilidae* y

Picidae, por ser un número importante de familias asociadas a las coberturas vegetales de bosque de tierra firme presentes en el área. Entre las aves que representan importantes registros para la zona y para la base de información de la ribera para la avifauna de la Amazonia, están *Harpagus diodon*, *Topaza pyra*, *Selenidera reinwardtii*, *Corythopsis torquatus* y *Habia rubica*.

Leticia, Amazonas, y el apoyo al Bioblitz del Instituto Humboldt: se identificaron 94 especies de 36 familias, sobre todo comunes y bastante tolerantes a las condiciones de las áreas urbanas. Precisamente, es de resaltar que la capital del departamento del Amazonas se encuentra inmersa dentro de grandes extensiones de bosque amazónico, con una ubicación estratégica.

2.2.1.17.2.2 Mamíferos

El Encanto y San Rafael: se capturaron un total de 460 individuos y alrededor de 41 especies de murciélagos de 27 géneros y cuatro familias: Emballonuridae, Phyllostomidae, Molossidae y Vespertilionidae. La familia más diversa fue Phyllostomidae, con alrededor de 33 especies; seguida de Emballonuridae, con cuatro especies; Vespertilionidae, con tres especies; y Molossidae, con una especie. Además, se destaca una especie no identificada de Anoura que, posiblemente, pueda corresponder a una especie no descrita. Mediante captura manual, se obtuvieron tres ejemplares de *Glossophaga soricina*, en un refugio en el Centro Médico de la comunidad de San Rafael. Se capturaron en total 24 individuos de pequeños mamíferos no voladores, incluyendo roedores y marsupiales. Cuatro individuos eran del orden Didelphimorphia, representado por una especie del género *Marmosa* que está en proceso de identificación taxonómica. Los restantes individuos correspondieron al orden Rodentia, representado por dos familias: Cricetidae y Echimyidae. Los géneros más comunes fueron *Proechimys*, con ocho capturas; *Hyleaeamys*, con cinco capturas; y *Oecomys*, con dos capturas. Por otra parte, también se obtuvo un individuo de *Scolomys uyacalensis* y uno de *Neacomys spinosus*. Finalmente, se capturaron dos especies de roedores invasores que incluyeron *Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*. Para mamíferos medianos y grandes, se alcanzó un esfuerzo de muestreo de 398 días*cámara, con lo cual se obtuvieron 9790 imágenes con detecciones efectivas. Se registraron 35 especies de mamíferos medianos y grandes, pertenecientes a 32 géneros, 22 familias y 9 órdenes; 20 de estas especies se registraron de forma exclusiva con fototrampeo y 15 por avistamientos directos y otras evidencias. Seis (6) especies son consideradas como amenazadas, según la UICN (2022): *Tayassu pecari*, *Priodontes maximus*, *Tapirus*

terrestris, *Myrmecophaga tridactyla* y *Lagothrix lagothricha* consideradas especies vulnerables (VU), y *Sotalia fluviatilis* catalogada como 'En peligro (EN)'.

Amazonas, Resguardo Arara y Reserva Ganeden: en esta salida de campo se capturaron un total de 323 individuos, correspondientes a 39 especies de murciélagos de 26 géneros y cinco familias: Emballonuridae, Phyllostomidae, Noctilionidae, Thyropteridae y Vespertilionidae. La familia más diversa fue Phyllostomidae, con alrededor de 31 especies; seguida de Emballonuridae y Vespertilionidae, con tres especies; y Noctilionidae y Thyropteridae, con una especie. Además de los ejemplares de mamíferos, se capturaron dos individuos de marsupiales del género *Marmosa*, a través de captura manual. Los ejemplares requirieron revisión taxonómica para determinar su identificación. De mamíferos medianos y grandes, se registraron 30 especies pertenecientes a 28 géneros, 18 familias y ocho órdenes. Los órdenes que aportan la mayor riqueza son los primates, seguidos de los roedores y los carnívoros. Las especies de mamíferos medianos y grandes, con registros más frecuentes en cámaras trampa, corresponden a *Cuniculus paca*, *Dasyprocta fuliginosa* y *Dasyopus novemcinctus*. También hay registros importantes de jaguar (*Panthera onca*) especie sombrilla, el ocarro (*Priodontes maximus*), especie 'Vulnerable (VU)', según la UICN, y la danta (*Tapirus terrestris*) también considerada en esa misma categoría de amenaza (UICN, 2022) y muy sensible a presiones como la sobreexplotación.

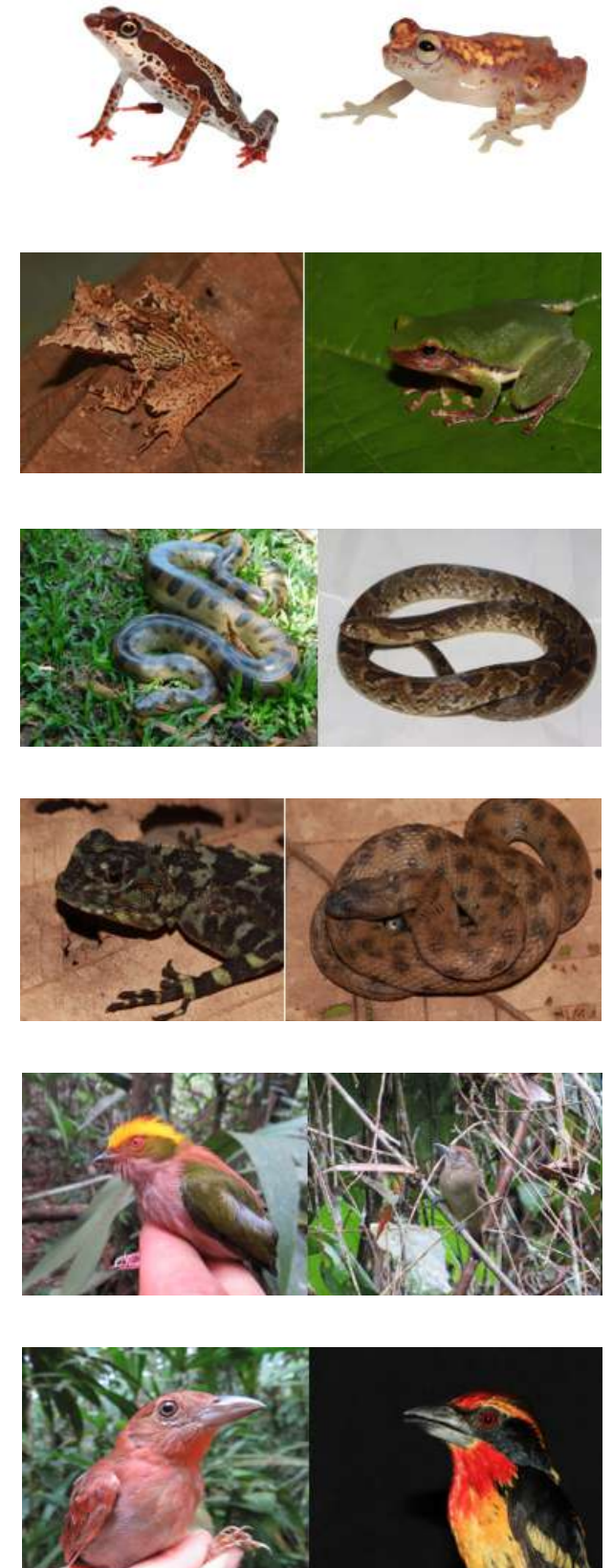
2.2.1.17.2.3 Herpetofauna, anfibios y reptiles

El Encanto y San Rafael: se recolectaron 397 anfibios y 74 reptiles con un esfuerzo de muestreo total de 364 horas por persona. En cuanto a los anfibios, se registraron 55 especies distribuidas en 9 familias y 2 órdenes, Anura y Plethodontidae; se mantiene el patrón propio de las tierras bajas amazónicas en las que las familias Hylidae y Leptodactylidae son las más abundantes, con 16 y 11 especies respectivamente. Se resalta la presencia de una especie de la familia Bufonidae, *Ateolopus spumarius*, una especie categorizada como vulnerable por la UICN, debido a la pérdida de hábitat en su área de distribución. *Amazophrynella amazonicola* es otro bufónido cuyo registro es el primero en Colombia y amplía su distribución hacia el norte. *Pristimantis lacrimosus*, una rana poco común que vive en bromelias de dosel y durante la noche baja al sotobosque y *Dendropsophus miyatai*, especie de la familia Hylidae que se encontraba en época reproductiva y tiene pocos registros en el país. En cuanto a los reptiles se registraron tres órdenes, Crocodylia, representado por una familia y una especie; Testudinata, con dos familias y dos

especies y Squamata (lagartijas y serpientes) en el cual se registraron 14 familias, 31 géneros y 39 especies; para un total de 42 especies de reptiles. Se resalta la gran diversidad de serpientes, con 23 especies, especialmente de la familia Colubridae. Asimismo, los lagartos de hojarasca de las familias Alopoglossidae y Gymnophthalmidae se registraron seis especies. Es de resaltar el hallazgo de la serpiente *Lachesis muta*, una especie de bosques bien conservados y sensible a la transformación del hábitat. Un ejemplar de gecko de la hojarasca del género *Lepidoblepharis* y otro del género *Alopoglossus*, posiblemente sean especies no descritas. Se registró el gecko introducido *Hemidactylus mabouia*, siendo nuevas localidades para la distribución de esta especie.

Amazonas, Resguardo Arara y reserva Ganeden: Se recolectaron 521 anfibios y 81 reptiles con un esfuerzo de muestreo total de 304 horas por persona. En cuanto a los anfibios, se registraron 59 especies de anuros agrupados en 13 familias. Fue interesante observar un número considerable de especies que no se registraron en los muestreos realizados en la ciudad de Leticia durante 2021 y que tampoco se registraron durante la expedición BIO binacional. Por esta razón, se destaca el registro de: *Hemiphractus proboscideus*, una especie que se alimenta de otras ranas y reptiles pequeños; *Pristimantis padiali*, cuya distribución conocida se restringía al norte de Perú, específicamente en la región de Loreto; *Rhinella roqueana*, especie asociada al grupo *R. margaritifera*, el cual constituye aún un complejo de especies; *Phyllomedusa bicolor*, una especie particularmente abundante en la zona de estudio, lo cual llama la atención ya que por vivir en el dosel generalmente es escasa durante los inventarios herpetológicos. Se registraron 25 especies de reptiles, agrupados en 11 familias; al igual que en anfibios, se obtuvieron registros de especies que no se han logrado antes en la ciudad de Leticia, son especies propias de ambientes conservados y no soportan alteraciones drásticas del hábitat. Este es el caso de los lagartos del género *Plica* (*Plica cf. plica* y *P. umbra*), que son especies que se encuentran en troncos de árboles de buen porte; asimismo, la serpiente acuática *Helicops polylepsis*, la cual se encuentra en cuerpos de agua no contaminados; también registramos a la serpiente *Taeniophallus brevirostris* que es una especie del suelo, en bosques bien conservados.

► **Figura 2.47.** Fotografías de especies encontradas en salidas de campo 2022





Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Anfibios. El Encanto y San Rafael: (izq. 1) *Atelopus spumarius*; (izq. 2) *Dendropsophus mayatai*; Arara (der. 3); *Hemiphractus proboscideus* (der. 4); *Pristimantis padiali*.

Reptiles. El Encanto y San Rafael: (izq. 1) *Eunectes murinus*; (izq. 2) *Atractus major*. Arara; (der. 3) *Plica cf. plica*; (der. 4) *Helicops polylepis*.

Aves. El Encanto y San Rafael: (izq. 1.) *Machaeropterus pyrocephalus*; (izq. 2) *Thamnophilus punctatus*, Arara (der.3); *Habia rubica* (der. 4); *Capito auratus*.

Pequeños Mamíferos. El Encanto y San Rafael: (izq. 1. *Trachops cirrhosus*); (izq. 2) *Cormura brevirostris*. Arara; (der. 3) *Noctilio leporinus*; (der. 4) *Lophostoma silvicolum*.

Mamíferos medianos y grandes. El Encanto y San Rafael: (izq. 1) *Atelocynus microtis*; (izq. 2) *Dasybus pastasae*. Arara; (der.3) *Priodontes maximus*; (der. 4) *Panthera onca*.

2.2.1.17.2.4 Monitoreo comunitario de fauna de consumo

En el sitio Ramsar Estrella Fluvial Inírida (EFI), localizado en el norte del departamento del Guainía, el Instituto Sinchi viene acompañando a 24 comunidades en el monitoreo de su fauna de consumo. En el monitoreo comunitario, enmarcado en el proyecto GEF “Corazón de la Amazonia” que inició en 2019, han participado 112 investigadores locales de las etnias curripaco, pui-nave, sikuani, cubeo, piapoco y tukano, además de las

comunidades campesinas congregadas en la Asociación Campesina de la Estrella Fluvial Inírida (Acefín). Actualmente, 30 monitores continúan haciendo seguimiento a la fauna de consumo y capacitándose en métodos para establecer los niveles de uso y disponibilidad de estas especies. El objetivo de este proceso es proponer medidas de manejo que conduzcan al uso sostenible del recurso. Hasta finales de 2022, se habían completado 43 meses de seguimiento, con lo que se identificaron 69 especies de consumo, de las cuales las diez más aprovechadas representan más del 70 % de la extracción. Las principales especies usadas son: el chipiro (*Podocnemis erythrocephala*), el cabezón (*Peltocephalus dumerilianus*), la lapa (*Cuniculus paca*), el cajucho (*Tayassu pecari*), el picure (*Dasyprocta fuliginosa*), el armadillo (*Dasybus sp.*), el cachirre blanco (*Caiman crocodilus*), la matamata (*Chelus orinocensis*) y el cachirre negro (*Paleosuchus sp.*).

Los datos consolidados de uso y los datos preliminares de disponibilidad se han analizado y se han devuelto periódicamente a las comunidades locales. Además, a partir de estos resultados, se han desarrollado discusiones al interior del grupo de monitores y con sus comunidades, para proponer medidas de manejo que garanticen la conservación de la fauna y, así, permitan mantener su uso. Entre las medidas propuestas y en desarrollo, se encuentra la selección de áreas de reserva en los territorios de las comunidades (siete áreas establecidas comunitariamente), el monitoreo y cuidado in situ de las nidadas de tortugas (un experimento durante una temporada), junto con el monitoreo de especies de interés y carismáticas, como el mono chucuto (*Cacajao melanocephalus*), implementado como insumo para explorar su uso en el turismo y no como presa de cacería.

► **Figura 2.48.**
Fotografías del monitoreo de fauna de consumo en la EFI (2019 - 2022)



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

De izquierda a derecha, arriba: i) Captura de tortugas por careteo y marcaje; ii) selección áreas de reserva; y iii) conteo de fauna en transectos lineales.

De izquierda a derecha, fila media: i) análisis de datos de uso de fauna; ii) capacitación en manejo de GPS y cámaras trampa; iii) instalación de cámaras trampa en dosel, para monitoreo de mono chucuto (*Cacajao melanocephalus*);

De izquierda a derecha, abajo: i) cuidado de nidos de tortuga en las playas de postura; ii) registro de la fauna consumida; y iii) fotografía de una danta (*Tapirus terrestris*) por fototrampeo.

2.2.1.18 Suelos de la Amazonia colombiana

Para el año 2022, se realizaron muestreos en los departamentos de Amazonas (riberasrío del río Amazonas y complejo lagunar de Yahuaraca) y Putumayo (en la zona limítrofe entre Perú y Colombia).

2.2.1.18.1 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 importantes del mundo (Davison et al., 2015).

Esta simbiosis es el mecanismo más efectivo para que la planta aumente la asimilación de fósforo (P), un elemento importante en la síntesis proteica y en la producción de energía (ATP). Esta simbiosis también mejora la absorción de microelementos como el zinc (Watts-Williams et al., 2013), le confiere mayor resistencia contra patógenos a la planta (Brussaard et al., 2001), así como mayor tolerancia tanto a la sequía (Entry et al., 2002) como a la toxicidad del aluminio y magnesio en el suelo (Cardoso y Kuyper, 2006). Además, los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) trabajan sinérgicamente con bacterias fijadoras de nitrógeno y promotoras del crecimiento, generando un efecto conjunto positivo que incide directamente en una mejor nutrición de las plantas y un mejor estado del suelo.

En el mundo, se han descrito aproximadamente 300 morfotipos de hongos Glomeromycota (Öpik y Davison, 2016) y más de mil taxones virtuales, determinados por técnicas moleculares (Öpik et al., 2014). A la fecha, en la Amazonia colombiana se han reportado 185 morfoespecies y 192 taxones moleculares (que corresponden casi al 20 % de la diversidad mundial), y que se recogen en 17 géneros diferentes (Tabla 19). Es importante decir que, con cada muestreo realizado, se encuentran nuevos morfotipos o taxones, por lo que se estima que la diversidad de estos hongos en los suelos amazónicos es aún mayor. El género más abundante en los suelos amazónicos es Glomus (121 a 134 especies registradas), el cual representa un 70 % de la comunidad fúngica de estos hongos en el suelo, seguido por Acaulospora (15 a 29 especies registradas).

► **Tabla 2.19.** Géneros y especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares reportadas para la Amazonia colombiana en 2022

Géneros y especies reportados	
Género	Especie
	colombiana
	denticulata
	foveata
Acaulospora	mellea
	morrowiae
	rehmii
	tuberculata
Ambispora	fennica
	leptoticha
Cetraspora	pellucida
	spinossisima
Claroideoglopus	etinucatum
	lamellosum
Diversispora	spurca
	tortuosa
Funneliformis	coronatum
	geosporum
Gigaspora	albida

	decipiens
	cavisporum
	coremoides
	glomerulatum
	magnicaule
	microaggregatum
Glomus	multicaule
	pansihalos
	proliferum
	Reticulatum
	Rubiforme
	Sinuosum
Kuklospora	kentinensis
	brasilianum
Parglomus	laccatum
	occultum
Racocetra	castanea
	aggregatum
Rhizophagus	clarum
	intraradices
	manihotis
Sclerocarpum	amazonicum
	calospora
	heterogama
Scutellospora	spinosa
	striata
	tepuiensis
Septoglopus	constrictum
Simiglopus	hoy
Viscospora	viscosa

Fuente: Instituto Sinchi (2023).

2.2.1.18.2 Macrofauna edáfica

El bosque tropical se caracteriza a menudo por sus suelos de baja fertilidad (Jordan, 1982) donde la macrofauna es clave el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de los suelos (Dangles y Casas, 2019; Noriega et al., 2018). De todos los componentes de la macrofauna del suelo, las lombrices, las termitas y las hormigas tienen un papel predominante en su estructura, así como en los procesos de descomposición de la materia orgánica (Decaëns et al., 1994; Demetrio et al., 2021). La fertilidad y los servicios de los suelos amazónicos dependen, en gran medida, de la macrofauna que los habita. Para el año 2022, se estudiaron tres comunidades de macrofauna: la de pseudoescorpiones, por ser un grupo críptico, muy desconocido para la región amazónica, y las hormigas y termitas, por ser los grupos más abundantes y diversos en estos suelos.

2.2.1.18.2.1 Pseudoescorpiones

Se revisaron los especímenes conservados con un experto. Se encontraron siete familias: Atemnidae (un ejemplar del género *Caecatemnus*, posible nueva especie), Chthoniidae, Chernetidae (posible *Ceriocheres amazonicus*, reportado en Brasil), Hesperolpiidae, Ideorondidae (posible nueva especie de Mahnertius), Olpiidae y Syarinidae (posible nuevo registro para Colombia de *Microbisium*, reportado en Brasil). El género más abundante fue *Ideobisium* (Syarinidae). La riqueza taxonómica encontrada fue alta, teniendo en cuenta que se lograron registros de siete familias de las 12 reportadas para el país.

2.2.1.18.2.2 Hormigas

Para 2022, se identificaron nueve subfamilias, 58 géneros y 225 especies en la zona fronteriza del río Putumayo, correspondiente a la Expedición BIO binacional, donde se destacaron las colectas de las especies *Dolichoderus mucronifer* y *Dolichoderus spinicollis*. Dichas especies rara vez son colectadas y, en ambos casos, no hay redescripciones modernas, lo cual hace valioso el hallazgo de estas especies.

2.2.1.18.2.3 Termitas

Para el 2022, se identificaron tres familias y 49 géneros, y se encontraron 103 especies para la zona fronteriza del río Putumayo, correspondiente a la Expedición BIO binacional, siendo el listado más grande de especies colectadas en una misma área geográfica en el Neotrópico. Se destaca la colección de una nueva

especie de termita (*Acorhinotermes murui*), cuya descripción fue sometida a la revista internacional *Zootaxa*. También se identificaron ocho especies nuevas para la ciencia de termitas consumidoras de humus, junto con una especie del género *Atlantitermes* como posible especie nueva.

2.2.1.19 Conocimiento de la biodiversidad terrestre y acuática - colecciones acuáticas

2.2.1.19.1 Número de especies de microalgas: 60 especies

Se realizó un análisis de microalgas del perifiton de la cuenca de la quebrada Yahuaraca, tributario del río Amazonas. Se registraron 60 especies pertenecientes a 34 familias, 20 órdenes, nueve clases y cinco divisiones. Un caso especial fue el hallazgo del alga roja (Rodophyta) *Batrachospermum*, en la quebrada Pichuna (tributaria del río Amazonas), que había sido registrada previamente en otros tributarios del río Putumayo y de Guaviare (Núñez-Avellaneda, 2001; Instituto Sinchi, 2015).

2.2.1.19.2 Número de géneros y especies de macroinvertebrados acuáticos: 98 géneros, una especie

En 2022, se ingresaron 5.706 individuos organizados en 349 lotes a la base de datos de la colección, los cuales representan 14 órdenes, 58 familias, 98 géneros y una especie. Dichos ejemplares fueron recolectados en 13 estaciones de muestreo, entre los años 2017 y 2021 (así: diez en el departamento del Caquetá, con 323 lotes, y tres estaciones, en el departamento del Putumayo, con 26 lotes. Además, se ingresaron tres taxones nuevos a la base de datos de la Colección: dos géneros (*Psychoda* y *Dixella*) y la familia *Perisclidae* del orden *Diptera*. De esta manera, se aportó a los indicadores de gestión de la Colección (procesos de gestión de colecciones), en términos de la inclusión de nuevos números de catálogo y nuevos registros taxonómicos.

Ahora bien, el género que aportó más lotes a la Comac fue *Simulium* (*Simuliidae*: *Diptera*). Los adultos de estos organismos de la familia *Simuliidae* son conocidos comúnmente como 'jején'; las larvas y pupas suelen habitar cuerpos de agua lóticos, en donde pueden estar presentes en altas densidades (Santos-Neto et al., 2015). Por tales características, son un recurso alimenticio importante, tanto para otros macroinvertebrados acuáticos, como para los peces (Crosskey, 1990). Así pues, los arroyos, ríos y quebradas

son activos recolectores de material en suspensión, convirtiéndolos en importantes eslabones del ciclo de la materia orgánica particulada fina (MOPF) (Wotton et al., 1995; Wotton et al., 1996; Malmqvist y Sckmann, 1996; Currie y Adler, 2008).

Respecto a la distribución de los datos obtenidos y su relación con los sustratos muestreados, *Macrelmis* fue el género que apareció en casi todos ellos (a excepción de la arena). Este escarabajo de la familia *Elmidae* tiene aproximadamente 52 especies descritas, de las cuales 48 se distribuyen en la región neotropical (Manzo, 2013), de las cuales dos fueron descritas con material tipo recolectado en Colombia (Brown, 1984; Passos et al., 2015; Almeida et al., 2020). En Colombia, *Macrelmis* es un género muy frecuente con poblaciones relativamente numerosas, presente en 25 de los 32 departamentos y asociado a sustratos como hojarasca, grava, arena, macrófitas, lecho de piedra, musgo y sedimento, en corrientes rápidas, lentas, piscinas y orillas (González-Córdoba et al., 2019; 2020).

Finalmente, *Smicridea* (*Hydropsychidae*: *Trichoptera*) fue el género que más organismos aportó a la colección de 2022. Dicho taxón está representado por 109 especies en Sudamérica, distribuidas tanto en la región tropical como en la subtropical (Angrisano y Sganga, 2009). Los estadios larvales suelen presentar altas densidades en los cuerpos de agua lóticos y, al parecer, cumplen diferentes roles tróficos en estos sistemas: desde filtradores o fragmentadores (Chará et al., 2012; Granados, 2013; Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo, 2014), hasta predadores (Reynaga, 2009; Rodríguez et al., 2014). Todo ello podría explicar la presencia en altas abundancias en los sitios que surtieron la información ingresada a la Comac, en 2022.

Por otro lado, se publicaron datos del catálogo de la Comac tanto en el portal del SIB Colombia (5.093 registros), como en el micrositio de la Colección en el portal del Instituto Sinchi (2.978 registros). De esta manera, se llegó al 50,7 % del catálogo de la Comac, publicado en el SIB, y al 29,7 % en el portal del Instituto Sinchi.

2.2.1.19.3 Nuevos registros

Psychoda (Diptera: Psychodidae): la familia *Psychodidae* está conformada por más de 4.000 especies, de las cuales 180 están registradas en Colombia, con nueve especies del género *Psychoda* (Bejarano, 2006). Algunas especies de este género se asocian a cuerpos de agua en matrices urbanas o con evidentes afectaciones de origen antrópico (Cordeiro y Wagner, 2018).

Dixella (Diptera: Dixidae): esta familia de mosquitos se compone de ocho géneros y 180 especies (Borkent, 2009). Los adultos no se alimentan y, en su lugar, descansan en la vegetación cerca de sus sitios de reproducción (Wagner et al., 2008). Las larvas respiran aire atmosférico a través de sus espiráculos posteriores y tienen una dieta compuesta por microorganismos y materia orgánica (Borkent, 2009), lo que les facilita explotar diversos cuerpos de agua, en especial aquellos con deficiencias de oxígeno disuelto y altas cargas de materia orgánica fina. *Dixella*, con 26 especies, es el género mejor distribuido y más diverso en la región neotropical (Stone, 1966; Belkin et al., 1970; Peters, 1980; Chaverri y Borkent, 2007).

Persicelidae (Diptera): una familia que comprende 120 especies en diez géneros, siendo la región neotropical la zona más diversa donde se distribuyen, con 55 especies y nueve géneros (Ale-Rocha y Ferreira-Keppler, 2018). El conocimiento sobre los estadios inmaduros es precario, apenas se tienen descripciones de las larvas de los géneros *Periscelis* en la región neártica y *Stenomicro* en Australasia/Oceanía (Williams, 1939). Este último constituiría la primera cita de la familia en la región Amazónica colombiana.

Cf. Platygerris (Hemiptera): los organismos de este género se encuentran asociados a cuerpos de agua lóticos con moderada y alta velocidad de la corriente, principalmente en arroyos y ríos grandes, donde suelen agruparse en inmediaciones de la vegetación riparia cercana a las orillas (Matsuda, 1961). Ese taxón fue recientemente redescrito, investigación que, además, permitió citar por primera vez el género en Colombia, mediante dos nuevas especies para la ciencia distribuidas en la región Caribe, el Magdalena medio y la región Pacífica. Es así como el reporte constituye la primera cita de este género para la región Amazónica.

Hydaticus (Coleoptera): se trata de un género cosmopolita que presenta distribución en Argentina, Paraguay, Brasil, Guyana Francesa y Ecuador (Nilsson, 2015). En Colombia, no ha sido citado (Laythorn, 2017), lo que implica que esta sería la primera vez que se reporta para el país.

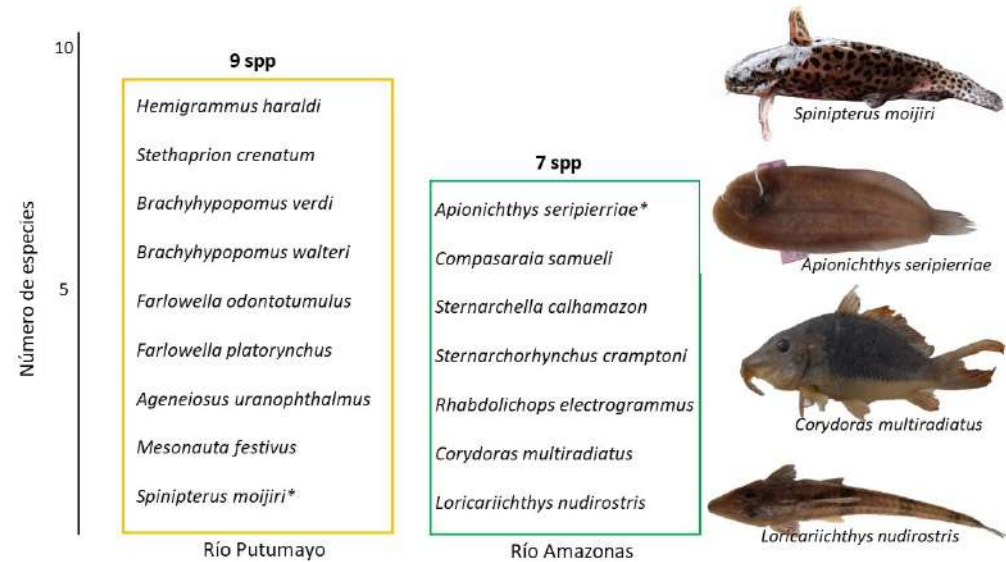
2.2.1.19.3.1 Número de especies de peces acuáticos: 398 especies

Se ingresaron 13.000 ejemplares, agrupados en 1.531 registros catalográficos, correspondientes a las subzonas hidrográficas de los ríos Guayas (Caguán), bajo Caquetá, Ortegua y Pescado (Caquetá), bajo Guaviare (Guaviare), Cará-Paraná, Putumayo bajo, directos

al Putumayo, bajo Vaupés y directos al río Amazonas. Los nuevos ingresos correspondieron a once órdenes, 48 familias y 398 especies

Se realizaron 16 ampliaciones de distribución geográfica para Colombia, dos de ellas a nivel de género: *Spinipterus* y *Apionichthys* (Figura 2.49).

► **Figura 2.49.** Ampliaciones de distribución geográfica para Colombia, a partir del trabajo de 2022



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Por su parte, para la Amazonia colombiana se adicionaron las especies *Engraulisoma taeniatum* (Triportheidae), *Rhamphichthys marmoratus* (Rhamphichthyidae), *Sternarchella orthus* y *Sternarchogiton porcinum* (Apterontidae). En términos de zonas hidrográficas, para el Putumayo se adicionaron 29 especies, una para el departamento del Amazonas y una para el Vaupés. Dichos resultados están relacionados con el mayor esfuerzo de muestreo, gracias a la participación en la Expedición Binacional.

Con la participación de expertos en diferentes grupos taxonómicos, se identificaron seis especies aún no descritas para la ciencia: *Cyphocharax* sp. nv., *Axelrodia* sp. nv., una especie de la subfamilia *Heterocharacinae* sp. nv. y de la familia *Characidae* sp. nv., las cuales muy probablemente representan una nueva descripción a nivel de género. Actualmente, se está adelantando la descripción de *Eigenmannia* sp. nv. (peces eléctricos) y *Cetopsis* sp. nv. (grupo de los bagres) (Figura 2.50).

► **Figura 2.50.** Nuevas especies registradas en 2022 que están en proceso de descripción



Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Izquierda: *Eigenmannia* sp. nv. procedente del Putumayo; derecha: *Cetopsis* sp. nv. recolectada en Vaupés.

Adicionalmente, en la subzona hidrográfica del bajo río Putumayo se recolectaron individuos de las especies *Chrysobrycon mojicae* e *Hyphessobrycon chiribiquete*, las cuales eran consideradas endémicas para el río Amazonas, en el Parque Nacional Natural Amacayacu y en la cuenca media del río Caquetá, respectivamente.

Se recibieron las visitas de los especialistas Kevin Torgersen, experto en Gymnotiformes, quien revisó 130 lotes previamente ingresados a la colección, así como la recolecta de peces de fondo; y Flavio César de Lima, en Characiformes, de la Universidad de Campinas, quien realizó la revisión y corrección taxonómica de 184 lotes de los géneros *Hyphessobrycon* y *Hemigrammus* y la identificación de 474 lotes recolectados, en el marco de la Expedición Binacional; y, finalmente, también de Carlos DoNascimento (Siluriformes), para la revisión de 126 lotes de la Expedición Binacional y 61 ingresados previamente a colección.

Finalmente, en la consolidación de una lista de peces para Amazonia, cabe resaltar el trabajo liderado por el Instituto Sinchi, en colaboración con expertos del área de ictiología de instituciones de educación superior de Colombia y Brasil, para la revisión y generación, por primera vez, de un listado taxonómico de las especies presentes en los sistemas acuáticos del bioma amazónico colombiano, el cual arroja un total de 1.104 especies (Bogotá - Gregory et al., 2022). Bajo ese análisis, se incluyó una actualización de las especies registradas para la cuenca del río Amazonas en Colombia (887 especies). El análisis a nivel de cuenca reflejó la coexistencia de un número considerable de especies (404) que son compartidas entre Amazonas y Orinoco. A la fecha, este es el documento de mayor importancia para la Amazonia colombiana, en donde se analizan patrones de diversidad íctica regional.

2.2.1.20 Presión sobre el ambiente en la Amazonia

Como se ha mencionado, el comportamiento de los recursos naturales son la resultante de las condiciones naturales aunadas a las actividades antrópicas. Para el caso del área hidrográfica de Amazonas, varias de estas actividades son desarrolladas por grupos al margen de la ley y enmarcadas en la ilegalidad, generando impactos ambientales no controlados y generados sin medidas para su prevención, control, mitigación o compensación. En este territorio, dada su riqueza natural, dichas acciones siempre afectan el bosque y el ecosistema amazónico, contribuyendo al incremento de la deforestación, teniendo en cuenta la ampliación de la frontera agrícola tanto de cultivos lícitos (soja y palma) como ilícitos. Para esto, se hace uso del espeso

follaje que mimetiza y oculta estas actividades o, como se mencionó anteriormente, bajo la falsa idea de tener suelos ricos para el sustento de cultivos o follaje, para la ganadería extensiva.

De la misma manera, las actividades mineras destruyen lechos de los ríos, afectando la calidad del agua por arrastre de sedimentos, incremento de conductividad y, por supuesto, el uso de sustancias contaminantes, entre las que se cuenta metales pesados como el mercurio, así como sustancias altamente tóxicas y teratogénicas, utilizado para el desarrollo de la minería de oro.

Los cuerpos de agua incluidos en esta área hidrográfica poseen gran variedad de especies de peces que son objeto de pesca indiscriminada y sin control, para las que no se respetan sus temporadas de estiaje y desove o tamaños mínimos; incluso, en correlación con la actividad minera, permite la bioacumulación de estos elementos en peces consumidos por las comunidades pesqueras.

Al ser este territorio un gran bosque, donde cualquier acción genera impactos ambientales de gran magnitud, no se autoriza la construcción de vías terrestres. Pero, a pesar de ello, son construidas de manera clandestina, para poder desarrollar estas actividades y extraer los materiales, entre los que se cuentan los árboles talados para actividades madereras.

Además de los problemas mencionados, que se sustentan en el desarrollo de actividades ilícitas y la falta de gobernabilidad, está también la imposibilidad de controlar el territorio por parte de las autoridades ambientales, e incluso por la presión que generan los actores que realizan las actividades ilícitas citadas.

De acuerdo con la dinámica de su territorio y las características del área hidrográfica, las autoridades ambientales con jurisdicciones en ella adelantan acciones que se resumen a continuación:

2.2.1.20.1 Acciones de mitigación y adaptación al cambio climático

Corpoamazonia creó el proyecto “Colores”, el cual busca que las comunidades se integren a las cadenas agroforestales de asaí, chontaduro, sacha inchi, café, cacao, caña de azúcar, piscicultura y ecoturismo, incluyendo 27 iniciativas productivas en el Programa de Negocios Verdes, que apuntan a que las comunidades locales, afro, indígenas y campesinas se conviertan en poblaciones promotoras de prácticas de adaptación al cambio climático (Corpoamazonia, 2022c, párrafo. 2).

Como parte de las acciones necesarias para luchar contra el cambio climático, se encuentra el apoyo a esas iniciativas y negocios que incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas, con enfoque de ciclo de vida y que contribuyen con la conservación del ambiente. Se hace referencia aquí a las iniciativas clasificadas como 'negocios verdes'. Así pues, en los departamentos del Guainía, Guaviare y Vaupés, a través de la Ventanilla de Negocios Verdes de la corporación se fortalecen los procesos productivos y empresariales, como los desarrollados en el departamento del Guainía y entre los que se cuentan actividades económicas enfocadas en turismo de naturaleza (ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural), artesanías, transformación de productos amazónicos y negocios para la restauración (Corporación Para El Desarrollo Sostenible Del Norte Y El Oriente Amazónico [CDA], 2022c).

2.2.1.20.2 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

Por su biodiversidad, el área hidrográfica de la Amazonia es objeto de actividades ilícitas de tráfico de especies de fauna y flora. Frente a ello, se requiere tomar acciones para evitar los conflictos entre humanos y especies como los felinos. Por ello, en 2022, Corpoamazonia elaboró la segunda edición de la guía para conocer y convivir con felinos silvestres:

Esta guía, dentro de su contenido, brinda recomendaciones que las personas pueden tener en cuenta en su entorno; principalmente, en fincas, para evitar y prevenir predación de animales domésticos, por parte de estos carnívoros silvestres. Resalta, además, la importancia de convivir con este tipo de animales, y brinda instrucciones sobre cómo actuar en caso de un evento predatorio o avistamiento. Es importante mencionar que, en la Amazonia colombiana, se encuentran reportadas seis (6) de las siete (7) especies de felinos silvestres descritas para Colombia: el Jaguar (*Panthera onca*), el Puma (*Puma concolor*), el Tigrillo (*Leopardus tigrinus*), el Ocelote (*Leopardus pardalis*), el Margay (*Leopardus wiedii*) y el Yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*). Su principal amenaza la constituyen la pérdida de hábitat, y la caza por retaliación al consumo de animales domésticos y el tráfico de sus partes (colmillos, pieles, entre otras). (Corpoamazonia, 2022d, p. 1).

En el departamento del Guaviare, se busca validar la existencia del Corredor Jaguar, consistente en recuperar la conectividad ecológica entre la zona de la Reserva Forestal Protectora Nacional Serranía de La Lindosa – Angosturas II y los parques nacionales naturales Serranía del Chiribiquete, La Macarena, la Reserva Nacional Natural Nukak y la zona de humedales sobre el río Guaviare. En esta área, se ha logrado identificar cinco especies de felinos: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), dos especies de tigrillos (*Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*) y yaguarundi o gato de monte (*Herpailurus yagouarundi*), así como gran diversidad de especies que hacen parte de su dieta. Como parte de las actividades que se desarrollan está el manejo del conflicto generado entre grandes felinos y productores agropecuarios que suele resultar en la muerte de estos felinos silvestres, principalmente del jaguar (CDA, 2022a).

Para brindar atención a animales silvestres que resultan afectados por atropellamientos, en estado de vulnerabilidad, desorientados, entre otras situaciones, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA) brinda atención médica veterinaria o reubica fauna silvestre en su hábitat natural²⁷. Al 2022, recibió y atendió 113 animales silvestres en los departamentos de Guainía, Guaviare y Vaupés (CDA, 2022g).

Otras acciones realizadas por la corporación incluyeron la promoción de la meliponicultura, con comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinas y población en general, en los municipios de Mocoa, Villagarzón y Puerto Guzmán, para el departamento de Putumayo, y los municipios de Santa Rosa y Piamonte, en Cauca, ofreciendo asesoría técnica a meliponicultores. Esta práctica busca la cría de abejas nativas sin aguijón, para favorecer la polinización y, en consecuencia, la seguridad alimentaria y conservación del bosque natural. Sumado a ello, las actividades también arrojaron resultados de investigación como la caracterización e identificación taxonómica de 14 especies de interés para esta práctica como la angelita (*Tetragonisca angustula*), la boca de sappo (*Melipona eburnea cf.*), la abeja real (*Melipona grandis*), el abejorro negro (*Melipona titanea*), y otras especies como *Melipona nebulosa*, *Melipona rufiventris*, *Melipona crinita*, *Tetragona perangulata*, *Nannotrigona sp.* y *Scaptotrigona sp.* (Corpoamazonia, 2022a).

2.2.1.20.3 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo

En los departamentos de Caquetá y Putumayo, la Corporación, con jurisdicción en estos departamentos, llevó a cabo jornadas de recolección en los municipios de Florencia, Mocoa, Puerto Asís, Orito y Valle del Guamuez, actividad articulada con el Minambiente y los programas posconsumo Aprovech, Corporación Campo Limpio, Tierra el Ciclo, Punto Azul, Lumina, EcoCómputo, Pilas con el Ambiente, Recoenergy, Red Verde Colombia y Recopila. Como resultado de la quinta jornada, se logró la recolección de 17.471 kg de residuos como computadores, impresoras, periféricos y baterías de plomo ácido (Corpoamazonia, 2022b, párr. 1).

2.2.1.20.4 Control a la minería ilegal

Como partes de las actividades de seguimiento que se realiza a la minería, se cuenta el seguimiento a los impactos que esta genera en los cuerpos de agua. Como parte de las acciones realizadas por la CDA está el monitoreo del contenido de mercurio y cadmio en sedimentos, plantas y peces recolectados en los ríos Taraira, Atabapo, Inírida, Guainía, Isana y Cuyari. Esto hace parte del proyecto "Fortalecimiento institucional para evaluar las afectaciones ambientales por actividades de explotación de yacimientos mineros en los departamentos de Guainía y Vaupés". La investigación expone el panorama de la situación actual en los departamentos de Guainía y Vaupés en términos de minería, el cual, entre otras cosas, permite identificar que la actividad de explotación ilícita de yacimientos mineros es el único sustento de los habitantes de las comunidades de esta región. Allí se tomaron un total de 410 muestras²⁸ (CDA, 2022b; Párrafo conclusiones). Entre las conclusiones del estudio, se destacan las siguientes:

- La cuantificación de contenido de Hg en muestras de sedimentos recolectados en los ríos Atabapo, Inírida, Taraira, Isana, Cuyari y Guainía evidenció un mayor grado de contaminación en el río Guainía. Con una concentración promedio de 3,576 mg/kg de Hg²⁹.

- El estudio de peces de los seis ríos evidenció un mayor grado de contaminación con Hg en el río Atabapo con una concentración promedio de 0,122 mg Hg/kg.
- La determinación de contenido de Hg en plantas evidenció contaminación de estas en las cercanías al río Isana, con concentraciones 1,533 mg/kg.
- La cuantificación de contenido de Cd³⁰ en muestras de sedimentos recolectados en los ríos Atabapo, Inírida, Taraira, Isana, Cuyari y Guainía evidenció un mayor grado de contaminación en el río Taraira, con una concentración promedio de 0,36 mg/kg de Cd.
- El estudio de peces de los seis ríos evidenció un mayor grado de contaminación con Cd en río Taraira con una concentración promedio de 0,14 mg/kg de Cd.
- La determinación de contenido de Cd en plantas evidenció contaminación de estas en las cercanías al río Isana, con concentraciones 0,59 mg/kg (CDA, 2022b, párrafo conclusiones).

2.2.1.20.5 Acciones de evaluación control y vigilancia

Algunas acciones asociadas al control y la vigilancia se vieron reflejadas en operativos que también son aplicables a puestos de control, durante 2022. Ejemplo de ello es el realizado en Inírida, para controlar una situación de mal manejo de residuos que se presenta en el municipio. Su objetivo fue socializar y aplicar multas a conductores de motos, motocarros y motocargueros que infringen la normatividad asociada al transporte de residuos en vehículos no aptos para el servicio o no autorizados por la Secretaría de Planeación Municipal o, en su defecto, por la empresa prestadora del servicio de aseo en el municipio de Inírida. Esto también incluyó puntos como las sanciones aplicables por sacar los residuos en horarios no establecidos y el uso de plásticos de un solo uso en ecosistemas de importancia ecológica y playas (CDA, 2022d).

²⁸ Para más información sobre los resultados de este estudio, puede dirigirse al portal web de la corporación.

²⁹ Hg: símbolo químico del mercurio.

³⁰ Cd: símbolo químico del cadmio.

²⁷ La CDA cuenta con líneas telefónicas de atención para estos casos: en Guainía, el celular es 3143717167; Guaviare, 3115138804; y Vaupés, 3107869166.

En junio de 2022, la CDA realizó visitas de seguimiento y control a establecimientos de la industria maderera, en el departamento de Guaviare, para verificar que los productos forestales estén amparados por permisos otorgados por la Corporación, como una práctica sostenible de aprovechamiento de los bosques. Esta actividad, desarrollada con el acompañamiento de la Policía Nacional, tuvo como resultado el decomiso de productos maderables a un establecimiento que no contaba con los soportes de tenencia correspondientes (CDA, 2022e). Asociado con estas actividades, la corporación identificó las zonas de mayor aprovechamiento de recursos forestales no maderables y zonas más afectadas ambientalmente en los departamentos de Guainía, Guaviare y Vaupés, para lo cual se realizaron dos talleres comunitarios en los que se realizaron ejercicios de cartografía social y entrevistas (CDA, 2022f).

Otra acción realizada por la CDA fue el sobrevuelo de los resguardos indígenas Llanos del Yarí – Yaguará II, veredas Manavire y La Cristalina, en la franja de amortiguación del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, vía Calamar – Miraflores, y el Resguardo Indígena Nukak y Sabanas de la Fuga, en compañía de delegados de Rainforest Foundation Norway (RFN), Caritas Noruega y la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), áreas estratégicas del departamento de Guaviare. Al respecto, se reportó que:

En el recorrido se lograron evidenciar los mayores focos de deforestación que se presentan en el sector noroccidental del resguardo indígena Llanos del Yarí – Yaguará II, en la parte sur del corregimiento del Capricho, en la Vía Calamar – Miraflores y en el resguardo indígena Nukak, donde se observa que gran parte de las áreas deforestadas están asociadas a ganadería extensiva y a cultivos de coca. (CDA, 2022h, Párrafo. 2).

2.2.1.20.6 Cuantificación de mercurio (Hg) en peces de la Amazonia colombiana

En 2010, el análisis de mercurio (Hg) inició en agua y sedimento sobre algunos ecosistemas acuáticos en la cuenca del río Orteguzza y, en 2013, en los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá, Inírida, Guaviare (San José del Guaviare y en Puerto Inírida específicamente), Atabapo y Orinoco. Dichos análisis presentaron valores menores respecto a las disposiciones legales nacionales e internacionales (aguas superficiales 0,001 mg Hg L-1) (Decreto 1594, 1984).

De igual manera, se viene realizando un monitoreo para cuantificar la presencia de mercurio en músculo

de peces amazónicos en distintos lugares de la región, para lo cual se han colectado especies de interés local, pertenecientes a distintos niveles tróficos: detritívoro, herbívoro, frugívoro y carnívoro. A 2022, los muestreos realizados por el Instituto Sinchi registraron presencia de Hg en varias especies de peces, identificando altas concentraciones en especies de niveles tróficos superiores, peces carnívoros y piscívoros (Agudelo et al., 2019).

Durante 2022, el Instituto Sinchi logró recoger muestras de peces para 23 especies en las localidades de Inírida, Mitú, Guaviare, La Tagua, Leguízamo y Leticia. Algunas de las especies más importantes en la zona de estudio son: palometa (*Mylossoma spp*), bocachico (*Prochilodus nigricans*), corvina (*Plagioscion squamosissimus*), pintadillo (*Pseudoplatystoma punctifer*), *Pseudoplatystoma orinocoense* y pintadillo (*P. metaense*), pirabutón (*Brachyplatystoma vaillantii*), baboso (*Brachyplatystoma platynemum*), dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), apuy (*Brachyplatystoma juruense*), tijereto (*Platymetichthys spp*), barbiplancho (*Pinirampus pirinampu*), mapurito (*Calophysus macropterus*), piraña (*Pygocentrus nattereri*), guaracú (*Leporinus spp*), tucunará (*Cichla spp*), piraña (*Serrasalmus rhombeus*) y dormilón (*Hoplias malabaricus*), entre otras.

La evaluación de mercurio en músculo de peces permitió indicar que es común la afectación por Hg, para especies migratorias pertenecientes a un nivel trófico alto como los bagres del género *Pseudoplatystoma*, *Brachyplatystoma* y *Calophysus*, así como en peces de escama del género *Hoplias*, *Cichla*, *Serrasalmus* e *Hydrolycus*. Pero contrario a lo evaluado en el año 2021, en la muestra realizada para *Hoplias malabaricus* (especie poco migratoria, carnívora y de amplia distribución geográfica en la región), se detectó una mayor afectación por bioacumulación de Hg frente a años anteriores, encontrando que el 62 % de las muestras analizadas para la especie presentaron valores superiores al límite permitido de ($\leq 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$) (WHO, 2008). Los resultados para 2022 ratifican afectación del recurso peces por bioacumulación de mercurio en distintas concentraciones, con valores medios que superan el límite permitido para consumo humano, lo cual representa un riesgo grave, tanto para el ecosistema como para la salud pública de la población residente en la Amazonia. Por ello, es necesario, entre otros, continuar el monitoreo e intensificar la colecta y análisis de muestras a lo largo del régimen hidrológico.

Uso de recursos hidrobiológicos: pesca

El pescado es la principal fuente de proteína de un sinnúmero de poblaciones ribereñas en la Amazonia. Para

el sector de Leguízamo (río Putumayo), se han logrado identificar hasta 77 especies de peces ingeridas. Pero, a pesar de su importancia, varias de las especies consumidas no cuentan con suficiente información biológica y pesquera para establecer su bienestar o estado de amenaza, lo que motiva a mantener seguimiento biológico a los principales peces de la región, ya que son muy pocas las especies que cuentan con tallas de captura reglamentarias en la Amazonia (15 spp). Esta

situación genera un riesgo sobre la totalidad de los recursos que son objeto de aprovechamiento comercial, debido a la inexistencia de normas para su gestión o de puntos de referencia biológica. En la Tabla 2.20, se describe de manera básica el comportamiento de la longitud promedio de captura frente a la talla de captura reglamentaria (TCR) de las especies más capturadas en el sector Leguízamo.

► **Tabla 2.20.** Longitud estándar promedio de algunas especies de peces comercializados para consumo humano en la cuenca media del río Putumayo (Puerto Leguízamo) y en río Amazonas (Leticia), comparados con la TCR. Cifras en rojo indican tamaños por debajo de TCR

Nombre científico	n	Longitud promedio ± D.E	TCR
<i>Pinirampus pirinampu</i>	1233	38,5 ± 4,8	40
<i>Brachyplatystoma juruense</i>	460	55,1 ± 5,3	50
<i>Mylossoma albiscopum</i> (Putumayo)	412	17,3 ± 2,9	24
<i>Mylossoma albiscopum</i> (Amazonas)	1402	10,6 ± 1,5	24
<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	391	63,0 ± 10,2	70
<i>Prochilodus nigricans</i> (Putumayo)	346	22,8 ± 2,9	27
<i>Prochilodus nigricans</i> (Amazonas)	1359	18,1 ± 1,7	27
<i>Brycon amazonicus</i>	329	31,1 ± 5,6	35
<i>Platynematchthys notatus</i>	270	43,1 ± 5,4	Sin TCR
<i>Calophysus macropterus</i>	185	34,3 ± 5,4	32
<i>Brycon melanopterus</i>	168	23,0 ± 1,5	35
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	159	60,7 ± 11,2	80
<i>Hoplias malabaricus</i>	153	26,6 ± 3,6	Sin TCR
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	150	33,5 ± 7,5	32
<i>Cichla monoculus</i>	140	29,1 ± 7,2	25
<i>Potamorhina altamazonica</i>	138	19,7 ± 1,5	Sin TCR
<i>Pellona castelnaeana</i>	116	46,9 ± 10,2	Sin TCR
<i>Semaprochilodus insignis</i>	112	21,5 ± 1,9	14
<i>Leiarius marmoratus</i>	77	50,4 ± 5,3	44
<i>Schizodon fasciatus</i>	76	26,1 ± 3,1	Sin TCR
<i>Piaractus brachypomus</i>	69	52,9 ± 9,7	51

Fuente: Instituto Sinchi (2022).

Nota: las cifras en rojo indican tamaños por debajo de TCR.

Para el río Cuduyarí, en el departamento de Vaupés, las actividades de pesca no solo suplen la mayor parte de la proteína de origen animal que conforman la dieta de los asentamientos humanos en esa microcuenca, sino que también cubren una parte importante ($\pm 50\%$) de la demanda de pescado en el mercado en Mitú. Así las cosas, con apoyo de WCS Colombia, se adelantó un ejercicio piloto para documentar el conocimiento ecológico local asociado a los peces y a la pesca en comunidades indígenas, y se generó una lista de peces a partir del conocimiento local.

Con el ejemplo de Cuduyari, es necesario resaltar que, para regiones en donde hay predominio de sistemas de aguas negras, los productos pesqueros también son de gran importancia y, en algunas ocasiones, la única fuente de proteína animal (Figura 2.51). Por lo tanto, se deben considerar las especies presentes en ambientes de aguas negras en los procesos de planificación regional y nacional, reconociéndose como un recurso natural de alto valor socioambiental y, en esa vía, avanzar hacia un mejor entendimiento de las dinámicas de estas especies de aguas negras, fundamental para su manejo y conservación.

Figura 2.51. Venta de pescado en el puerto de San Victorino (Mitú, Vaupés)



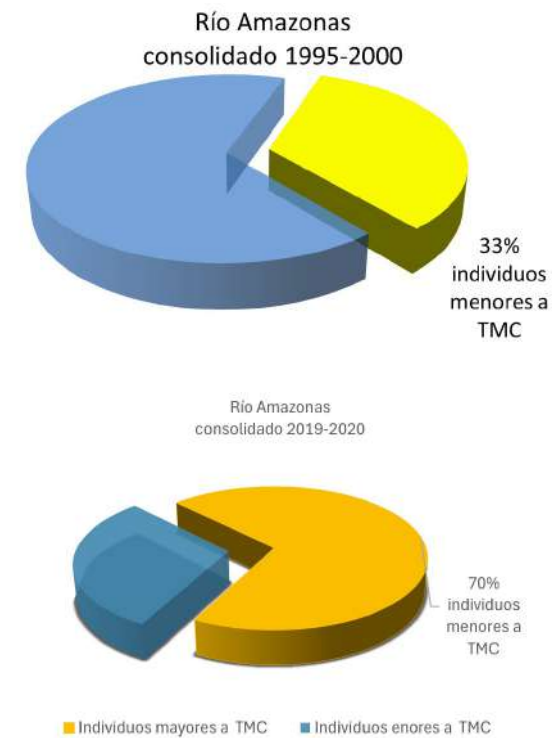
Fuente: Instituto Sinchi (2022).

De otro lado, el trabajo con comunidades locales para caracterizar la pesca de consumo local, monitorear su uso y variables biológicas de algunas de las especies más representativas de esa pesquería para la microcuenca del río Caucaiyá (afluente del río Putumayo) y el sistema lagunar Peregrino (conexo al río Caquetá), permitieron “conocer y entender” la pesca sobre esos sistemas, para recomendar las bases sobre las cuales se pueda orientar un manejo en esos sectores. Ese avance se logró mediante la participación comunitaria, enmarcada en las actividades adelantadas por el Instituto dentro del proyecto GEF “Corazón de la Amazonia”, recomendando que, entre otros, en el corto plazo, se pueda avanzar hacia la precisión de las orientaciones de manejo para cada caso, en pro de implementar esas disposiciones con prontitud. Esto, no solo porque los peces representan una fuente importante para la subsistencia, sino que son atributos ecológicos clave que deben ser salvaguardados, en términos de biodiversidad acuática, relaciones tróficas y conectividad.

Por otra parte, se adelantó la novena revisión del indicador de captura de peces comerciales (IDTm) en Amazonia, por debajo de las tallas reglamentarias (Instituto Sinchi, 2022h)³¹. Los resultados del indicador examinan la evolución de tamaños de las principales especies de bagres para dos cuencas: Amazonas y Putumayo.

Para el río Amazonas, desde la línea base constituida en el año 2000 hasta la novena actualización del indicador (datos 2019-2020), se mantuvo una evolución global negativa en un orden del 70 % del volumen de pescado evaluado por debajo de los tamaños reglamentarios (Gráfica 2.40). El indicador, que se calcula para bagres, presenta un comportamiento alarmante para varias de especies y particularmente muestra la recurrencia de la pesca por debajo de talla reglamentaria en pintadillos (*Pseudoplatystoma* spp), lechero (*Brachyplatystoma filamentosum*), dorado (*B. rousseauxii*), baboso (*B. platynemum*) y amarillo (*Zungaro zungaro*), lo que deja en evidencia que se da una sobrepesca por crecimiento en varias especies de bagres.

Gráfica 2.40. Línea base sobre el consolidado de tamaños de captura reglamentaria de peces comerciales en río Amazonas registrado para el año 2000 y su comparación con el consolidado a 2020



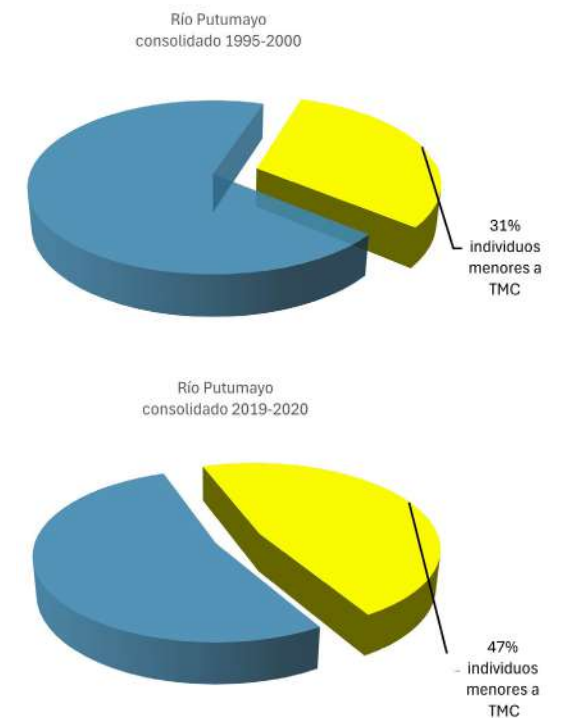
Fuente: Instituto Sinchi (2022)

La Gráfica 2.38 corresponde a la línea base sobre el consolidado de tamaños de captura reglamentaria de peces comerciales en el río Amazonas registrado para el año 2000, y su comparación con el consolidado a 2020. Allí se evidencia un incremento en el porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla media de captura.

Para la cuenca del río Putumayo, desde la línea base constituida en el año 2000 hasta la novena actualización del indicador (datos 2019-2020), se mantuvo una evolución global negativa en una cifra que se encuentra por debajo del 50 % del volumen de pescado evaluado frente a los tamaños reglamentarios (Gráfica 2.41). El indicador calculado para bagres presenta un comportamiento de riesgo medio a lo largo del periodo monitoreado (2000-2020), pero es preocupante para varias especies, particularmente muestra la recurrencia de la pesca por debajo de talla reglamentaria en pintadillo rayado en un alto porcentaje, como también un avance negativo para guacamayo (*Phractocephalus hemiolepterus*), simí (*Calophysus macropterus*) y barbachato (*Pinirampus pirinampu*), haciendo la acla-

ración que simí es una especie que, en la actualidad, se encuentra vedada por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP).

Gráfica 2.41. Línea base sobre el consolidado de tamaños de captura reglamentaria de peces comerciales en río Putumayo registrado para el año 2000 y su comparación con el consolidado a 2020



Fuente: Instituto Sinchi (2022)

La Gráfica 2.41 responde a la línea base sobre el consolidado de tamaños de captura reglamentaria de peces comerciales en el río Putumayo registrado para el año 2000, y su comparación con el consolidado a 2020. Se observa el porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla media de captura.

Para el bienio analizado mediante el IDTm, se concluye que continúa un estado de explotación con sobrepesca por crecimiento, especialmente para aquellas especies cuyos valores de riesgo están por encima del 75 %. Aquí, se resaltan las alarmas para baboso (*Brachyplatystoma platynemum*), lechero (*B. filamentosum*), amarillo (*Zungaro zungaro*), dorado (*B. rousseauxii*) y pintadillos (*Pseudoplatystoma punctifer* y *P. tigrinum*) en el río Amazonas, como para pintadillo rayado y guacamayo (*Phractocephalus hemiolepterus*) en el río Putumayo.

³¹ El contexto, la metodología y las evaluaciones realizadas previamente pueden ser consultadas en el portal del Instituto Sinchi (Instituto Sinchi, 2022h).

Estos inconvenientes invitan a una revisión y actualización de la normatividad pesquera en la Amazonia, teniendo presente un enfoque precautorio y una activa participación de los actores de la pesca, como ha sido recomendado para la toda la Amazonia por Agudelo et al. (2012) y, en un contexto nacional, por Narváez et al. (2013).

Igualmente, el grupo de ecosistemas acuáticos considera pertinente revisar por parte de las autoridades pesqueras y ambientales, que se pueda establecer la veda para los grandes bagres del género *Brachyplatystoma* (*B. rousseauxii* y *B. filamentosum*), debido a la reducción de su biomasa desovante durante los últimos años, lo cual se ha hecho notorio en la disminución de los desembarcos en los puertos colombianos de los ríos Amazonas y Putumayo. Con ello, se busca evitar el colapso de las especies y de su pesquería, al menos para el río Putumayo, ya que reviste un importante eslabón económico y social en toda la cuenca amazónica. Igualmente, se debe tomar una medida similar para los bagres del género *Pseudoplatystoma* (*P. punctifer* y *P. tigrinum*), pues hay una reiteración de captura y comercialización de estas especies a tamaños muy por debajo de la longitud de captura permitida.

Es necesario poder avanzar en evaluaciones biológicas multitemporales que permitan determinar la longitud de madurez sexual (TMM) de una gran parte de las especies que están siendo utilizadas dentro de la economía pesquera, para, con ello, establecer las tallas de captura reglamentaria (TCR). Igualmente, es importante actualizar las TMC por cuenca hidrográfica y precisar la identificación taxonómica de las especies, para poder proponer e implementar estrategias de manejo y monitoreo de los recursos objeto de aprovechamiento comercial.

Como parte de los logros de 2022 asociado a pesquerías amazónicas, se alcanzó la formación a nivel de maestría en Pesquerías Tropicales del investigador César Augusto Bonilla Castillo, cuyo trabajo de grado fue destacado con calificación meritoria por parte de la Universidad del Magdalena.

2.2.1.20.7 Ciudades amazónicas

Durante el segundo semestre de 2022, el Instituto Sinchi priorizó el trabajo en las ciudades de Leticia (Amazonas) y San José del Guaviare (Guaviare). Según los resultados de las comisiones realizadas en cada ciudad para la verificación de condiciones ambientales, sociales e institucionales, se propuso un trabajo en conjunto con las respectivas oficinas de Planeación Municipal, para la organización de los talleres con participación

ciudadana “Acciones para la Gestión de Servicios Ecosistémicos Urbanos (SEU) en la planificación urbana”. Dichos talleres tuvieron como objetivo generar material descriptivo y cartográfico que permitiera la identificación y priorización de zonas urbanas en donde se deben fortalecer o crear Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN). Para cada ciudad, se diseñaron herramientas metodológicas con enfoque de investigación acción participativa (IAP), implementadas en los talleres, los cuales incluyeron cuatro grupos focales en cada municipio, uno por cada tipo de actor (instituciones, organizaciones sociales y de la sociedad civil, comunidades étnicas y academia [colegios]).

2.2.1.20.7.1 Conocimiento local, diálogo de saberes y gobernanza transformativa para la gestión del territorio con pueblos indígenas en la Amazonia colombiana

Dada la relevancia y el riesgo por degradación y pérdida de los valores culturales de pueblos indígenas por el contacto con la sociedad mayoritaria, para el Instituto Sinchi es fundamental propiciar escenarios que permitan definir e implementar estrategias que salvaguarden los conocimientos tradicionales, de tal forma que las nuevas generaciones cuenten con insumos donde puedan consultar y recuperar sus saberes. El propósito, justamente, es que tengan estos saberes sistematizados y recolectados con los avales de sus portadores, para que estas culturas cuenten con herramientas que mantengan vivos sus saberes, transmitiéndose a las nuevas generaciones. Es así como, al final de 2022, se logró generar información sobre cosmovisiones o formas de concebir el mundo y las relaciones que se establecen entre el ser humano, la sociedad y el mundo natural y el espiritual para las etnias amazónicas uitoto de habla (m+n+ka) bora, okaina, muinane, bará, desano, tatuyo y tucano. Este proceco dejó los siguientes resultados concretos:

- **Investigación participativa:** se propició la participación de ocho (8) sabedores indígenas de las etnias ya mencionadas, como poseedores de los saberes requeridos, considerando que existen conocimientos que son reservados para manejo propio, lo cual conllevó al establecimiento de un protocolo básico para el acceso a este tipo de información.
- **Percepciones culturales del origen del mundo y del hombre:** se obtuvo la descripción de las percepciones culturales del principio de la vida que contempla la creación del mundo, la naturaleza y su ordenamiento en la perspectiva de beneficio para la humanidad; humanidad para la cual

también se realiza la descripción de su creación y responsabilidades frente a la armonía del mundo.

- **Elementos fundamentales del mundo:** se identificaron los distintos elementos que componen la naturaleza que, para las etnias trabajas, poseen gran similitud, en la medida en que mencionan los mismos elementos, con una que otra diferencia, principalmente el subsuelo, la humanidad, los animales acuáticos, los animales terrestres y las plantas.
- **Aproximación al ordenamiento cultural de las plantas y los animales:** se logró una aproximación a la clasificación de las plantas, desde el concepto cultural, donde se identificó principalmente que existen dos grandes clasificaciones: las plantas de monte o silvestres, y las plantas de cultivo o de las chagras, con subclasificaciones determinadas por su uso (maderables, frutales, medicinales, de uso doméstico y las propiamente alimenticias, que son cultivadas). Para caso de los animales, se estableció que existe un primer orden determinado por el hábitat (terrestre y acuáticos, o que tienen relación con el agua). Además, existen subclasificaciones, según sus hábitos de vida, para el caso de los terrestres.
- **Descripción de las estrategias para el relacionamiento con la naturaleza:** se establecieron las estrategias utilizadas en el relacionamiento del ser humano con la naturaleza, a partir del diálogo espiritual con los dueños de la naturaleza, principalmente con los animales que son los causantes de las principales problemáticas. Asimismo, se identifica los bailes como el mecanismo primordial para mantener el equilibrio en la naturaleza.
- **Documentos técnicos:** con fines editoriales para publicación, la información generada fue compilada en ocho documentos como base para iniciar una colección denominada “Sociedad y Cosmovisión: Un acercamiento a las estructuras del conocimiento tradicional sobre la naturaleza”, para cada grupo étnico que sea abordado.

Así pues, se llevó a cabo la Agenda Intersectorial de Diálogo Ambiental (AIDA), en el municipio de Inírida, Guainía, el 18 de noviembre de 2022. Se elaboró el documento científico “Diagnóstico de proyectos REDD+ en la Amazonia colombiana”, con recomendaciones para la institucionalidad.

En 2022, se amplió la línea base de los indicadores de bienestar humano indígena, en Vaupés y Guainía, y su monitoreo en el departamento de Amazonas. Adicionalmente, a través de investigación propia, se han

generado ocho documentos de conocimientos ancestrales en relación a la biodiversidad; también una guía de protección de los conocimientos tradicionales, así como 31 fichas de inventarios de conocimientos tradicionales. Asimismo, se apoyó a mujeres y madres de familia en la implementación de un jardín etnobotánico en el municipio de Mitú; y se generó, a través de la participación comunitaria, un primer documento y cartografía del ordenamiento territorial ambiental de la Asociación de Autoridades Tradicionales Aledañas a la Carretera (AATAC) Mitú.

Considerando la realización de un Inventario de Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI) como un proceso participativo y de empoderamiento de las comunidades de su patrimonio cultural, el Instituto Sinchi realizó el levantamiento de información con personas seleccionadas por cada pueblo. Al proceso se vincularon seis sabedores locales y seis dinamizadores, quienes, a partir del fortalecimiento de capacidades, generaron la información como una actividad de investigación propia. El proceso realizado con pueblos indígenas de La Chorrera, Puerto Arica y Mitú, permitió la identificación y caracterización de 31 manifestaciones culturales, en fichas técnicas. Tales fichas dan cuenta de las historias origen, que dan sentido a su existencia como pueblos; y de los bailes y prácticas rituales, a partir de las cuales se renuevan las relaciones con los seres de la naturaleza y se garantiza el bienestar de sus comunidades y la sostenibilidad de sus territorios.

El Instituto Sinchi, en los departamentos de Guainía, Amazonas y Vaupés adelanta la caracterización cultural e integral del sistema productivo tradicional indígena, denominado chagra o conuco. Esta investigación se desarrolla con la participación de coinvestigadoras y coinvestigadores locales indígenas, quienes, previa capacitación, implementan en sus chagras o conucos la caracterización integral de este sistema productivo sostenible, evaluando diferentes componentes como diversidad vegetal establecida, fauna asociada, manejo y rendimientos productivo y adaptación climática. Este trabajo avanza en los departamentos Vaupés, Amazonas y Guainía, de la siguiente manera:

- En Amazonas, Guainía y Vaupés, se ha evaluado el componente socioespacial de la chagra, en donde se realiza una descripción de la chagra desde las características físicas del terreno y su relación con el contexto social. De esta manera, se han descrito los tipos de suelo y los paisajes identificados para el establecimiento de los sistemas productivos. Han sido cuantificadas y caracterizadas la diversidad de especies y/o variedades vegetales presentes en las chagras, épocas de siembra, abundancia, frecuencia y uso. De la misma manera, se han

descrito las especies y partes más usadas, productos obtenidos de estas y el destino que cada familia hace del recurso.

Asimismo, se identificó el componente de la fauna asociada y sus nombres en lengua, evaluando la frecuencia de observación y la temporalidad.

2.2.1.20.7.2 Ciencia para el cambio climático en la Amazonia colombiana – parcelas permanentes

A partir del establecimiento y monitoreo de las parcelas permanentes y del trabajo conjunto entre varias entidades interesadas en entender los patrones de distribución de las especies y la dinámica de los bosques en toda la Amazonia, el Instituto Sinchi ha avanzado en el conocimiento del comportamiento de los bosques amazónicos, los principales resultados del 2022 son:

- **Frente a los síndromes de dispersión:** en 2022, se aunaron esfuerzos con entidades nacionales e internacionales para comprender la distribución geográfica de los síndromes de dispersión más comunes en los árboles de la Amazonia (endozocoria, sinzocoria, anemócora e hidrocoria) (Correa et al., 2022). Se examinó si la abundancia proporcional de estos síndromes de dispersión, podría explicarse por la disponibilidad de agentes de dispersión (hipótesis de disponibilidad de dispersores) y / o la disponibilidad de recursos para construir frutos dispersados por animales (zoocoria) (hipótesis de disponibilidad de recursos). Encontramos que el síndrome de dispersión por aire (anemocoria) se asoció significativa y positivamente con la velocidad media anual del viento, mientras que la dispersión por agua (hidrocoria) fue significativamente mayor en los bosques inundables, lo que demuestra la adaptación a estos ambientes. Los síndromes de dispersión no presentaron asociaciones significativas con la disponibilidad de recursos para la construcción de frutos dispersados por animales. En contraste en los bosques de tierra firme se encontró una menor disimilitud en los síndromes de dispersión, como resultado de un mayor predominio de las especies adaptadas a que sus frutos sean consumidos y dispersados por animales (endozoocoria). La disponibilidad de recursos para la construcción de frutos zoocorosos parece una explicación poco probable para la distribución de los modos de dispersión en la Amazonia. La asociación entre los frugívoros y la abundancia proporcional de los dispersados por animales requiere más investigación, ya que el reclutamiento de árboles no solo depende de los vectores de dispersión (Correa et al., 2022).

- **Frente a las respuestas fisiológicas de los árboles:** las respuestas de los bosques tropicales a la variación en la disponibilidad de agua son fundamentales para comprender y predecir los efectos del cambio climático. Tales respuestas dependen, en gran medida, de la variación de rasgos funcionales entre los árboles. Por ello, se indagó acerca de la variación en 18 rasgos funcionales de ramas, hojas y estomas, en donde se evaluó la variación interespecífica (variaciones entre especies) e intraespecífica (variaciones entre individuos de la misma especie), para 72 especies de árboles dominantes, a lo largo de un gradiente topográfico local de un bosque amazónico de tierra firme. Se probaron las relaciones de rasgos con el tamaño del árbol, la elevación y las asociaciones topográficas de las especies (Zuleta et al., 2022). Al respecto, se encontró que la variación de los rasgos intraespecíficos (variaciones entre especies) fue sustancial y superó la variación interespecífica en diez de 18 rasgos; y que las respuestas a las sequías afectan diferencialmente entre las clases de tamaño de los árboles.

- **Frente a la diversidad y composición:** la composición de las especies de árboles cambió a lo largo de los gradientes hidrológicos locales del suelo en la Amazonia centro-oriental, occidental y meridional, y esos cambios se correlacionaron con cambios en la densidad media de madera de las parcelas. Los resultados sugieren que los gradientes hidrológicos locales filtran especies, influyendo en la diversidad y composición de los bosques amazónicos. En general, este estudio muestra que el efecto de las condiciones hidrológicas locales es generalizado, se extiende sobre amplias regiones amazónicas, y refuerza la importancia de tener en cuenta la topografía y la hidrología locales para comprender mejor la probable respuesta y resiliencia de los bosques al aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos y el aumento de las temperaturas (Marca-Zevallos et al., 2022).

2.2.1.20.7.3 Formulación del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del departamento del Guainía (2022 -2052)

En 2022, el Instituto Sinchi, en convenio con la CDA, formuló el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del departamento del Guainía (2022 -2052). Este plan recoge los sentires, conocimientos, experiencias y proyección de los pueblos indígenas, comunidades campesinas, mujeres, jóvenes y representantes de las autoridades territoriales, sectores

económicos, institucionales, académicos y ambientales del departamento. Así pues, dicho instrumento constituye una ruta a 30 años, donde se consolidan las acciones que permitirán mejorar las capacidades de adaptación y resiliencia socioecológica del departamento, haciendo posible la supervivencia de los pueblos y diversidades amazónicas del Guainía, bajo escenarios de variabilidad y cambio climático.

El plan cuenta con las acciones para responder a temas de gobernanza climática, agua, selvas y diversidad biocultural, alimentación y salud, asentamientos resilientes y economías propias y sustentables, y se contemplan medidas para contrarrestar la minería ilegal. Entre las acciones, se destaca el fortalecimiento socioinstitucional para la acción climática territorial, la restauración multifuncional y la gestión comunitaria de los bosques y los ecosistemas del agua, la investigación local para la acción climática, el fortalecimiento de prácticas asociadas a conuco y la generación de redes agroalimentarias resilientes, la producción agroecológica y forestal, los incentivos a las economías basadas en la naturaleza, la gestión del riesgo a la variabilidad y el cambio climático, entre otras.

Fortaleciendo las capacidades territoriales para apoyar innovaciones en agroecología, pesca artesanal responsable y bioeconomía circular para la adaptación y mitigación al cambio climático en zonas costeras y fronteras forestales en Colombia (Abrigue)

Abrigue es una alianza intersectorial conformada por Minambietne, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (Cirad). Está enfocada en el desarrollo de una acción de investigación, el marco de la iniciativa *Development Smart Innovación through Research in Agriculture* (DeSIRA, por su sigla en inglés), cuyo objetivo es fortalecer las capacidades para el desarrollo e implementación de innovaciones en agroecología y bioeconomía en los territorios de frontera forestal, con el fin de mejorar la calidad de vida, la seguridad alimentaria y reducir emisiones, que le permitan a Colombia cumplir con las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC, por su sigla en inglés) del Acuerdo de París.

La alianza Abrigue trabaja sobre cinco hipótesis para contribuir a alcanzar las NDC propuestas por Colombia, en términos de reducción de emisiones de GEI en zonas de frontera forestal y marina. Se encuentra en la fase de implementación de prácticas agroecológi-

cas en fincas, para lograr la meta de 913 beneficiarios adoptando innovaciones AEBE (1682 en Caquetá, 1000 en Meta y 1500 en Chocó). En cada plataforma, se establecen fincas piloto, donde se evalúa y monitorea el grado en que el sistema productivo transita hacia sistema agroalimentario y el impacto en la reducción de GEI. En Meta y Caquetá, se cuenta con la línea base ambiental y socioeconómica inicial para monitorear las transiciones.

2.2.1.20.7.4 Bioeconomía

La demanda creciente de productos naturales a nivel global es una oportunidad de desarrollos en bioeconomía para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, en aplicaciones diversas como alimentos, nutracéuticos, cosmética y aseo. En consecuencia, el Instituto Sinchi generó seis agendas para adelantar actividades conjuntas en los departamentos de Caquetá, Guaviare, Putumayo, Amazonas, Guainía y Vaupés, enfocadas en trabajar colectivamente con las comunidades y actores locales, para que, además, las decisiones de los desarrollos provengan de sus análisis y definición de rutas a seguir, según sus intereses, capacidades y conveniencia, teniendo en cuenta limitaciones y oportunidades del territorio y sus pobladores (Instituto Sinchi, 2023a).

2.2.2 Magdalena-Cauca

El área hidrográfica Magdalena-Cauca tiene una superficie de 271.807 km², que corresponden al 24 % del territorio colombiano. Se conforma por las zonas hidrográficas del Alto Magdalena, Saldaña, Medio Magdalena, Sogamoso, Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, Cauca, Nechí, Cesar y Bajo Magdalena. Geográficamente, se encuentra enmarcada por el sistema montañoso de la cordillera de los Andes en Colombia: Oriental, Central y Occidental) (Ideam, 2022o).

Esta área hidrográfica se configura por la importancia socioeconómica, debido a que en ella se ubican algunas de las principales ciudades del país y los departamentos de Antioquia, Atlántico, Boyacá, Caldas, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre y Tolima). No obstante, teniendo en cuenta que las áreas hidrográficas incluyen cuerpos de agua que tributan desde otras divisiones políticas, se deben incluir los departamentos de Norte de Santander, La Guajira, Valle del Cauca, Cauca, Bolívar, Córdoba, Chocó, Caquetá, Casanare y Meta, aun cuando estos territorios aportan, en mayor medida, a otras áreas hidrográficas. En consecuencia, Magdalena-Cauca es

el área hidrográfica con mayor densidad poblacional y desarrollo de actividades económicas.

Por su ubicación, esta área hidrográfica abarca el principal sistema montañoso andino y, en la parte baja del río Magdalena, importantes sistemas cenagosos, entre los que se incluye la Ciénaga Grande de Santa Marta y la Ciénaga de Zapatosa (Ideam, 2014; 2015). En esta área hidrográfica, también se encuentran los picos nevados que aún existen, a pesar del cambio climático, con excepción de la Sierra Nevada de Santa Marta, ubicada en el área hidrográfica Caribe. El volcán Nevado del Ruiz, localizado entre los departamentos de Tolima y Caldas; el volcán Nevado de Santa Isabel, entre los departamentos de Caldas, Risaralda y Tolima; el

volcán Nevado del Tolima, en Tolima; la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán, entre Boyacá, Casanare y Arauca; y el volcán Nevado del Huila, compartido entre Cauca, Huila y Tolima. (Ideam, 2023e).

2.2.2.1 Comportamiento climático

El comportamiento climático para esta área hidrográfica estuvo directamente relacionado y afectado por las altas precipitaciones, asociadas al fenómeno de La Niña durante la mayor parte de 2022, con valores de precipitación en la categoría 'muy por encima de lo normal', principalmente en los meses de febrero, marzo, junio y julio, como se describe en la Tabla 2.21:

► **Tabla 2.21.**
Precipitaciones en la cuenca Magdalena-Cauca en 2022

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022	
Mosaico del Índice de precipitación mensual durante 2022	
Enero	
<ul style="list-style-type: none"> - A pesar de tener condiciones secas en la mayoría del país, se registraron excesos de precipitación en la región Andina principalmente. - No obstante lo anterior, las lluvias 'muy por debajo' se destacaron en sectores de Antioquia, Santander, Boyacá y Cundinamarca. - Los rangos 'por encima' y 'muy por encima de lo normal' se concentraron en sectores del centro y occidente de la región Andina, Cauca, Huila, norte del Tolima en límites con Cundinamarca, incluido Bogotá, D. C., Risaralda, Quindío, zona suroriental de Antioquia y puntos específicos de Sucre y Cesar. 	
Febrero	
<ul style="list-style-type: none"> - Por la entrada de humedad desde la Amazonia, coincidiendo también con un incremento en la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS), se presentó un incremento de lluvias, generando anomalías por encima de lo normal, en algunas zonas de las región Andina. - Presencia de cuatro frentes fríos en el Atlántico, lo cual está por debajo de lo esperado para el mes de febrero (seis frentes fríos). - La categoría 'por debajo de lo normal' se concentró en áreas de Magdalena, Cesar, Antioquia y los santanderes. - Las categorías 'por encima' y 'muy por encima de lo normal', se observaron en la mayor parte de la región Andina (Cauca, Huila, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas, Quindío, Cundinamarca, Boyacá, el suroccidente de Antioquia y partes de Magdalena, Bolívar y Sucre. Asociado a valores de lluvia de entre 8 y 20 días del mes y anomalías del número de días de lluvia, entre 3 y >6 días en los departamentos señalados, con excepción de la parte norte de Antioquia, Sucre, Bolívar, Magdalena y Atlántico, con valores normales de lluvia entre 0 y 8 días del mes. 	
Marzo	
<ul style="list-style-type: none"> - Se destacaron las lluvias en la categoría por encima de lo normal. - La condición por debajo de lo normal se presentaron en el occidente de Valle del Cauca y Cauca. - La predominancia la dio las categorías por encima y muy por encima de lo normal en la región Andina específicamente Cauca, Huila, Tolima, Valle del Cauca, Risaralda, caldas, Antioquia y Sucre, con valores de precipitaciones entre 300 y 400mm, es decir valores del índice de precipitación mensual > 160 %. - Los días de lluvia estuvieron en valores de entre 12 y 16 días de lluvia es decir entre 3 y >6 días de lluvias mayores a los normales del mes. 	

Abril	
<ul style="list-style-type: none"> - Se destacaron las lluvias por encima de lo normal en sectores del centro de la región Andina. - Teniendo en cuenta que la característica del mes de Abril es de predominancia lluviosa los valores presentados de precipitaciones fueron por encima de lo normal principalmente en Tolima, Valle del Cauca, Caldas, Quindío, Antioquia y Bolívar. Pero hubo valores muy por encima de lo normal en Cundinamarca, Antioquia, Sucre, Bolívar, Córdoba, Atlántico y Magdalena. Frente a los días de lluvia para los Departamentos mencionados en especial los ubicados al norte del país fueron días de entre 4 y 8 días de lluvia y que corresponden a una anomalía mensual entre 3 y 6 días. - No obstante lo anterior, la categoría por debajo de lo normal se presentó en el Huila. 	
Mayo	
<ul style="list-style-type: none"> - En el área hidrográfica Magdalena-Cauca, las precipitaciones tuvieron tendencia de normalidad y, en algunas zonas ubicadas en Valle del Cauca, Caldas, centro de Antioquia, Magdalena y norte de Cesar, se presentaron condiciones de precipitación 'por debajo de lo normal', con disminuciones entre -3 y -6 días en el número de días de lluvias. - La situación descrita obedece a que durante mayo, se mantuvieron débiles los vientos alisios característicos de un fenómeno La Niña. También se relaciona al ingreso de humedad desde el suroriente del continente suramericano y con los efectos de hondas tropicales, las cuales aumentaron las lluvias en la categoría 'muy por encima de lo normal'. - La Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), en el océano Pacífico, se observó alejada del país, entre las latitudes 7°N – 10°N. Lo que se mantuvo activo en nuestra zona fue una vaguada superficial (monzónica). 	
Junio	
<ul style="list-style-type: none"> - Fue un mes con excesos de precipitación en sectores dispersos del norte de la región Andina. - La categoría 'por encima de lo normal' se registró en sectores de la región Andina. Las lluvias 'muy por encima de los valores medios' se observaron en zonas de la región Andina, con valores de precipitación entre 200 mm y 400 mm, y un índice de precipitación mensual de >160 %, con anomalías en días de lluvias >=6 días, principalmente en Cauca, Valle del Cauca, Tolima, Quindío, Risaralda, Caldas, sur de Antioquia, Bolívar, Magdalena, Cesar, Boyacá, Santander y Cundinamarca. - A pesar de lo anterior, se presentaron valores del rango 'por debajo de lo normal' concentrados en áreas de Antioquia y Cauca. 	
Julio	
<ul style="list-style-type: none"> - La categoría 'por encima de lo normal' se observó en el norte de la región Andina. Las lluvias 'muy por encima de lo normal' predominaron en el centro y sur de la región Andina, en mayor medida en el departamento del Cauca. 	
Agosto	
<ul style="list-style-type: none"> - El rango 'por debajo de lo normal' se destacó en sectores de menor extensión ubicados en Tolima, Huila y Cauca. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se registraron en zonas del centro y norte de la región Andina. - La categoría 'muy por encima de lo normal' predominó en pequeñas áreas de la región Andina, en Tolima, Quindío, Caldas y zonas de Antioquia y Cesar. 	
Septiembre	
<ul style="list-style-type: none"> - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en sectores del centro y oriente de la región Andina. - Valores de precipitación 'muy por encima de lo normal' predominaron en áreas de Atlántico, Magdalena, Cesar, Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Huila y Meta. 	
Octubre	
<ul style="list-style-type: none"> - Este mes se caracterizó por presentar importantes volúmenes de lluvia en el país, especialmente en el sur y oeste de la región Andina. Allí se superaron los promedios en más del 80 %. Por el contrario, se observó déficit de lluvia hasta en un 60 % en sectores de Antioquia. - Se presentaron valores 'muy por encima de lo normal' en los departamentos de Cauca y Huila, y valores 'por encima de lo normal' en la mayor parte del área hidrográfica, con excepción de los departamentos de Antioquia, Risaralda, Caldas y zonas de Santander. - Frente a anomalías del número de días de lluvia, la tendencia en el área hidrográfica fue de normalidad, con algunas anomalías positivas de 3 y 6 días en Cauca, Huila, Magdalena y Cesar. Por el contrario, en sectores puntualizados de Antioquia, Cauca, Santander, Cundinamarca y Tolima se dieron variaciones negativas de entre -3 a -6 y -6 a -9 días. 	

Noviembre
- En el territorio nacional, se destacaron las lluvias 'por encima de los promedios'.
- La categoría 'por debajo de lo normal' se registró en áreas de menor extensión, ubicadas en Santander y Huila.
- Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en departamentos de Bolívar, Sucre, Antioquia, Caldas, Quindío, Valle del Cauca y norte del departamento del Cauca.
- Precipitaciones 'muy por encima de lo normal' se presentaron en el nororiente de la región Andina.
- Frente al número de días de lluvia, se reportaron anomalías negativas en Cauca, y anomalías positivas en el centro y norte de la región Andina.
Diciembre
- En el territorio nacional, predominaron las precipitaciones en la categoría 'por debajo de lo habitual'.
- Lluvias 'muy por debajo de lo normal' se presentaron en los departamentos de Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, noreste de Antioquia y Santander, con valores de precipitaciones entre 0 mm y 50 mm.
- Lluvias 'por debajo de lo normal' se observaron en el norte y oriente de la región Andina.
- Con respecto al número de días de lluvias, la tendencia fue normal. No obstante, se presentaron anomalías negativas en áreas del norte y oriente de la región Andina, noreste de Antioquia, sur de Bolívar y Santander, con valores de entre -3 y -6 días, e incluso áreas específicas con valores de entre -6 y -9 días.
- Asimismo, se presentaron anomalías positivas en Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, con valores entre 3 y 6 días o > 6 días de variación frente a los valores normales.

Fuente: Ideam (2022b-m).

► **Tabla 2.22.**
Temperatura en el área hidrográfica Magdalena-Cauca 2022

Comportamiento temperatura mensual en 2022
Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022
Enero
Temperatura mínima: las anomalías positivas se presentaron en Cundinamarca, Cesar, Magdalena, Atlántico y norte de Bolívar, con valores entre +1,5 °C y >=2,0 °C. Y anomalías negativas en Cesar, Antioquia y Tolima, con valores entre -1 °C y >-2°C.
Temperatura media: anomalías positivas entre +0,5 °C y 1,0 °C en Boyacá, Cundinamarca y zonas específicas de Córdoba, Cesar y Cauca. Anomalías negativas en zonas específicas de Cesar, Antioquia y Tolima.
Temperatura máxima: las anomalías negativas (-0,5 °C y -1,5 °C) se observaron en el centro de la región Andina, principalmente en Tolima.
Febrero
Las condiciones generales de la temperatura en el mes de febrero, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, presentaron tendencia a anomalías negativas, sobre todo en Huila, Tolima, Valle del Cauca, Caldas, Risaralda, Quindío y el sur de Antioquia, con valores entre -0,5 °C y -2,0 °C.
Marzo
Las condiciones de temperatura se dieron, en su mayoría, en condiciones normales. Sin embargo, la temperatura presentó valores con anomalías negativas entre -0,5 °C y -1,5 °C en la temperatura media y máxima, principalmente en Tolima.
Abril
La temperatura en el área hidrográfica Magdalena-Cauca reveló valores con tendencia a la normalidad y una particularidad en la temperatura máxima, con anomalía negativa entre -0,5 °C y -2,0 °C, en los departamentos de Sucre, Bolívar, Magdalena, Atlántico y la parte norte de Cesar.

Mayo
Se presentaron características tendientes a la normalidad, con excepción del departamento de Antioquia, donde se dieron anomalías positivas en la temperatura máxima (0,5 °C – 1,0°C) y mínima (0,5 °C – 1,0 °C), en el norte de Antioquia, Córdoba, Magdalena y Cesar.
Junio
Temperatura mínima: las anomalías positivas se destacaron en áreas de Magdalena, Bolívar, Córdoba, Antioquia (en menor medida), Santander, Boyacá, Cundinamarca y Tolima, con valores entre -0,5 °C y <-2,0 °C. Las anomalías negativas se presentaron en áreas puntuales distribuidas sobre la región Andina.
Temperatura media: se presentaron valores entre las diferentes categorías. Las anomalías positivas que oscilaron entre 0,5 °C y 2,0 °C, se destacaron en sectores de Boyacá y Cundinamarca, así como en áreas de menor extensión distribuidas sobre el oriente de la región Andina. Las anomalías negativas (-0,5 °C y -1,5 °C) se registraron en la región Andina.
Temperatura máxima: las anomalías positivas se registraron en sectores de Cesar, mientras que las anomalías negativas dominaron amplias extensiones de la región Andina.
Julio
Temperatura mínima: predominaron las temperaturas por encima de lo normal. Las anomalías positivas se observaron en la mayor parte del territorio nacional. Las anomalías negativas se presentaron en áreas puntuales de Magdalena, Sucre, Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Huila y Tolima.
Temperatura Media: Las anomalías negativas se concentraron en Tolima y áreas de menor extensión ubicadas en Valle del Cauca, Cauca y Huila.
Temperatura Máxima: Las anomalías negativas se destacaron en Tolima y Valle del Cauca, así como en sectores de Magdalena, Atlántico, Bolívar, Caldas y Cauca.
Agosto
Frente a las temperaturas mínimas, el mes de agosto presentó anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,5 °C. En departamentos como Bolívar, Magdalena y Cesar, la temperatura media arrojó condiciones tendientes a la normalidad, con excepción de Tolima, donde se observaron anomalías negativas entre -0,5 °C y -1 °C, donde también la temperatura máxima presentó anomalías negativas, junto con Bolívar, Magdalena y Cesar.
Septiembre
Temperatura mínima: las anomalías negativas se presentaron al oriente de la región Andina.
Temperatura media: las anomalías negativas se observaron en sectores de Cesar, Huila y Tolima.
Temperatura máxima: las anomalías negativas se registraron en Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Caldas, Quindío y Tolima.
Octubre
Temperatura mínima: las anomalías negativas -0,5 °C y -1,5 °C se registraron en áreas puntuales de Magdalena, Sucre, Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Huila y Tolima.
Temperatura media: las anomalías negativas -0,5 °C y -1,5 °C se presentaron en áreas puntuales ubicadas en Cesar, Antioquia, Santander, Tolima y Huila.
Temperatura máxima: las anomalías positivas se observaron en áreas de Cesar, Córdoba, Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca y Cauca. Por su parte, las anomalías negativas -0,5 °C y -1,5 °C se presentaron en Tolima, Valle del Cauca, Antioquia, Cesar, Bolívar y Atlántico.
Noviembre
Temperatura mínima: anomalías positivas se reportaron en el altiplano cundiboyacense. Las anomalías negativas se registraron en zonas de Magdalena, Sucre, Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Tolima y Huila.
Temperatura media: se observaron valores en el área hidrográfica con tendencia a la normalidad, pero se presentaron anomalías positivas en sectores de la región Andina. Las anomalías negativas se destacaron en los santanderes, Antioquia, y Tolima.
Temperatura máxima: se presentaron anomalías negativas en Magdalena y Bolívar. Las anomalías positivas se dieron en el norte de la región andina en el departamento de Antioquia.

Diciembre

Temperatura mínima: las anomalías negativas se destacaron en sectores de la región Andina, en Cauca, sur y oriente de Antioquia, Bolívar, e incluso en Magdalena, con valores de variación negativos entre -2,0 °C y -5,0 °C.

Temperatura media: las anomalías negativas -0.5 °C y -1.0 °C se registraron en áreas de los departamentos de la región Andina. Mientras que anomalías positivas que oscilaron entre 0.5 °C y 1.5 °C, se observaron en sectores de Córdoba.

Temperatura máxima: las anomalías positivas de entre 0.5 °C y 2.0 °C, se registraron en el norte de la región Andina. Las anomalías negativas (-0.5 °C y -1.0 °C), se identificaron en áreas de menor extensión ubicadas en Norte de Santander y Antioquia.

Fuente: Ideam (2022b-m).



Fuente: Jhon Nieto (2016).

14.395,66 ha, lo que equivale a que se hubiesen quemado aproximadamente 22.493 canchas de fútbol³². Así pues, de los 577 incendios ocurridos en el 2022, 247 de ellos se presentaron entre los meses de enero y febrero, afectando 8.611,13 ha, es decir, que, en los dos primeros meses del año, se quemó el 59,82 % del área total afectada por incendios en Magdalena-Cauca, y se presentó el 43 % de los incendios del año 2022 (Ideam, 2022e).

Los meses con mayor cantidad de área afectada por incendios fueron febrero, agosto y septiembre, los cuales suman el 76,1 % del área afectada. El incendio que generó mayor afectación se presentó el 7 de febrero de 2022, en la vereda de Cordobita, municipio de Ciénaga (Magdalena), con una afectación de 2.717 ha, comparables con 4.245 canchas de fútbol aproximadamente. Esta situación cobra especial importancia, teniendo en cuenta que, según el reporte, fue un incendio causado intencionalmente.

La Gráfica 42 muestra la relación entre los incendios presentados durante los 12 meses del año en 2022 y el área afectada por el fuego, relación que no está necesariamente en proporción directa, ya que existen condiciones asociadas al tipo de cobertura; a las condiciones climáticas que permitan la presencia o ausencia de humedad y precipitaciones; a las condiciones en las cuales el viento es un factor principal, asociado con la humedad, la extensión, direccionamiento de las llamas y las dificultades para la extinción del mismo. También se debe tener en cuenta la preparación y los estados de alerta de los organismos encargados de la gestión de riesgos y atención de emergencias, pues, es conocido el hecho que una atención tardía de un incendio acarrea mayores efectos. Mejor que una excelente atención reactiva es la prevención, mediante acciones como el monitoreo y vigilancia que realizan las entidades como Ideam.

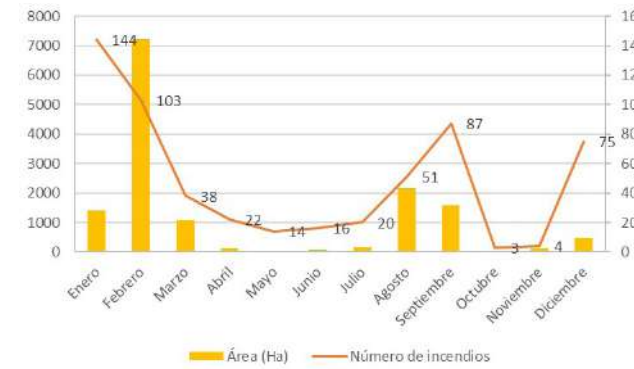
2.2.2.2 Incendios forestales

En 2022, las altas precipitaciones y bajas temperaturas presentadas en esta área hidrográfica atenuaron las condiciones que propician los incendios forestales, así como también la extensión o ampliación y permanencia de los focos de conflagraciones que se presentaron.

No obstante y basados en los reportes realizados en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), para el año 2022, en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca, además de algunos municipios que pertenecen a los departamentos de Arauca (municipio de Tame), La Guajira (municipios de Urumita y San Juan del Cesar) y Meta (municipio de Cubarral) que están incluidos en el área hidrográfica Magdalena Cauca. Ante la Unidad Nacional de Gestión del Riesgos de Desastres (UNGRD) se reportaron 577 incendios forestales que afectaron

³² Como referencia, se compara con las dimensiones de una cancha de fútbol con medidas para partidos internacionales (100 m de largo por 64 m de ancho), para un área de 0,64 ha.

Gráfica 2.42.
Relación de incendios y área afectada en Magdalena-Cauca 2022

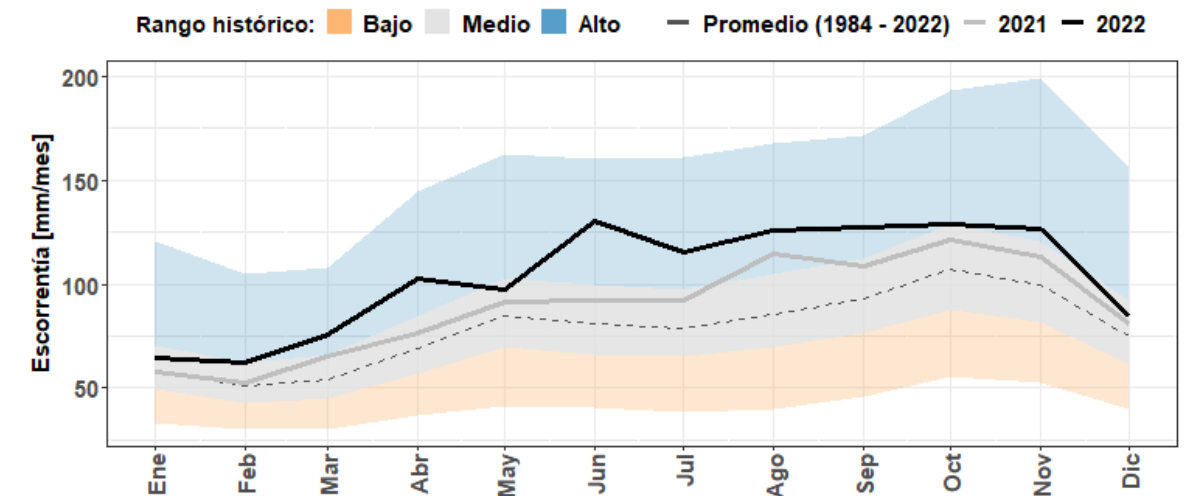


Fuente: Ideam (2022).

En la gráfica anterior, se evidencia la relación entre la cantidad de incendios y las áreas afectadas, pero también se evidencia la relación con las condiciones climáticas.

Durante los dos primeros meses del año se presentaron bajas precipitaciones, altas temperaturas y, en consecuencia, la mayor cantidad de incendios.

Gráfica 2.43.
Escorrentía superficial en el área hidrográfica Magdalena-Cauca 2022



Fuente: Ideam (2022).

La anterior gráfica muestra que la escorrentía superficial en esta área hidrográfica se mantuvo por encima de los valores históricos después del mes

de febrero, conservando valores altos hasta lograr la máxima en el mes de junio. Asimismo, febrero fue el mes de mayor cantidad de áreas afectadas, como se indicó durante el análisis climático. Solo a partir del mes de marzo comenzaron a presentarse precipitaciones con tendencia a ser mayores de lo normal. A pesar de que el incendio de mayor afectación ocurrió el 7 de febrero de 2022, en el departamento de Magdalena, los departamentos con mayor cantidad de incendios reportados fueron Boyacá, Huila, Cundinamarca y Santander, en el mes de enero; Boyacá, Cundinamarca, Santander y Cesar, en febrero. Así pues, la Gráfica 2.43 ilustra un incremento de los incendios en los meses de agosto y septiembre, cuando se presentaron la mayor cantidad de incendios en los departamentos de Huila, Cundinamarca y Tolima, en agosto. Ahora bien, en septiembre, Huila, Tolima y Cundinamarca enfrentaron condiciones particulares con lluvias inferiores a lo normal, pero que, geográficamente, se encontraron en medio de otros departamentos con altas precipitaciones. Como se presentó en la Figura 2.5.

2.2.2.3 Comportamiento del recurso hídrico

Por las altas precipitaciones del año 2022, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca se presentaron caudales y valores de escorrentía superiores a los promedios históricos, como se puede apreciar en la Gráfica 2.43.

2.2.2.3.1 Riesgos de inundación

Debido a que el área hidrográfica Magdalena-Cauca fue una de las áreas que más presentó condiciones de altas precipitaciones durante casi todo el año 2022, a continuación, se hace una descripción de los riesgos por inundación existentes en esta área.

Como se mencionó en el análisis del área hidrográfica de Amazonas, se recuerda que las ZPI corresponden a terrenos donde se puede acumular y generar una lámina de agua como resultado del desborde de un cuerpo de agua o producto de lluvias localizadas

(Ideam, 2022o). Asimismo, la delimitación de la ZPI parte del concepto de ecosistemas acuáticos transicionales, que son áreas donde el suelo está saturado de agua o inundado una parte del año y puede tener diferentes temporalidades de inundaciones y drenaje (Ideam, 2022o).

Para el análisis de las ZPI del área hidrográfica Magdalena-Cauca, en la Tabla 2.23 se relacionan los valores de área de las ZPI allí ubicadas, así como el área ocupada por los cuerpos de agua de tipo léntico y lótico

► **Tabla 2.23.**
Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Magdalena-Cauca

Zona hidrográfica	Cuerpos de agua (ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos) (km²)	Zonas potencialmente inundables (ZPI) (km²)
Alto Magdalena	612	911
Bajo Magdalena	696	4822
Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	2192	6901
Cauca	1066	2623
Cesar	812	1926
Medio Magdalena	1985	5511
Nechí	195	818
Saldaña	122	10
Sogamoso	262	482
Total	10941	24003

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022o).



Fuente: Johan Luna (2022)

Del análisis de la anterior tabla, se puede establecer que el área hidrográfica Magdalena-Cauca presenta un valor del 12,6 % de las ZPI. Las zonas hidrográficas con mayor superficie inundable de esta son Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, con una superficie del 3,6 % del área total de ZPI del país (190.463 km²) (Ideam, 2022o).

En cuanto a las zonas potencialmente inundables intervenidas por acción humana para fines agrícolas o como parte de las ciudades 'urbanizadas', el área hidrográfica Magdalena-Cauca contiene las principales ciudades y municipios de Colombia, donde se desarrollan la mayor cantidad de actividades económicas, entre las que se incluye las agrícolas. En la Tabla 2.24, se relacionan las áreas de las ZPI y su intervención en el área hidrográfica de Magdalena-Cauca.

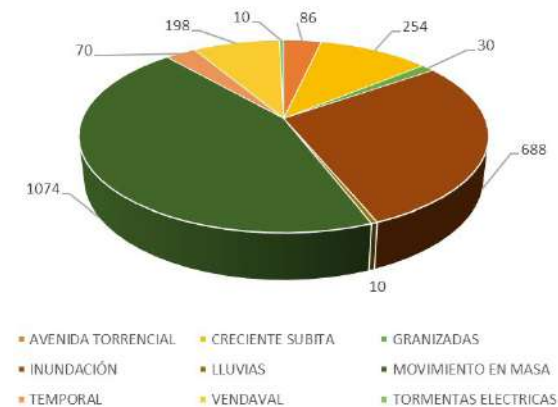
► **Tabla 2.24.**
Áreas de ZPI naturales y transformadas en Magdalena-Cauca

Zona hidrográfica	ZPI Área (km²)	Área transformada (km²)	Área natural (km²)	Cambio en área entre 2010-2012 y 2018 (km²)	Zona hidrográfica Natural
				Transformada	
Alto Magdalena	911	681	194	-35	-1
Bajo Magdalena	4822	2100	1446	6	-1283
Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge	6901	4336	1465	234	-1334
Cauca	2623	1814	483	-8	-318
Cesar	1926	1101	495	-98	-233
Medio Magdalena	5511	3332	1147	-224	-807
Nechí	818	510	158	46	-197
Saldaña	9,51	7	2	-3	2
Sogamoso	482	374	78	-4	-25
Total	24003	14254	5467	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022o).

Frente a eventos naturales derivados de altas precipitaciones, en 2022, el área hidrográfica Magdalena-Cauca tuvo 2.420 eventos, tales como avenidas torrenciales, tormentas, crecientes súbitas, granizadas, inundaciones, lluvias, movimientos en masa, temporales y vendavales. Al respecto, la Gráfica 2.44 presenta la relación entre la cantidad y los tipos de eventos de los departamentos del área hidrográfica.

► **Gráfica 2.44.**
Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Magdalena-Cauca



Fuente: elaboración propia a partir de UNGRD (2022; 2023).

La anterior gráfica ilustra que, según datos de la UNGRD (2018;2022), en el área hidrográfica Magdalena-Cauca se presentaron 1.074 reportes de emergencia por movimientos en masa, 688 por inundaciones, 254 por crecientes súbitas, 198 por vendavales y 86 avenidas torrenciales (por mencionar los cuatro eventos de mayor ocurrencia). Todas estas, emergencias asociadas a las altas precipitaciones en las que se genera desbordamiento de los cuerpos de agua y, a su vez, inundaciones. Asimismo, se dinamizan movimientos de masas y procesos erosivos hidráulicos.

2.2.2.3.2 Riesgos de desabastecimiento

El Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 analizó los municipios con riesgo de desabastecimiento asociado a periodos de lluvias, como el ocurrido durante el año 2022.

El ENA 2022 menciona que, en el periodo de tiempo comprendido entre 2017-2021, se identificaron 254 municipios con riesgo de desabastecimiento, en temporada de lluvia a nivel nacional, de los cuales, a partir de la consolidación de la información de la UNGRD, se evidenció que municipios como Amagá, Ciudad Bolívar y San Andrés de Cuerquía (en Antioquia); La Vega, Morales, Sotará y Toribio (del departamento del

Cauca); La Celia, Pueblo Rico y Santuario (en Risaralda) y Galán (Santander), han tenido complicaciones en el suministro del servicio de agua por afectaciones en estructuras y presencia de material de arrastre, represamiento y obstrucción. Toda la situación coincide con la categorización de erosión hídrica potencial en clasificación ‘Severa’ y ‘Muy severa’.

Así pues, la situación descrita ubica al área hidrográfica Magdalena-Cauca con el 51 % de los municipios (254) identificados con riesgo de desabastecimiento por temporada de lluvias. (Ideam, 2023a)

2.2.2.3.3 Análisis integrado del agua en el área hidrográfica Magdalena-Cauca

El análisis integrado del agua busca correlacionar los índices que describen las afectaciones al recurso hídrico, e incluye aquellos que involucran la intervención antrópica, es decir, los impactos generados por los humanos, por lo que se revisan las presiones por uso, por contaminación y condicionantes de riesgo por desabastecimiento (Ideam, 2022). Dada la relevancia de la variedad y cantidad de actividades antrópicas realizadas en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, el análisis realizado integra varios índices.

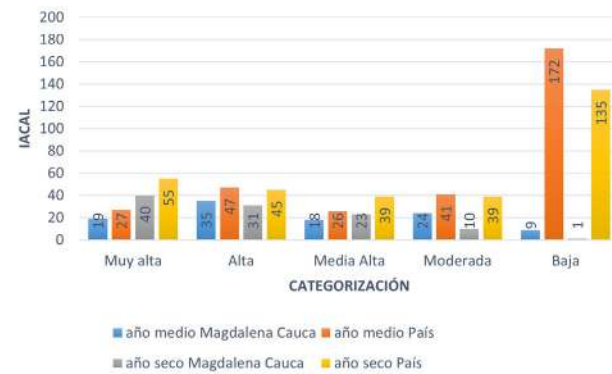
El índice de uso de agua (IUA) permite la relación entre la demanda de agua y la oferta hídrica para un periodo determinado de tiempo (Ideam, 2023a). Bajo este análisis, el área hidrográfica Magdalena-Cauca, en el periodo de tiempo analizado en el ENA en condiciones medias, ocho de las 105 subzonas hidrográficas contenidas en el área hidrográfica corresponden a una categoría ‘Crítica’ (12), ‘Muy alta’ (20), ‘Alta’ (17), ‘Moderada’ (43), ‘Baja’ (5), ‘muy baja’. Estos datos, en comparación con condiciones de un año seco, son considerablemente inferiores, ya que la condición ‘Crítica’ aumenta a 28; ‘Muy alta’ aumenta a 15, y ‘Alta’ a 24, por mencionar algunas de las categorías. No obstante, reflejan los efectos presentes en esta área hidrográfica por la alta dependencia al recurso de los diferentes sectores (Ideam, 2022).

Frente al índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE), el área hidrográfica Magdalena-Cauca representa un valor del 61 % de las subzonas hidrográficas con categoría ‘Alta’ y ‘Muy alta’. Esto significa que compiten por agua verde (Ideam, 2023a).

Por su parte, el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) permite evaluar la presión sobre el recurso hídrico ejercido por las cargas contaminantes de los vertimientos de aguas residuales de tipo doméstico, industrial y beneficio de café. Los

resultados de la evaluación de este índice en el ENA 2022, que se realizaron tanto para condiciones de año promedio como condiciones extremas de año seco, se identificó que las más altas presiones (categoría ‘Muy alta’) se presentan en 55 subzonas hidrográficas del país, de las cuales 40, es decir, el 72,7 % se ubican en el área hidrográfica Magdalena-Cauca. A su vez, estas, en condiciones de año promedio, corresponden al 70,4 %. No obstante, para esta área hidrográfica, el IACAL presenta una evaluación de categorías, donde únicamente nueve subzonas hidrográficas de las 105, en condiciones de año promedio, tienen una categorización de calificación baja, como puede apreciarse en la Gráfica 2.45.

► **Gráfica 2.45.**
IACAL Área Hidrográfica Magdalena-Cauca



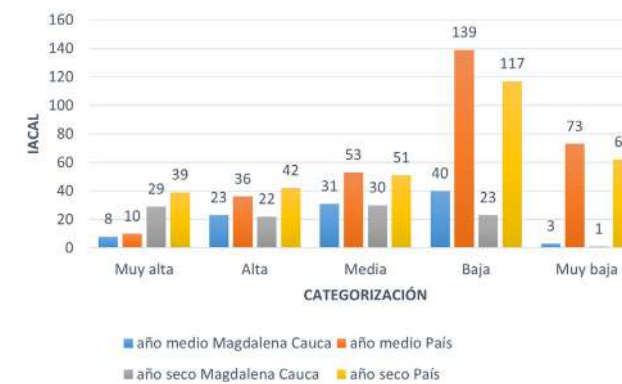
Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

La anterior gráfica evidencia que este índice y su categorización tienen un porcentaje alto frente al comportamiento de la totalidad del país, en todas las categorías, con excepción de la categorización baja del local.

En relación con los índices que permiten establecer el riesgo por desabastecimiento hídrico, se analiza el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH) y su relación con eventos que lo afectan. El IVH vincula, de manera cualitativa, los resultados del índice de uso de agua (IUA) y el índice de retención hidráulica (IRH), o sea, la fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta acorde con su demanda. Esta, para el caso de Magdalena-Cauca, es bastante alta, pero también se relaciona con la capacidad del sistema hídrico de regulación del recurso (Ideam, 2023a).

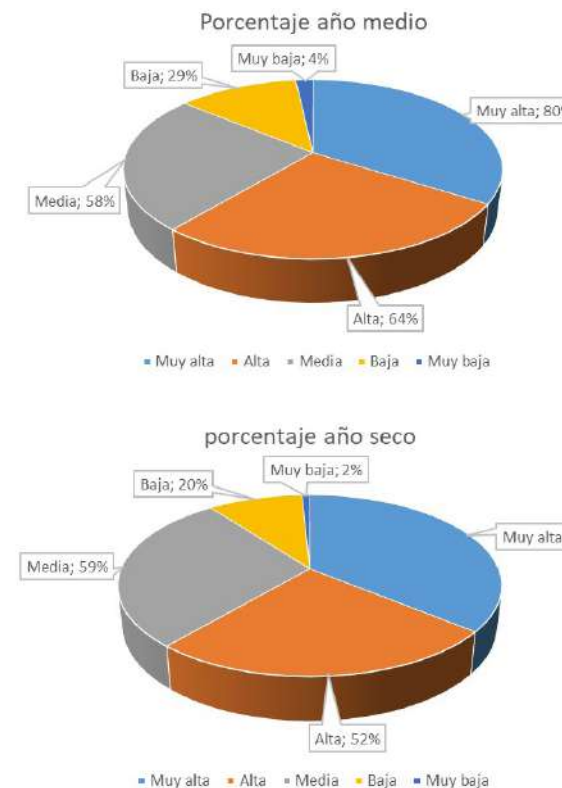
En el análisis realizado en el ENA 2022, para el año medio y seco, Magdalena Cauca presentó los valores de IVH más críticos, como se muestra en las siguientes gráficas:

► **Gráfica 2.46.**
IVH Magdalena-Cauca



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

► **Gráfica 2.47.**
Porcentaje de IVH de las subzonas de Magdalena Cauca en comparación con el resto del país



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

La Gráfica 2.47 muestra como el área hidrográfica Magdalena-Cauca tiene la mayor cantidad de subzonas hidrográficas del país con índices de vulnerabilidad hídrica que clasifican con valores como ‘muy alta’ y ‘alta’, tanto en años promedio, como en años secos.

En la categoría de IVH clasificada como ‘Muy alta’ para el año promedio, el 80% de las SZH del país se encuentra en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, de la misma manera para el año seco el 74% de las subzonas hidrográficas se encuentran en esta área hidrográfica.

En la categoría del IVH clasificada como ‘Alta’, para el año medio el 64% de las SZH del país se encuentran en área hidrográfica Magdalena-Cauca y para el año seco el 52% de las SZH del país.

La información analizada frente a los índices expuestos permite hacer un balance y análisis integrado del agua por subzona hidrográfica, de lo cual para Magdalena-Cauca tiene los porcentajes que evidencia la siguiente gráfica.

► **Gráfica 2.48.**
Magdalena-Cauca: análisis integrado en comparación del resto del país



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023a).

La grafica anterior muestra que, en un análisis integrado, el área hidrográfica Magdalena-Cauca presenta los mayores riesgos, lo cual concuerda con la concentración de actividades antrópicas y, por ende, las altas demandas del recurso, así como la generación de residuos líquidos (vertimientos).















































































2.2.2.4 Generalidades poblacionales









































































































Teniendo presente el autorreconocimiento étnico definido por el DANE, resultante del censo 2018 y mencionado anteriormente en este capítulo, se tiene que, para el área hidrográfica Magdalena-Cauca, el 89,1 % de la población no se autorreconoce como parte de ningún grupo étnico y que, únicamente el 7,27 % de la población se identifica como ‘Negro(a), Mulato(a),

Afrodscendiente, Afrocolombiano(a)', mientras que un 2,64 % de la población corresponde a población indígena. Por su parte, los restantes grupos étnicos tienen una representación inferior al 1 %.

En la Tabla 2.25 se relaciona el área hidrográfica Magdalena-Cauca, los departamentos incluidos para el análisis, la población y las actividades que se realizan, de acuerdo con el Producto Interno Bruto (PIB).

► **Tabla 2.25.**
Actividades económicas y habitantes Magdalena-Cauca

Departamento	Total, de población (habitantes)	Sectores de actividades económicas
Antioquia	5.931.492	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Atlántico	2.336.434	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Bolívar	1.903.456	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Boyacá	1.124.490	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Caldas	914.784	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Cauca	1.235.534	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)

Cesar	1.093.583	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Cundinamarca	2.768.797	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Huila	1.001.854	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Magdalena	1.260.542	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Quindío	505.611	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Risaralda	834.760	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Santander	1.992.029	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Sucre	860.125	             (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)



Convenciones:

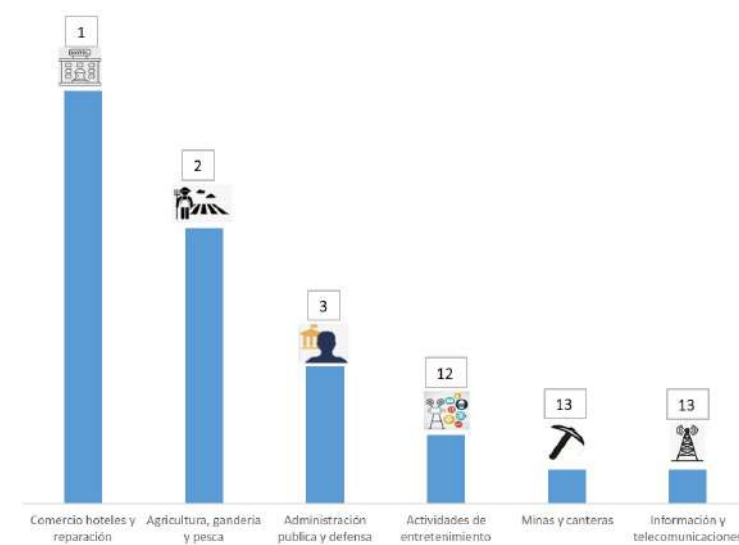


Total Población: 28.743.220

Fuente: elaboración propia a partir de datos del DANE (2018) y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

La información incluida en la Tabla 25 resume las actividades económicas realizadas por las comunidades ubicadas en 16 departamentos al interior del área hidrográfica Magdalena-Cauca, excluyendo los departamentos que se analizan en otras áreas hidrográficas que tienen algunos cuerpos de agua tributarios, en menor medida, en Magdalena-Cauca. Los datos permiten evidenciar las actividades que más PIB generan, lo que podría relacionarse con las cantidades de actividades económicas que se desarrollan. Al respecto, la categoría ‘Comercio, hoteles y reparación’ ocupa el primer lugar en PIB aportado. Le sigue ‘Agricultura, ganadería y pesca’ y, en tercer lugar, se hallan las actividades de ‘Administración pública y defensa’. Por su parte, aquellas que menor PIB generan son las actividades de entretenimiento y, en último lugar, las de ‘Minería e información y telecomunicaciones’, como se puede apreciar en la Figura 2.52.

► **Figura 2.52.**
Ranking de actividades Magdalena-Cauca



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

2.2.2.5 Sector manufacturero

En cumplimiento de la Resolución 1023 del 28 de mayo de 2010, los establecimientos cuya actividad productiva principal se encuentre incluida en la Sección D – Industrias Manufactureras, divisiones 15 a 37 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), Revisión 3.0 adaptada para Colombia por el DANE; o aquellas que requieran de licencia ambiental, plan de manejo ambiental, permisos, concesiones, y demás autorizaciones ambientales, así como las actividades que necesitan de registros de carácter ambiental; deben realizar solicitud de inscripción en el Registro Único Ambiental (RUA) para el sector manufacturero (Decreto 1023, 2010, art. 4), en los primeros tres meses de cada año, según el último dígito del NIT, sin código de verificación (Decreto 1023, 2010, art. 8). Tal y como se indicó, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca se encuentra la mayor cantidad de establecimientos que reportan al RUA. Al respecto, tal como se mencionó en las condiciones generales del país, frente a la cantidad de reportes, el primer lugar corresponde al departamento de Antioquia, con 808 (24,62 % del total nacional); seguido de Bogotá, D. C., con 688 (20,96 %); en tercer lugar, se ubica el departamento del Valle del Cauca, con 515 (15,69 %); y, Cundinamarca, con 377 (el 11,49 %) tiene el cuarto puesto. Lo anterior muestra, entonces, que el consumo de agua en esta área hidrográfica es la más alta de toda Colombia.

Con base en la información reportada y mencionada en la sección de Generalidades de este capítulo, a continuación, se resumen los datos del área hidrográfica Magdalena-Cauca más relevantes reportados en el RUA:

- **Demanda de agua:** 357,22 Mm³, equivalente al 90,61 % del total nacional.
- **Aguas residuales vertidas:** 187,48 Mm³, equivalente al 97,75 % del total nacional.
- **Generación de residuos sólidos no peligrosos:** 4.035.790,82 t, es decir, el 95,82 % del total de residuos generados.
- **Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos:** 29.480.210,23 t (primer lugar en aprovechamiento).
- **Tratamiento de residuos sólidos no peligrosos:** 25.268.751,63 t (primer lugar en tratamiento de residuos sólidos no peligrosos).

- **Disposición final de residuos sólidos no peligrosos:** 1.271.860.498,65 t (primer lugar en disposición final de residuos sólidos no peligrosos).
- **Consumo de energía eléctrica:** 12.802,39 GWh, correspondiente al 89,36 % del total (primer lugar de consumo de energía eléctrica).

Para más información, el Ideam genera el Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia, donde se amplía la información respecto a los años analizados y se puede consultar en el portal web de la institución (Ideam, 2023f).

2.2.2.6 Calidad del agua

Magdalena-Cauca se identificó como el área hidrográfica con mayor cantidad de sectores y actividades económicas de Colombia y en donde, además, se encuentran las principales ciudades del país. Teniendo en cuenta esto, es necesario relacionar la calidad del recurso presente en los principales cuerpos de agua durante el año de análisis (2022). Cabe recordar que el agua es utilizada para dotación o consumo del recurso, pero también como receptor de los vertimientos residuales tanto domésticos como industriales.

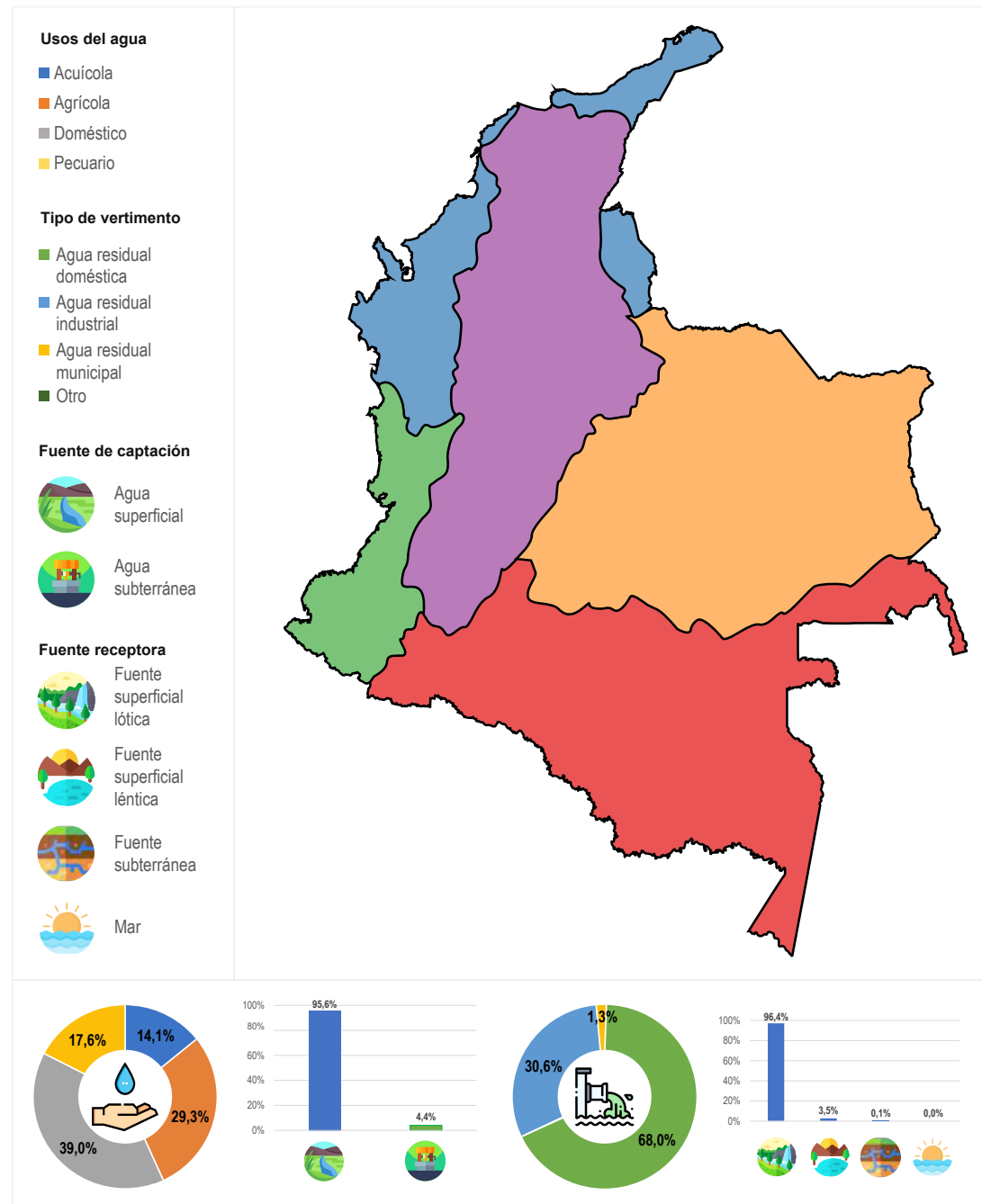
En 2022, se encontraban vigentes concesiones reportadas en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) por 37 autoridades ambientales. Estos registros están concentrados en gran parte en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (88,8 %), que corresponde adicionalmente a la región que cuenta con el mayor porcentaje de caudal asignado (77,7 %) para captaciones de agua en el país. En el país el principal tipo de fuente de captación sobre la cual se asignaron las concesiones continúan a fuentes superficiales (94,0 %), sin embargo, en el área hidrográfica Caribe tanto las fuentes superficiales como subterráneas son utilizadas en porcentajes similares para los diferentes usos. Asimismo, el uso principal es el doméstico (39,1 %).

Adicionalmente, en 2022, se encontraban vigentes permisos de vertimientos que concierne a reportes de 28 autoridades ambientales, concentrados en su mayoría en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (84,6 %). Los cuerpos de agua superficiales lóticos continúan siendo la principal fuente receptora de vertimientos (96,9 %), y las quebradas concentran el mayor porcentaje (49,6 %). En menor cantidad, los vertimientos son realizados en fuentes superficiales lénticas

(2,9 %), subterráneas (0,1 %) o, incluso, al mar (0,2 %). El tipo de vertimiento más frecuente corresponde al agua residual doméstica, con un 67,0 % de participación a nivel nacional³³.

En la Figura 2.53, se presenta la relación de consumo de agua en los sectores acuícola, agrícola, doméstico y pecuario, así como la generación de vertimientos de tipo doméstico, industrial y municipal.

► **Figura 2.53.**
Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área Magdalena-Cauca 2022



Fuente: Ideam (2022).

³³ Concesiones de Agua y Vertimientos Reportados en el SIRH.

La Figura 2.53 muestra que la mayor presión del recurso hídrico se ejerce en los cuerpos de agua superficiales, en un 95,6 %, y el restante 4,4 %, sobre el recurso hídrico subterráneo. Ilustra, además, que la mayor cantidad de concesiones de agua son para consumo de tipo doméstico, con un porcentaje del 39 % del volumen total captado, seguido del consumo agrícola, con un 29,3 % del total del volumen captado; en el tercer y cuarto puesto, con porcentajes de 17,6 % y 14,1 %, se hallan las actividades pecuarias y acuícolas, respectivamente.

Los vertimientos de aguas residuales generadas en el área hidrográfica son realizados, en su mayoría (96,4 %) a fuentes de agua superficiales de tipo lótico, como ríos y quebradas; el 3,5 % se realiza en cuerpos de agua de tipo léntico, como lagunas y lagos; y el 0,1 % es vertido al agua subterránea. De estos vertimientos, el 68 %, consecuentemente con la captación, son aguas residuales domésticas, mientras que el 30,6 % pertenece al agua residual industrial, y un 1,3 % es agua residual municipal.

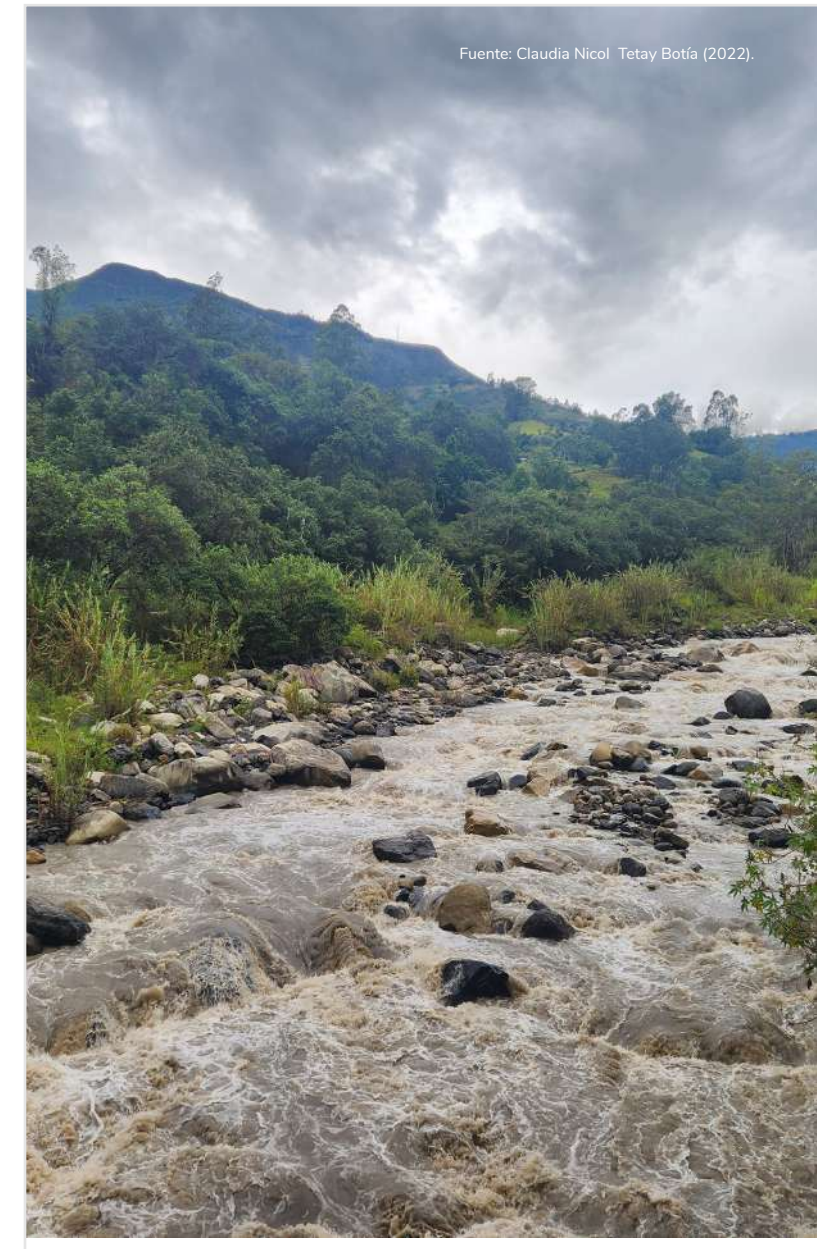
Los impactos ambientales que generan las actividades tanto humanas como naturales que afectan la calidad del agua, se reflejan en los monitoreos realizados en los cuerpos de agua.

Para evaluar las condiciones de calidad del agua, en esta área hidrográfica, se realizó el análisis en los ríos Cauca, Magdalena, Bogotá, D. C. y Chicamocha.

2.2.2.6.1 Evaluación de la calidad del agua

Carolina Vega Viviecas	Contratista Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Contratista Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Contratista Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@idema.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@idema.gov.co

Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico
Grupo de Evaluación Hidrológica – Subdirección de Hidrología del Ideam



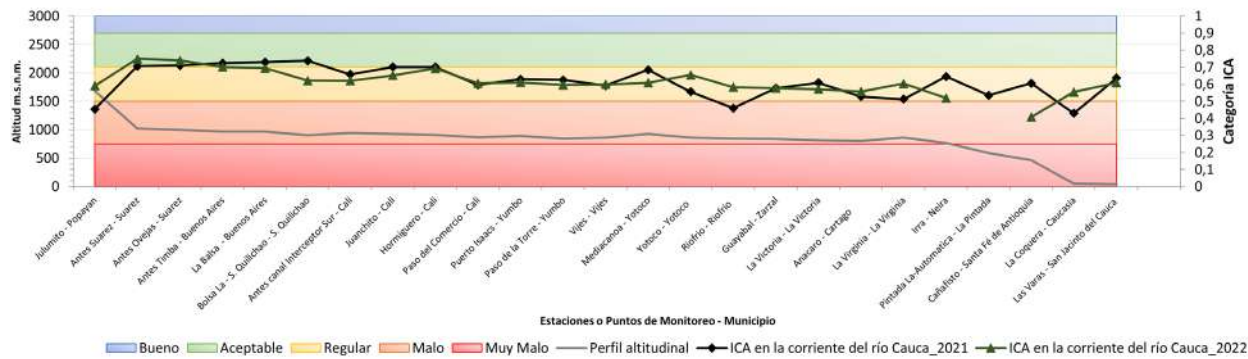
Fuente: Claudia Nicol Tetay Botia (2022).

2.2.2.6.1.1 Río Cauca

Sobre el río Cauca, se encuentran 25 puntos de monitoreo. 19 de estos son de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y seis, de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua.

En 2021, la categorización 'Malo' del ICA se presentó en los puntos Julumito (municipio de Popayán, Cauca), Riofrío, (municipio de Riofrío, Valle del Cauca) y La Coquera (municipio Caucasia, Antioquia). En 2022, las condiciones de calidad del agua categoría 'Malo' solo se presentaron en el punto Cañasfita (municipio de Santa Fe de Antioquia). Los demás puntos se ubicaron en las categorías 'Regular' y 'Aceptable'.

Figura 2.54.
Comportamiento del ICA en el río Cauca en 2021-2022



Fuente: Ideam (2022).

2.2.2.6.1.2 Río Magdalena

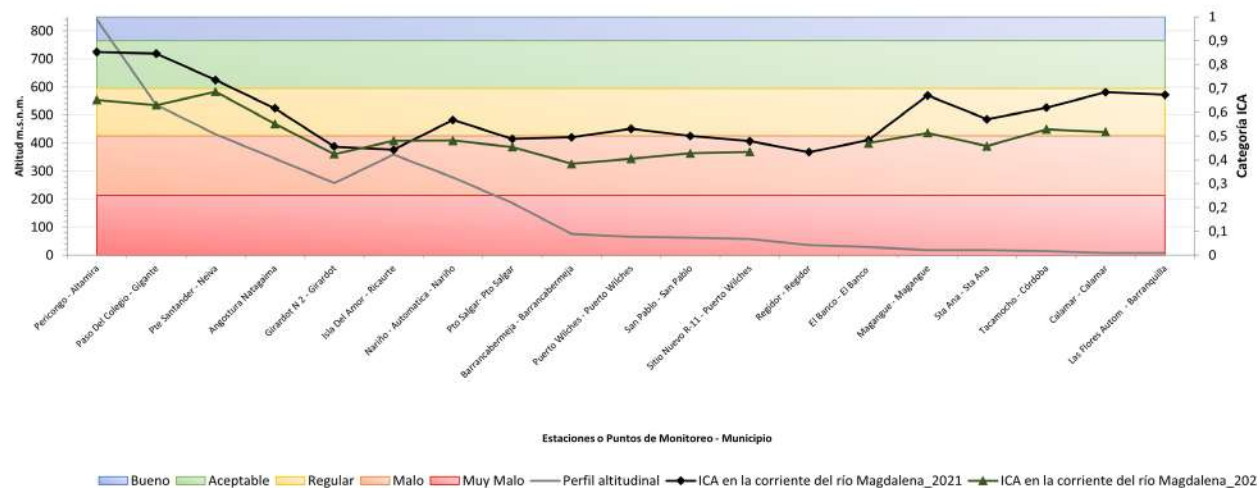
En el río Magdalena, durante 2021, se visitaron 19 puntos y, en 2022, 17 puntos de monitoreo de calidad del agua. Al respecto, los puntos no visitados en 2022 fueron Regidor y Las Flores, en los municipios de Regidor y Barranquilla, respectivamente.

En 2021, la parte alta del río Magdalena, a la altura de los puntos Pericongo, Paso del Colegio y Puente Santander, en los municipios Altamira, Gigante y Neiva, en el departamento del Huila, se encontraron en categoría

“Aceptable”. Los puntos ubicados desde el municipio de Girardot, hasta El Banco (Magdalena), se encontraron en categoría ‘Malo’ del índice de calidad del agua (ICA), excepto los puntos Nariño y Puerto Wilches, que presentaron categoría ‘Regular’.

En 2022, los puntos Pericongo, Paso del Colegio y Puente Santander, en los municipios Altamira, Gigante y Neiva, en el departamento del Huila, pasaron a categoría ‘Regular’, mientras que, en el tramo entre Girardot y El Banco, los puntos de monitoreo mantuvieron la categoría ‘Malo’ del ICA.

Figura 2.55.
Comportamiento del ICA en el río Magdalena en 2021-2022



Fuente: Ideam (2022).

Por último, 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).

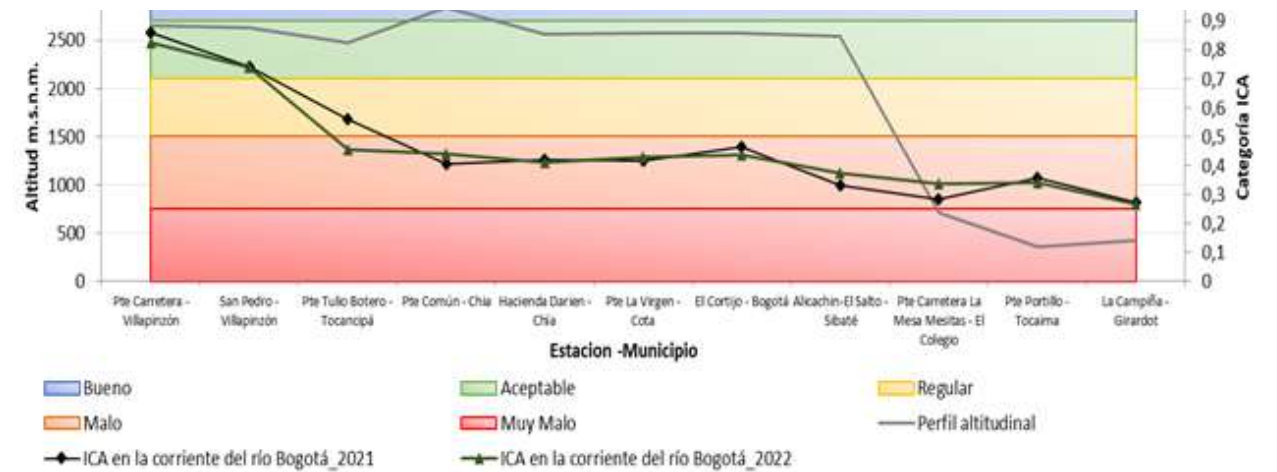
dinamarca, monitoreados por parte del Ideam para el seguimiento de la meta del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.

Durante los dos años, los resultados del indicador presentaron un comportamiento similar: en la parte alta, en el municipio de Villapinzón, las condiciones de la calidad del agua se encuentran en categoría ‘Aceptable’ del ICA. Ahora bien, a partir del municipio de Tocancipá y hasta el municipio de Girardot, el estado de la calidad del agua al ICA es de categoría ‘Malo’.

2.2.2.6.1.3 Río Bogotá

Sobre la corriente del río Bogotá, en los años 2021 y 2022, se monitorearon 11 puntos de calidad del agua, ocho que hacen parte de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua y tres puntos de la CAR Cun-

Figura 2.56.
Comportamiento del ICA en el río Bogotá en 2021-2022



Fuente: Ideam (2022).

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

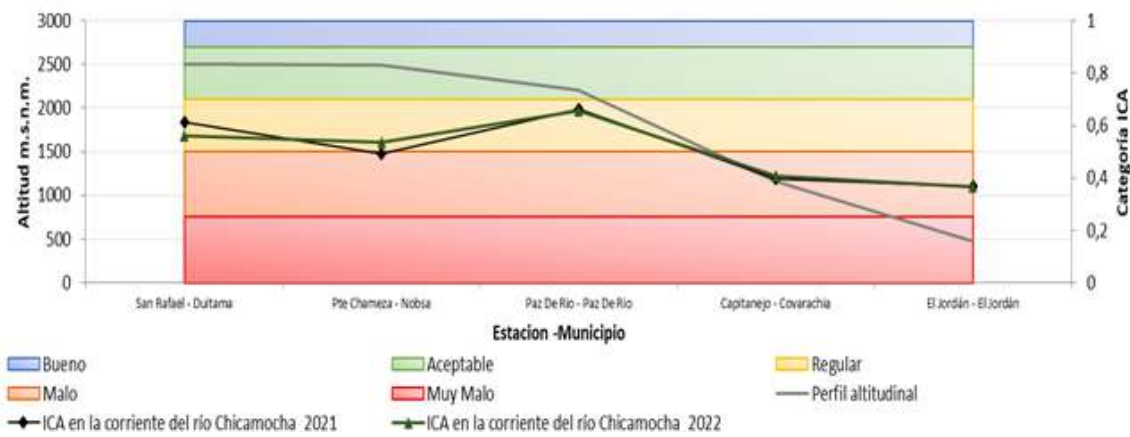
La parte alta en el municipio de Duitama se encuentra en categoría ‘Regular’, en el punto Puente Chameza del municipio de Nobsa, en 2021 la categoría fue ‘Malo’. Sin embargo, en 2022, pasó a categoría ‘Regular’. Dicho cambio se encuentra en el límite de las categorizaciones, lo cual indica que la mejora no es significativa, de acuerdo con las categorizaciones cuantitativas del ICA.

2.2.2.6.1.4 Río Chicamocha

Sobre la corriente del río Chicamocha se monitorearon cinco puntos de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua, durante los años 2021 y 2022. La condición de la calidad del agua a la altura de los puntos de monitoreo mantuvo la misma tendencia durante los dos años.

En la parte baja, en los municipios de Covarachá (Boyacá) y Jordán (Santander), la categoría del ICA fue ‘Malo’ durante los dos años. Las variables que inciden en esta categoría son los SST y la relación de nutrientes.

Figura 2.57.
Comportamiento del ICA en el río Chicamocha en 2021-2022



Fuente: Ideam (2022).

En otros puntos ubicados en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, durante 2021, el ICA dio como resultado categoría 'Malo' en el punto Café Madrid, en el río Lebrija, Payandé, sobre el río Coello, y en los puntos Guaduro y Puerto Libre, sobre el río Negro.

En 2022, sobre las corrientes del río Lebrija, en los municipios Café Madrid, Angosturas y Puerto Wilches; río Negro, en los municipios Nimaima, Guadua y Puerto Salgar; río Opón, en los municipios de Simacota y Barrancabermeja; río Sogamoso, a la altura del municipio El Juncal; y río Suarez, en el municipio de Puente Nacional, las condiciones de la calidad del agua se encontraron en categoría 'Malo' del ICA.

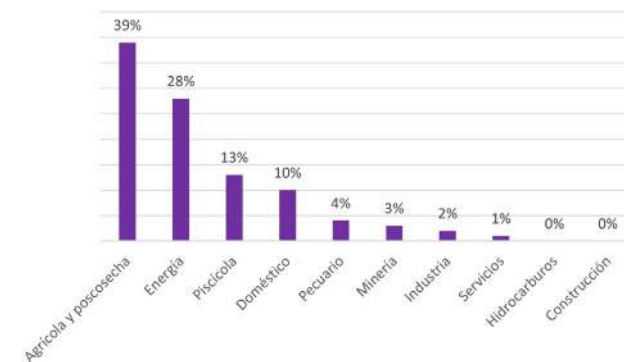
Los análisis realizados muestran el gran impacto y afectación sobre los cuerpos de agua generados por las aguas residuales domésticas, proporcionales a los asentamientos humano que, como se ha mencionado, se ubican, en su mayoría, en esta área hidrográfica. Igualmente, están las aguas residuales no domésticas que son generadas por sectores económicos, en gran cantidad, asentados en el área hidrográfica.

2.2.2.6.2 Usos del agua por sectores

A continuación, se hace un análisis particular de las condiciones del área hidrográfica Magdalena-Cauca, basado en tres aspectos. Por un lado, en la información que las autoridades ambientales registran en el SIRH. Adicionalmente, teniendo en cuenta lo que quedó consignado en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 (cuya base de análisis es información del año 2020). Y, por último, partiendo del análisis general realizado a nivel nacional (Gráfica 2.5).

En el ENA 2022 se realizó un análisis detallado por sectores, áreas hidrográficas, subzonas hidrográficas, y se relacionó con la huella hídrica. Ese análisis, que puede ser consultado en el ENA 2022, se presentaron en la Gráfica 2.32 para las 5 áreas hidrográficas, sin incluir las áreas insulares y en la Figura 2.58.

Figura 2.58.
Participación sectorial demanda Magdalena-Cauca



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2023).

La figura anterior permite evidenciar que, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, el sector agrícola continúa siendo el de mayor demanda hídrica; el segundo mayor uso de agua es para la generación de energía, seguido del sector piscícola y la demanda para consumo doméstico. Toda esta es información del periodo base sobre el cual se elaboró el ENA 2022 (año 2020).

2.2.2.6.3 Calidad del aire

Como se pudo observar en la Figura 2.41, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca se concentra la mayor cantidad de estaciones que conforman y reportan en el Sisaire. En la Tabla 2.26, se muestra la cantidad de

estaciones de aire por departamentos ubicados en el área hidrográfica, y se relaciona los parámetros que son monitoreados:

Tabla 2.26.
Estaciones del SIAIRE ubicadas en Magdalena Cauca y los parámetros monitoreados

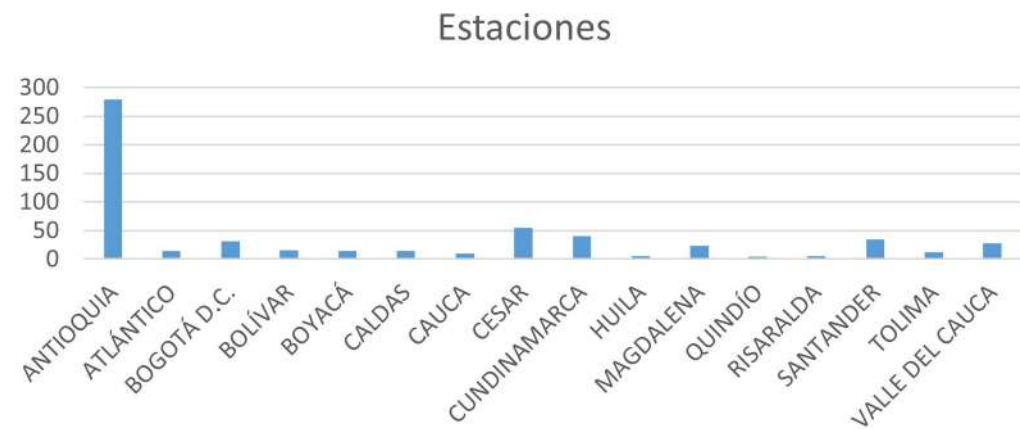
Departamento	Estaciones	PM10	PM2.5	Ozono	Dióxido de Azufre	Dióxido de Nitrógeno	Monóxido de Carbono
Antioquia	280	106	104	30	14	23	15
Atlántico	14	14	8	7	7	6	7
Bogotá, D. C.	31	27	26	22	22	23	22
Bolívar	16	12	12	7	3	3	3
Boyacá	15	13	6	7	12	3	7
Caldas	14	13	5	1	1	0	1
Cauca	10	6	3	2	0	0	0
Cesar	55	43	39	0	0	0	2
Cundinamarca	40	34	33	5	26	23	18
Huila	6	3	1	0	0	0	1
Magdalena	24	13	3	3	3	3	3
Quindío	4	2	1	0	0	0	0
Risaralda	6	6	4	0	0	0	0
Santander	35	18	11	12	7	4	7
Tolima	12	4	0	0	0	0	0
Valle del Cauca	28	24	24	13	12	8	3
Total	590	338	280	109	107	96	89

Fuente: Ideam (2022).

En las gráficas 2.49 y 2.50 se puede apreciar la cantidad de estaciones de monitoreo ubicadas en algunos de los departamentos, incluidos en el área

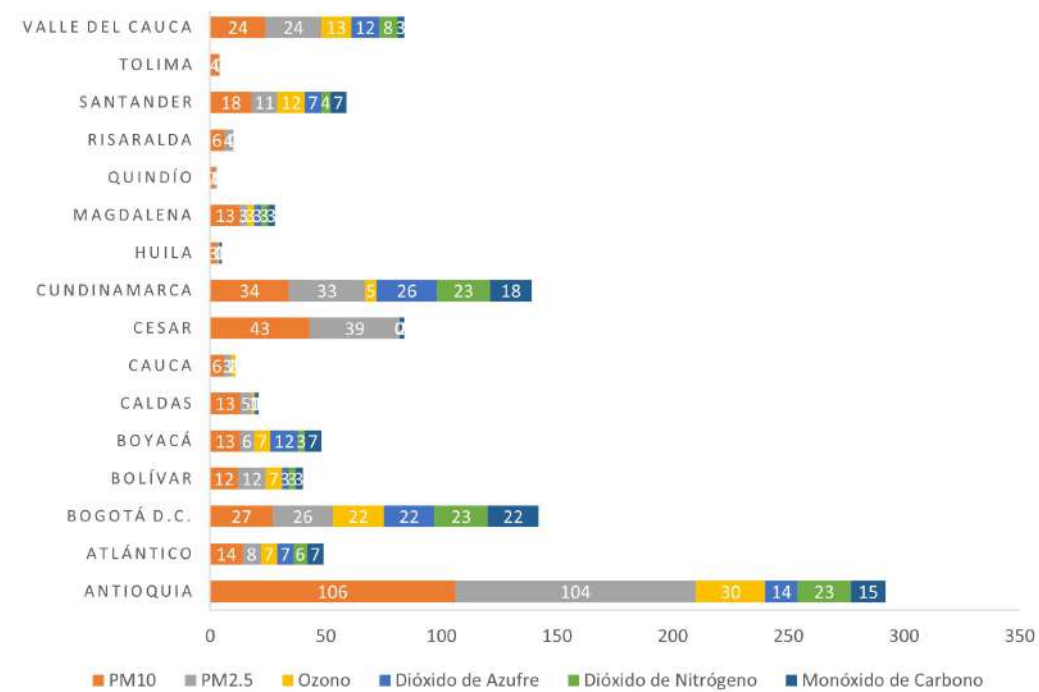
hidrográfica. También se muestra el número de estaciones que realizan monitoreo de parámetros y reportan en el Sisaire.

Gráfica 2.49.
Número de estaciones por departamento – área hidrográfica Magdalena-Cauca



Fuente: Ideam (2022).

Gráfica 2.50.
Número de estaciones por parámetro por departamento Magdalena-Cauca



Fuente: Ideam (2022).

Las anteriores gráficas permiten identificar a Antioquia como el departamento con mayor cantidad de estaciones de monitoreo (280), de las cuales 106 miden material particulado Pm 10; 104 estaciones miden Pm 2,5; 30 estaciones monitorean ozono troposférico (O₃); 14 estaciones miden dióxido de azufre (SO₂); 23

estaciones miden dióxido de nitrógeno (NO₂); y 15 más miden monóxido de carbono (CO). Ahora bien, Cesar es el segundo departamento con más estaciones (55), de las cuales 43 miden Pm10 y 39, Pm2,5, pero no se miden los demás contaminantes criterio. Seguido está Cundinamarca, con un total de 40 estaciones, de las

cuales 34 miden material particulado Pm10; 33 miden Pm2,5; cinco estaciones monitorean ozono troposférico (O₃); 26 estaciones miden dióxido de azufre (SO₂); 23 de estas miden dióxido de nitrógeno (NO₂) y 18 estaciones, monóxido de carbono (CO).

Para el caso particular de Bogotá, D. C., la ciudad capital, se tiene un total de 31 estaciones de monitoreo, de las cuales 27 miden material particulado (Pm 10); 26 estaciones miden Pm 2.5; mientras que 22 estaciones monitorean ozono troposférico (O₃); y 22 estaciones miden dióxido de azufre (SO₂); asimismo, 23 estaciones miden dióxido de nitrógeno (NO₂), y 22 estaciones miden monóxido de carbono (CO).

Se debe tener presente que en ciudades como Medellín, Bogotá, D. C. y Cali durante el año 2022 se presentaron malas condiciones de calidad del aire, las cuales en muchos casos fue atribuida por las autoridades ambientales y por estudios realizados por algunos investigadores, basados en seguimientos con imágenes satelitales a los incendios presentados en territorios como la Orinoquia Colombiana y Venezolana. Por parte de Ideam, se considera que no se tienen evidencias suficientes para establecer de manera contundente dicha relación, en especial por las barreras naturales que restringen los fenómenos de transporte y posibilidad de sedimentación del material particulado.

Al respecto, el documento “Análisis espacial de la calidad del aire en Colombia por medio de Reanálisis e información satelital” (Ideam, 2023)³⁴, presentado en las Generalidades de este capítulo, hace una revisión del comportamiento de los contaminantes criterio durante el año 2022 para todo el país. Este informe menciona que, para las ciudades de Bogotá, D. C., Cali y Medellín, se registraron el promedio de concentraciones más altos de material particulado (Pm 2.5 y Pm10) comparado con los valores obtenidos en los años comprendidos entre 2010 y 2021. Tal situación se atribuye a las emisiones atmosféricas generadas por las fuentes fijas y las fuentes móviles, pero reconoce el efecto de transporte del material particulado desde las zonas con alta cantidad de incendios forestales en la Amazonia (departamentos de Putumayo, Caquetá, Meta y Guaviare) y el departamento de Arauca, zona limítrofe entre Venezuela y Colombia, identificando que, hacia el centro del país, se presentan valores promedio de 35 µg/m³

(Mendez-Espinosa et al., 2020, Ballesteros-González et al., 2020; Casallas et al., 2023; Ailin Cabrera, 2023).

Frente al comportamiento del dióxido de nitrógeno (NO₂) identifica que, en los grandes centros urbanos (Bogotá, D. C., Cali, Medellín, Cartagena y Barranquilla) resultan ser los focos principales donde se dan las concentraciones más altas de NO₂ durante las cuatro temporadas del año. La situación se atribuye al sector industrial, a las fuentes móviles (combustión interna) y a las centrales eléctricas (termoeléctricas). El estudio también menciona al departamento del Cesar, donde se llevan a cabo actividades mineras de extracción de carbón térmico (ANM, 2019). Este tipo de actividades usualmente presentan valores altos de emisiones de NO₂ y una relación directa en los incrementos de las concentraciones de O₃, por ser el NO₂ en conjunción junto con suficiente luz solar, para ser un precursor de ozono (Ailin Cabrera, 2023).

De la misma manera y debido a los impactos ambientales y en la salud que genera el material particulado, especialmente en las ciudades y departamentos que hacen parte del área hidrográfica³⁵, algunas entidades, sectores e investigadores han realizado estudios que buscan no solo conocer los efectos, sino las causas de los episodios.

A continuación, se presenta una de las investigaciones realizadas en material particulado:

2.2.2.6.3.1 Avances en la caracterización del PM2.5. Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia)

Miriam Gómez Marín Investigadora en calidad del aire Grupo GHY-GAM Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid mgomez@elpoli.edu.co

Cofinanciación y apoyo técnico: United Nations (UN) International Atomic Energy Agency (IAEA), Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Ecopetrol, Servicio Geológico Colombiano, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de Antioquia, Sistema General de Regalías y Minciencias³⁶.

³⁴ Este documento se puede consultar como parte del Informe del Estado de la Calidad del Aire (Ideam, 2023).

³⁵ Entre ellos está el departamento de Antioquia que, por condiciones climáticas y topográficas, es de los más afectados.

³⁶ El documento completo se puede consultar en el Anexo 7.

El contaminante criterio PM2.5 ha recibido, en los últimos años, especial atención por la comunidad científica, dado su efecto adverso sobre la calidad del aire y la salud asociado a su composición química (Xu et al., 2022), (Polichetti et al. Nunziata, 2009) además de su influencia en el cambio climático (Manohar et al., 2021). El Valle de Aburrá no es ajeno a esta problemática, teniendo en cuenta las declaratorias de periodos de gestión de episodios de calidad del aire (PGE) que han demandado la realización de campañas para avanzar en la identificación del aporte de las fuentes de emisión. Un total de 318 muestras fueron caracterizadas por 49 especies químicas, entre abril 2019 y octubre de 2021, coincidente con la pandemia por COVID-19. Después de la reactivación de la dinámica de ciudad, nuevamente se evidenció en la composición química con un mayor contenido de materia carbonácea (61,8 %), de características tóxicas y efectos sobre el cambio climático. Los iones dominantes sulfatos, nitratos, cloruros, fluoruros, amonio, sodio, magnesio y potasio, (15,3 %), son reportes similares de áreas urbanas a nivel mundial. Metales y elementos traza (17,9 %), detectados aplicando técnicas nucleares, fueron importantes en la inferencia de fuentes de emisión como polvo resuspendido e industrias cerámicas (Zhang et al., 2022), (Wu, Liu et al., 2018). La reconstrucción másica del 95 %, con un 5 % de no detectables (ND), fue validada por varios métodos balances de masa (Chow, Lowenthal, Chen, Wang, & Watson, 2015). A partir del modelo PMF 5.0 (US-EPA, 2014), se estimó el aporte de siete fuentes de emisión, diferenciando vehículos diésel y gasolina, importantes en la gestión para el mejoramiento de la calidad del aire y en la evaluación de los impactos en la salud. Los resultados en los periodos de la pandemia, periodos, PGE y la evaluación del impacto del mejoramiento de la calidad de combustibles (Gómez, 2021), se presentan como Anexo.

2.2.2.7 Seguimiento a los efectos del cambio climático – pérdida de las masas glaciares de Colombia

Las versiones anteriores de este informe han hecho seguimiento a las masas glaciares del país y debe continuar con esta tarea, no solo porque permite conocer los efectos del cambio climático, sino para hacer seguimiento a este atractivo recurso, el cual, incluso constituye una fuente importante para el ecoturismo y una ventana para el conocimiento del país de propios y extranjeros. El seguimiento que realiza desde el

Ideam y, específicamente, el Grupo de Monitoreo de Ecosistemas de Alta Montaña de la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, es realizado por profesionales expertos en el tema y basados en un trabajo multidisciplinario. Este usa tecnología satelital y de análisis de datos, de los cuales una buena parte es recolectada como información primaria en campo.

2.2.2.7.1 ¿Por qué son tan especiales los glaciares colombianos?

Jorge Luis Ceballos Liévano	Ideam	jceballos@ideam.gov.co
Yina Paola Nocua Ruge	Ideam	ynocua@ideam.gov.co

Colombia, desde finales del siglo XX, cuenta con seis glaciares (dos sierras y cuatro volcanes nevados). Estos glaciares son valiosos no solo desde el punto de vista del patrimonio paisajístico, sino que también constituyen indicadores naturales de cambio climático. Además, representan una identidad espiritual para las comunidades indígenas aledañas a ellos, así como un escenario para montañistas y el turismo de aventura. La reducción de la cobertura glaciar colombiana continúa, a pesar de la influencia del fenómeno climático extremo La Niña durante los años 2021 y 2022. A inicios de 2022, el área glaciar colombiana se calculó en 33,09 ±0,63 km² que, al ser comparada con el reporte de 2021 (34,20 ±0,67 km²), manifiesta una reducción de la cobertura glaciar nacional de aproximadamente 1,11 km² (3,2 %). Si se compara con el reporte inmediatamente anterior (2020-2021) que fue de 0,99 km² (2,8 %), se evidencia un ligero aumento en el derretimiento glaciar atribuido al impacto diferencial del fenómeno La Niña durante esos periodos. De todas maneras, ese ritmo de reducción de la cobertura glaciar está dentro del rango observado y medido por el Ideam, en las últimas décadas, que es del 3 % al 5 % anual.

En 2022, como consecuencia del fenómeno de La Niña, se evidenciaron precipitaciones sólidas desde el superpáramo, en altitudes superiores a 4.300 metros, y sobre los glaciares, particularmente en los parques nacionales naturales Los Nevados y El Cocuy, donde el Ideam realiza un monitoreo periódico en terreno. El indicador ambiental de balance de masa glaciar se manifestó, de manera diferenciada, para los dos glaciares donde se calcula (Sierra Nevada El Cocuy y volcán Nevado Santa Isabel).



Fuente: Yina Nocua (2022)

2.2.2.7.1.1 Consideraciones metodológicas

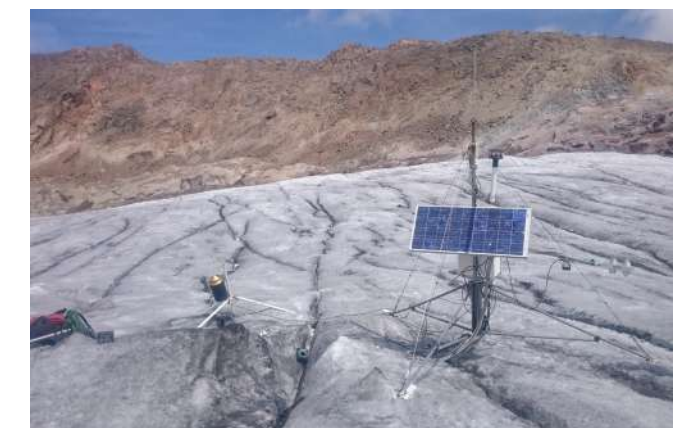
Los nevados colombianos son monitoreados periódicamente, tanto por métodos directos como indirectos. El primero se realiza mediante la captura mensual y bimestral de datos en campo (volcán Nevado Santa Isabel y Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, respectivamente), utilizando instrumentos instalados sobre la superficie de los glaciares (balizas o estacas de ablación y/o acumulación), para estimar cuantitativamente cómo cambia la superficie glaciar y, así, calcular lo que se conoce como 'balance de masa glaciar'. Este indicador determina las pérdidas y ganancias de masa. El segundo método usa imágenes digitales de satélite

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) y dos estaciones meteorológicas instaladas sobre los glaciares (Santa Isabel, sector Conejeras y El Cocuy, sector Ritacuba Blanco), capturan datos para relacionar la dinámica glaciar con el clima. Asimismo, una red de cámaras de fotoseguimiento registra continuamente los cambios de la superficie de algunos glaciares (volcán Nevado Santa Isabel y Sierra Nevada El Cocuy).

► **Figura 2.59.** Labores de glaciología en los parques nacionales naturales (PNN) El Cocuy y Los Nevados (fotografías)



Fuente: Correa (2022).



Fuente: Ceballos (2022).

A) Medición del cambio de la superficie glaciar usando como referencia una baliza o estaca fija anclada al hielo. Glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, Parque Nacional Natural El Cocuy.

B) Estación Meteorológica Móvil de Altitud (EMMA), instalada sobre la superficie del sector glaciar Conejeras, a 4850 msnm. Parque Nacional Natural Los Nevados.

► **Figura 2.60.**
Cámara de fotoseguimiento glaciár en el Nevado de Santa Isabel, PNN Los Nevados



Fuente: Correa (2022).

Glaciár Santa Isabel, sector glaciár Conejeras, en el PNN Los Nevados.

Los glaciáres en Colombia se pueden considerar de especial comportamiento respecto al clima, dada su ubicación latitudinal en el planeta. Su cercanía al ecuador terrestre o paralelo 0°, se traduce en una sensibilidad propia, razón por la cual es acertado denominarlos glaciáres ecuatoriales. Solo existen tres zonas en el planeta con esta distinción: 1) Colombia y Ecuador en Sudamérica; 2) Kenia, Tanzania, Uganda

y la República Democrática del Congo, en África; y, 3) Indonesia, en el Sudeste Asiático y Oceanía. (Figura 2.61). Para este caso de la franja ecuatorial, el comportamiento de los glaciáres está condicionado a estas características latitudinales (dinámica de la Zona de Confluencia Intertropical) y locales como la altitud, la pendiente, la exposición a la radiación solar y las condiciones climatológicas locales.

► **Figura 2.61.**
Distribución global de los glaciáres ecuatoriales



Fuente: UNEP (2022).

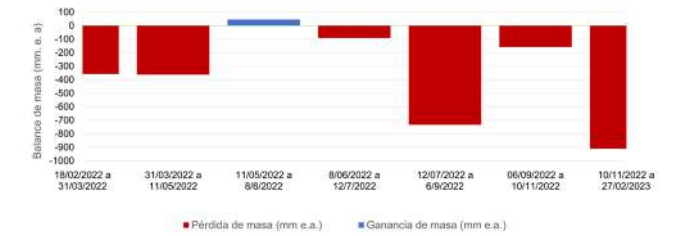
Las seis pequeñas masas glaciáres que aún tiene Colombia son relativamente insignificantes en la contabilidad de los glaciáres en el ámbito mundial. No obstante, debido a su ubicación latitudinal que los hace glaciáres ecuatoriales, son especiales e importantes como indicadores de los cambios térmicos en la baja atmósfera (tropósfera). Esas seis masas glaciáres que, altitudinalmente, su límite inferior está alrededor de los 4.800 metros, cada vez se encuentran más fragmentadas y relativamente a baja altitud, condición que favorece su derretimiento ante el actual cambio climático.

2.2.2.7.2 ¿Qué indican los balances de masa glaciológicos? Comportamiento de dos glaciáres durante 2022

El balance de masa expresa la dinámica de un glaciár, es decir, cuánta masa pierde o gana en un lapso determinado. Los valores positivos indican ganancia de masa glaciár, mientras que los valores negativos, pérdida de masa. En cuanto a los valores iguales a cero, estos señalan equilibrio. El balance de masa se expresa en milímetros equivalentes de agua (mm e. a.), unidad asociada a un volumen equivalente de agua líquida. Su cálculo periódico es fundamental para entender no solo el comportamiento del glaciár, sino también de forma indirecta la dinámica del clima. En Colombia se estima con base en datos de campo tomados sobre el volcán Nevado Santa Isabel, en el sector glaciár Conejeras, y en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciár Ritacuba Blanco.

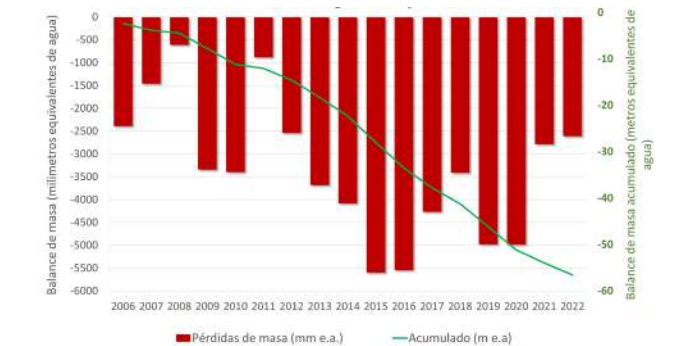
Para el caso del Santa Isabel, sector glaciár Conejeras, en el ciclo hidrológico 2022 (febrero 2022 a febrero de 2023), se calculó un balance de masa de -2434 mm e.a. (Gráfica 51). Esto indica que el glaciár registró nuevamente –y de manera continua desde hace 17 años– un balance anual negativo o de pérdida de masa (Gráfica 2.52). Comparando este valor con el reporte de 2021 (-2743 mm e. a.), se evidencia una ligera reducción en las pérdidas, asociado al impacto del fenómeno La Niña en 2022. Durante ese año, se llevaron a cabo siete campañas de campo destacándose una ligera ganancia de masa de 46,1 mm e. a., entre mayo y junio, causado por la acumulación de nieve sobre el glaciár y atribuido al mismo fenómeno climático. La distribución de la precipitación sólida sobre el glaciár en el transcurso del año se muestra en la Gráfica 2.53, donde se aprecia la estacionalidad de la Zona de Confluencia Intertropical. En cuanto a la serie histórica de la acumulación de nieve sobre el glaciár, se ha evidenciado una tendencia a la disminución en el tiempo (Gráfica 2.54).

► **Gráfica 2.51.**
Balance de masa intraanual del glaciár Santa Isabel, sector glaciár Conejeras durante el año hidrológico 2022



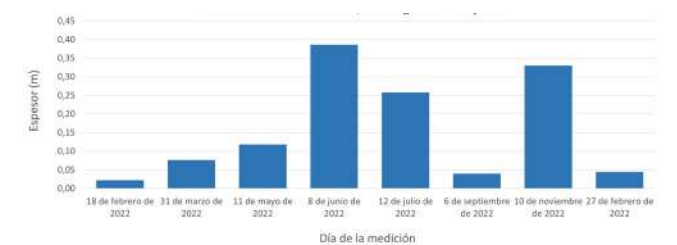
Fuente: Ideam (2022).

► **Gráfica 2.52.**
Balance de masa multianual y acumulado del glaciár Santa Isabel, sector glaciár Conejeras durante el año hidrológico 2022



Fuente: Ideam (2022).

► **Gráfica 2.53.**
Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2022. Glaciár Santa Isabel, sector glaciár Conejeras

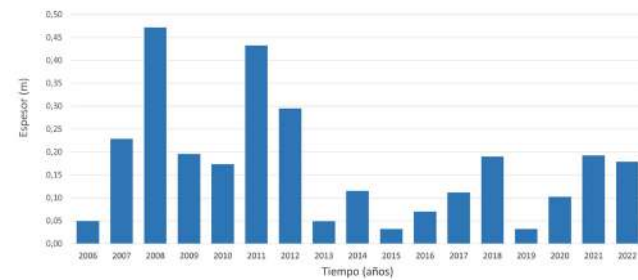


Fuente: Ideam (2022).



Volcán Nevado Santa Isabel, sector Conejeras - Fuente: Jorge Luis Ceballos (2022).

► **Gráfica 2.54.**
Espesor promedio anual de la nieve en el volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras



Fuente: Ideam (2022).

En la segunda zona glaciar de monitoreo del Ideam (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco, al norte), se reporta una dinámica diferente al glaciar Santa Isabel, sector Conejeras. El balance de masa calculado con base en seis campañas de campo, para el periodo febrero de 2022 a marzo 2023, fue de +654 mm e. a. (Gráfica 2.54), siendo el quinto año consecutivo desde 2017 que se registran balances positivos (Gráfica 2.55), omitiendo el año 2020 cuando no fue posible realizar mediciones en terreno debido al aislamiento sanitario. 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, al condensarse, generan precipitaciones sólidas en las partes altas de la cordillera. Incluso, existiría un comportamiento diferencial de norte a sur de esta sierra nevada, a juzgar por observaciones en terreno en cuanto a menores precipitaciones de nieve al sur. Una

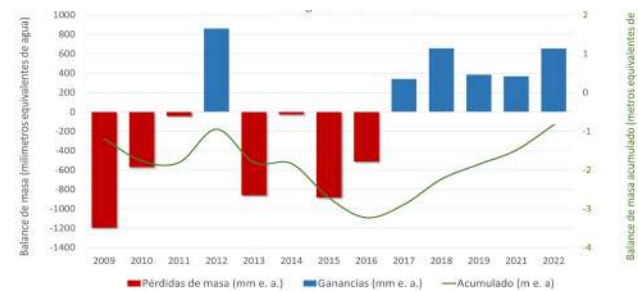
de las características notables en el monitoreo glaciar de la parte norte de la sierra ha sido el aumento en la nieve depositada sobre el glaciar durante el 2022 (Gráfica 2.56), peculiaridad que ha permanecido desde 2017 (Gráfica 2.57)³⁷.

► **Gráfica 2.55.**
Balance de masa intraanual de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco, durante el año hidrológico 2022



Fuente: Ideam (2022).

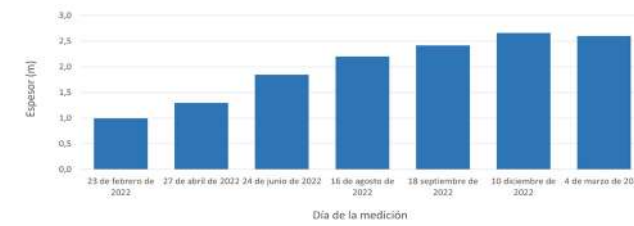
► **Gráfica 2.56.**
Balance de masa anual y acumulado de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco



Fuente: Ideam (2022).

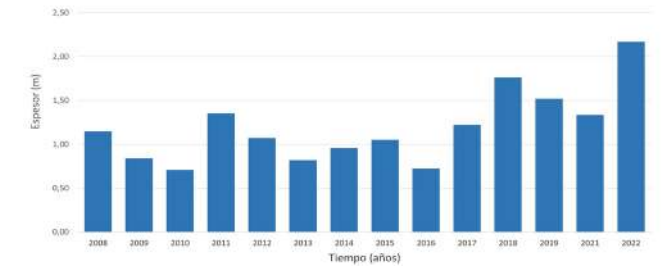
³⁷ Es de resaltar que los valores de los años 2009 a 2012 corresponden a mediciones realizadas en campo sobre el glaciar Ritacuba Negro, localizado inmediatamente al norte del glaciar Ritacuba Blanco. No fue posible continuar con las mediciones en este punto debido a su fracturamiento, por lo que se trasladó la red de balizas al glaciar Ritacuba Blanco a partir de noviembre de 2013.

► **Gráfica 2.57.**
Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo en 2022. (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco)



Fuente: Ideam (2022).

► **Gráfica 2.58.**
Espesor promedio anual de la nieve de la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán, sector glaciar Ritacuba Blanco



Fuente: Ideam (2022).

2.2.2.7.3 Cambio del área glaciar en Colombia de 2021 a 2022, e histórico

El estudio del cambio de área glaciar en Colombia en el tiempo es de importancia para registrar el ritmo de deterioro de este sistema patrimonio ambiental del país, además de indicar la intensidad del cambio climático en la alta montaña. Con la aplicación de técnicas de procesamiento digital de fotografías aéreas e imágenes satelitales, es posible analizar de manera precisa y detallada los cambios que han

ocurrido en los glaciares colombianos desde 1850 hasta el año 2022. (Tabla 27). Para 2022, se contó con la disponibilidad de imágenes satelitales PlanetScope, Spot 6 y 7, y Sentinel, entre el periodo de noviembre de 2021 a mayo de 2022, las cuales fueron donadas por el proyecto de cooperación internacional Páramos y Bosques, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por su sigla en inglés), ejecutado por Chemonics Inc. Colombia.

► **Tabla 2.27.**
Evolución del área glaciar en Colombia desde mediados del siglo XIX

Cambio de área y cobertura glaciar en Colombia (km²)							
Periodo	Sierra Nevada de Santa (Chundua)	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma)	Volcán Nevado del Ruiz (Kumanday)	Volcán Nevado Santa Isabel (Poleka Kasue)	Volcán Nevado del Tolima (Dulima)	Volcán Nevado del Huila (Wila)	Total Colombia
±1850	81,6	148,7	47,5	27,8	8,6	33,7	349
50's	20,4	38,9	21,0	9,40	2,7	17,5	109
80's	16,1	35,7	18,7	6,40	1,60	15,4	91
90's	12,2	23,7	14,1	5,30	1,18	13,9	67,81
2010	8,17	16,54	10,3	1,91	0,76	9,70	47,20
2016	7,10	14,46	9,26	1,00	0,64	8,01	39,54
2017	6,55	13,94	8,88	0,65	0,61	7,63	36,65
2019	6,23	13,67	8,39	0,52	0,56	7,21	36,57
2020	5,83	13,38	8,14	0,45	0,53	6,86	35,19
2021	5,57	13,17	7,96	0,35	0,51	6,64	34,20
2022	5,30	12,83	7,68	0,29	0,49	6,50	33,09

Nota: en paréntesis, está consignado el nombre ancestral indígena

Fuente: Ideam (2022).

A inicios del 2022, el área glaciara en Colombia se calculó en $33,09 \pm 0,63 \text{ km}^2$. Comparando este dato con el anterior reporte de 2021 ($34,20 \pm 0,67 \text{ km}^2$), se tiene una reducción de $1,11 \text{ km}^2$ que corresponde a $3,2 \%$, valor que está dentro del rango de reducción glaciara observado y medido por el Ideam en las últimas décadas, que es del 3 al 5 % por año.

Durante 2022, los glaciares con mayor reducción de área en valores absolutos fueron la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán ($-0,34 \text{ km}^2$), el volcán Nevado del Ruiz ($-0,28 \text{ km}^2$) y la Sierra Nevada de Santa Marta ($-0,27 \text{ km}^2$), mientras que el de menor reducción fue el glaciar del Tolima ($-0,02 \text{ km}^2$). En términos porcentuales, el glaciar Santa Isabel continúa con las mayores pérdidas de área ($17,1 \%$) (Tabla 2.28).

► **Tabla 2.28.**
Evolución del área glaciara en Colombia entre 2021 y 2022

Cambio de área y cobertura glaciara en Colombia Periodo 2021 a 2022 (km ²)							
Periodo	Sierra Nevada de Santa (Chundua)	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma)	Volcán Nevado del Ruiz (Kumanday)	Volcán Nevado Santa Isabel (Poleka Kasue)	Volcán Nevado del Tolima (Dulima)	Volcán Nevado del Huila (Wila)	Total Colombia
2021	5,57	13,17	7,96	0,35	0,51	6,64	34,20
2022	5,30	12,83	7,68	0,29	0,49	6,50	33,09
Reducción del área	-0,27	-0,34	-0,28	-0,06	-0,02	-0,14	-1,11
Reducción del área (%)	4,8%	2,6%	3,5%	17,1%	3,9%	2,1%	3,2%

Fuente: Ideam (2022).

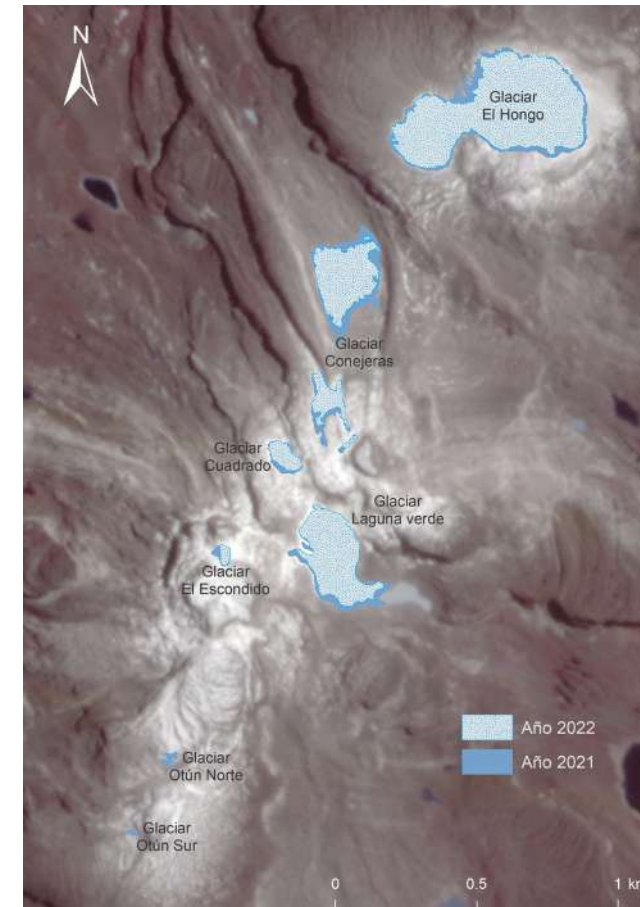
Como se mencionó antes, la diferencia en la reducción de área en cada glaciar se relaciona con factores locales como altitud, tamaño, pendiente, actividad volcánica y exposición a la radiación solar, así como a elementos del clima como precipitación, temperatura y nubosidad, principalmente.

El volcán Nevado del Huila y la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán son los de menor reducción porcentual. Esta diferencia obedece al tamaño, altitud y condiciones climáticas locales. En ambos casos, gran parte de sus áreas con cobertura glaciara se encuentran por encima de los 5.000 metros de altitud, lo que se considera una relativa ventaja, debido a que en esas altitudes hay mejores condiciones para la permanencia de la nieve y el hielo (menores temperaturas que conservan la nieve precipitada).

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 (cumbres menores a 5.000 m). 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. En enero de 2022, en el marco de un proyecto colaborativo entre Aguas y Aguas de Pereira, la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) y el Ideam, se evidenció en terreno, por medio de cámaras fotográficas automáticas, que los relictos de hielo nombrados por el Ideam como 'Otún Norte' y 'Otún Sur' quedaron extintos, y por ende, se reporta que la cuenca del río Otún ha dejado de tener cobertura glaciara. Los registros fotográficos muestran que su extinción ocurrió durante la temporada seca de diciembre de 2021 y enero 2022. Así pues, el glaciar Santa Isabel pasó de estar conformado por nueve a siete fragmentos de hielo (Figura 2.62).

► **Figura 2.62.**
Evolución glaciara del volcán Nevado Santa Isabel durante el periodo 2021-2022



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.63.**
Glaciar Otún Sur. 26 de septiembre de 2021. Longitud 30 m (fotografía)



Fuente: Ideam (2021).

► **Figura 2.64.**
Glaciar Otún Sur. 10 de agosto de 2021. Longitud del glaciar en 2020. 50 metros (fotografía)



Fuente: Ideam (2021).

► **Figura 2.65.**
Glaciar Otún Sur. 15 de diciembre de 2021. Longitud: 10 m (fotografía)



Fuente: Ideam (2021).

► **Figura 2.66.**
Glaciar Otún Norte. 23 de noviembre de 2021 (fotografía)



Fuente: Ideam (2021).

► **Figura 2.67.**
Glaciar Otún Norte, 10 de agosto de 2021. Longitud del glaciar: 80 m (fotografía)



Fuente: Nocua (2021).

► **Figura 2.68.**
Glaciar Otún Norte, 15 de diciembre de 2021. Longitud del glaciar: 40 m (fotografía)



Fuente: Ideam (2021).

Además de las actividades expuestas anteriormente, desde el Ideam se realiza un trabajo con componente social de alto valor por el sentido de apropiación, con las comunidades del área de influencia de las áreas nevadas del país.

2.2.2.7.4 Del monitoreo participativo a la gobernanza de la alta montaña en Colombia

Jorge Luis Ceballos Liévano Ideam jceballos@ideam.gov.co

Lina Cristina Zuluaga Cárdenas Ideam lzuluaga@ideam.gov.co

¿Es posible generar y analizar información del clima y las condiciones de los glaciares sin ser experto? ¿Es técnicamente válida esta fuente de información? Y, de serlo, ¿qué aporta realmente a la ciencia o a la sociedad? ¿Se puede llamar a este tipo de práctica glaciología participativa? O, quizás, ir un poco más allá y denominarla gobernanza glaciar? Todas estas reflexiones surgieron en Colombia, en 2017, después de finalizar el proyecto regional de cooperación internacional “Glaciares Tropicales Andinos en un Contexto de Cambio Climático” del que hicieron parte Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El proyecto fue financiado por el BID y ejecutado por Conservación Internacional Colombia. Los beneficiarios locales fueron el Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) de Bolivia, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi) del Ecuador, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) de Perú, y el Ideam.

El proyecto incluyó un componente social que logró reunir, en un mismo espacio de diálogo, a representantes de comunidades campesinas e indígenas y glaciólogos, reconociendo las diferentes visiones sobre los glaciares y permitiendo avanzar en la comprensión de las relaciones entre la actual dinámica glaciar, el monitoreo y la responsabilidad conjunta de los glaciólogos y las comunidades que habitan alrededor de los glaciares.

Este texto presenta algunas de las experiencias de monitoreo ambiental participativo que incluyen glaciología participativa y monitoreo climático participativo que desarrolla actualmente el Ideam, en el ámbito de su responsabilidad social para acercar y facilitar la apropiación del conocimiento científico por parte de la sociedad. En esto, el Instituto tiene el compromiso, en especial, de involucrar activamente a la juventud en la observación y comprensión de las dinámicas climáticas y glaciares en Colombia.

Los fuertes impactos en los glaciares colombianos a causa del fenómeno climático extremo El Niño en el periodo 2015-2016 y, en particular, en el glaciar Santa Isabel, ubicado en la alta montaña andina de la zona geográfica colombiana conocida como el Eje Cafetero, generaron un rápido derretimiento. Este, por un lado, se interpretó como una alerta respecto a lo que se espera, en el corto plazo, para este glaciar; pero también constituyó una alerta también acerca de la necesidad de llamar la atención de la sociedad sobre la sensibilidad y la vulnerabilidad de los ecosistemas de alta montaña colombiana, como bosques, páramos y glaciares. La propuesta derivada de dicha alerta fue el reto de no dejar pasar desapercibida su inminente extinción, lo que supone un nuevo reto a la glaciología científica.

La ciencia de la glaciología, hasta hoy, ha sido poco abordada desde la ciencia ciudadana, a pesar del

comprobado beneficio de esta alternativa en otros ecosistemas. Conceptualmente, el Monitoreo Comunitario Participativo (MCP) se refiere al “proceso en el que colaboran diferentes sectores de una comunidad (ciudadanos interesados; grupos comunitarios; instituciones de gobierno, industria y academia) para monitorear, dar seguimiento y responder a asuntos de interés público” en materia ambiental (Deutsch et al., 2010). Este proceso implica diferentes niveles de participación de la comunidad que van desde el apoyo en la recolección de datos para la investigación científica, hasta el involucramiento completo, individual y comunitario, en la determinación del problema y la adecuación de esquemas de monitoreo, en virtud de las necesidades identificadas, los recursos disponibles y el conocimiento formado (Fernandez-Gimenez et al., 2008), (Flores-Díaz, y otros, 2013). De esta forma, el MCP contribuye a la formación del vínculo continuo y academia para la comprensión de diversas problemáticas socioecológicas (Shirk et al., 2012).

Sumado a lo anterior, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por su sigla en inglés) plantea como hipótesis de trabajo que, con sencillas técnicas de observación de los recursos naturales, se puede fomentar la participación de la comunidad en el proceso de la generación y apropiación de la información para la toma de decisiones, especialmente respecto a la preservación de los servicios ecosistémicos hídricos, lo que aportaría al fortalecimiento de su resiliencia (2005). Bajo dicho marco conceptual, son varias las iniciativas de MCP que se han implementado con éxito en Colombia, la mayoría de ellas enfocadas sobre todo en hacer seguimiento a bosques, al recurso hídrico y a la avifauna.

En 2018, se originaron tres procesos dirigidos a la implementación de redes de MCP de glaciares en Colombia. El primero de ellos inició con un ciclo de conferencias para jóvenes profesionales, estudiantes, técnicos y montañistas que han vivido alrededor del volcán Nevado del Tolima, reconocido en Colombia por su dificultad de ascenso y belleza escénica. Este grupo estuvo conformado por alrededor de 45 personas que asumieron como misión, para 2021, monitorear lo que se denomina en el ámbito mundial como el ‘balance de masa glaciar’, un método de campo directo para determinar si un glaciar gana o pierde masa en un periodo de tiempo determinado. Quizás este sería el primer caso participativo a nivel mundial de este tipo de observación sistemática que, a la fecha, se realizara solo por glaciólogos.

El segundo caso fue el surgimiento del colectivo “Cumbres Blancas”, integrado por jóvenes ajenos a la glaciología, pero preocupados por los asuntos ambientales de la alta montaña y motivados por contribuir al conocimiento de las cumbres glaciadas y mover activamente a una franja de la juventud colombiana en torno a las consecuencias de la extinción glaciar. Esta iniciativa va muy bien alineada con la promulgación de la denominada Ley de Páramos, un hito en la legislación ambiental colombiana con un importante componente social participativo, el cual ha servido de soporte para la promoción de nuevas iniciativas de glaciología participativa en Colombia.

El tercer caso fue una propuesta conjunta entre Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC) y el Ideam alrededor del denominado “Sendero del Cambio Climático”, una idea tomada de los Andes peruanos y que, en Colombia, consistió en instalar, en 2021, en los caminos altoandinos que conducen a tres glaciares ubicados en igual número de parques nacionales, vallas informativas construidas en materiales locales que describen la historia del cambio climático en la alta montaña colombiana. En estas piezas de comunicación se advierte la ubicación histórica del borde del hielo para diferentes décadas recientes, con el fin de sensibilizar a locales y turistas sobre los impactos del clima en las altas montañas y motivar una nueva manera de percibir los relictos glaciares.

Por otra parte, durante el periodo de aislamiento social de 2020 por la emergencia sanitaria mundial y ante el impedimento de continuar las actividades de glaciología en campo, surgió la idea de reunir virtualmente a diferentes actores interesados en los glaciares colombianos: hombres y mujeres de diferentes edades, montañistas, campesinos, científicos y artistas, entre otros, con el propósito de narrar y compartir historias de vida tejidas alrededor del glaciar Santa Isabel, el más próximo a desaparecer de los glaciares colombianos. Esto, como una forma de reconstruir la memoria colectiva y hacer socialmente más significativa su extinción. Las historias orales recogidas a través de las *Tertulias Poleka Kasué*³⁸, mediante una decena de encuentros virtuales, han logrado rememorar lo que fue esta majestuosa montaña glaciar colombiana en décadas recientes.

Para complementar los procesos descritos, en 2021, en el marco del convenio interinstitucional entre PNNC e Ideam, se avanzó en la incorporación de nuevas variables de monitoreo con grupos adicionales de

³⁸ Poleka Kasué es el nombre indígena del glaciar Nevado de Santa Isabel.

jóvenes, a partir de la realización de talleres en alianza con la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), en las ciudades de Manizales y Santa Rosa de Cabal, vinculando a la comunidad universitaria y a operadores turísticos locales en la implementación de actividades de turismo científico y educativo en el glaciar Santa Isabel. Como consecuencia de este proceso, se diseñaron pusieron en marcha dos nuevas iniciativas: 1) “El Sendero del Cambio Climático”, en el que se instalaron vallas que registran la fecha y altitud en las que se encontraba el borde de hielo. Este recorrido señalizado se acompaña de un guion técnico construido de forma participativa que le ha permitido a turistas y locales reflexionar sobre el impacto del clima en el retroceso glaciar; y, 2) “Monitoreo del retroceso del frente glaciar”, en el que, desde un punto fijo de referencia, los guías turísticos, en compañía de sus clientes, miden con una cinta métrica la distancia al borde de hielo y comparten la experiencia de compilar estos registros históricos para la glaciología colombiana.

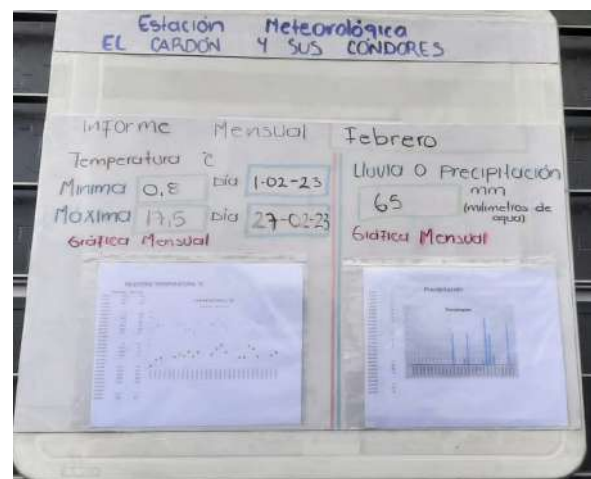
En paralelo, en 2020, el Ideam creó el grupo interno de trabajo de Monitoreo de Ecosistemas de Alta Montaña, adscrito a la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Su misión es generar procesos e instrumentos que permitan diseñar, estructurar e implementar sistemas integrados de monitoreo de los ecosistemas de alta montaña, con un enfoque de manejo adaptativo, que conlleven a evaluar su estado y tendencia, así como el impacto de los cambios en el contexto político-económico y el cambio global sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, aportando insumos para la planificación territorial, la adaptación al cambio climático y la restauración ecológica. Igualmente, debe proponer, diseñar, estructurar e implementar planes, programas y proyectos para el monitoreo y seguimiento de la dinámica, estado y tendencia de los ecosistemas de alta montaña de los Andes colombianos (incluyendo bosque altoandino, páramo y glaciar); también debe estudiar y evaluar el estado y tendencia de los ecosistemas de alta montaña, desarrollar estudios enfocados a determinar efectivamente el aporte hídrico de los ecosistemas de la alta montaña, entre otros. Es así como, en 2021, con el propósito de ampliar el impacto de las experiencias de ciencia ciudadana ya descritas, se inició el proyecto de “Monitoreo Ambiental Participativo en la Alta Montaña” (Mapam). Este incorporó el proceso de monitoreo glaciar participativo y agregó un componente de monitoreo participativo del clima dirigido a la comunidad escolar rural, para cuantificar el conocimiento empírico del clima que tienen las comunidades, resaltar su importancia en la vida cotidiana y visibilizar las acciones del Ideam en los territorios. Con corte a 2022, se vincularon en total 15 instituciones educativas en igual número de veredas de los municipios de Villamaría

(Caldas), Sopó y La Calera (Cundinamarca) y El Cocuy, Güicán de La Sierra y Guacamayas (Boyacá), donde registraron, durante su periodo escolar, variables como precipitación y temperaturas máxima y mínima.

Es importante resaltar que las iniciativas de glaciología participativa en Colombia han trascendido los espacios locales de apropiación social de las dinámicas glaciares. Es así como, en 2019 y gracias a la gestión del colectivo “Cumbres Blancas” y al apoyo del Ideam, se logró crear desde la Cámara de Representantes la Comisión Accidental de Ecosistemas de Alta Montaña, integrada por un grupo de parlamentarios cuya misión específica es llamar la atención sobre estos ecosistemas y velar por su protección y estudio.

Los ejemplos descritos previamente ponen de presente que es posible involucrar a los diferentes segmentos de la sociedad, con el fin de apropiarse del conocimiento mediante la implementación de sistemas de monitoreo participativo comunitario en asuntos, hasta hace poco, vistos como ajenos a la comunidad, posiblemente debido a su aparente dificultad técnica. Además, estas experiencias permiten concluir que la voluntad de una institución técnica gubernamental aunada al compromiso y entusiasmo juvenil, pueden materializarse en propuestas participativas que contribuyen a la gestión conjunta de los recursos comunes, en lo que bien podría considerarse una forma de gobernanza que se puede denominar como ‘gobernanza glaciar’, orientada a constituirse en herramienta de adaptación al cambio climático.

► **Figura 2.69.** Cartelera comunitaria ubicada al exterior de la institución educativa “El Cardón”, en El Cocuy (Boyacá)



Fuente: Ideam (2022).

Nota: en esta cartelera, los estudiantes reportan mensualmente a la comunidad los resultados de su monitoreo del clima

► **Figura 2.70.** Estudiantes de la escuela San Roque (municipio de Güicán de la Sierra) aprenden a graficar los datos que diariamente registran



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.71.** Guías turísticos de Santa Rosa de Cabal (Risaralda) registran el retroceso del frente glaciar en el sector Conejeras del Nevado Santa Isabel, PNN Los Nevados



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.72.**
Estudiantes universitarios, un campesino y un indígena se integran en una actividad de glaciología usando un taladro de hielo a vapor para instalar una baliza de ablación (Glaciar Santa Isabel, Andes colombianos)



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.73.**
Guardaparques se interesan por saber cómo funciona una cámara de fotoseguimiento instalado en un glaciar en Colombia



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.74.**
Una joven mujer universitaria lidera el Grupo Tolima que instalará balizas de ablación en un glaciar colombiano.



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.75.**
Un joven de la comunidad indígena Arhuaca (Sierra Nevada de Santa Marta) y un campesino-guía de montaña narran sus percepciones sobre sus territorios glaciares y la experiencia de haber ascendido, a estudiantes universitarios de Bogotá, D. C.



Fuente: Ideam (2022).

► **Figura 2.76.**
Representantes de comunidades indígenas y campesinas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, reunidos para dialogar con glaciólogos sobre monitoreo y dinámica glaciar (La Paz, Bolivia, 2016)



Fuente: Ideam (2022).

2.2.2.8 Presión sobre el ambiente en Magdalena-Cauca

Entre las características que pueden destacarse del área hidrográfica Magdalena-Cauca se encuentran: 1) contar con diversos ecosistemas determinados por sus variados pisos térmicos (que van desde el nivel del mar

hasta picos nevados); 2) contener, entre otros, dos de los cuerpos de agua principales como los ríos Cauca y Magdalena, los cuales recorren el territorio desde el sur hasta el norte; 3) la ubicación de algunas de las principales ciudades del país y, en consecuencia, tiene una relación directa con la densidad poblacional, son características que resultan en una fuerte presión sobre el ambiente. Razones por las que el área tiene un alto consumo de agua, haciéndola absolutamente dependiente del recurso para su subsistencia, sumados los factores poblacionales y de desarrollo de actividades productivas, en su mayoría aún de tipo agrícola, la generación de residuos es consecuente en cantidad y diversidad.

Como se mencionó, la ubicación de esta área hidrográfica en el sistema de cordilleras brinda grandes beneficios por su variedad de pisos térmicos y abundancia de fuentes hídricas. Esto también tienen implicaciones frente a la orografía y topografía, por lo que el área se caracteriza por sus altas pendientes y, en consecuencia, sus procesos erosivos. El año 2022 fue, en términos generales, un periodo de altas precipitaciones y comportamientos asociados al fenómeno de La Niña, por lo que la respuesta a emergencias asociadas a fenómenos climáticos fue una actividad común en todos los departamentos de Magdalena-Cauca. En atención a esta ola invernal y de manera preventiva como adaptativa al cambio climático, fue necesario concentrar esfuerzos para la recuperación de cuerpos de agua lóticos y lénticos, así como sus zonas de ronda hídrica. Asimismo, se continúa avanzando en el desarrollo de los instrumentos para lograr el ordenamiento de los cuerpos de agua, como los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA) y los planes de ordenamiento del recurso hídrico (PORH), sin dejar de lado los instrumentos de ordenamiento territorial.

La gran biodiversidad tanto en flora como en fauna de esta área hidrográfica se debe a la variedad de ecosistemas. Ello, infortunadamente, replica en actividades tanto legales como ilegales de aprovechamiento forestal y tráfico de fauna. Al respecto, se exaltan los esfuerzos por parte de las autoridades ambientales y la Policía Nacional, en labores de capacitación y concientización de las comunidades y del desarrollo de operativos de control.

Ejemplos de esto es el seguimiento al oso andino, conocido también como oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), que hace presencia en la totalidad del área hidrográfica. Precisamente por esto, en 2022, las corporaciones autónomas regionales que tienen su jurisdicción en estos territorios realizaron actividades de capacitación para el manejo de esta especie. Aquí se cuentan actividades de monitoreo con instalación de

cámaras trampa y el acompañamiento en casos donde hubo conflictos con humanos. De hecho, dichos conflictos también se presentan con otras especies (como reptiles, por ejemplo), debido a la invasión de los ecosistemas por parte del humano. Pero, a su vez, se presentan casos donde mitos y creencias fundamentados en el desconocimiento resultan en la muerte y agresión de animales, como sucede con los búhos y lechuzas que son asociados a creencias como brujería. O el caso de las zarigüeyas, conocidas como chuchas o faras, que son marsupiales indebidamente familiarizados con roedores, por lo que son objeto de asedio y cacería, cuando en realidad estas especies son de gran importancia para la dispersión de semillas, e incluso el control de otras especies como serpientes y roedores (en el caso de las lechuzas y búhos).

Acorde con el territorio y las características del área hidrográfica, las autoridades ambientales adelantan acciones de evaluación, control y vigilancia ajustadas a la dinámica de su territorio. No obstante, hay acciones que pueden considerarse como comunes y que se resumen, a continuación:

2.2.2.8.1 Control a la minería ilegal

La Corporación Autónoma Regional Del Cauca (CRC) realizó acciones contra la minería ilegal de oro en municipios como Santander de Quilichao, en los meses de marzo y junio, donde se evidenció la afectación del río Quinamayó; y, en agosto, en el municipio de Mercaderes, con afectaciones sobre el río Sambingo, operativos que resultaron con el decomiso de maquinaria y capturas de las personas que ejercían la actividad (CRC, 2022e). Sin embargo, el trabajo no fue solo encaminado a la vigilancia y control, sino también a la formalización de la actividad. Así pues, en compañía del Ministerio de Minas y Energía y la Gobernación del Cauca, hasta el mes de agosto de 2022, se había logrado la formalización de 588 mineros del departamento (CRC, 2022e).

Por parte de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), se inició un trabajo para la recuperación ambiental del río Aguacatal, afectado por las actividades mineras ilegales realizadas y sus efluentes de aguas ácidas procedentes de los túneles generados para ese fin. Frente a ello, algunas de las actividades propuestas se basaron en el sellamiento de socavones, acompañado de recuperación geomorfológica y paisajística (CVC, 2022a).

Ahora bien, la Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima) llevó a cabo operativos contra minería ilegal de extracción de minerales en el municipio de Ataco; y de materiales de construcción en el

municipio de Armero – Guayabal. Asimismo, se realizaron acciones en contra de la minería ilegal de oro en el municipio de Venadillo, dejando personas capturadas y la incautación de los equipos utilizados (Cortolima, 2022a; 2022b).

En esa misma línea, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR Cundinamarca) desarrolló operativos relámpago en la provincia de Ubaté, por evidenciar actividades de extracción de carbón mineral de socavón sin permiso, en el municipio de Cucunubá y en Lenguaque, todo ello ante el incumplimiento de la normatividad y las afectaciones ambientales al suelo y los cuerpos de agua (CAR, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2022r) (CAR, 2022k). Durante un operativo en agosto, en el municipio de Suta-tausa, la CAR impuso medida preventiva consistente en la suspensión de actividades a una mina de explotación y extracción de carbón mineral que no contaba con permiso ambiental. Esto acarrió el decomiso de la maquinaria utilizada para ese fin. Algo similar se presentó en el municipio de Cucunubá, en octubre, donde la bocamina ubicada en la vereda Pueblo Viejo, la cual tenía una producción de 800 t/mes y no contaba con permisos (CAR, 2022).

En cuanto a la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), esta autoridad ambiental realizó seguimiento en el departamento de su jurisdicción a las actividades de minería artesanal de oro, con el fin de verificar que se realicen acorde al cumplimiento normativo y no se afecten las fuentes hídricas (CRQ, 2022). Sumado a ello, en abril de 2022, en coordinación con la Agencia Nacional Minera, la CRQ realizó un encuentro con la Asociación de Areneros Artesanos del sector El Alambrado sobre el río La vieja, como parte de las acciones para lograr cumplimiento normativo de este sector artesanal del departamento del Quindío (CRQ, 2022) (CRQ, 2022). Asimismo, en el municipio de Pijao, en junio, la CRQ suspendió las actividades de extracción de material pétreo en dos canteras ubicadas en la vereda Quebrada Honda y Río Azul, porque no tenían permisos ambientales (CRQ, 2022).

En el municipio de Riosucio, la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas) llevó a cabo recorrido donde encontró un área afectada de 452 m², en la franja protectora del río Cauca. Dichas afectaciones fueron generadas por actividad de minería de oro aluvial. Durante el recorrido, hallaron cinco explotaciones subterráneas con túneles verticales y 26 personas realizando la actividad, sin tener los permisos correspondientes y generando impactos por vertimientos de aguas residuales con alto contenido de sedimentos al río, así como mala disposición de residuos sólidos y afectación de la flora como matarratón, samán y

caña brava en la franja protectora (Corpocaldas, 2022). Igualmente, en mayo, Corpocaldas encontró en ese mismo municipio, sobre la margen izquierda y aguas abajo del río Cauca, otra actividad minera de oro por medio de socavón. En el lugar estaban trabajando nueve personas con maquinaria que quedó a disposición de la Policía Nacional (Corpocaldas, 2022). Sumado a ello, en julio, (Corpocaldas, 2022). En el municipio de Supía, esta corporación encontró explotación ilícita de yacimiento minero de oro aluvial sobre la margen izquierda, aguas abajo del río Supía, cuyo cauce se conecta con el río Cauca 40 metros aguas abajo. La actividad afectó un área de 60 m². En junio, en ese mismo municipio, aguas debajo de las quebradas Honda y San Juan, se identificó una afectación de 360 m², en las márgenes de los cuerpos de agua, resultado de actividades mineras realizadas por 15 personas (Corpocaldas, 2022). Asimismo, en el municipio de Neira, en septiembre, esa corporación encontró una explotación subterránea de oro aluvial sobre la margen derecha del río Cauca, realizada por ocho personas con maquinaria (Corpocaldas, 2022). Mientras que, en Filadelfia, Corpocaldas halló dos explotaciones de oro aluvial sobre la margen derecha, aguas abajo del río Cauca, desarrollada por cuatro personas (Corpocaldas, 2022).

En abril, la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) realizó control a la minería en Paipa, donde se encontraron dos bocaminas que ya habían sido suspendidas por no contar con los permisos correspondientes y tenían sellos impuestos por la Alcaldía del municipio (Corpoboyacá, 2022). Esta misma entidad impuso medidas preventivas a actividades mineras en el municipio de Tópaga, las cuales no contaban con licencia ambiental y se encontraban en zona delimitada por el Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas), como área de influencia directa del deslizamiento “Peña de Águilas”, obligando a todos los titulares mineros de la zona suspender cualquier actividad minera (Corpoboyacá, 2022e). Así mismo, en septiembre, Corpoboyacá generó una mesa de trabajo con las alcaldías de los municipios de Socha, Jericó, Socotá y Chita, representantes de la comunidad, la Procuraduría Provincial de Santa Rosa, el Ejército, la Policía, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Secretaría de Minas y Energía de la Gobernación de Boyacá, con el objetivo de definir las actividades necesarias para la protección del recurso hídrico en la provincia de Valderrama. Así pues, por parte de la corporación, las acciones se vienen concentrando en la identificación de las bocaminas y el seguimiento a las áreas de páramo (Corpoboyacá, 2022c; 2022i).

Ahora bien, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) desarrolló 17 operativos contra minería ilegal de oro y

material de arrastre (piedra, arena y gravilla), en julio de 2022, en las fuentes hídricas del área metropolitana de Bucaramanga. Las acciones dejaron 69 personas capturadas (CDMB, 2022; CdmB, 2022f).

En mayo, en el municipio La Gloria (Cesar), la Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar) suspendió varios frentes, donde se realizaban actividades de explotación de material para construcción que eran transportados hasta el municipio de Pelaya (Corpocesar, 2022d).

2.2.2.8.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones

Dadas las precipitaciones que se intensificaron en abril de 2022, se presentaron emergencias y afectaciones a viviendas, vías, infraestructura de servicios, cultivos y ecosistemas, por lo que fueron necesarias acciones de estabilización de laderas, estabilización de áreas desprovistas de vegetación y áreas con movimientos de masa. En Cauca, las acciones de estudios de zonificación de amenazas por movimientos en masa, inundación y avenida torrencial se concentraron en siete municipios (Santander, Padilla, Caloto, Puerto Tejada, La Vega, Timbío y Popayán) (CRC, 2022c). Estos conllevaron a la implementación de obras como la realizada en la cuenca del río Molino, además de la implementación de sistemas de alerta temprana como las de los municipios de Andalucía y de Inza, este último después de la avalancha en 2021 y que mostró sus resultados, en julio de 2022, debido a las fuertes lluvias causantes de crecientes súbitas y del desbordamiento de cuerpos de agua en las veredas Las Lajas, San Antonio, Puerto Valencia, San Isidro, y La Topa (CRC, 2022h). Sumado a esto, en octubre, también se presentaron afectaciones a viviendas y torres de energía en Popayán, ante las inundaciones y una granizada (CRC, 2022h).

En el Valle del Cauca, desde inicios de 2022, se realizaron labores en atención a las lluvias presentadas en las dos últimas semanas del mes de diciembre de 2021, como la limpieza y conformación de 1.300 metros lineales de la quebrada El Lázaro, en el municipio de Toro (CVC, 2022a). En febrero, se presentaron lluvias con valores de casi el doble del promedio histórico, generando afectaciones en vías del municipio de Pradera, por incremento en niveles de los ríos Bolo Blanco y Bolo Azul (CVC, 2022d).

Esta entidad también adelantó actividades para disminuir la descarga del embalse de Salvajina, durante el mes de marzo, y obras como el refuerzo del jarillón a lo largo del río Cauca y el canal interceptor sur. Dichas obras evitaron inundaciones en el oriente de Cali,

logrando que, a pesar de las lluvias de abril, tanto el río Cauca como Salvajina no presentaron registros alarmantes. En ese mismo mes, también se terminó la construcción de 11,4 km de jarillón sobre el río Cauca, y se fortaleció y realizó el realce del jarillón en la comuna 7 de Cartago (CVC, 2022o-p). No obstante, a pesar de los esfuerzos, las lluvias generaron afectaciones en municipios como El Águila, por movimientos en masa y desbordamiento en el río Cañaveral, así como entre los municipios de La Victoria y Obando, por desbordamiento de la quebrada Los Micos (CVC, 2022c).

A su vez, en la zona rural de Tuluá, se presentaron desprendimientos de tierra y, en general, se registraron incrementos en los niveles de los ríos del territorio vallecaucano. Por ejemplo, el río La Vieja, de Cartago, alcanzó el nivel más alto reportado en 68 años; mientras que el embalse Guacas, en Bolívar, alcanzó en noviembre el 101 % de su capacidad (CVC, 2022q-r). Otras actividades se realizaron en cuerpos de agua removiendo material que colmata estos cuerpos de agua y les devuelve su capacidad hidráulica, actividades realizadas en municipios como La Unión que, además, disminuyeron eventos de inundación (CVC, 2022f).

En el departamento del Tolima, se presentaron emergencias durante el mes de marzo, en ciudades como Ibagué, El Líbano, Villahermosa y Casablanca. En atención a situaciones como esta, ya se había iniciado la construcción de un muro de contención en zona del río Cucuana (municipio de Playarrica). Para el mes de abril, el avance de la obra era del 75 % y la entidad realizó recomendaciones asociadas al control de la esorrentía de agua lluvia, con el fin de disminuir los deslizamientos de tierra presentados en el municipio de Roncesvalles (Cortolima, 2022g).

Ahora bien, para el mes de marzo, en municipios de Boyacá y Cundinamarca, el Alto Magdalena era la zona más afectada por ocho eventualidades y cuatro inundaciones en Tequendama. Allí hubo un movimiento de tierra en el sector del puente quebrada La Honda, en el municipio de Pacho, por aumento del nivel en los ríos Yayata y Negro, afectando la estructura de algunos puentes, por fenómenos de socavación, similar a lo que sucedió en varios predios inundados en los municipios de La Vega, Buena Vista y El Rosal. Situaciones como las descritas fueron identificadas en 40 puntos críticos en los municipios como Tibirita, Pacho, El Colegio, San Antonio del Tequendama, Villagómez, Zipacón, Fusagasugá, Viotá, Nocaima y Vergara, por lo que fue necesario destinar recursos para la construcción de obras de mitigación y reducción del riesgo (CAR, 2022i). Tales obras requirieron de acciones complementarias como la corrección de cauces, estabilización de taludes, conformación de jarillones y remoción de

sedimentos. Además, se identificó la necesidad de realizarlas en 66 fuentes hídricas como el río Contador y la quebrada La Mugrosa, en el municipio de Villeta, donde hubo crecientes súbitos en abril (CAR, 2022j).

Situaciones similares se presentaron en los municipios de Guadas; en la quebrada Vijagual; Utica, en las quebradas La Negra y Terama; Chaguaní, en la quebrada Los Cocos; Bituima, quebradas El Piñal, El Rosal y Facativa, en los ríos Subachoque y Botello. Además de estos, se desarrollaron eventos parecidos en otros municipios con altas precipitaciones, como Jerusalén, La Palma, Pacho, El Peñón, Paime y Villagómez, donde se desplazó maquinaria para atención de posibles situaciones de riesgo (CAR, 2022s). Y es que, en abril, estas emergencias ya habían cobrado la vida de doce personas y la desaparición de otras cinco, en Cundinamarca (CAR, 2022k-l). Teniendo en cuenta que el periodo invernal se mantuvo con fuerza, en el mes de junio, fue necesario realizar acciones sobre el río Chiquinquirá, por las fuertes precipitaciones.



Fuente: Johan Luna (2022).

En noviembre, se realizaron obras de conformación de jarillones en los municipios de La Palma, Villagómez, Paime y Pacho y de adecuaciones hidráulicas en cuerpos de agua, como la quebrada Minasal, el río Veraguas, la quebrada San Rafael, la quebrada La Fénix y en el río Negro sector Paraíso (CAR, 2022u). En octubre, a pesar de las altas precipitaciones, no se alcanzaron los niveles de emergencia en los ríos Bogotá y Suárez, situación en la que aporta las descargas provenientes desde en los embalses Sisga, Tominé y Neusa, en el caso del río Bogotá, y en el embalse El Hato, en el caso del río Suárez. Todos estos, para el final del mismo mes, presentaban valores críticos, haciendo necesario el incremento en los caudales de descarga desde los embalses, así como activar los comités de riesgo en municipios del área de influencia, entre ellos Nemocón, Cogua y Zipaquirá (CAR, 2022s). Igualmente, en noviembre, los monitoreos de niveles de los cuerpos de agua se mantuvieron en la cuenca baja del río Bogotá, donde se presentaron zonas vulnerables en los municipios de Jerusalén, Girardot y Tocaima (CAR, 2022t).

Las fuertes lluvias presentadas en marzo generaron el colapso de 50 m del muro de contención de la bocatoma Boquía, la cual alimenta a la ciudad de Armenia, en el río Quindío. Esto no solo afectó la estructura, sino que también hizo necesario verificar la calidad del agua para ser suministrada (CRQ, 2022e). En el mes de abril, la CRQ les hizo seguimiento a grietas ocasionadas por deslizamientos, resultado de las lluvias en Calarcá, y definió las obras necesarias en la quebrada La Picota, como la ampliación de secciones del cuerpo de agua y del río Verde, donde se plantearon obras de disminución de la velocidad del río, para controlar procesos erosivos detonados por el régimen de lluvias (CRQ, 2022i). En junio, la CRQ generó un diagnóstico de la vulnerabilidad del municipio de Génova ante eventos hidrometeorológicos, como resultado se indicó que el 97 % del área del municipio tiene afectaciones por fallas geológicas y eventos de remoción en masa (CRQ, 2022m; CRQ, 2022n). Así pues, en octubre, se presentaron lluvias en la parte alta del río Quindío, con valores entre 55 mm y 97 mm, los cuales superan los promedios de la zona (CRQ, 2022q). Asimismo, en noviembre tuvo que realizar trabajos para mitigar las afectaciones generadas por deslizamientos en la vía que conduce a los municipios de Barragán a Génova (CRQ, 2022t). Al final del año, esa entidad atendió cien eventos de mayor afectación en el departamento del Quindío, asociados en su mayoría a movimientos de remoción en masa o deslizamientos y las afectaciones forestales (CRQ, 2022x).

En el departamento de Risaralda, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder) realizó trabajos de mitigación del riesgo asociados a las fuertes

precipitaciones, en el municipio de La Virginia, a principios de año y en el mes de septiembre. Las obras y actividades que se realizaron en la zona de la madre vieja, el jarillón de expansión norte, la impermeabilización del sector de San Carlos y la recuperación y revisión de las chapaletas, atendiendo la ola invernal que se presentó en el segundo semestre del año (Carder, 2022e). En relación con el municipio de La Virginia, esa entidad destacó que la mejor manera de controlar los efectos de las precipitaciones es la recuperación de la madre vieja, que ha sido siempre el área de inundación en estos periodos invernales, pero que fue afectada por construcciones ilegales y uso para disposición de residuos de construcción y demolición (Carder, 2022f). Las obras realizadas en la madre vieja y el reforzamiento de un jarillón en la zona norte permitieron que, en noviembre, no se presentaran inundaciones, a pesar de que el río Cauca alcanzó una altura de 5,92 m, en su paso por La Virginia y se estimó que de no estar la estructura hubiese ocurrido una inundación del 60 % del municipio (Carder, 2022h).

En junio, Caldas se declaró la calamidad pública, con el objetivo de poder construir las obras de mitigación que fueran requeridas a causa del periodo invernal, luego del colapso de 6 viviendas en el municipio de Salamina, barrio El Playón (Corpocaldas, 2022).

A su vez, en marzo, en Boyacá fue necesaria la apertura de las compuertas de embalse de La Copa y el lago Sochagota durante 48 horas, por el incremento de las lluvias. Adicionalmente, se realizaron trabajos en el sector del Desaguadero, consistente en obras de derivación en el lago Sochagota. Además, la obra permitió la limpieza del canal de acceso y de descarga del vertedero La Herradura, para evitar inundaciones a los predios ribereños del Lago de Tota durante episodios de crecientes (Corpoboyacá, 2022a).

Debido a las lluvias, fue necesario el monitoreo de los niveles del río Cauca en la cuenca bajadabajo deabajo de Hidroituango, así como en zonas de confluencia del río Nechí, área de La Mojana. Por ello, en septiembre, la Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (Cornare) identificó a los municipios de Cocorná, Nariño y El Retiro bajo la figura de calamidad pública (Cornare, 2022a). En la jurisdicción de esa entidad, se presentaron acciones de vandalismo y hurto de equipos utilizados para la medición de los niveles de los ríos. Uno de los casos fue, en octubre, en el municipio de Rionegro, en la estación La Pica, ubicada en las veredas Guayabito y Tablacito y que monitorea el río Negro; otro fue en la estación ubicada sobre el río Negro, en las veredas Chipre y Tres Puertas. Así pues, estas situaciones que aumentan el riesgo, al no poder monitorear los niveles de este cuerpo de agua, que en

el periodo de fenómeno de La Niña (2010-2011) registró inundaciones severas, así como en las quebradas La Mosca, La Pereira y La Marinilla (Cornare, 2022h-j).

Según la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA, otra situación de vandalización de elementos públicos y estructuras para mitigar y controlar estas emergencias invernales y del recurso hídrico se presentó en el sistema de compuertas del embalse El Guájaro, donde miembros de la comunidad del corregimiento Las Compuertas, en el municipio de Manatí (30 de junio), manipularon y violentaron el sistema abriendo las compuertas. Esto puso en riesgo las vidas de las mismas personas de la comunidad, dados los altos niveles del canal del Dique y El Guájaro. Posteriormente, en julio, las mismas personas que robaron elementos del sistema hidráulico y abrieron las compuertas, exigieron sumas de dinero para el cierre de las compuertas (CRA, 2022g).

Frente a la condición de estas compuertas, el director de la CRA manifestó al presidente de la República la necesidad de modernizar esas estructuras, las cuales regulan los niveles de agua del Canal del Dique hacia el embalse de El Guájaro, en una reunión sostenida en septiembre, en el municipio de Santa Lucía. El objetivo de la reunión fue concertar el proyecto del Canal del Dique para proteger la población ante las inundaciones derivadas del fenómeno de La Niña (CRA, 2022i-j). Así pues, ante el panorama de riesgo, la CRA³⁹ dijo que sus municipios están rodeados por cuerpos de agua, incluyendo playas bajo efectos de erosión costera y grandes cuerpos de agua asociados al río Magdalena, el embalse de El Guájaro y el Canal del Dique (CRA, 2022l,p).

Y es que, durante el periodo invernal, las comunidades tomaron acciones frente a las estructuras tipo compuertas, y especularon frente a las incidencias de esos sistemas con las inundaciones que se presentaron en el territorio. Algo similar sucedió en el municipio de Remolino, donde se presentaron inundaciones que la comunidad atribuyó a las compuertas ubicadas en el caño El Renegado y que tienen la función de mantener un caudal constante hacia el complejo de ciénagas de Buenavista, Tamaca, La Aguja y San Juan, que hacen parte de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Al respecto, según Corpamag (2022f):

...deben permanecer ABIERTAS la mayor parte del tiempo y sólo cerrarse en condiciones extremas de niveles muy bajos, para que el descenso de las ciénagas sea mínimo o en el caso de

caudales demasiado extremos, evitando el excesivo ingreso de material vegetal o sedimento del río Magdalena (párrafo 4).

Sin embargo, por solicitud de la comunidad y dadas las precipitaciones, las compuertas fueron cerradas. Esto generó un riesgo ambiental, al restringir el paso de agua dulce y, en consecuencia, causó el estancamiento de agua, la proliferación de vegetación acuática y la disminución del recurso pesquero. Aunque el daño se presentó en uno de los sellos de la compuerta, este no puede ser la causa de las inundaciones presentadas (Corpamag, 2022f).

De acuerdo con la Corporación Autónoma Regional de Antioquia (Corantioquia), en el departamento, basados en los boletines emitidos por Ideam, se mantuvieron los niveles de alerta, teniendo en cuenta que las precipitaciones se sostuvieron con valores altos. Incluso, para los meses de septiembre, octubre y noviembre se tenía una probabilidad del 86 % que el fenómeno de La Niña se mantuviese en la cuenca de los ríos Magdalena y Cauca, con valores por encima de lo normal, así: septiembre, entre el 20 % y el 40 %; octubre, por encima del 30 %; y noviembre, por encima del 20 %, para sectores de Antioquia, Eje cafetero, centro de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila y Norte de Santander (Corantioquia, 2022a). Adicionalmente, se firmó un convenio con el Departamento Administrativo para la Gestión del Riesgo de Desastres Antioquia (Dagran), dirigido a compartir información como la de la Red Piragua y, por parte del Dagran, la Red SAMA, buscando definir la ejecución de obras de intervención correctiva o de mitigación del riesgo (Corantioquia, 2022g).

Por su parte, en agosto, en el territorio santandereano, la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) reportó el desbordamiento de la quebrada La Leona (municipio de San Joaquín), generando daño de cultivos y afectando predios. Luego, en octubre, hubo deslizamientos en los municipios de Onzaga y Mogotes, por desbordamiento de la quebrada La Micana, en el primero, y condiciones geológicas como la presencia de la falla conocida como Bucaramanga-Santa Marta (CAS, 2022).

Por otro lado, en febrero, la CDMB inició obras para atender los deslizamientos de tierra generados por las altas precipitaciones y que afectó 11 viviendas en el barrio Nariño, de Bucaramanga, obra que finalizó en diciembre. En septiembre, y debido a las altas precipitaciones pronosticadas a partir de ese mes, se inició el refuerzo del jarillón del río Lebrija, para proteger a

la comunidad de San José de los Chorros de Rionegro (CDMB, 2022i). Sumado a ello, en el municipio de Floridablanca, se desarrolló una obra para control de los deslizamientos en los barrios Villabel y Altos de Villabel, obra que abarca un área de 6.799 m², con el objeto de ser más amigable con el ambiente al disminuir el uso de concreto (CDMB, 2022). Asimismo, en octubre y mediante el uso de 9.747 m² de pantallas ancladas, se mitigó el riesgo de deslizamiento en las comunas 4, 5 y 8 de Bucaramanga (CDMB, 2022). Adicionalmente, hacia el mes de noviembre, el incremento de lluvias generó afectaciones en el municipio de Matanzas, por crecientes de los ríos Charta y Suratá; en el municipio de Tona, se presentaron afectaciones en la vía y el cauce del río; mientras que, en Rionegro, hubo emergencias por el desborde del río Cáchira del Espíritu Santo y la quebrada Payandé. A esto se añade que, en el municipio El Playón, se generaron varias afectaciones en la vía nacional hacia la costa Caribe (CDMB, 2022m).

Por parte de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique), las obras realizadas en la zona conocida como La Línea permitió el control de los arroyos y el canal Maretira, donde se presentaban inundaciones que afectaban cultivos y viviendas. Las obras correspondieron a la construcción de box culverts y canalización de arroyos (Cardique, 2022d). Asimismo, por parte de Cardique se identificó la necesidad de realizar actividades y obras para lograr la reconexión del grupo de ciénagas, con el fin de evitar las inundaciones presentadas por el periodo invernal y atendiendo la solicitud expresada por la comunidad de Puerto Badel, corregimiento de Arjona, ante la pérdida de cientos de hectáreas de cultivos de arroz, maíz y otros productos (Cardique, 2022h).

Frente al Canal del Dique, en agosto, la corporación recorrió los 118 km de este canal desde su desembocadura en la Bahía de Cartagena, en Pasacaballos, hasta Calamar, donde el río Magdalena se ramifica, identificando afectación a los ecosistemas por la apertura de canales artificiales y puntos críticos de los niveles producto de las lluvias por el fenómeno de La Niña, que generaron inundaciones que afectan los cultivos y la ganadería. Así pues, se establecieron puntos donde no hay jarillones, lo que hacía inminente el desbordamiento del canal. Particularmente, en uno denominado Los Cafiros, en San Estanislao de Kotska, las filtraciones vencieron la barrera, inundando una amplia zona agrícola y ganadera de este municipio y de Arjona. Resultado de ese diagnóstico fue el llamado urgente de esa autoridad a la restructuración del Canal del Dique (Cardique, 2022j).

En el departamento del Atlántico, de manera preventiva y en atención a la temporada de ciclones tropicales

que inicia cada año entre el 1 de junio y que va hasta el 30 de noviembre, con incidencia en el clima del Caribe y del departamento del Atlántico, Ideam y la CRA realizaron un taller sobre las ondas tropicales y el comportamiento de los fenómenos climáticos que afectan la región. En este espacio se puso de presente la preocupación asociada a las inundaciones que se pueden provocar por el río Magdalena y el Canal del Dique, ante los altos niveles por la temporada invernal al interior del continente (CRA, 2022c). Sumado a ello, en septiembre, la CRA suscribió cuatro convenios interadministrativos con los municipios de Campo de la Cruz, Santa Lucía, Suan y Palmar de Varela, para atender la ola invernal del segundo semestre. El objeto fue realizar actividades en cada uno de estos municipios, varias veces afectados por inundaciones. En el municipio de Campo de la Cruz, se estimó limpieza, retiro de sedimentos y residuos de arroyos en los sectores 8 de Febrero, Cementerio, El Carmen, El Diluvio, Piñoncito, La Esperanza, Las Malvinas y Villa Estadio. En Palmar de Varela, se incluyó mantenimiento y limpieza de muros de contención y canales de aguas lluvias, disminuyendo el riesgo de desbordamiento de los arroyos. Para el municipio de Suan, se realizó mantenimiento de obras de mitigación para el control de inundaciones, retirando sedimentación y elementos que generan taponamientos en los canales (CRA, 2022l).

Igualmente, en el municipio de Soledad, hacia septiembre, las obras de canalización del arroyo El Salao tenían un avance del 93 %. Las obras consistentes en la canalización del afluente principal del arroyo, cuya longitud intervenida es de 3.343 m y la siembra de 400 árboles. Este arroyo ha causado pérdidas materiales y humanas en los barrios aledaños, como el barrio El Ferrocarril, donde, además, se han presentado problemáticas de salud sobre el canal del arroyo Villegas, considerado como un 'alcantarillado a cielo abierto'. Ante ello, las obras buscan evitar desbordamientos del arroyo y el saneamiento de los vertimientos de aguas residuales domésticas (CRA, 2022m).

De la misma manera, en el municipio Manatí, la CRA intervino el arroyo El Pantano, donde se realizó limpieza y construcción de 700 m de gaviones para estabilizar taludes del arroyo y prevenir desbordamientos e inundaciones (CRA, 2022n). En noviembre, en el municipio de Piojó, se presentaron emergencias de deslizamiento de viviendas y carreteras, afectaciones en las bóvedas del cementerio por hundimiento y afectaciones a la PTAR. Tales situaciones, en gran medida, se deben a que el municipio Piojó se encuentra bajo amenaza de susceptibilidad de movimientos en masa de moderado a alto por el tipo de suelo, lo que favorece el deslizamiento y la infiltración de agua. Dicha situación es agravada por las actividades mineras ilegales de

³⁹ <https://crautonomia.gov.co/prensa/noticias/nuestra-vision-sobre-la-crisis-climatica>

sustento que se desarrollan en el municipio sobre los arroyos (CRA, 2022o).

En el mismo mes, por las lluvias, fue necesario abrir las compuertas de Villa Rosa, en el municipio de Repelón, para evacuar aguas desde el embalse El Guájaro hacia el Canal del Dique. Este último presentó disminución en los niveles de agua. Las lluvias del mes causaron afectaciones por desbordamiento de cuerpos de agua y movimientos en masa, en los municipios de Malambo (arroyo San Blas), Soledad (arroyo El Platanal), Tubará (arroyo Cucambita) y, también en Puerto Colombia, por remoción en masa, en los cerros de Cupino, Altos de Girasol y la vía Bajo Ostión. Asimismo, se impactaron los municipios de Ponedera (arroyo El Cojo), Sabana-grande (arroyo Caño Fístola), Polonuevo (arroyo San Nicolás), Usiacurí (arroyos El Pueblo, Baranoa y Arroyo Grande (CRA, 2022p). En ese mismo mes fue necesaria la instalación de compuertas en el Puente Militar, en el municipio de Manatí, con el objetivo de drenar agua controladamente desde el embalse de El Guájaro hacia el Canal del Dique, para disminuir los niveles. Todo ello, teniendo en cuenta que, en noviembre, para el departamento de Atlántico, la temporada de lluvias fue la más fuerte de los últimos 50 años, lo que tuvo como consecuencia, desbordamientos como el del embalse en el corregimiento de La Peña y con amenazas en corregimientos como Aguada de Pablo, Manatí y Repelón (CRA, 2022q). Por ello, en diciembre fue necesario realizar la apertura de dos compuertas en El Porvenir, municipio de Manatí, para disminuir los niveles del embalse y acelerar el proceso de evacuación de las aguas provenientes de la inundación. Igualmente, se definió la apertura de dos compuertas más, buscando bajar el nivel del cuerpo de agua en cuatro metros (4 m) de profundidad (CRA, 2022t).

2.2.2.8.3 Acciones de conservación y recuperación de cuerpos de agua

En el departamento del Cauca, la CRC ha implementado acciones para la conservación del agua a través del proyecto “Páramos Delimitados”, el cual busca la delimitación del área de los páramos y el Plan de Manejo de los Complejos de Páramos de Doña Juana-Chimayoy, Sotára, Nevado del Huila-Moras, Guanás Puracé-Cocunucos. Para ello, se trabaja en la consulta realizada por el Ministerio del Interior y de Justicia (Mininterior) (CRC, 2022g).

En relación con los humedales, en los municipios de Popayán, Morales, Sotará, El Tambo, Patía, Santander de Quilichao, Sucre y Villa Rica, la CRC ha realizado acciones para recuperar humedales (CRC, 2022d). En febrero, inició trabajos con comunidades para declarar

área protegida a un complejo de humedales ubicados en Charco de Oro y La Bolsa, en Andalucía; Pital, San Antonio, Cementerio, Isla Cabello y Mateo, en Bugalagrande; y Bocas de Tuluá y Antiguo Cauce de Morales, en el municipio de Tuluá. Los humedales están asociados al río Cauca y comprenden un área de 3.422 hectáreas.

Asimismo, la corporación buscó ampliar el área protegida del páramo El Duende, con 3.577 ha adicionales, ampliación realizada hacia el municipio de Bolívar, donde también se amplió el área protegida de RUT Nativos, con una extensión de 10.840 ha (CVC, 2022i) y se adoptó el Plan de Ordenamiento y Manejo Integrado de la Unidad Costera Complejo Bahía Málaga- Buenaventura, que abarca una zona total de 637.126,84 ha, de las cuales 232.539,34 corresponden a la zona terrestre y 404.587,1, a la zona marina. Esto se realizó en acuerdo con 38 consejos comunitarios de comunidades negras y las 12 comunidades indígenas de Buenaventura (CVC, 2022j).

Además de esto, en 2022, se realizaron jornadas de limpieza de estos ecosistemas como parte de las estrategias para mejorar el flujo de agua, evitar inundaciones y, a su vez, para recuperar estos cuerpos léniticos, con ayuda de la comunidad y haciendo uso de maquinaria como la utilizada en la laguna de Sonso. En cuerpos lóticos también se realizaron estas acciones como en la quebrada Carisucio, en Florida, en su paso por el casco urbano (CVC, 2022h), y se realizó la siembra de 6.000 alevinos de especies como el bocachico, en el río Pance, 10.000 en el río Cali, y 3.000 en el río La Paila. Además de la siembra de árboles en áreas de importancia hídrica, como el realizado en las cuencas de los ríos Timba y Claro, y mediante el esparcimiento de semillas de árboles nativos (34.718 individuos) en la franja forestal protectora del río La Vieja (CVC, 2022s).

En las áreas costeras, también se realizaron actividades para recuperar ecosistemas como los de manglar, por ejemplo, con la siembra de 7.000 mangles y 2.000 plántulas, hasta el mes de julio, en las zonas de Mayorquín, Puerto España, Puerto Merizalde y en La Barra, en Buenaventura, con ayuda de las comunidades asentadas en cada uno de estos territorios (CVC, 2022m).

Por su parte, Cortolima declaró 496,77 ha dentro del complejo volcánico Machín Cerro Bravo, como área protegida en la categoría de reserva forestal protectora regional, la cual que servirá como corredor biológico (Cortolima, 2022f).

Ahora bien, la CAR Cundinamarca está trabajando en el plan de recuperación de la laguna de Suesca, lo que le ha permitido rescatar área del espejo de agua

y lograr una mayor profundidad, pasando de 0,92 m a 1,80 m promedio, en los últimos años (CAR, 2022a). Adicionalmente, buscando la ampliación de las áreas protegidas, la CAR propuso, a los entes territoriales de Chocontá, Guatavita, Sesquilé, Mchetá y Manta, ampliar del Parque Natural Regional Vista Hermosa de Monquetiva, ubicado en el páramo de Chingaza, jurisdicción del municipio de Guatavita, donde se ha observado la presencia de especies como oso andino, puma, venado de cola blanca, entre otras especies del ecosistema de páramo (CAR, 2022g). Para la recuperación del río Bogotá, la CAR construirá cuatro áreas multipropósito en distintos puntos de las localidades de Bosa, Engativá y el municipio de Soacha, en la cuenca media del río Bogotá, las cuales permitirán el control de anegaciones, conservar fauna y flora y dar una ambientación paisajística al cuerpo de agua (CAR, 2022h). A través del programa BanCO2, sistema de pago por servicios, la CAR logró la conservación de 3.100 ha de ecosistemas estratégicos bosque seco, bosque húmedo tropical, bosque altoandino, bosque premontano y páramo. El área conservada se encuentra ubicada entre 22 municipios de Cundinamarca, dos de Boyacá y tres localidades rurales de Bogotá, D. C., con lo que se busca frenar la ampliación de la frontera agrícola (CAR, 2022q).

La CRQ inició el proceso para la implementación de estrategias contempladas en las biodiversidades, en la quebrada Pinares de la ciudad de Armenia, la cual recibe aguas residuales de las áreas aledañas, para lo cual buscaría su recuperación, basada en las propuestas y las intenciones de las comunidades ubicadas en los barrios vecinos. Esa misma entidad, junto con la Alcaldía de La Tebaida, iniciaron actividades para recuperar la franja forestal de la quebrada La Tulia. Resultado de la implementación del proyecto de Biodiversidades que identificó 179 especies de fauna silvestre en el barrio La Esmeralda de Armenia (CRQ, 2022s). Por otra parte, y como resultado de actividades de bioingeniería, recuperación de suelos y manejo de aguas realizado en 22 ha de suelo en zona rural de Salento, la CRQ logró la disminución de arrastre de sedimentos al río Navarco, pasando de 60mg/l a 5mg/l (CRQ, 2022u).

Por su parte, Corantioquia firmó convenios con comunidades del pueblo Emberá Chamí para favorecer la gestión ambiental en sus resguardos ubicados en los municipios de Valparaíso y Jardín (resguardos Marcelino Tascón, Hermeregildo Chakiamá y Cristianía Karmata Rúa). El primer resguardo fue beneficiado con la implementación de parcelas agroecológicas; el segundo tiene como objeto desarrollar acciones asociadas al monitoreo de calidad del agua en fuentes abastecedoras del resguardo, recolectar semillas nativas y construir germinadores, entre otros. Mientras que la tercera

comunidad se verá beneficiada por acciones asociadas a la restauración ecológica, recolección de semillas nativas, la construcción de un vivero transitorio y la realización de encuentros de sabios (Corantioquia, 2022c). Asimismo, en noviembre, esta misma corporación firmó un convenio con la Universidad de Antioquia para la conservación de las áreas protegidas de la región, las cuales suman 333.000 ha de áreas protegidas regionales y predios públicos destinados a la conservación en los 80 municipios de su jurisdicción (Corantioquia, 2022e). Esta entidad, por medio del Programa Integral Red Más Agua (Piragua), que recibió reconocimiento en 2022, logró en ese año realizar 790 seguimientos a la cantidad y la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua en fuentes superficiales abastecedoras, áreas protegidas, complejos cenagosos y ríos instrumentados para la gestión del riesgo (Corantioquia, 2022f).



Canal Del Dique - Fuente: Johan Luna (2022).

Por su parte, en julio, la CDMB aprobó la propuesta de crear la nueva área protegida Umpalá-Chicamocha, que comprende un polígono de 3.927 ha de bosque seco tropical, en las veredas de Pescadero, Umpalá Centro, Cabrera, La Aguada, La Colombiana, Lugencio, Urgua, El Fical, Pavas, Rionegro y El Manglé del municipio de Piedecuesta, en la cuenca media del cañón del Chicamocha (CDMB, 2022b). En junio, esa entidad anunció el avance en la construcción del esquema de seguridad hídrica de la cuenca del río Tona, conformada por más de mil fuentes hidrográficas desde su nacimiento hasta la unión con el río Suratá, y en donde se encuentran 16 de los 29 km de longitud de este río. Las comunidades de las veredas involucradas buscan, a través de cultivos como el café y aguacate, la producción de leche y el turismo, una economía sostenible (CDMB, 2022c). Esta entidad también realizó un convenio con la Universidad Industrial de Santander (UIS), para identificar la estructura ecológica principal de los 13 municipios de su jurisdicción, y tiene por objeto la evaluación de la biodiversidad existente a partir de biomas y ecosistema, para así definir las acciones futuras para la conservación y manejo de la biodiversidad, a partir de la estructura ecológica principal y la consecuente recuperación del territorio (CDMB, 2022d). En julio, la CDMB inició la recuperación de un área ubicada en la vía Bucaramanga-Cúcuta perteneciente al Parque Natural Regional Cerro La Judía, del municipio de Floridablanca, que fue invadido y donde se generaron afectaciones al área de importancia ambiental, por ser un corredor biológico del parque natural. Luego de su recuperación, empezó la restauración de este, con la siembra de cien árboles nativos (CDMB, 2022e). Una situación similar se presentó en el predio La Pastora, ubicado entre Bucaramanga, Rionegro y El Playón, perteneciente al Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) El Aburrido, con 1.104,44 ha de extensión (CDMB, 2022i).

Ahora bien, Cardique, en atención a la solicitud realizada por la alcaldía del municipio de María La Baja, definió en el mes de marzo la necesidad de realizar actividades para mejorar el flujo de agua en los arroyos Paso, El Medio y Caño Correa, así como limpiezas en arroyos conectados con la Ciénaga Grande, afectado por el bajo caudal de agua y la cantidad de residuos que afectan la navegabilidad y actividades de pesca de la comunidad (Cardique, 2022). Estas actividades de limpieza también se realizaron en el caño Bazurto y la Ciénaga de Las Quintas (Cardique, 2022b). En mayo, la misma entidad informó acerca de mejores resultados en los monitoreos diarios de agua realizados en El Laguito, ubicado en Cartagena, en parámetros como oxígeno y salinidad, lo que beneficia la flora y fauna, gracias al bombeo realizado diariamente desde el 13 de abril, por periodos de 12 horas, propiciando

un intercambio de aguas entre el mar y el cuerpo de agua, evitando así los episodios de mortandad de peces, malos olores y la aparición de material flotante (Cardique, 2022e). La corporación también realizó actividades de limpieza de 1.020 m lineales en el caño Luisa, en La Boquilla, para recuperar la navegabilidad del caño y el mejoramiento del ecosistema. Esta acción tuvo como resultado el retiro de un volumen estimado de 22.868 m³ de residuos (Cardique, 2022g).

Corpamag firmó 11 convenios que buscan mejorar las condiciones hídricas y ambientales de humedales y cuerpos de agua de importancia ecológica, por medio de limpieza manual, retiro de material vegetal de cauces y dragado mecánico de sedimentos. Estas actividades se realizaron en los municipios de El Retén (cauce del caño Ají), El Piñón (caño Vicente Caballero, donde la actividad finalizó en julio de 2022); también en Pivijay (caño Schiller, cuyas actividades terminaron en junio); y en San Zenón (caño Carvajalino), San Sebastián (ciénaga El Padre) y El Banco (en el caño Inasica, donde la actividad finalizó en agosto). Y, por último, en Concordia (ciénaga Cerro de San Antonio), Algarrobo (quebrada Tayrona), Pedraza (ciénaga de Cotoré) y Chibolo (quebrada Chimicuica) (Corpamag, 2022d).

En el departamento del Atlántico, con el Grupo Argos y Conservación Internacional, surgió una iniciativa que busca la sostenibilidad de la ciénaga de Mallorquín, consistente en la restauración activa y pasiva, además del desarrollo de programas de educación ambiental, para la integración de la comunidad y el uso sostenible de la ciénaga, tanto en su actividad pesquera como ecoturística, junto con la “siembra de aproximadamente 35.000 unidades de mangle, las cuales son equivalentes a una recuperación de 8 hectáreas de manera activa y otras 50 hectáreas aproximadamente de manera pasiva” (CRA, 2022a).

En esa ciénaga, hacia el mes de agosto, se implementó un proceso de biorremediación, utilizando microalgas, con el objetivo de que las aguas tratadas sean integradas al Megaparque Ecológico de la Ciénaga y la playa de Puerto Mocho (CRA, 2022h). En febrero, la CRA realizó la entrega al municipio de Puerto Colombia de las obras y actividades de mantenimiento y recuperación de las zonas críticas en los arroyos el Ancla, Rosita y Salgar, que incluyeron limpieza, reconformación y estabilización de taludes con muros de contención y gaviones (CRA, 2022b). Esta entidad también se integró para realizar acompañamiento a la construcción del Ecoparque Ciénaga de Mallorquín, en el distrito de Barranquilla, donde se espera sembrar más de 10.000 mangles y se está realizando limpieza de la ciénaga (CRA, 2022d). Además de estas acciones, en noviembre se implementó un proyecto piloto que consiste en la

siembra de núcleos de dispersión, es decir, fragmentos de bosque en manglar, ubicados en forma de camas de sedimentos y con las que se pretende que las semillas de otras especies de mangle se asienten, fortaleciendo el ecosistema de la ciénaga (CRA, 2022ñ). Asimismo, la CRA trabajó en la recuperación de la hidrodinámica del embalse El Guájaro que, para el mes de septiembre, tenía un avance del 87,21 %. Estas fueron actividades consistentes en el dragado de los arroyos Bartolo y Zapata, afluentes del embalse que es la segunda fuente de agua más importante del departamento del Atlántico, pues cumple un papel fundamental en la economía agrícola y pesquera de la zona de los municipios de Repelón y Manatí (CRA, 2022i).

2.2.2.8.4 Acciones de mitigación y adaptación al cambio climático

En cumplimiento con los compromisos asociados a la mitigación y adaptación al cambio climático, algunas autoridades ambientales apuestan a programas como la dotación de estufas ecoeficientes, las cuales disminuyen el consumo de madera, la emisión de GEI y los efectos en la salud. Su diseño aprovecha al máximo el poder calorífico del material vegetal, evitando las pérdidas de energía y favoreciendo la combustión completa.

Otras de las acciones están encaminadas a la ‘siembra de agua’, consistente en la creación de reservorios de agua lluvia para evitar el desabastecimiento en los periodos de sequía, junto con el pago por servicios ecosistémicos, para busca generar ingresos a los propietarios de predios, en los cuales se dan procesos de importancia ecológica, a cambio de su conservación.

En el municipio de Puracé, corregimientos de Paletará, Santa Leticia y Coconuco, hasta mayo de 2022, la CRC habían hecho entrega de 3.000 estufas ecoeficientes en 39 municipios y, en septiembre, realizó la entrega de materiales para construcción de estas estructuras en las veredas de Los Cafés, Santa Rosa y Bonanza, municipio de Morales (CRC, 2022a).

Por su parte la CVC también apostó a esta iniciativa de dotación y beneficio a la comunidad con estufas ecoeficientes, entregando entre 2020 y 2022, más de 3.500 estufas, en veredas de municipios como Caicedonia, Vives, Yumbo, Calima-El Darién, Dagua, La Cumbre, Restrepo, Jamundí, Cali, Pance y El Dovio (CVC, 2022). En el departamento de Santander, por su parte, la CAS entregó 110 estufas ecológicas desde 2020 hasta diciembre de 2022 (CAS, 2022k).

Cortolima realizó obras para construcción de reservorios de agua, como el construido en el resguardo

indígena de Nataroco, en Natagaima. Asimismo, construyó tres jagüeyes en los resguardos indígenas Yaco Molana y Nataroco, en el mismo municipio, y en Chenche Zaragoza (municipio de Coyaima) (Cortolima, 2022c).

En jurisdicción de la CAR Cundinamarca y teniendo en cuenta el comportamiento histórico del clima en los primeros meses del año (periodos secos) y como consecuencia incendios forestales, la corporación ha implementado la estrategia de Bancos Municipales de Agua (BMA) y reservorios de agua, desde el año 2016, favoreciendo a más de 26.000 campesinos de 20 municipios de Cundinamarca y Boyacá (CAR, 2022a). En marzo de 2022, anunció la entrega de 15.000 kits (tanques para el almacenamiento) para la recolección y aprovechamiento de aguas lluvias, en el desarrollo de su estrategia “Lluvia para la Vida”, buscando beneficiar 60.000 campesinos de Bogotá, D. C. (zona rural), Cundinamarca y Boyacá. Asimismo, en marzo entregó otros 3.000 kits a campesinos en los municipios de Caldas, Chiquinquirá y Saboyá, y a 715 campesinos de los municipios de Guaduas, Puerto Salgar y Caparrapí. Sumado a ello, en julio, la CAR anunció la entrega de 516 kits para los municipios de Caldas, San Miguel de Sema y Ráquira, en Boyacá; 601 kits, en agosto, en el municipio de La Calera y las localidades de Sumapaz y Usme de Bogotá, D. C.; y, en diciembre, 500 kits en el municipio de Saboyá. Por otra parte, la CAR hizo entrega de 126 reservorios de agua, para un total de 600. Además, en octubre, inició la construcción de Banco Municipal de Agua (BMA) más grande del país, en el municipio de Simijaca, con capacidad de almacenamiento de 58.000 m³ de agua (CAR, 2022q).

Por otro lado, en julio, en la localidad de Sumapaz, la CAR instaló una estación meteorológica que permite capturar datos para evaluar el potencial para el uso de energía eólica (CAR, 2022o).

Ahora bien, en el mes de enero, Corpoboyacá, como parte de la estrategia de cosecha de agua, hizo entrega de cuatro tanques con capacidad de 10.000 litros cada uno, en el municipio de Sogamoso, y en septiembre, hizo entrega de 20 sistemas para cosechas de agua, en el municipio de Paipa (Corpoboyacá, 2022g).

En Antioquia, Corantioquia y Porkcolombia firmaron acuerdos de voluntades que buscan la implementación de buenas prácticas ambientales en el sector porcícola, teniendo en cuenta que, según esta agremiación, en Antioquia se genera el 50 % de la producción de carne de cerdo del país. En ese sentido, dichos acuerdos buscan controlar impactos ambientales en el agua, el suelo, el aire (olores ofensivos). Asimismo, se avanzó en la construcción participativa del Plan de Gestión Integral

del Cambio Climático Sectorial. Esta alianza, ha dado resultados desde el año 2012 como el programa de reforestación, con la siembra de 21.746 árboles de especies nativas, en zonas de importancia ambiental ubicadas en predios porcícolos y utilizadas para cercas vivas, sombrío en potreros y áreas de protección de fuentes hídricas (Corantioquia, 2022b). Una iniciativa similar se presentó en Quindío con el mismo gremio, buscando lograr objetivos de adaptación al cambio climático, conservación de suelos y sostenibilidad (CRQ, 2022v).

En el departamento de Santander, también se adelantaron actividades con los gremios que desarrollan actividades económicas en la región. Así pues, en julio, la CAS lanzó la Guía Ambiental para el Cultivo del Cacao, donde se contó con la participación de productores, comerciantes, alcaldía, Fedecacao y el Minambiente (CAS, 2022d). La corporación también trabajó con Porkcolombia, en los municipios de Suaita, Gámbita y Cimitarra, capacitando a poricultores en temas de legalidad ambiental, implementación de biodigestores y plan de fertilización para el manejo de subproductos como porcínaza líquida y sólida en las granjas porcícolas. Asimismo, en diciembre, socializó el Manual Ambiental para el sector porcícola en Barrancabermeja (CAS, 2022a). Durante 2022, la entidad también fue reconocida como líder nacional en la implementación de soluciones basadas en economía azul que promueven “soluciones basadas en la naturaleza, para mitigar los efectos del cambio climático; gestionar y reducir los riesgos por desastres; fortalecer la sustentabilidad alimentaria; conservar el agua y la biodiversidad y avanzar en la transición energética” (CAS, 2022f, párr. 1).

Por parte de Corpamag y en atención a las condiciones de sequía esperadas al principio de 2022, esta autoridad ambiental emitió un acto administrativo (Resolución 5881, 2022) para adoptar medidas frente a la temporada seca en el departamento del Magdalena. Entre las decisiones, se prohibió realizar quemas a cielo abierto para preparación de suelo, incluyendo cualquier tipo de ‘fogata’, y exigió la protección de fuentes de agua para prevenir el desabastecimiento, así como también tomar medidas para atención de incendios forestales en los municipios de Sitionuevo, Pueblo Viejo, Remolino y Ciénaga, en sectores de la Sierra Nevada de Santa Marta, zona rural del distrito de Santa Marta, Aracataca y Fundación. Frente a esa situación, en febrero, Corpamag, en coordinación con la Policía Nacional, realizó operativos para identificar puntos de captación de agua sobre la cuenca del río Gaira y solicitó la activación de los planes de contingencia para contrarrestar la temporada seca 2022 (Corpamag, 2022a).

2.2.2.8.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

Una de las especies emblemáticas y que se encuentra en riesgo por los conflictos con los humanos, es el oso andino, por lo que las autoridades ambientales regionales desarrollan acciones de protección de la especie, entre las que se incluye la educación y concientización a las comunidades; ahuyentamiento con métodos sonoros disuasivos no letales, los cuales buscan evitar o reducir los conflictos entre la fauna y el humano, como los implementados por parte de la CRC con asesoría y acompañamiento del personal del Zoológico de Cali, en las veredas Ullucos y Pueblo Viejo (CRC, 2022b). Al respecto, en Cundinamarca, la CAR informó que, entre 2019 y 2021, se registró la presencia de, al menos, 15 osos en zonas cercanas a Bogotá, D. C., en los municipios de Sesquilé, Machetá, Guatavita, La Calera, Pasca, Cabrera y San Bernardo, además de la localidad 20 del Distrito, los Cerros Orientales y los parques nacionales naturales (PNN) Chingaza y Sumapaz. En estas zonas, se hace un llamado a la comunidad, pues debido a la invasión del ecosistema de esta especie, se presentan conflictos que, en varios casos, resultan con la caza de los individuos (CAR, 2022d). Así fue como, en julio, se presentó un evento que quedó registrado en video y circuló en redes sociales del ataque de un oso andino a un ternero, una condición natural de esta especie omnívora, considerada también como uno de los mamíferos carnívoros más grandes en esa área. Aun así, el llamado es a no cazar esta especie (CAR, 2022ñ). En septiembre, una hembra de esta especie se escapó del Bioparque Wakatá, de la Fundación Parque Jaime Duque, en Tocancipá, y se hizo llamado a la comunidad para evitar agredir al individuo y avisar en caso de avistamiento. El 26 de septiembre de 2022, haciendo uso de cámaras trampa, se logró registrar al individuo (CAR, 2022p).

Por su parte, en el departamento del Cesar, la Corporación intervino en el caso que un oso de anteojos que intentó ingresar al predio de un campesino, por lo que se aplicaron acciones de ahuyentamiento, evitando la agresión al individuo (Corpocesar, 2022a).

Frente a las acciones contra el tráfico de fauna, se adelantaron operativos en las vías de los departamentos, plazas de mercado, terminales de transporte (principalmente terrestres) y se realizan campañas para prevenir la caza y consumo de carne de animales silvestres, denominada ‘carne de monte’. Asimismo, se atendieron denuncias de las comunidades frente a la tenencia y maltrato de animales.

En el Cauca, se realizaron operativos en el corregimiento de Mondomo, municipio de Santander de Quilichao, incautando más de 50 individuos de fauna silvestre, pertenecientes a 20 especies entre aves, tortugas y loros que iban a ser comercializados. Por esta acción, se capturó una persona (CRC, 2022f).

La CVC realizó operativos contra el tráfico de fauna que arrojaron resultados como el decomiso de una guacamaya y seis loros reales amazónicas (marzo). Los animales eran transportados dentro de una caja, en un bus de transporte público, proveniente del departamento del Cesar. En un parqueadero de Cartago, se rescató un oso hormiguero en cautiverio y se decomisaron 42 alevinos de tiburón *Pangasius* (junio) (CVC, 2022j).

A pesar de los operativos, las normas que incluyen penas de cárcel y la capacitación a la comunidad, se presentan casos como el del asesinato de 300 águilas cuasmeras en las veredas de El Cucharó y Taberas, en el municipio de Falan, Tolima (Cortolima, 2022e).

Mientras que en Puerto Salgar, la CAR y la Policía de carabineros requirió hacer rondas por caza furtiva de animales silvestres en el complejo de humedal Los Totumos, declarada como reserva ecoturística, donde, según denuncias de la comunidad, se estaba realizando la cacería de palomas torcaces (*Columba palumbus*), patos (*Anatidae*), tinguas (*Rallus semiplumbeus*) y chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (CAR, 2022v). Igualmente, en noviembre, la CAR recuperó más de 60 animales en una finca del municipio de La Vega, utilizados para fines lucrativos, “entre las especies se encontraron un águila de montaña, loros y reptiles como tortugas, babillas y boas, así como un ganso del Orinoco, que eran exhibidos en peceras y corrales” (CAR, 2022w, párr. 2). Al respecto, esta entidad reveló que los loros, pericos, guacamayas y cotorras, encabezan las cifras de incautación y rescate de fauna silvestre en el territorio (CAR, 2022x).

En el departamento de Quindío, la CRQ realizó operativos que permitieron que se incautaran un reptil, dos guacamayas y tres loros en una finca turística de Quimbaya, gracias a denuncias realizadas por la ciudadanía, las cuales, aunadas a la realización de puestos de control, permitieron recuperar 42 especímenes de la fauna silvestre en cautiverio, en los primeros 12 días del año (CRQ, 2022b). Sumado a esto, en marzo se rescataron cuatro flamencos transportados en cajas y amarrados con cinta, que fueron aparentemente abandonados por los infractores al conocer del retén realizado por la Policía de Carabineros en carreteras de ese departamento y la alerta oportuna de la comunidad (CRQ, 2022f). En abril, se capturó y judicializó a una persona

en un bus de servicio público con 2.047 tortugas icotea, que eran transportadas desde el municipio de Bosconia (Cesar) y se dirigían a Tuluá (Valle del Cauca) (CRQ, 2022h). Para el mes de diciembre, la CRQ había recuperado 2.993 individuos de diferentes especies de fauna, en Quindío, resultado de 780 operativos, en los cuales se incautaron 3.024 especímenes de fauna silvestre (75 % de estos, reptiles) (CRQ, 2022y).

Además de las acciones de control de tráfico de fauna, es necesario el control de especies invasoras como el caracol gigante africano (*Achatina fulica*), sobre el que también se desarrollaron acciones de control, en común en toda el área hidrográfica Magdalena-Cauca. Este caracol es una especie de molusco con tamaño superior a 10 cm, que causa efectos en la salud de los humanos y animales domésticos; se adapta fácilmente a diferentes tipos de climas y es un gran consumidor de biomasa. Todo ello genera desequilibrios en los ecosistemas y, además, al ser hermafrodita, su tasa de reproducción es muy alta. Esta especie se incrementa por la temporada de lluvias, por lo que, entre los meses de marzo a junio, y octubre a diciembre, crecen los reportes de casos por su presencia (CVC, 2022e). Así pues, en Tolima, también se realizaron campañas para capacitar a la población frente al manejo que debe darse al caracol africano (Cortolima, 2022). La CAR, por su parte, realizó capacitación sobre el manejo, prevención, recolección y disposición del caracol gigante africano, a los habitantes de los municipios de Apulo, La Mesa, Cachipay, El Colegio y Tena (CAR, 2022m). Y, en Quindío, durante febrero, se certificaron ocho policías en el control y manejo de esta especie invasora. Asimismo, durante el 2022, se recogieron 16 t de caracol gigante africano, en los municipios más afectados en este departamento, que son Armenia y Quimbaya (CRQ, 2022r).

Además, en el municipio de San Vicente de Chucurí, la CAS, luego de capacitación a la comunidad, logró recoger y disponer más de 5.000 caracoles, mientras que, en junio, en El Socorro, se recolectaron 600 kg de este molusco; en agosto, en Simacota, 50 kg; y, en noviembre, en Vélez, 16 kg (CAS, 2022c). Aunado a todos estos esfuerzos, por parte de Cardique también fue necesaria la sensibilización a la comunidad sobre prevención, erradicación y manejo seguro de caracol africano (julio), lo cual demuestra el alcance de extensión de esta especie invasora (Cardique, 2022). A su vez, esa entidad también debe dar manejo a la especie invasora conocida como pez león, que es altamente tóxica (Cardique, 2022i).

Otra especie invasora y exótica es el hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), que es una especie de origen africano y que fue introducido a Colombia en la década

de los ochenta (tres parejas), al municipio de Puerto Triunfo, Antioquia. Al 2018, el número había aumentado hasta contar con entre 65 y 80 individuos y se estimó que, en diez años, podría llegar a ser 150, expandiéndose a través del río Magdalena hacia el norte del país (Instituto Humboldt, 2018) Por esa razón y los riesgos que genera esta especie, según la Resolución 0346 de 2022, el Minambiente declaró a los hipopótamos como especie exótica e invasora. Así pues, en marzo de 2022, en un trabajo conjunto entre las autoridades ambientales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia y Cornare, con el apoyo de la Universidad CES, a través del Centro de Veterinaria y Zootecnia (CVZ) de Medellín, se realizó un procedimiento de esterilización de una hembra. Posteriormente, en julio, se trasladaron al Bioparque Ukumarí de Pereira dos individuos de esta especie, como parte de las medidas de manejo implementadas (Cornare, 2022) En el municipio de Rionegro, en el año 2022, por denuncia de la comunidad se encontró un individuo ‘perro-lobo’, en una finca. En julio, un comité de Bioética decidió dar un manejo al individuo bajo la figura de “tenedor”, es decir, el animal debía continuar con sus dueños, a los que se les impuso la obligación de realizar la esterilización, continuar con buena nutrición del animal, mejorar las condiciones de tenencia frente a la atención veterinaria periódica, paseos y locativos, entre otros (Cornare, 2022g). La misma entidad, en octubre y como parte de la campaña “Déjalos cruzar”, dio a conocer cuatro pasos de fauna silvestre en las vías de La Unión-Sonsón, La Ceja -Abejorral, y en la autopista Medellín-Bogotá, D. C., entre los municipios de Cocorná y Puerto Triunfo. Esto, en atención a las altas cifras de atropellamiento de animales: según datos de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) alrededor de 300.000 animales entre domésticos y silvestre mueren al año (Cornare, 2022i).

En el territorio del departamento de Santander, se hace seguimiento al estado y se procura el bienestar de los manatíes. Aun así, en los meses de julio y agosto, se hallaron individuos de esta especie muertos en la Ciénaga de Paredes (municipio de Puerto Wilches) y el caño El Deseo (corregimiento de El Llanito) (2022; CAS, 2022). En el municipio de Santa Bárbara de Pinto, por el llamado de pescadores de la zona, en compañía de la Alcaldía del municipio y Corpamag, se realizó el rescate de una hembra de esta especie, en la Ciénaga de Cicuco, el animal de una tonelada de peso (1 t), se encontraba varada en un lugar con poca profundidad, debido a la disminución del nivel del río Magdalena, sin posibilidad de sumergirse, y expuesto a los rayos del sol. A pesar de los esfuerzos de las autoridades, esta situación causó su muerte el 5 de octubre, debido a una insuficiencia. Al respecto, Corpamag recordó la función ecológica del manatí, al ser:

...una especie “sombrija”, importante en el mantenimiento de la profundidad y calidad de los cuerpos de agua que circunda, además, controla la proliferación de plantas acuáticas y con la propulsión de su aleta caudal, ayudan a aplacar el sedimento de los ríos y ciénagas. Los nutrientes que aportan sus heces atraen peces. Por ello, al conservar a estos mamíferos acuáticos, se garantiza un ecosistema saludable y con peces para todos (Corpamag, 2022, párr. 7).

El Cesar es uno de los departamentos donde más se presenta tráfico de fauna. Por ello, en abril, con el apoyo de la Policía Ambiental, Corpocesar realizó operativos no solo contra el tráfico, sino el consumo de fauna silvestre, ya que en esta región se consume su carne y es ofertada en restaurantes, en mayor medida, durante la Semana Santa. Durante la época es común encontrar carne de especies como tortuga icotea, conejo, zaino, ñeque, guartinaja, iguana y tortuga galápagos, todas reconocidas como especies en cierto grado de amenaza (Corpocesar, 2022). La Cruz del Vizo fue uno de los municipios donde se realizó campañas de concientización sobre el consumo de huevos de iguana y carne de tortuga (Cardique, 2022).. Estas jornadas también incluyeron el tema de consumo de huevos de iguana, por parte de Corpamag, en los municipios de Ciénaga, Pueblo Viejo, Plato, Aracataca y Fundación, haciendo énfasis en que:

...debido a la forma rudimentaria, artesanal y cruel como son extraídos los huevos de iguana, muchas hembras quedan estériles. Cada iguana puede producir alrededor de 30 huevos, los cazadores que las atrapan en su medio natural hacen una abertura con cuchillo en el estómago, para extraer los huevos, en algunas ocasiones las cosen o las dejan con la herida abierta, son muy pocas las que sobreviven al procedimiento.

Debido al sufrimiento que padecen, esta actividad es considerada bajo el ilícito de maltrato animal y su consumo es riesgoso para la salud humana, debido a su alto contenido de colesterol y mal manejo sanitario (Corpamag, 2022g, párrafo 5 y 6).

Una situación de maltrato y crueldad similar a la que también se somete a la tortuga hicoteta, a las que les fracturan su pecho, para luego ser arrojadas vivas en agua caliente. El método de cacería consiste en incendiar la vegetación, en su mayoría cenagosa, el fuego y el humo ocasionan que los reptiles salgan de sus escondites. Esa entidad recordó que el consumo de estas especies genera el riesgo de adquirir brucelosis y salmonelosis, esta última transmitida por

reptiles como iguanas, tortugas hicotetas y morrocoy (Corpamag, 2022b).

Por otro lado, Cardique, en el mes de mayo, hizo un llamado para proteger a los flamencos rosados (*Phoenicopterus ruber*) que llegaron a la ciénaga de La Virgen por un periodo corto de estancia y que son un buen indicador de los resultados logrados en la recuperación de este humedal (Cardique, 2022f). En el mes de noviembre, en el departamento de Magdalena, se incrementaron casos de encuentros con babillas o caimanes (*Crocodylus fuscus*), “debido al incremento de las lluvias y al aumento de los niveles de ríos, caños y cuerpos de agua, propiciando el desplazamiento de estas especies a sectores con poco caudal, algunos de estos habitados por comunidades, para salvaguardarse de las fuertes corrientes” (Corpamag, 2022h, párr. 1). Esta situación se agrava por mal manejo de residuos sólidos e, incluso, porque algunas personas las alimentan. Frente a esto, el manejo que sugiere esa autoridad es realizar ahuyentamiento con sonidos y pitos, avisar a la autoridad y recordar que no se debe atentar contra esta especie, pues contribuye con el balance del ecosistema, haciendo un control biológico de otras especies (Corpamag, 2022h).

Ahora bien, en el departamento del Atlántico, la CRA y Conservación Internacional confirmaron la presencia de corales en el territorio oceánico del Atlántico, lo cual es una buena noticia por la importancia de esta especie y la demostración de resistencia, a pesar de la sedimentación generada por la cercanía con la desembocadura del río Magdalena (CRA, 2022r).

2.2.2.8.6 Acciones de evaluación control y vigilancia

Las actividades de control y vigilancia son realizadas por las autoridades ambientales. Algunas de estas atienden denuncias realizadas por las comunidades o los seguimientos realizados en el territorio a esas actividades que impactan y deterioran el ambiente. Una situación que se presentó está relacionada con el manejo de residuos sólidos, entre los que se cuenta los residuos de construcción y demolición (RCD). Al respecto y a pesar de existir normatividad para el manejo de estos residuos, como la Resolución 472 de 2017 (modificada por la Resolución 1257 de 2021), siguen evidenciándose el mal manejo de estos y sus impactos.

La CRC, en compañía de la Alcaldía de Popayán, realizó control en la vereda Dos Brazos, por mal manejo de RCD. Como resultado, se realizó el decomiso de maquinaria y un vehículo (CRC, 2022). Una acción policiva se efectuó con la detención de una persona por ocupa-

ción ilegal del Humedal de las Guacas, en la ciudad de Popayán, que ofrecía a la venta lotes para construcción de viviendas sobre esta área reconocida en el plan de manejo de humedales de la meseta de Popayán y que cuenta con 25,83 ha (CRC, 2022d).

Por su parte la CVC inició un proceso sancionatorio al ingenio azucarero Incauca, por la quema de 51,86 ha de cultivo de caña ubicado en la vereda Cascajal, del corregimiento de El Hormiguero de Cali, sin autorización y que causó una gran cantidad de pavesa (CVC, 2022b). También impuso medidas preventivas frente a la disposición de residuos en el relleno sanitario regional Presidente, el cual recibe residuos de Palmira y Pradera, por una contingencia en una de las lagunas de lixiviados del relleno sanitario (CVC, 2022g).

Una situación que suele presentarse y que genera, además de impactos económicos y ambientales, alerta en las comunidades, son los episodios de mortandad de peces en cuerpos de agua. Al respecto, es necesaria la acción de las autoridades ambientales, las cuales deben realizar visitas de inspección, conceptuar acerca de las posibles causas y, de ser necesario, aplicar las medidas preventivas o sancionatorias respectivas. Una situación como esta se presentó en Ibagué, en enero, en la vereda Chucuní, donde la autoridad pudo constatar que esta afectación se generó, al parecer, por la apertura y manipulación de una válvula que disminuyó el caudal del cuerpo de agua, impidiendo que los peces tuvieran el oxígeno necesario (Cortolima, 2022a).

Algo parecido se presentó en jurisdicción de la CAS, en el río Carare (municipios de La Belleza, Landázuri, Puerto Parra y Cimitarra), donde se presentó la mortandad de peces en abril. Frente a ello, fue necesario evaluar, en mesa de trabajo con Corpoboyacá y la CAR, si la situación fue causada por labores mineras. En mayo, resultado de la necropsia y las mesas de trabajo se estableció que la muerte no fue atribuible a metales pesados, pero se asoció un evento en jurisdicción del municipio de Quípama, Boyacá, donde se presentó un derrumbe que posiblemente incrementó aporte de sedimentos en el río Minero (CAS, 2022a). Otra situación de mortandad de peces se presentó en febrero, en el caño Barretero del municipio de Chiriguaná (Corpocesar, 2022a).

La CAR, por su parte, impuso medida preventiva de suspensión de actividades en el predio Tequnuza, sector rural de Usaquén de Bogotá, D. C., por la tala de vegetación nativa y afectación a la cobertura vegetal para la construcción de una vía vehicular y de acceso a un parqueadero dentro de la zona de la reserva forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá, D. C. (CAR, 2022c). Asimismo, en el municipio de Girardot,

la CAR impuso medida preventiva de suspensión de actividades mineras a la cantera California, por realizar actividades por fuera del área autorizada (CAR, 2022r).

En los municipios de Chocontá y Villapinzón, la CAR evidenció un mal manejo de los residuos sólidos procedentes de las actividades de curtido de pieles, e identificó la disposición de residuos abandonados en predios, canteras y rondas de las quebradas de la zona rural de los municipios. Estas situaciones llevaron a esta autoridad ambiental a realizar operativos que incluyeron la revisión de actas de disposición final de residuos y la revisión de permisos de vertimientos, con aplicación de sanciones respectivas (CAR, 2022z). Igualmente, en Girardot, la CAR impuso medida preventiva de suspensión de actividades al predio Gran Chaparral, por la tala de 300 individuos de las especies algarrobo, diomate, guácimo y payandé, en una zona superior a las dos hectáreas (2 ha) y por la quema de 5.000 m² de vegetación (CAR, 2022y).

En el municipio de Calarcá (Quindío), la CRQ inició un proceso sancionatorio por la tala de diez árboles de las especies nogal, balso y yarumo, y decomisó 11,23 m³ de madera que sería utilizada para transformación en carbón vegetal (Quindío Noticias, 2022).

En el mes de febrero, la CRQ sancionó a una empresa dedicada a la siembra de aguacate Hass, en el municipio de Salento, por captación de agua no autorizada, realizar vertimientos sin permisos de la corporación y afectar a la zona forestal protectora de un cuerpo de agua (CRQ, 2022c). Esta autoridad también impidió la tala de árboles y ampliación de un cultivo de aguacate Hass, en Calarcá, en abril (CRQ, 2022d). Y en su jurisdicción, en julio, se presentó una exigencia por parte de volqueteros que solicitaban la definición de un sitio de disposición de residuos de construcción y demolición para la región. No obstante, la CRQ, como autoridad ambiental, viabilizó tres sitios para disposición de los residuos, pero se requería acciones de otras entidades asociadas a regulación de precios (CRQ, 2022ñ).

En el departamento de Risaralda, en febrero, las acciones de la Carder resultaron en el decomiso de un buldócer y la captura del operario de la máquina, por afectaciones de suelos de protección del recurso hídrico (vereda Cantamonos, municipio de Pereira) y la tala de árboles de yarumo. Sin duda, son acciones necesarias para preservar la cobertura vegetal del departamento, la cual ocupa el 50 % del área de Risaralda, de la que los bosques densos (vegetación de alto porte y cobertura en dosel) representan el 54,7 % y se encuentran en los municipios de Pueblo Rico, Mistrató, Belén de Umbría y Santa Rosa de Cabal, y hacen parte de áreas protegidas nacionales regionales. Por su

parte, los bosques fragmentados cubren un 31,5 % y se ubican principalmente en Mistrató, Quinchía y Santa Rosa de Cabal. Otra fracción de cobertura está conformada por los bosques riparios y de galería (12.883 ha), bosques de guadua (4.299 ha), plantaciones forestales (3.781 ha), vegetación secundaria o en transición (1.987 ha) y bosque andino (628 ha) (Carder, 2022a).

En abril, la Carder desarrolló acciones en el municipio de Dosquebradas, donde tres obras generaron intervención: una, en la zona forestal de la quebrada Agua Azul, de la cual se extrajo material, otra estaba afectando suelos de protección del río Otún, mientras que la tercera fue la construcción de una vivienda en la zona de protección del río Consotá, por lo que la entidad realizó procesos de imposición de sellos e inicio de procesos sancionatorios (Carder, 2022b). Otra medida preventiva fue impuesta a una persona que, en julio, en el municipio de Apía, inició una quema incontrolada de un cultivo de café que resultó afectando cultivos, fauna silvestre e individuos forestales (Carder, 2022c). Asimismo, en agosto, la corporación suspendió actividades de disposición de material sobrante de descapote y excavación sobre la ladera de protección de una quebrada afluente conocida como La Tomineja, en Dosquebradas (Carder, 2022d). Luego, en septiembre y en articulación con la Fiscalía, la Sijín – Dicar, la Policía Nacional y Carabineros, se realizó un operativo en el Parque Nacional Natural Los Nevados, en la jurisdicción de Risaralda, donde la ganadería extensiva viene afectando el área. Por dicha acción fue capturada una persona con antecedentes de seis capturas por el mismo hecho (Carder, 2022g).

Por su parte, en el departamento de Boyacá, la Corporación inició indagación por remoción de tierra y cobertura vegetal, para la adecuación de una vía en el municipio de Sotaquirá, la cual fue adelantada con retroexcavadora en el complejo de páramo Iguaque-Merchán (Corpoboyacá, 2022d). En relación con los páramos, en el mes de septiembre, Corpoboyacá comenzó la formulación del Plan de Manejo del complejo de páramo Iguaque Merchán, así como para los demás páramos del territorio y el sistema regional de áreas protegidas, estos planes de manejo buscan lograr la gestión integral de los páramos y la protección de los recursos naturales en los ecosistemas de páramo (Corpoboyacá, 2022i).

En marzo, se radicó la solicitud de licencia ambiental ante Cornare para la construcción del Proyecto Doble Calzada Oriente (DCO), junto con el Estudio de Impacto Ambiental EIA, que inicia en el municipio de Envigado y finaliza en el municipio de Rionegro. Esta es una iniciativa pública-privada entre la Gobernación de Antioquia y el Consorcio Concesiones Oriente CR (Cor-

nare, 2022c). En abril, la Corporación otorgó licencia ambiental para la construcción de la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) Pántagoras, en el río Cocorná, jurisdicción de los municipios de Cocorná y El Carmen de Viboral. Al respecto: “La Corporación informa que, ante las múltiples solicitudes de este tipo, limitará el desarrollo de Proyectos de Generación de Energía en la región, basada en los resultados del Índice de Sostenibilidad Integrado” (Cornare, 2022d, párr. 7).

Sumado a lo anterior, en junio, Cornare dispuso, para observaciones, dos normas que buscan definir límites al desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica en las cuencas Samaná Norte y Samaná Sur, con el objetivo de hacer un análisis más riguroso de los impactos sociales y ambientales, especialmente sobre las cuencas de estos proyectos (Cornare, 2022e).

Por parte de la CAS, esa entidad realizó acompañamiento a proyectos viales evaluados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), como el de la variante del municipio de Socorro solicitado por Inviás y el seguimiento a la “Ruta del Cacao”, cuya licencia ambiental está autorizada en la Resolución 763 del 30 de junio de 2017 (CAS, 2022b).

Otra de las actividades realizadas por las autoridades ambientales es la atención de emergencias, como la sucedida en mayo por el derrame de crudo de un vehículo estacionado en un parqueadero de Barranquermeja y que, por escorrentía, llegó al caño cercano, situación atendida por la CAS (CAS, 2022a).

En julio, la CDMB realizó 26 operativos, 17 contra minería ilegal, siete al transporte o comercialización de madera y otras especies de flora, sin las autorizaciones correspondientes. Esto generó la captura de ocho personas. También se generaron dos capturas por quemas de cable para obtener cobre, y una adicional por arrojar residuos de construcción y demolición al río Río de Oro (CDMB, 2022a).

Corpocesar, en el mes de abril, implementó acciones de vigilancia, atendiendo quejas de la comunidad del municipio de Chimichagua, una de ellas por mal manejo de residuos en un predio propiedad de la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Chimichagua. En ese municipio, también se evidenció el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento en diferentes sitios y al caño La Marianera, donde se realiza descarga directa a través de un tubo de 10 (Corpocesar, 2022b).

La CRA hizo parte de la comisión que atendió al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para hacer seguimiento al proyecto que busca el tratamiento

y aprovechamiento del biogás generado en los relleños sanitarios Los Pocitos, en Barranquilla y El Clavo, en el municipio de Palmar de Varela, como parte del programa “Transformative Carbon Assessment Facility-TCAF” (CRA, 2022e).

Por su parte, la CRA, junto a EPA Barranquilla Verde, atendieron la emergencia en la capital del Atlántico de dos tanques de almacenamiento de combustible que se incendiaron en las instalaciones de la empresa *Bravo Petroleum Logistics Colombia*. Las acciones se concentraron en la evaluación del impacto y seguimiento a las posibles afectaciones ambientales sobre el río Magdalena, dada la ubicación del puerto sobre la margen izquierda del río y cuyo seguimiento mostró que las emisiones llegaron hasta los municipios de Puerto Colombia, Galapa, Tubará y Juan de Acosta (CRA, 2022s).

2.2.2.8.7 Acciones contra la deforestación

Las acciones contra la deforestación incluyen el control al aprovechamiento de especies forestales, con la evaluación y seguimiento a permisos como el de aprovechamiento forestal y el salvoconducto para transporte de productos derivados de dichos aprovechamientos.

En 2020, se firmó la alianza “Bosque Pacífico” entre las corporaciones autónomas regionales CRC, Codechocó, CVC, Corponariño, Carder, EPA Buenaventura, Corpourabá y el Dagma, con el apoyo de Asocars y Fedemaderas, la cual busca luchar contra la deforestación. En articulación con la Policía, el Ejército y la Fiscalía, en el marco de esta alianza y hasta el mes de octubre de 2022, se habían realizado cerca de 1.600 operativos, logrando el decomiso 6.800 m³ de madera. En los municipios de Guapi y Timbiquí (Cauca), se decomisaron 166 m³ de madera de las especies cuangare, sande, sajo, chanul, tangare y chaquiro, además del decomiso de la embarcación utilizada para transporte y se capturó una persona (CRC, 2022). En febrero, también se logró incautar 10,33 m³ de madera de especies como el matarratón y el guácimo en la vía del municipio El Cerrito; madera que no contaba con salvoconducto y que suele ser utilizada para convertirla en carbol vegetal. Una situación que también se presentó en Cartago, donde la Policía Ambiental suspendió la quema ilegal de carbón vegetal e incautó el material, en Ansermannuevo (CVC, 2022t). Otras acciones son preventivas por lo que la CVC hizo entrega de más de 40.000 palmas de areca, manila y botella cultivadas para ser entregadas en la Semana Santa y evitar el daño de esta especie como parte de las costumbres católicas (CVC, 2022t).

La Corporación autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), en 2022, trabajó en el control de la deforestación a través de una estrategia, consistente en fomentar la legalidad de las empresas que realizan actividades asociadas al aprovechamiento forestal. En noviembre, entregaron la certificación a 17 empresas de 74 que han recibido reconocimiento de “legalidad forestal”, es decir, que cumplen con la normatividad relativa al aprovechamiento, movilización y comercialización de madera, además de la aplicación del manual de buenas prácticas forestales (CAM, 2022).

En operativos realizados en las vías del Tolima por la Policía Nacional y Cortolima, se incautaron 24 m³ de madera. La incautación se dio por inconsistencias en el salvoconducto. En el eje vial de Venadillo (Tolima), 90 bultos de carbón fueron incautados, mientras que en vías de Ibagué 15 m³ de madera fue decomisada, así como el vehículo que transitaba en la vía Alvarado-Ibagué. Después de surtir el proceso sancionatorio, Cortolima resolvió incautar 29,9 m³ de madera procedente de bosque natural reportada por la comunidad. Asimismo, en octubre, se incautó maquinaria amarilla que era utilizada para talar más de 500 árboles en una zona en proceso de regeneración natural, en el municipio de Lérida. Esta autoridad también sancionó a cuatro habitantes del municipio de Coello-Cócora, por aprovechamiento forestal ilícito, con multa de treinta millones de pesos y la siembra de 200 árboles, asegurando su mantenimiento por tres años (Cortolima, 2022h).

La CAR, por su parte, intervino en una acción en un predio ubicado en zona rural del municipio de Chiquinquirá, donde se realizaban acciones para ampliar la frontera agrícola, mediante tala de árboles y quema de especies nativas de chusque, en un área de 800 m². También realizó acciones para eliminar especies invasivas como el retamo espinoso y liso, en el municipio de Saboyá, departamento de Boyacá, una de las áreas de la CAR con mayor presencia de esta especie que, además de competir con especies nativas, se convierte en un factor adicional durante los incendios forestales. Por ello, realizó acciones de erradicación manual, control de semillas y disposición del material (CAR, 2022). En mayo, la CAR realizó operativos contra el tráfico de flora y fauna, incautó 152 bultos de carbón vegetal en Ubaté y decomisó 280 bloques de madera de árbol de cacao, especie propia del bosque seco tropical, en el municipio de Villagomez, dejando cinco personas capturadas y tres vehículos confiscados. Situaciones como esta también se presentaron en Bogotá, D. C., localidad de Ciudad Bolívar, donde la CAR decomisó 23 bultos de carbón vegetal y capturó a siete personas por estos hechos (CAR, 2022f).

En febrero, en los municipios de Filandia y Circasia, la CRQ frenó actividades de intervención forestal, donde 438 piezas de guadua y esterilla se extrajeron de un área de conservación en la vereda Fachadas. (Quindío Noticias, 2022, pág. Párrafo 1), En mayo, se produjo la captura de dos personas por tala de guadua, en el municipio de Montenegro. Estas acciones asociadas al aprovechamiento de los guaduales, llevó a que la CRQ fuese pionera entre las corporaciones autónomas regionales, para buscar regular normativamente la actividad de manejo y silvicultura de esta especie forestal (CRQ, 2022d). De hecho, en mayo de 2022, esa entidad buscó una alianza con Ideam para lograr generar alertas tempranas de deforestación y conocer la tasa de deforestación del departamento del Quindío, logrando la capacitación del personal de la autoridad (CRQ, 2022i).

La acción de las autoridades ambientales, en algunos momentos, solo puede limitarse al control de incendios forestales, causados en su mayoría por acciones antropogénicas. Es el caso de los tres incendios causados, en febrero, en el páramo de Siscunsi-Ocetá, que afectaron un total 19 ha de bosque altoandino, frailejones, pajonales, chusque, puyas y especies rasantes y que, según parece, fue el resurgimiento de un incendio que se causó con fines de aprovechamiento de ganado. Una situación que también se presentó, en marzo, en el páramo de Aquitania, donde el fuego afectó 65 ha aparentemente por quema de madera resultante de la tala de árboles de pino (Corpoboyacá, 2022b). La corporación también adelantó jornadas de manejo de las especies invasoras como el retamo espinoso (Corpoboyacá, 2022). Por su parte, en el departamento de Magdalena, Corpomag evaluó que un incendio forestal que se presentó entre el 14 y el 17 de febrero de 2022, en el municipio de Aracataca, arrasó con un área de 60 ha, y se dio por efectos de quemaduras para preparación de suelos, a pesar de estar prohibidos por la Corporación (Corpomag, 2022e).

Por su parte, Cornare y la asociación Angus y Brangus Colombia firmaron una alianza para promover la ganadería sostenible y aportar en el logro de las metas propuestas en los programas “Cero Deforestación” y “Sembrar Nos Une”, así como la disminución en la emisión de GEI. Al respecto de esta meta, la corporación estableció la disminución del 7 % de esas emisiones en cuatro años. Para ello, buscó acercamientos con los sectores empresariales; a su vez, las fincas ganaderas que se unan a los procesos de ganadería sostenible obtienen una certificación emitida por la Corporación (Cornare, 2022b).

En Antioquia, la Universidad Nacional y Corantioquia firmaron acuerdos del programa “Cero Deforestación” con los sectores ganadero, panelero y minero. Los esfuerzos apuntaron a la implementación de sistemas silvopastoriles, restauración asistida, uso de cercas vivas y protección de cuencas en diferentes municipios del departamento (Santa Rosa de Osos, Yarumal, Yolombó, Amalfi, Remedios, Vegachí y Puerto Nare). Adicionalmente, se estimó la huella de carbono de los sectores ganadero y panelero buscando alternativas para su reducción (Corantioquia, 2022b).

Asimismo, la CAS dio a conocer, en noviembre, los avances en 1.400 ha de suelos recuperados y rehabilitados mediante la implementación de plantaciones protectoras, plantaciones protectoras-productoras, sistemas silvopastoriles, enriquecimiento de bosques y aislamiento, entre 2020 y 2022 (CAS, 2022g).

Agosto fue el mes en el que la CDMB anunció el logro de la siembra de 700.000 árboles, como parte del programa nacional “Sembrar Nos Une”. Entre las especies implementadas se cuentan: cedro, caoba, abarico, gualanday, guayacanes, cucharos, guácimo, nauno, samán, ceibas, caracolí, matarratón, búcaros y caracol (CDMB, 2022g).

En el mes de abril, Cardique comunicó a la opinión pública la restauración que adelantaba en el municipio de Carmen de Bolívar, con la siembra de 132.000 árboles en 120 ha de bosque seco tropical. Para ello, contó con el apoyo de comunidad interesada en desarrollar de proyectos de apicultura, las cuales se ven beneficiados con esa siembra (Cardique, 2022d).

2.2.2.8.8 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo

Otra de las acciones adelantadas por las autoridades ambientales se relaciona con la recolección de residuos incluidos en programas posconsumo, basadas en las características de estos residuos que los hacen especiales y/o peligrosos. Algunos de ellos se producen en las áreas rurales y, por sus características, no son gestionados de manera apropiada. De hecho, muchas veces son quemados con otros residuos, generando deterioro en el ambiente y la salud.

Por situaciones como la descrita, la CVC, en el mes de abril, realizó en la ciudad de Buga diferentes jornadas de recolección de residuos posconsumo, entre ellos de agroquímicos (730 kg en el mes de febrero y 1.150 kg en el mes de octubre, procedentes del municipio del Águila y 400Kg de Florida) (CVC, 2022) y

estableció sitios para recepción de residuos posconsumo como el instalado en el mes de abril en la ciudad de Buga, donde se recogió 928 Kg entre pequeños y grandes electrodomésticos, equipos eléctricos y electrónicos, impresoras, equipos de telecomunicaciones, pilas, baterías, luminarias, computadores y periféricos. (CVC, 2022).

Por su parte, en octubre, la CRQ recogió aproximadamente dos toneladas (2 t) de residuos posconsumo en el municipio de Pijao, residuos principalmente procedentes de actividades agrícolas, tales como ‘bolsas de plátano’, ‘bolsas de banano’, envases y empaques de agroquímicos (CRQ, 2022o).

En Santander, la CAS realizó jornadas de recolección de residuos posconsumo, durante el mes de mayo, en los municipios de Barrancabermeja, donde se recolectaron 700 kg; y Barbosa y San Gil. Allí se recogieron residuos como bombillas y tubos fluorescentes, computadores y periféricos, memorias USB, reguladores de corriente, envases y empaques vacíos de insecticidas domésticos y de uso agrícola, pilas (de botón y de diferentes tipos, incluidas las de celular, baterías de carro y motocicleta, aceite de cocina usado, electrodomésticos, así como medicamentos vencidos de uso humano y veterinario (CAS, 2022). La CDMB, por su parte, se unió a la jornada iniciada en 13 municipios de Santander, para recolección de residuos posconsumo en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro, El Playón, Tona, Suratá, California y Vetás, logrando, en esa jornada de su versión 15, la recolección de 30 toneladas de estos residuos (CDMB, 2022a).

2.2.2.8.9 Tratamiento de aguas residuales

Otras de las acciones en las cuales aún el país requiere esfuerzos es el saneamiento básico y el tratamiento de sus aguas residuales antes de llegar a los cuerpos de agua. Por ello, tanto los municipios, los departamentos y las CAR realizan obras de captación, conducción y construyen sistemas de tratamiento de aguas residuales. Ejemplo de ello es la puesta en funcionamiento de la primera fase de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de los municipios de Yumbo y Jamundí (CVC, 2022), la implementación de biofiltros en la laguna de Charco Azul (CVC, 2022h) y en el municipio de Piedra, donde se construyó el tramo de alcantarillado que conduce las aguas residuales hasta la PTAR, luego de recoger los vertimientos de 23 conexiones domiciliarias.

Cortolima, por su parte, hizo entrega de sistemas de tratamiento de aguas residuales identificados como

'STAR', que funcionan en las viviendas directamente. Al respecto, en marzo, se hizo entrega de 50 de estos sistemas, en los municipios de Villa Restrepo, La Victoria, La Plata, La Cascada, El Retiro, Puerto Perú, Cay parte baja y Juntas (Cortolima, 2022).

Entre los meses de abril y mayo, como consecuencia de los vertimientos de aguas residuales (principalmente domésticas) con alto contenido de detergentes, se presentó un evento en el municipio de Mosquera sobre el río Balsillas, donde se acumuló espuma por presencia de buchón y el incremento de lluvias, lo cual afectó a la comunidad y requirió del retiro del material flotante para controlar la situación (CAR, 2022).

En Quindío, se busca la repotenciación de la PTAR de Salento y de dos colectores de aguas residuales de este y del municipio de Filandia. La CRQ también implementó medidas para que, durante el año 2022, se iniciara la descontaminación de las aguas residuales del casco urbano de Salento y el Tramo 1 de la quebrada La Florida, en Armenia (CRQ, 2022).

Por parte de la CAS, en abril, esta entidad contribuyó en la construcción de la PTAR del municipio de Cabrerá, el cual vierte sus aguas en el río Suarez. La planta fue entregada en el mes de diciembre (CAS, 2022j).

Asimismo, en el departamento del Atlántico, la CRA acompañó el seguimiento realizado a la construcción de la PTAR Juan de Acosta, para asegurar el cumplimiento de parámetros de las aguas residuales vertidas al arroyo de Juan de Acosta y que, para el mes de mayo, tenía un avance de más del 40 % (CRA, 2022f).

2.2.2.8.10 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire

Otra de las acciones desarrolladas por las autoridades ambientales estuvo asociadas con la calidad del aire de las ciudades.

En los municipios de Palmira y Yumbo, la CVC firmó un convenio con la Universidad Nacional de Colombia, con el fin de actualizar la información de fuentes fijas y móviles para determinar características, distribución y ubicación en el territorio, así como las cargas contaminantes emitidas (CVC, 2022q). Además, realizó monitoreo de control de emisiones por fuentes móviles en Ansermanuevo, en el mes de diciembre (CVC, 2022u).

En febrero, la CAR Cundinamarca implementó mediciones de calidad del aire y controles de las fuentes

de emisiones fijas y móviles en municipios aledaños a Bogotá, D. C., para evitar el incremento en los niveles de material particulado. Lograrlo implicó mantener el monitoreo en estaciones de calidad de aire ubicadas en Mochuelo, en Bogotá, D. C., y en los municipios de Madrid y Soacha, extendiendo recomendaciones a la comunidad, como, por ejemplo, hacer uso de transporte público; y para el sector industrial, de mejorar las condiciones propiciadas por los incendios en las regiones de Guaviare, Amazonia y la Orinoquia (CAR, 2022b).

Precisamente, en febrero, esta situación llevó la CAR a declarar la alerta de prevención en la localidad de Ciudad Bolívar, resultado del monitoreo de Pm_{2,5} en la estación Mochuelo, la cual en el periodo de 24 mostró un índice categorizado como 'Dañino' en grupos de población sensible (CAR, 2022). Por ello, en marzo, buscó implementar el primer Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire (PAMCA) en esta localidad, en colaboración con entidades del Distrito y la Asociación Nacional de Fabricantes de Ladrillo (Anafalco) (CAR, 2022). Tal medida fue, posteriormente, levantada el 9 de marzo de 2022, luego de realizar mediciones en la estación Mochuelo (CAR, 2022).

En esa línea, el fortalecimiento de las redes de calidad del aire es necesario y, por ello, en Cundinamarca, se instalaron nuevas estaciones en los municipios de Soacha, Chía y Girardot (CAR, 2022). Igualmente, en el mes de septiembre, el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de la CAR detectó incrementos en las concentraciones de material particulado en los municipios de Cajicá, La Calera, Madrid, Mosquera, Soacha, así como en la zona de Mochuelo (localidad de Ciudad Bolívar) de Bogotá, D. C., derivado de incendios forestales registrados en la Amazonia de Brasil y Perú (CAR, 2022).

Por su parte, en octubre, la CRQ realizó operativos a fuentes móviles. Al respecto, la corporación reportó que:

Se evaluaron las emisiones de gases con 184 pruebas a vehículos diésel, 245 a vehículos a gasolina y 221 a motocicletas. De estas intervenciones se rechazó el 35 % de las pruebas a automóviles diésel, el 62 % a automotores a gasolina y 54 % a motocicletas. (CRQ, 2022, párr. 1).

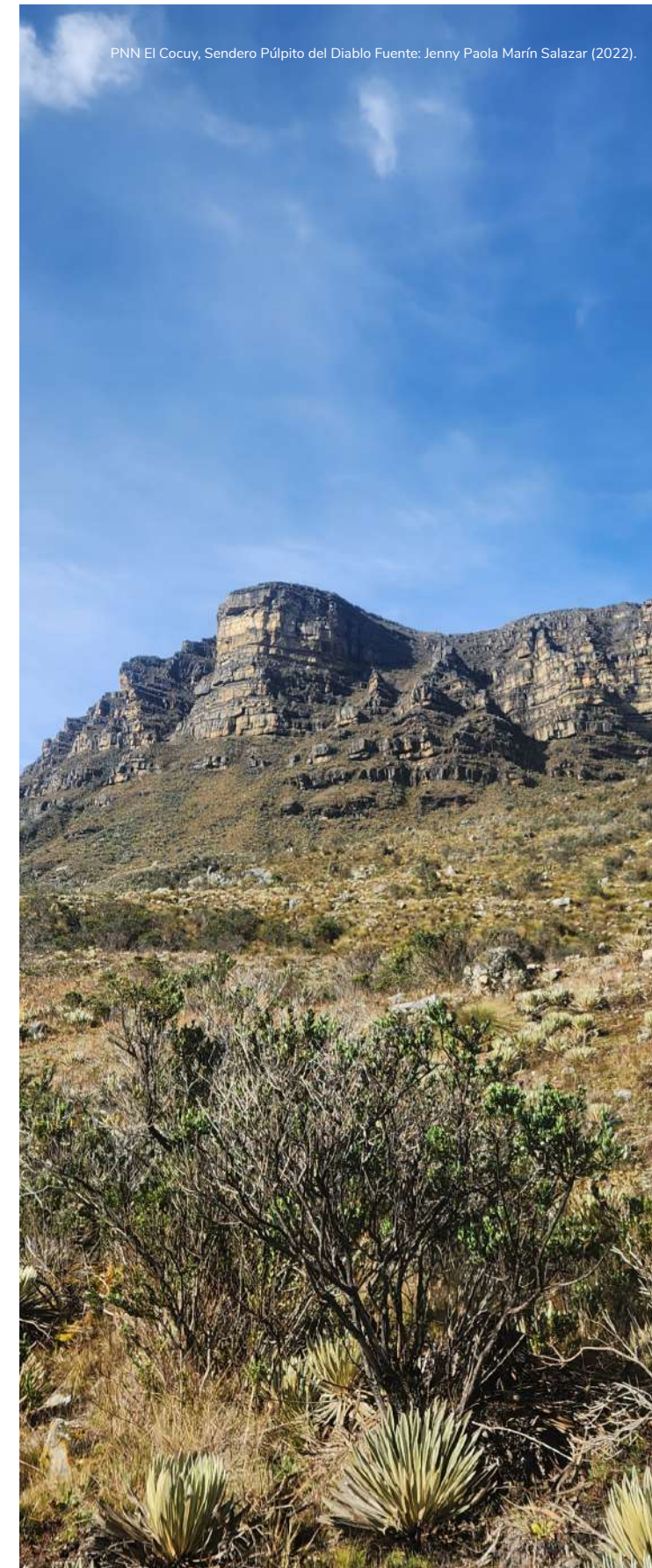
En diciembre luego de monitoreos de calidad del aire la CRQ indicó que "La calidad del aire de la ciudad de Armenia es buena", ya que obtuvo valores promedio entre 9,7 µg/m³ y 11,9µg/m³ de PM_{2,5} (CRQ, 2022w, párrafo 1).

Durante 2022, desde Corpoboyacá se desarrollaron estrategias de armonización de la actividad de alfarería, en el municipio de Sachica, para mejorar sus condiciones de calidad del aire (Corpoboyacá, 2022j).

Al otro lado del país, en el Oriente antioqueño, en febrero, se presentaron malas condiciones por calidad del aire, debido al incremento en las concentraciones diarias de PM₁₀ y PM_{2,5}. Esta situación se identificó mediante el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) que la Corporación tiene instalado en el municipio de Rionegro. Al parecer, esta es una probable consecuencia de los incendios en Orinoquia, el piedemonte amazónico y el Caribe (Cornare, 2022a).

Condiciones como el crecimiento poblacional y físico de la región, las emisiones atmosféricas de vehículos e industrias, la topografía y las condiciones meteorológicas complejas son factores que llevan a altas concentraciones de contaminantes en el Valle de Aburrá. Precisamente, para atender los episodios asociados a la mala calidad del aire que se vienen presentando anualmente, sobre todo en los meses de febrero y abril (como primer episodio) y entre octubre y noviembre (como segundo en el año), se buscó la articulación de las autoridades ambientales con jurisdicción en esta área, para realizar visitas de control a empresas, control de fuentes móviles mediante operativos en vía y desarrollo de jornadas de capacitación (Corantioquia, 2022).

Por su parte, la CAS puso en funcionamiento el SVCA del distrito de Barrancabermeja, con dos estaciones automáticas de monitoreo ubicadas en la Universidad Industrial de Santander (UIS) y en la Subestación de Bomberos de la ciudad (CAS, 2022h). Adicionalmente, en junio de 2022, la CDMB informó acerca de la modernización del SVCA de Bucaramanga. Esto le permitiría a la ciudadanía conocer los índices de calidad del aire en la ciudad y su área metropolitana, a partir de las mediciones realizadas en las cuatro estaciones de monitoreo, que miden los parámetros de material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono troposférico (O₃) y monóxido de carbono (CO). Además de haber optimizado este sistema, la CDMB apoyó el sistema de alertas tempranas con información de calidad del aire, hidroclimatología, sismogeológica, calidad de aguas, suelos e hidrobiología (CDMB, 2022h).



2.2.3 Pacífico

El área hidrográfica Pacífico incluye los departamentos de Nariño y Chocó, así como amplios sectores del Cauca y Valle del Cauca, aunque estos dos departamentos fueron incluidos en el análisis del área hidrográfica Magdalena-Cauca. También hace parte de esta área, en menores proporciones, los departamentos de Risaralda, Antioquía, Caldas, Huila, Nariño y Putumayo.

Esta área hidrográfica es contigua al océano que tiene el mismo nombre y que recibe las aguas dulces provenientes de importantes ríos como San Juan, Patía y Mira, entre otros, además de más de 200 ríos cortos y caudalosos, provenientes de la cordillera Occidental y las serranías del Baudó (Ideam, 2023a), condiciones que aportan a sus características climáticas de selva tropical, con precipitaciones superiores a 7.000 mm y humedad relativa que supera el 80 %, incluso se acerca al 90 %. Es una región de abundante biodiversidad,

con amplias zonas de manglar, selvas ubicadas en el departamento del Chocó, que comparte frontera con Panamá, a través del Tapón del Darién y el noroccidente de Ecuador, con variedad de culturas y comunidades afrodescendientes, indígenas y colonas. Estas y otras características permiten su definición como Chocó Biogeográfico, pero también, por su ubicación estratégica y condiciones ricas en recursos, ha sido objeto de actividades no controladas de minería y asociadas al transporte de narcóticos.

2.2.3.1 Comportamiento climático

El comportamiento climático de esta área hidrográfica, durante 2022, se resume en la Tabla 2.29, la cual permite apreciar la tendencia de las lluvias 'por encima' o 'muy por encima de lo normal':

► **Tabla 2.29.**
Precipitaciones en el área hidrográfica Pacífico 2022

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022	
Mosaico del índice de precipitación mensual durante 2022	
Enero	
<ul style="list-style-type: none"> - A pesar de tener condiciones secas en la mayoría del país, se registraron rangos 'por encima' y 'muy por encima de lo normal', los cuales se concentraron en las regiones Andina y Pacífica, en los departamentos de Nariño y Cauca, con valores. - Las anomalías positivas frente al número de días de lluvia se dieron en los departamentos de Nariño y Cauca, con valores de 3 días a >6 días y lluvias de más de 24 días en el mes, principalmente, en Nariño. 	
Febrero	
<ul style="list-style-type: none"> - Por la entrada de humedad desde la Amazonia, coincidiendo también con un incremento en la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS), se presentó un incremento de lluvias, en el Pacífico y otros departamentos. - Las categorías de precipitaciones 'por encima' y 'muy por encima de lo normal', se observaron en la mayor parte de la región Pacífica, con valores >160 %. 	
Marzo	
<ul style="list-style-type: none"> - Las categorías de precipitación 'por encima' y 'muy por encima de lo normal' se observaron en amplias extensiones del Pacífico, con excepción puntual en el Cauca y Valle del Cauca, donde se presentó categoría 'por debajo de lo normal', con valores medios de precipitación entre 200 mm y 400mm. 	
Abril	
<ul style="list-style-type: none"> - Se presentaron vientos anómalos del oeste y suroeste en la cuenca Pacífica. - La categoría 'por encima de lo normal' se registró en amplias extensiones de la región Pacífica. - Se presentaron anomalías positivas de entre 6 días y >6 días de precipitación, principalmente en Chocó, Urabá y, puntualmente, las costas de Nariño. 	
Mayo	
<ul style="list-style-type: none"> - Hacia mediados de mes, por el paso de un par de ondas tropicales, se aumentaron las lluvias en la categoría 'muy por encima de lo normal', especialmente en el sur de la región Pacífica. Esto, aunque el comportamiento 'por debajo de lo normal' se observó en el centro de la región Pacífica y las lluvias 'muy por encima de los valores medios' se destacaron en Nariño. - La Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) en el océano Pacífico se observó alejada del país, entre las latitudes 7°N – 10°N. Lo que se mantuvo activo en nuestra zona fue una vaguada superficial (monzónica). 	

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022	
Junio	
<ul style="list-style-type: none"> - Mes con excesos de precipitación en el Pacífico. - Las categorías "por encima" y "muy por encima de lo normal" se registraron en la región Pacífica, con valores de variación > 160 %, con valores medios de precipitación entre 400 mm y 600 mm y, particularmente, en la subzona hidrográfica de los ríos Baudó y San Juan, se presentaron valores >= 1000 mm. - Con respecto al número de días de lluvias, las anomalías positivas predominaron en el Pacífico, entre 3 días y >6 días de lluvia con respecto a lo normal, donde se presentó una media de días de lluvia en el intervalo de entre 20 y 24 días. En el caso de Chocó, el número medio de días de lluvia estuvo entre los 16 y 20 días de lluvia. 	
Julio	
<ul style="list-style-type: none"> - La categoría 'por encima de lo normal' se observó en la mayor parte de la región Pacífica. Las lluvias 'muy por encima de lo normal' también se observaron en Nariño, Cauca y parte de Chocó. - Las anomalías en el número de días se presentó en el Pacífico con precipitaciones entre los 20 y los 24 días, así como con anomalías positivas de entre 3 días y 6 o > 6 días (esta última, sobre todo en Nariño y Cauca). 	
Agosto	
<ul style="list-style-type: none"> - El rango 'por debajo de lo normal' se destacó en sectores de menor extensión, ubicados en Cauca y Nariño. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en Chocó, donde hubo precipitaciones con valores superiores a 1000 mm, en municipios como El Atrato, Certeguí, Unión y Lloró. - Frente a los días de lluvia, las condiciones fueron de tendencia normal y ligera tendencia a positivas en Chocó, con valores entre 3 días y 6 días respecto a la normal. 	
Septiembre	
<ul style="list-style-type: none"> - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en sectores de la región Pacífica, con valores entre 300 mm y 800 mm. - Las anomalías frente al número de días de lluvia, en Chocó hacia el Darién y en Nariño, fueron positivas de entre 3 días y 6 días. 	
Octubre	
<ul style="list-style-type: none"> - Este mes se caracterizó por presentar importantes volúmenes de lluvia en el país y, especialmente, en el centro de la región Pacífica, donde se superaron los promedios en más del 80 %. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en amplias extensiones de la región Pacífica. - Frente a anomalías del número de días de lluvia, hubo variedad en las anomalías: negativas (entre -3 días y -9 días), en Cauca y Nariño; y positivas (entre 3 días y 6 días), en Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño 	
Noviembre	
<ul style="list-style-type: none"> - En el territorio nacional, se destacaron las lluvias 'por encima de los promedios'. - Las categorías 'muy por debajo' y 'por debajo de lo normal' se registraron en Nariño. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron la región Pacífica, en los departamentos de Cauca, Valle del Cauca y Chocó. - Las anomalías frente al número de días fueron negativas en Nariño (entre -3 días y -6 días), aunque en el área hidrográfica también hubo anomalías positivas (entre 3 días y 6 días) en Chocó. 	
Diciembre	
<ul style="list-style-type: none"> - La vaguada monzónica mostró el desarrollo de actividad convectiva ligera, sobre todo hacia el Pacífico. - Lluvias 'por debajo de lo normal' se presentaron en el sur de la región Pacífica. - Frente al número de días de lluvia, se registraron anomalías positivas en sectores de Chocó y Valle del Cauca. 	

Fuente: Ideam (2022b-m).

Tabla 2.30.
Temperatura en el área hidrográfica Pacífico en 2022

Comportamiento temperatura mensual en 2022	
Figura 2 Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022	
Enero	
- Las condiciones de temperatura se consideraron normales para este mes, en el Pacífico.	
- La temperatura media fue la única que presentó anomalías positivas, en el rango de 0,5 °C a 1,0 °C, en áreas puntuales del Cauca, y anomalías negativas que se registraron en áreas puntuales de Chocó.	
Febrero	
Las condiciones generales de la temperatura en el área hidrográfica Pacífico fueron normales, con anomalías negativas, en la temperatura máxima con valores entre -0,5 °C y 1,0°C.	
Marzo	
Las condiciones de temperatura se dieron, en su mayoría, en condiciones normales. Sin embargo, la temperatura media presentó anomalías positivas (0,5 °C-1,0 °C), especialmente en Nariño.	
Abril	
La temperatura en el área hidrográfica Pacífico presentó condiciones de normalidad, con excepción puntual en la costa de Nariño, para la temperatura media, con anomalía positiva entre 0,5 °C y 1,0 °C.	
Mayo	
Se presentaron características tendientes a la normalidad en el Pacífico.	
Junio	
Temperatura mínima: las anomalías negativas se observaron en áreas puntuales de la región Pacífica, principalmente en Nariño y Chocó.	
Temperatura media: las anomalías negativas de entre 0,5 °C y 1,5 °C, se registraron en la mayor parte de la región Pacífica.	
Temperatura máxima: las anomalías negativas dominaron amplias extensiones de la región Pacífica, sobre todo en Cauca y Valle del Cauca, con valores entre -1,0 °C y -1,5 °C.	
Julio	
Las temperaturas mantuvieron condiciones de normalidad, salvo en las temperaturas máximas, donde hubo anomalía negativa entre -0,5 °C y 1,0 °C en el Valle del Cauca.	
Agosto	
El mes de agosto tuvo anomalías negativas para las temperaturas mínima y máxima, en los departamentos de Chocó y Nariño.	
Septiembre	
Las condiciones de temperatura fueron normales en el mes de septiembre.	
Octubre	
En octubre, la temperatura presentó condiciones normales, con excepción de la temperatura media, donde hubo anomalía negativa (entre -0,5 °C y 1,5 °C) en el departamento de Chocó.	
Noviembre	
Frente a la temperatura media, se presentaron anomalías negativas en Chocó (entre -0,5 °C y -1,0 °C).	
Diciembre	
Las condiciones fueron normales, con excepción de la temperatura mínima, para la cual se registró anomalía negativa de entre -0,5 °C y -1,0 °C, en Cauca.	

Fuente: Ideam (2022b-m).

2.2.3.2 Incendios forestales

Las altas precipitaciones y la tendencia a bajas temperaturas, durante 2022, en el área hidrográfica Pacífico, además de su humedad característica, atenuaron las condiciones que propician los incendios forestales. No obstante, los fuegos se presentan o son causados, en algunos casos, con fines de ampliación de la frontera agrícola y siembra de cultivos ilícitos.

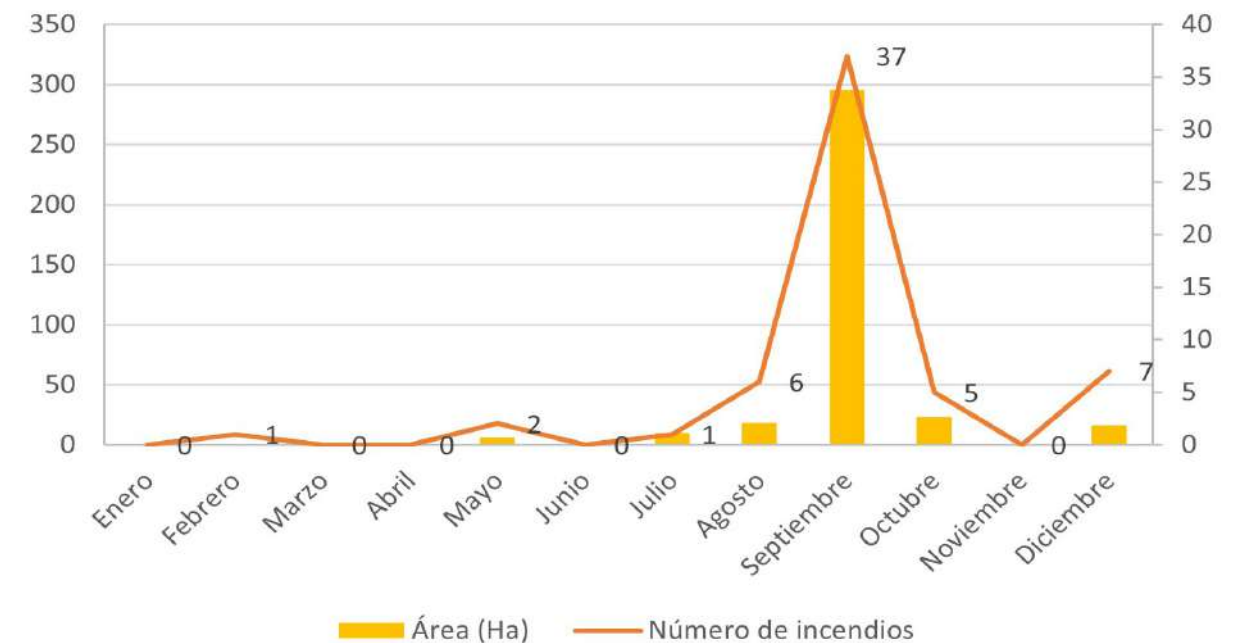
Es importante aquí tener en cuenta que, en el análisis realizado al área hidrográfica Magdalena-Cauca, se incluyó la información de los incendios forestales ocurridos en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca, además de los municipios de Ipiales y Córdoba. Estos últimos, a pesar de que son parte del departamento de Nariño, también están integrados a la región Amazónica, y, por lo tanto, fueron incluidos en los análisis de esa área hidrográfica.

En relación con los incendios forestales, se analizó la información reportada en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF) para los departamentos de Nariño y Chocó, en el año 2022. Sin embargo, para este último departamento, no se reportaron incendios

y para el departamento de Nariño, la Unidad Nacional de Gestión del Riesgos de Desastres (UNGRD) registró 59 incendios forestales que afectaron 370,1 ha. Esto, comparado con una cancha de fútbol, cuya área es de 0,64 ha, equivale a que se hubieran quemado aproximadamente 578 canchas. De los 59 incendios ocurridos en 2022, 37 se presentaron en septiembre, afectando 295,6 ha. Es decir, que en ese mes se quemó el 79,9 % del área afectada en el área hidrográfica por incendios, y se generó el 63 % de los incendios del año reportado.

Así pues, en ese orden, los meses con mayor número de áreas afectadas fueron septiembre, octubre y agosto, los cuales suman el 90,9 % del área afectada en el área hidrográfica Pacífico. El incendio de más afectación fue el 15 de septiembre de 2022, en el municipio Cumbal (Nariño), con 180 ha (como 281 canchas de fútbol aproximadamente). La Gráfica 2.59 muestra la relación entre los incendios presentados durante los 12 meses del año 2022 y el área afectada por el fuego, en la cual se aprecia el mes de septiembre donde se presentó la mayor cantidad de incendios y, para este caso, la relación directa con el área afectada.

Gráfica 2.59.
Relación de incendios y área afectada en el área hidrográfica Pacífico en 2022



Fuente: Ideam (2022).

Este informe busca dar a conocer a los tomadores de decisiones, a la comunidad científica y a la ciudadanía en general, cuál fue el estado del ambiente en el año 2022.

A continuación, se presenta un resumen de la investigación realizada por parte del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), frente a un área afectada por incendios forestales en 2019. El informe y sus resultados se pueden consultar con más detalle, en el Anexo 8 de este documento.

2.2.3.2.1 Análisis de la sucesión vegetal de áreas afectada por incendio en el Bajo Atrato

Geidy Asprilla	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	gjasprilla@iiap.org.co
Wilber Moreno	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	wmoreno@iiap.org.co
Pedro Rodríguez	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	prodriguez@iiap.org.co
Edsson Nagle	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	enagle@iiap.org.co

Grupo de Investigación Geoinformática Aplicada al Medio Ambiente (GAMA)

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)

El estudio buscó analizar el proceso de sucesión vegetal en un área afectada por incendio forestal acaecido entre marzo y abril de 2019, en la llanura aluvial y fluvioalacustre del río Atrato, en inmediaciones de los municipios de Riosucio, Unguía y Turbo, que tuvo como punto de origen la finca La Palmira, sector de Peze, aproximadamente en los 7° 05'44"W, 7°54'7"N, en el municipio de Unguía (Chocó). El hecho afectó ocho (8) tipos de cobertura de la tierra, principalmente bosque denso (3.499,93 ha), herbazal (961.21 ha), mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales (135.07 ha), vegetación secundaria (365,48 ha) y, en el área circundante del punto de origen, pastos limpios (270.33 ha). Estas cifras se obtuvieron mediante el cálculo del va-

lor medio del índice de vegetación mejorado (EVI, por su sigla en inglés), con estadísticas zonales en imágenes de Planet (4,7 m de resolución, para diciembre de 2017, diciembre de 2018, junio de 2019 y enero de 2021) de las coberturas afectadas (8) en cada grado de severidad (5) para 31 combinaciones de áreas.

Al respecto, se observó que la salud del bosque denso disminuyó en su vigorosidad un 42 % en el área afectada con grado de severidad 'Alto' (519,37 ha). A los seis (6) meses ya se había recuperado un 36 % con relación a la fecha del incendio. Caso contrario se observó en la cobertura de mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, los cuales solo se redujeron el 8 % y, a los seis (6) meses había superado solo un 1% de su estado inicial. Esto evidenció una de las razones por las cuales los pobladores aplican las prácticas de quema agrícola en sus procesos productivos. Sin embargo, se mostró también una tendencia positiva en el proceso regenerativo de todas las coberturas vegetales analizadas.

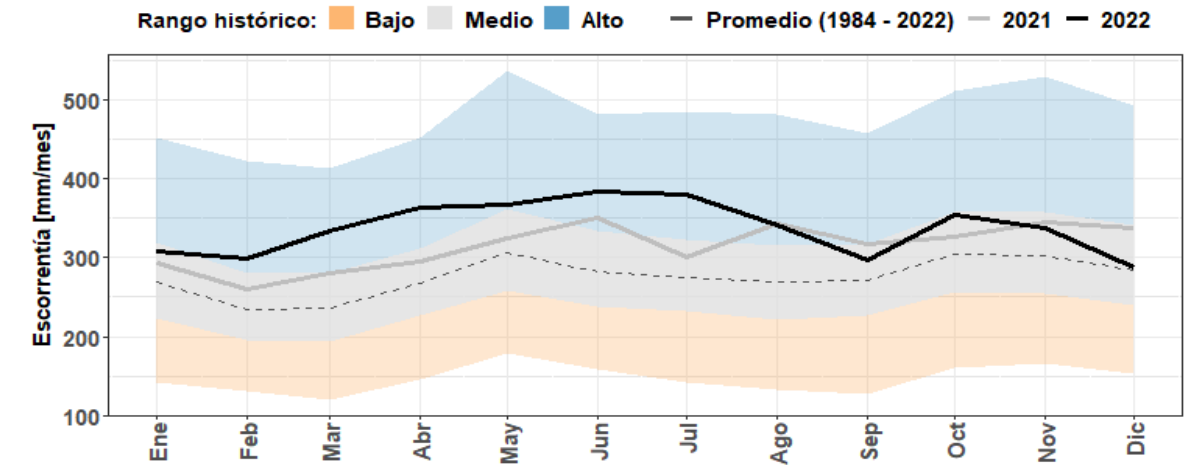
2.2.3.3 Comportamiento del recurso hídrico

Para hablar del área hidrográfica del Pacífico, es necesario tener presente los efectos de división de aguas realizada por la cordillera Occidental. Esta fracciona el drenaje en dos grandes afluentes, una parte se dirige hacia el río Cauca y otra parte es conducida por aquellos cuerpos de agua que desembocan en el océano Pacífico, siendo estos últimos los analizados en esta área hidrográfica (Ideam, 2022).

Como se mencionó, la pluviosidad que caracteriza a la costa Pacífica colombiana (3000mm/año - 9000 mm/año) hace que los ríos de esta área sean muy caudalosos (Ideam, 2022). Las llanuras de la costa Pacífica van hacia el sur ontinúanmaco y continúan hacia Ecuador, llanuras que constituyen la Depresión del Atrato-San Juan-Tumaco, de tierras bajas en partes pantanosas y con densa vegetación bordeando el océano Pacífico que continúa hacia Panamá (Álvarez, 1983).

Por sus altas precipitaciones, el 2022 fue un año donde se presentaron volúmenes de escorrentía superficial por encima de los niveles históricos, especialmente entre enero y agosto para el área hidrográfica Pacífico, como se puede apreciar en la Gráfica 2.60. Allí también se muestran datos del promedio histórico y del año 2021, permitiendo apreciar que, con excepción del mes de septiembre, los valores de escorrentía superficial fueron siempre mayores en 2022.

► **Gráfica 2.60.**
Escorrentía superficial Pacífico – comparación años 2021 y 2022



Fuente: Ideam (2022).

La Gráfica 2.60 también enseña que, solo en junio, donde hubo precipitaciones mayores a lo normal, se dio el mayor valor de escorrentía superficial mayor a 350 mm/mes. Por el contrario, los valores más bajos de escorrentía se presentaron en los meses de septiembre y diciembre, considerándose incluso como 'Bajo', pero dentro del rango alto del comportamiento histórico medio y por encima del promedio (1984-2022). Estos comportamientos se relacionan de manera directa con las precipitaciones y los incendios del mes de septiembre.

2.2.3.3.1 Riesgos de inundación

Teniendo en cuenta la tendencia en las precipitaciones del año 2022 ya mencionadas, es necesario revisar las zonas potencialmente inundables (ZPI), definidas inicialmente en el área hidrográfica de Amazonas y que están incluidas en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 del Ideam.

Para el área hidrográfica de Pacífico, en la Tabla 2.31 se recopilan los valores (área) de las ZPI.

► **Tabla 2.31.**
Áreas de Zonas Potencialmente Inundables (ZPI) Pacífico

Zona hidrográfica	Cuerpos de agua (ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos) (km²)	Zonas potencialmente inundables (ZPI) (km²)
Baudó-Directos Pacífico	152	776
Mira	116	846
Pacífico-Directos	86	554
Patía	453	3795
San Juan	396	2210
Tapaje-Dagua-Directos	446	2976
Total	1649	11156

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

Siendo el área hidrográfica de Pacífico la de menor cantidad de área de ZPI, correspondiente al 5,9 % del área total de ZPI del país (190.463 km²), aquí se encuentra la zona hidrográfica del Patía, con una superficie del 2,0 % respecto al total de ZPI nacional. Esta, a su vez, cuenta con 1,7 % del área total ocupada por los ecosistemas acuáticos lenticos y lóticos (Ideam, 2022).

En cuanto a las zonas potencialmente inundables usadas y transformadas por actividades humanas del área hidrográfica de Pacífico, en el ENA 2022 se estableció la afectación del 5 % (1.861 km²) de las ZPI del área hidrográfica (Ideam, 2022).

En la Tabla 2.32 se relacionan las áreas de las ZPI y su intervención en el área hidrográfica de Pacífico.

► **Tabla 2.32.**
Área de ZPI transformadas en Pacífico

Zona hidrográfica	ZPI Área (km ²)	Área Transformada (km ²)	Área Natural (km ²)	Cambio en are entre 2010-2012 y 2018 (km ²) Transformada	Zona hidrográfica Natural
Baudó-Directos Pacífico	776	109	654	-71	58
Mira	846	180	607	-16	-41
Pacífico-Directos	554	98	438	-9	-8
Patía	3795	646	3016	-182	51
San Juan	2210	318	1852	-8	-30
Tapaje - Dagua - Directos	2976	510	2421	-281	236
Total	11156	1861	8988	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

De acuerdo con la información publicada por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNGRD), frente a eventos naturales asociados a altas precipitaciones en el año 2022, el área hidrográfica de Pacífico, sin incluir la información de Cauca y Valle del Cauca, tuvo 240 eventos tales como avenidas torrenciales, crecientes

súbitas, granizadas, inundaciones, lluvias, movimientos en masa, temporales y vendavales. A continuación, en la Gráfica 2.61, se presenta la relación de la cantidad y tipo de eventos con los departamentos del área hidrográfica (UNGRD, 2022).

► **Gráfica 2.61.**
Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Pacífico



Fuente: elaboración propia a partir de UNGRD (2022;2023).

La anterior gráfica ilustra que, según datos de la UNGRD (2022; 2023), en el área hidrográfica del Pacífico, la mayor cantidad de emergencias asociadas a eventos climáticos fue de movimiento de tierras, con 129 emergencias reportadas, seguido de las inundaciones, con 82 emergencias reportadas (UNGRD, 2022).

Como parte de las actividades realizadas por el IIAP, frente al riesgo de inundaciones, el Anexo 9 del presente informe contiene un resumen de una de las acciones realizadas en el municipio de Atrato

2.2.3.3.1 Construcción participativa de herramientas tecnológicas para el monitoreo de riesgos asociados a inundaciones en el corregimiento de Doña Josefa, municipio de Atrato (Chocó)

- Geidy Johanna Asprilla Mosquera | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | gjasprilla@iiap.org.co
- Wilber Harry Moreno Ramírez | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | wmoreno@iiap.org.co
- Pedro Estaban Rodríguez Díaz | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | prodriguez@iiap.org.co
- Edsson J. Nagle Ramírez | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | enagle@iiap.org.co
- Fairy M. Medina Mosquera | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | fmedina@iiap.org.co
- Yojhana Murillo Rodríguez | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | ymurillo@iiap.org.co
- Haidyn Luis Moreno Mosquera | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP | hmoreno@iiap.org.co
- Grupo de Investigación Geoinformática Aplicada al Medio Ambiente (GAMA) | Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)

Estar alerta frente a la ocurrencia de eventos de inundaciones implica tener acceso a información permanente de las condiciones hidroclimáticas y conocer el riesgo. En este sentido, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), junto con la comunidad de Doña Josefa (municipio de Atrato, Chocó), propuso un Sistema de Alertas Tempranas por Inundaciones, en el marco de Internet de las Cosas (IoT), con el objetivo de aplicar herramientas tecnológicas para el monitoreo de riesgos asociados a inundaciones que le permita a la comunidad prepararse, mitigar los riesgos y fortalecer sus estrategias de uso y ocupación del territorio. La ruta metodológica de este proceso integró la elaboración de una línea base, para conocimiento de la dinámica socioambiental asociada a los riesgos de inundaciones. Seguidamente, se desarrolló un taller de diálogo de saberes y cartografía social con la comunidad, así como el levantamiento de información en campo con geoformularios (Survey 123), drones y muestreos de agua y suelo, para determinar la calidad del agua y la fertilidad del suelo de unidades productivas presentes en el área inundable, igual que una estación meteorológica basada en Arduino, y la plataforma GEOGloWS Global Streamflow Forecasting. Como resultado, se caracterizó el corregimiento de Doña Josefa, el cual se encuentra completamente en zona de riesgo de inundación, según modelación hidráulica. Allí se encuestaron 207 viviendas de 273 que componen el centro poblado, se identificó la temporada de lluvia (octubre a diciembre), y se registró inundación el 4 de noviembre, lo cual coincidía con los valores proyectados. Esto permitió identificar las cerca de 45 viviendas afectadas por inundaciones, en noviembre de 2022, con impacto negativo, no solo para la infraestructura física, sino también a la fauna y la flora, debido a la rapidez con la que se producen las crecidas, la velocidad del agua y la elevada carga de sedimentos, afectando también las comunidades ecológicas.

2.2.3.3.2 Riesgos de desabastecimiento

El Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, realizó un análisis para el periodo de tiempo comprendido entre los años 2017 y 2021, identificando a 254 municipios susceptibles al desabastecimiento de agua por temporada de alta pluviosidad. El 12 % de estos municipios se ubican en el área hidrográfica del Pacífico, como se vio en la Gráfica 2.2 de este capítulo.

En la información de la UNGRD, se destacan municipios como La Vega, Morales y Sotaró, en el departamento del Cauca; y Pueblo Rico y Santuario, en Risaralda, los cuales han presentado afectación en sus sistemas de abastecimiento, por la presencia de material de arrastre, represamiento y obstrucción de

infraestructura. Estos municipios coinciden con las categorías 'Severa' y 'Muy severa' de erosión hídrica-potencial (Ideam, 2022).

En la Gráfica 2.2 se relacionan los departamentos donde existe riesgo de desabastecimiento (Ideam, 2022).

2.2.3.3.3 Análisis integrado del agua área hidrográfica Pacífico

El análisis integrado del agua busca correlacionar los índices que describen las afectaciones al recurso, incluyendo aquellas generadas por intervención antrópica, es decir la generada por los humanos, por lo que se revisan las presiones por uso, por contaminación

y condicionantes de riesgo por desabastecimiento. (Ideam, 2022).

Para el área hidrográfica del Pacífico, la presión generada por acciones antrópicas, son favorables, ya que los valores de los índices presentados en esta área son los más bajos de las 5 áreas hidrográficas (Ideam, 2022). Siendo el índice de mayor importancia en este caso, el Índice de Presión Hídrica IPHE, que relaciona la huella hídrica verde generada por el sector agropecuario y forestal con la disponibilidad de agua verde para un mismo periodo de tiempo.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos para los índices calculados para las subzonas hidrográficas del área hidrográfica del Pacífico:

► **Tabla 2.33.**
Clasificación de los índices para realizar el análisis integrado del área hidrográfica Pacífico

Número de subzonas clasificadas según los índices del AH Pacífico

Clasificación	IUA		IPHE	IUA		IUA	
	Año medio	Año seco	Año seco	Año medio	Año seco	Año medio	Año seco
Critica			1	*	*	*	*
Muy Alta					1		
Alta	1	3	2	4	5		1
Moderada / media	2	2	6	2	2	3	4
Baja	7	7	6	3	7	12	11
Muy Baja	23	21	18	24	18	18	17
Sin Información	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL	35	35	35	35	35	35	35

+ Clasificación que no aplica para el índice medido.

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

Ecuación 2.3 (sobre el análisis integrado del agua) relaciona variables que evalúan la oferta hídrica natural, la dinámica de sequías, la dinámica de sedimentos, la presión por uso, la presión por contaminación y los elementos de riesgo asociados al desabastecimiento hídrico (Ideam, 2022). Así pues, indica que el área

hidrográfica Pacífico, según el análisis integrado, tiene tres subzonas hídricas con categoría 'Muy alta', dos subzonas en categoría 'Alta', tres en 'Media', 24 en 'Baja' y, tres en 'Muy baja', de las 35 subzonas que la componen.

2.2.3.4 Generalidades poblacionales

Según el censo del DANE 2018, aproximadamente el 50 % de la población no pertenece a ningún grupo étnico; el 32 % se identifica como 'Negro, mulato, afrodescendiente o afrocolombiano' y el 15 % se identifica como población indígena (DANE, 2018). Estas comunidades se dedican a actividades económicas como la ganadería, agricultura, pesca y actividades asociadas al turismo, construcción y, en menor medida, minería y canteras.

mación que se busca dar en esta sección del informe está asociada con condiciones socioeconómicas, se excluyeron los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Putumayo, Risaralda y Valle del Cauca, cuyo aporte en estos aspectos se relacionan en mayor medida con las regiones de Magdalena-Cauca y Amazonas. En la Tabla 2.34 se relacionan y jerarquizan las actividades que generan el PIB de los departamentos de Chocó y Nariño, según información del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y la población de estos departamentos, según la información del DANE.

El área hidrográfica del Pacífico incluye nueve departamentos. Sin embargo, teniendo en cuenta que la infor-

► **Tabla 2.34.**
Actividades económicas y habitantes Pacífico

Departamento	Total, de población (habitantes)	Sectores de actividades económicas
Chocó	454.359	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Nariño	1.326.587	 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)

Convenciones:

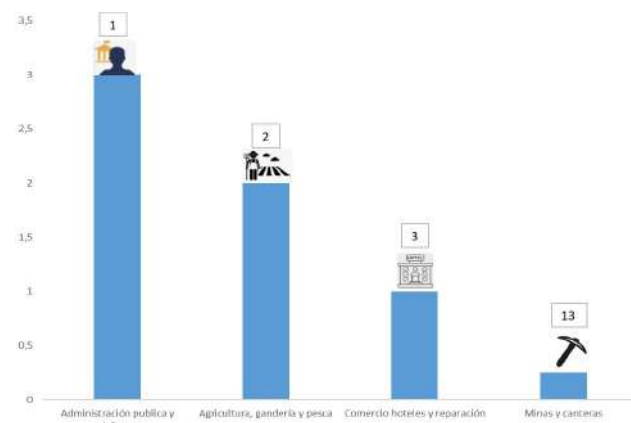


Total Población: 1.780.946

Fuente: elaboración a partir de datos del DANE (2018) y Ministerio de Comercio Industria y Turismo (2023).

La información incluida en la Tabla 34, muestra que la actividad que más se realiza en ambos departamentos es la administración pública y la defensa, las actividades asociadas al agro se encuentran en el segundo lugar en Chocó y tercero en Nariño, las actividades asociadas al sector hotelero y turismo, ocupan el tercer lugar en Nariño y el cuarto en Chocó y la minería se observa que en Chocó esta actividad ocupa el tercer lugar y en Nariño el último lugar, que para el caso del Chocó es ocupado por las actividades científicas y técnicas, como se puede apreciar en la Gráfica 2.62.

► **Gráfica 2.62.**
Ranking de actividades Pacífico



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

2.2.3.5 Sector manufacturero

En cumplimiento del artículo 3 de la Resolución 1023 del 28 de mayo de 2010 frente a la obligatoriedad de reportar información en el Registro Único Ambiental Manufacturero (RUA Manufacturero), como se explicó en las secciones tanto del área hidrográfica Amazonas como en la Magdalena-Cauca, se tiene información relativa al consumo de agua, consumo de energía, uso y consumo de materias primas, uso y consumo de combustibles, productos, generación de vertimientos, residuos sólidos y emisiones atmosféricas, entre otros. A continuación, se resumen algunos datos relevantes:

- Demanda de agua: 24,79 Mm³ siendo el 6,28 (segundo lugar en demanda a nivel nacional).

- Aguas residuales vertidas: 3,26 Mm³ siendo el 1,70 %.

- Generación de residuos sólidos no peligrosos: 48.796,75 t se distribuyen en Orinoquia, Pacífico y Amazonas, equivalente al 1,15 % del total nacional.

- Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos: 16.845.834,42 t (último lugar en aprovechamiento).

- Tratamiento de residuos sólidos no peligrosos: con 16.845.834,42 t (tercer lugar en tratamiento de residuos sólidos no aprovechables).

- Disposición final de residuos sólidos no peligrosos: 101.075.006,52 t (tercer lugar en disposición final de residuos sólidos no peligrosos).

- Consumo de energía eléctrica: 133,37 GWh restantes se distribuyen en Orinoquia, Pacífico y Amazonas equivalente al 0,93 % del total nacional.

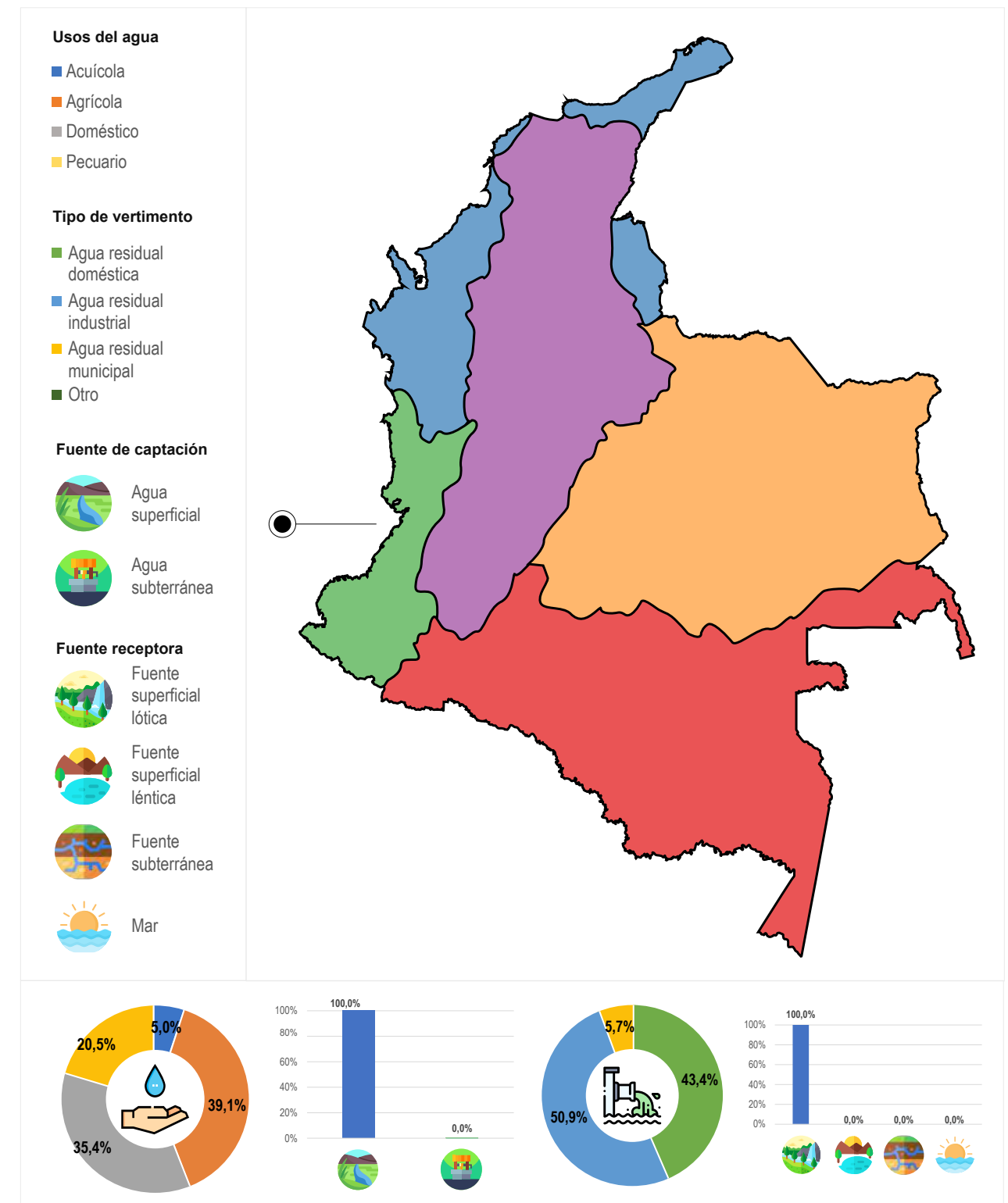
Para más información, el Ideam genera el Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia, donde se amplía la información respecto a los años analizados y se puede consultar en el portal web de la institución (Ideam, 2023).

La información presentada permite identificar una porción de las presiones que genera las actividades humanas en los recursos naturales, ya que, como se indicó, solo registra las actividades manufactureras y la presión que dicho sector ejerce sobre los recursos naturales.

2.2.3.6 Calidad del agua

En la Figura 2.77, se presenta la relación de consumo de agua en los sectores acuícola, agrícola, doméstico y pecuario, así como la generación de vertimientos de tipo doméstico, industrial y municipal. Esto, teniendo en cuenta la relación que existe entre los aspectos ambientales generados por condiciones y fenómenos naturales ocurridos en el área hidrográfica, y las actividades antrópicas que generan impactos ambientales en los cuerpos de agua, tanto en su calidad como su cantidad.

► **Figura 2.77.**
Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área hidrográfica Pacífico 2022



Fuente: Ideam (s. f.).

La Figura 2.77 muestra que el consumo de agua en el área hidrográfica Pacífico se realiza, en su totalidad, de las fuentes superficiales. Los usos de agua concesionados son, en un 39,1 %, para uso agrícola; 35,4 %, para uso doméstico; 20,5 %, para uso pecuario; y el 5 % restante, para uso acuícola.

Con relación a la generación de vertimientos, en el área hidrográfica Pacífico, estos tienen como destino las fuentes de aguas superficiales en su totalidad. Adicionalmente, se sabe que el 50,9 % de las aguas residuales son de origen industrial; el 43,4 % fue agua residual doméstica; y el 5,7 % restante fue agua residual municipal, a pesar de que esta situación no se ve reflejada en los registros de actividades realizadas en los departamentos de Nariño y Chocó.

2.2.3.6.1 Evaluación de la calidad del agua

Carolina Vega Viviecas	Contratista Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Contratista Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Contratista Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@idema.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@idema.gov.co

Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico

Grupo de Evaluación Hidrológica – Subdirección de Hidrología del Ideam

La calidad del agua en el área hidrográfica del Pacífico se definió tras visitar nueve puntos de monitoreo entre 2021 y 2022, de los cuales cinco hacen parte de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua, ubicado sobre las corrientes Pasto y Patía, así como cuatro puntos ubicados sobre los ríos Guáitara y Mira. Las condiciones del ICA, en el año 2021, sobre la corriente del río Pasto, en el punto Bocatoma Centenario se encontró en categoría ‘Malo’. En los puntos Providencia y Universidad, ubicados sobre la misma corriente, se encontraron en categoría ‘Regular’, al igual que

los puntos Puente Rumichaca y Carlosama, localizados sobre la corriente del río Guáitara.

En 2022, los puntos con categoría ‘Malo’ del ICA fueron Puente Pusmeo y Puente Guascas, ubicados sobre la corriente del río Patía y Puente Rumichaca sobre la corriente del río Guáitara.

Como parte de las actividades realizadas por parte del IIAP, se encuentra el monitoreo de los cuerpos de aguas del territorio, para hacer seguimiento y determinar la calidad del agua. Tal es el caso del monitoreo desarrollado en las aguas costeras de los municipios de Nuquí y Bahía Solano. Este se resume, a continuación, pero se puede consultar los resultados con más detalle en el Anexo 10 del presente informe.

2.2.3.6.2 Monitoreo fisicoquímico y ecológico de aguas costeras en los municipios de Nuquí y Bahía Solano

Zoraida Quesada Martínez	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	zquesada@iiao.org.co
Lady Vargas Porras	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	lvargas@iiap.org.co
Yirlesa Murillo Hinestroza	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	ymurilloh@iiap.org.co
Mayra Yaneth Becerra Chalá	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	mayaneth-13@hotmail.com

Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)

Línea de investigación: Calidad ambiental, Colciencias.

Grupos étnicos: Consejo Comunitario General Los Riscales y Consejo Comunitario Los Delfines

En 2022, durante los meses de agosto y octubre, se realizaron monitoreos de calidad fisicoquímica y biológica del agua en Bahía Solano y Nuquí, en condiciones de marea alta y baja. Se evaluaron 17 variables en siete puntos de monitoreo. Los resultados mostraron altas concentraciones de contaminantes, como coliformes fecales y fosfatos, denotando una clara alteración de estas variables con relación a los estándares de calidad admisibles para algunos usos del recurso, y debido a la intervención humana y la falta de tratamiento de aguas residuales. El índice de calidad ambiental (ICA) promedió 68,5 en Nuquí, y 66,3 en Bahía Solano, indicando una calidad ‘Regular’, asociada a las altas concentraciones de sólidos totales disueltos, coliformes fecales y fosfatos. Con relación a los macroinvertebrados, el índice BMWP/Col reportó, para los ríos Anchachí y Jella, una calidad de agua ‘Crítica de clase V’; asociada a aguas medianamente contaminadas con dominancia de géneros como Hyalella sp.

Marco Elías González Arteaga	Invemar	marco.gonzalez@invemar.org.co
Magnolia Murcia Riaño	Invemar	magnolia.murcia@invemar.org.co
Wilberto Pacheco Paternina	Invemar	wilberto.pacheco@invemar.org.co

2.2.3.7.1 Departamento del Valle del Cauca

2.2.3.7.1.1 Punta Soldado

En la localidad de Punta Soldado, los análisis del comportamiento de la línea de costa revelaron una clara tendencia erosiva. La tasa de regresión lineal promedio, en el último año evaluado (2022), se registró en -11,79 m/año, con retrocesos que alcanzan distancias de hasta -79,42 m. La zona más impactada se ubicó al norte del área de estudio, afectando directamente la infraestructura de la base militar y la vegetación herbácea y arbustiva de la zona costera (Figura 2.78) (Invemar, 2022).

Ante esta situación crítica, es recomendable abordar el problema a través de un enfoque multidisciplinario y coordinado. Esto debe incluir la realización de un estudio de viabilidad para implementar medidas de mitigación adecuadas, el establecimiento de un sistema de monitoreo constante de la dinámica costera, la planificación adaptativa del uso de la tierra, campañas de educación pública para aumentar la conciencia sobre la erosión costera, junto con una evaluación exhaustiva de los impactos ambientales. Tales acciones conjuntas y sostenibles son fundamentales para preservar tanto la infraestructura como el entorno natural de Punta Soldado.

2.2.3.7 Erosión costera en el Caribe, Pacífico y territorios insulares de Colombia

Constanza Ricaurte Villota	Invemar	constanza.ricaurte@invemar.org.co
David Fernando Morales Giraldo	Invemar	david.morales@invemar.org.co
Johan Camilo Casadiego Estévez	Invemar	johan.casadiego@invemar.org.co
Andrés Felipe Rosado Tapia	Invemar	andres.rosado@invemar.org.co
Juan Fernando Cortina Munera	Invemar	juan.cortina@invemar.org.co
Paula Alejandra Macías Hemer	Invemar	paula.macias@invemar.org.co



Fuente: Johan Luna (2022)

► **Figura 2.78.**
Rasgos geomorfológicos en la localidad de Punta Soldado, Buenaventura



Fuente: Invemar (2022).

2.2.3.7.1.2 Pianguita

Durante 2022, en la localidad de Pianguita, se observaron procesos erosivos que abarcaron un 54,69 % de la línea de costa en retroceso (Figura 2.79). La tasa de erosión registrada para 2022 fue de -0,06 m/año, lo que

se tradujo en un desplazamiento neto promedio máximo de -4,72 m. Es importante destacar que la zona más afectada por estos procesos erosivos intensos se localiza en el extremo occidental del área de estudio.

► **Figura 2.79.**
Rasgos geomorfológicos en la localidad de La Bocana, Buenaventura



Fuente: Invemar (2022).

2.2.3.8 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2022

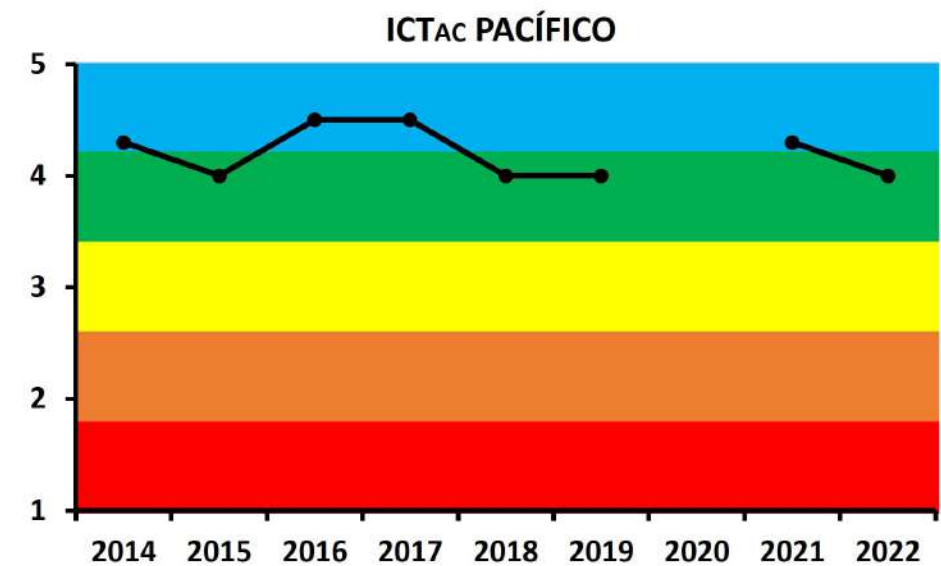
Andrés Felipe Acosta Chaparro	Invemar	andres.acosta@invemar.org.co
Laura Sánchez Valencia	Invemar	laura.sanchez@invemar.org.co
Elizabeth Galeano Galeano	Invemar	elizabeth.galeano@invemar.org.co
Diana Isabel Gómez López	Invemar	diana.gomez@invemar.org.co
David Alejandro Alonso Carvajal	Invemar	david.alonso@invemar.org.co



Fuente: Jhon Nieto (2022)

En cuanto al Pacífico, su condición se presenta más bien constante a lo largo de los años, presentándose como 'Buena' durante 2022 (Figura 2.80).

► **Figura 2.80.**
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 2022



Fuente: Invemar (2022).

Representación de los colores:

- Azul: Deseable.
- Verde: Buena.
- Amarillo: Regular.
- Naranja: Alerta
- Rojo: No Deseable.

En la Tabla 2.35, se puede observar mejor el comportamiento de las variables por sitio, presentándose en condición 'Alerta' a Utría, y en 'Regular' a Gorgona, con respecto a la presencia de macroalgas sobre los corales, debido especialmente a las pujas extremas que resultan, en ciertos casos, ser un agente de degradación muy frecuente en estas zonas del país. En Malpelo, se destacó una marcada ausencia de herbívoros, lo que ha sido común a través de los años, por lo que la

calificación tiende a ser baja. Dicha situación se cataloga como algo 'natural' para el área, por lo que es un factor a tener en cuenta al momento de analizar los resultados de las variables que conforman el ICTAC. Los valores finales aún siguen siendo relevantes de manera positiva, debido a los acostumbrados altos valores de cobertura coralina (>40 %) y de peces herbívoros y carnívoros presentes en el área.

► **Tabla 2.35.**
Clasificación de los índices para realizar el análisis integrado del área hidrográfica Pacífico

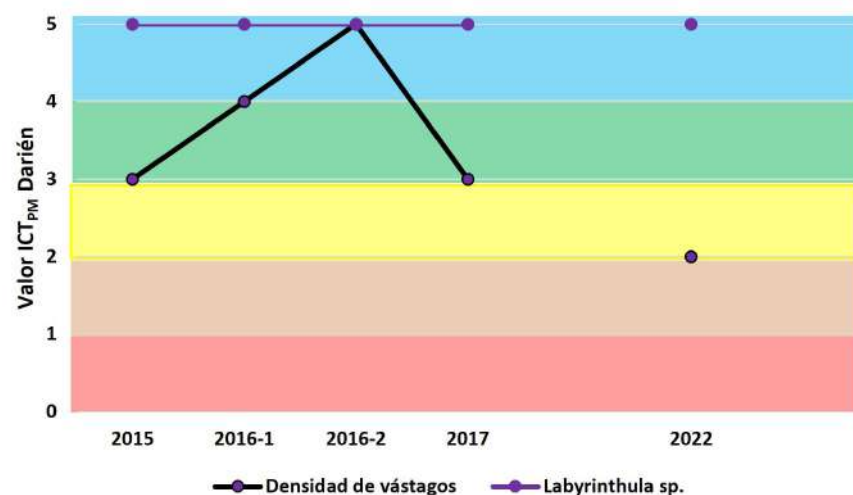
AÑO	ÁREA	Abundancia carnívoros APC (ind/100 m2)	Abundancia herbívoros APH (ind/100 m2)	Cobertura de coral vivo CCV (%)	Cobertura de macroalgas CM (%)
2022	MALPELO	85,3	1,83	41,45	5,05
	UTRÍA	15,37	45,17	53	44,3
	GORGONA	37,6	27,7	74,27	22,65

Fuente: Invemar (2022).

Finalmente, la trayectoria de la tendencia observada (Figura 2.81) en el caso del Pacífico, se mantuvo con una calificación entre 'Buena' y 'Deseable' (4 y 4,5) para todos los casos. Ello refleja, a su vez que, a través de los años, estas áreas no han sido afectadas tanto

por actividades antropogénicas como su contraparte en el Caribe colombiano, aunque en esta región las afectaciones de carácter 'natural' son las que tienen mayor impacto en los corales.

► **Figura 2.81.**
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 2022.



Representación de los colores:

- Azul: Deseable.
- Verde: Buena.
- Amarillo: Regular.
- Naranja: Alerta
- Rojo: No Deseable.

Fuente: Invemar (2022).

2.2.3.9 Usos del agua por sectores

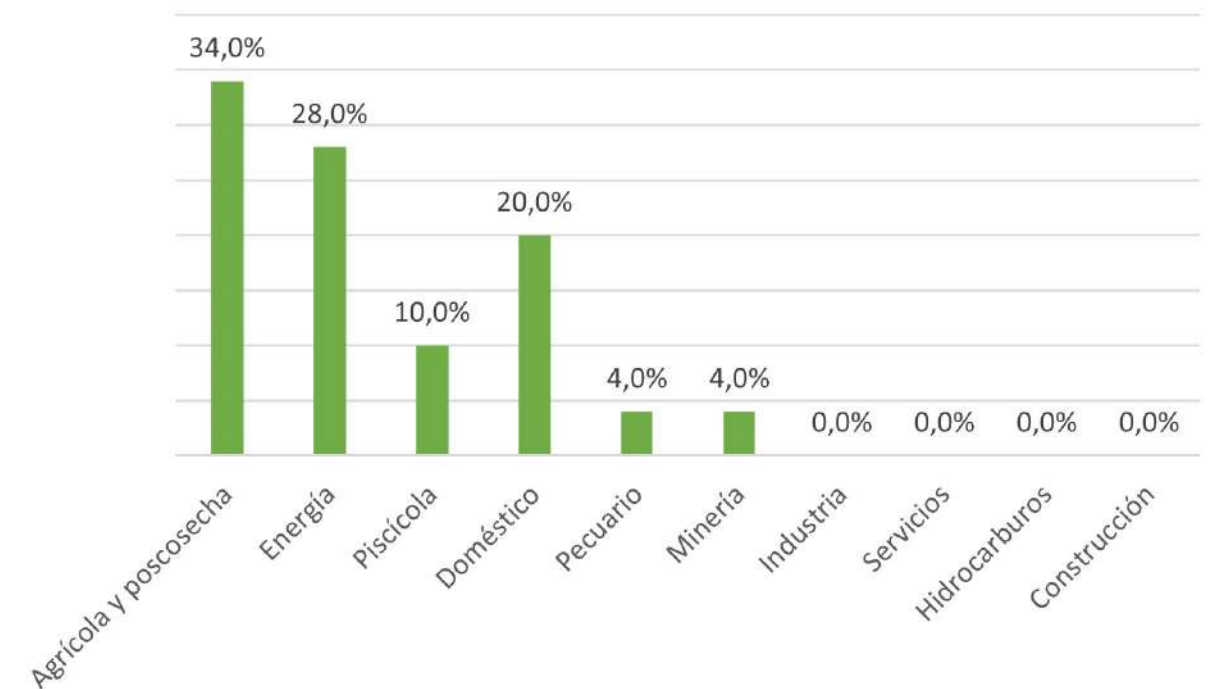
A continuación, se hace un análisis particular de las condiciones del área hidrográfica Pacífico. Este se basa en la información que las autoridades ambientales registran en el SIRH y de acuerdo con lo que quedó consignado en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, cuya base de análisis es el año 2020, y partiendo del análisis general realizado a nivel nacional (Gráfica 2.5).

En el ENA 2022, se realizó un análisis detallado por sectores, áreas hidrográficas, subzonas hidrográficas,

relacionado, además, con la huella hídrica. Dicho análisis (que puede ser consultado en el ENA) se presentó en la Gráfica 2.32 para las cinco áreas hidrográficas, sin incluir las áreas insulares.

En la Figura 2.82, se presenta la participación sectorial frente al consumo de agua, en el área hidrográfica Pacífico.

► **Figura 2.82.**
Participación sectorial demanda Pacífico



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

La anterior gráfica permite evidenciar que, en el área hidrográfica Pacífico, el sector agrícola continúa siendo el sector con mayor demanda hídrica; el segundo mayor uso de agua es para generación de energía; seguido del sector doméstico y demanda para consumo piscícola, pecuario y minero. Como se indicó, esta es información del periodo base sobre el cual se elaboró el ENA (año 2020).

2.2.3.10 Calidad del aire

En la Tabla 2.36, se muestra la cantidad de estaciones de aire por departamentos ubicados en el área hidrográfica Pacífico, y se relacionan los parámetros monitoreados.

► **Tabla 2.36.**
Estaciones del SIAIRE ubicadas en Pacífico y los parámetros monitoreados

Departamento	Estaciones	PM10	PM2,5	Ozono	Dióxido de Azufre	Dióxido de Nitrógeno	Monóxido de Carbono
Chocó	1	1	1	0	0	0	0
Nariño	2	1	0	0	0	0	0
Total	3	2	1	0	0	0	0

Fuente: Invermar (2022).

Para los departamentos de Choco y Nariño, solo se tienen tres estaciones, las cuales no estuvieron en funcionamiento en 2022.

2.2.3.11 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Pacífico

El área hidrográfica del Pacífico es rica en biodiversidad. No obstante, esa riqueza es también una gran responsabilidad y objeto de pretensiones de explotación por parte de sectores tanto legales como ilegales. Y es que esta es un área donde se practica la minería y la explotación maderera, la pesca y, además, se presentan muchos casos de tráfico de fauna silvestre y especies forestales, a lo que se suman acciones que resultan desplazamiento forzado. Sobre esto último, según la Defensoría del Pueblo, los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Arauca fueron los más afectados por desplazamiento forzado y confinamiento en el mes de julio de 2022, con 921 personas de 257 familias afectadas y se presentaron diez eventos de confinamiento: ocho en Arauca, uno en el Cauca y otro en Chocó (Defensoría del Pueblo, 2022).

Según el Banco de la República y con base en un análisis realizado entre 1990 y 2004, la economía del departamento de Nariño fue, en conjunto, la que presentó un mayor dinamismo, pero específicamente el Pacífico nariñense se identifica como una de las zonas más pobres, a pesar de que allí se concentraba el 95 % de las exportaciones de productos como el aceite de palma y productos pesqueros del departamento. Así pues, aunque la base económica para el periodo de análisis fue la actividad agropecuaria, las causas del atraso identificadas para ese momento fueron las faltas de vías y energía, entre otras, lo que llevaba a un aislamiento geográfico (Hoz, 2007).

Por parte de Choco las presiones ambientales y los impactos que estas generan, así como los efectos sociales, tienen sus principales causas en el abandono del estado en esta región, que se ha sido víctima del conflicto armado y la ocupación por parte de actores ilegales que hacen uso del territorio para la siembra y procesamiento de coca, la tala y aprovechamiento de especies maderables y actualmente en mayor medida la minería de elementos como el oro, la plata y el platino. Esta última actividad a pesar de ser realizada desde épocas de la colonia, se realizaba de manera artesanal, con técnicas como el mazamorreo, el barequeo, el zambuyidero, el hoyadero, la minería de agua corrida y guaches y socavones (Ministerio de Minas y Energía, 2015), sin embargo estas prácticas vienen siendo reemplazadas por el uso de maquinaria como retroexcavadoras y dragas conocidas como “dragones”, para el uso de estas se realiza la destrucción de la capa vegetal y tala de árboles (Caicedo, 2022), se destruye el lecho de los ríos y se desvían los cauces de los mismos, situación que genera la muerte de peces por efectos de los sedimentos y pérdida de oxígeno. Además de esto para la explotación minera se hace uso de insumos químicos y metales pesados como el mercurio, el cual llega a los sedimentos de los lechos de los cuerpos de agua y se acumula en los peces, que son fuente de alimento principal de las comunidades y por ello, resultados de estudios realizados han demostrado la presencia de este metal en altas concentraciones en los habitantes de Choco y la notable disminución de las especies de peces (Sáenz Ruiz, 2022).

Las situaciones descritas, aunadas a los fenómenos de desplazamiento realizado por los grupos ilegales existentes como autodefensas, ELN y disidencias de las FARC, que buscan el lucro directo o resultado de la extorsión a quienes la practican hacen de la minería el falgelo que más afecta este territorio y de la cual se deriva los mayores efectos de injusticia ambiental (Otalvaro-Marín, Parra-López, & Klinger-Cundumí, 2023).

Por parte del estado se adelantan acciones que buscan realizar el control de las actividades delictivas, como la destrucción de cultivos de coca y de maquinaria utilizada para la minería, no obstante, al no brindar alternativas suficientes para el desarrollo económico y que permitan el sustento de las comunidades los resultados no son suficientes. (Díaz, 2021) Situación que se ve reflejada por ejemplo en el cumplimiento de la sentencia T 622 de 2016, en la que comunidades del Choco demandaron a 27 entidades estatales, indicando negligencia para enfrentar y dar solución a la problemática de degradación ambiental y la explotación de recursos en el río Atrato, causados en mayor medida por la minería ilegal y que como resultado del fallo por parte de la Corte constitucional se concedió el reconocimiento de sujeto de derechos al río Atrato (Colorado Patiño, Real Nuñez, & Cañon Caro, 2019).

Todas esas situaciones hicieron que las autoridades ambientales de Chocó y Nariño concentrara sus esfuerzos para el control de hechos que derivan en impactos ambientales, tal como se puede evidenciar a continuación:

2.2.3.11.1 Control a la minería ilegal y restauración de áreas afectadas por la actividad

Codechocó realiza esfuerzos no solo para controlar la minería, sino también que permitan la restauración de esas áreas afectadas por dichas prácticas. Así pues, en enero, esta corporación anunció la restauración de 374 ha en el municipio de Medio San Juan, afectadas por actividad minera a cielo abierto. Esa restauración incluyó la siembra de 528.088 árboles de especies nativas, para aportar a la meta nacional de sembrar 180 millones de árboles para 2022. Adicionalmente, la iniciativa incluyó el establecimiento de 20 parcelas para el seguimiento y monitoreo de las áreas restauradas. Además, el proyecto incluyó la firma de acuerdos de conservación voluntarios, con el propósito de vincular a la comunidad y garantizar que las áreas no vuelvan a ser utilizadas en actividades de alto impacto (Codechocó, 2022). De la misma manera, en atención a la Sentencia T-622 (2016), que declaró al río Atrato como sujeto de derechos, se formuló el proyecto “Recuperación de áreas degradadas por extracción ilícita minera en la comunidad de Villa Conto, municipio de Río Quito - Chocó”; en enero, se iniciaron actividades que buscan sembrar 517.583 árboles nativos, en un extensión de 325 ha afectadas por minería ilegal en el municipio de Río Quito, y donde ya se habían intervenido 197 ha en San Isidro, en respuesta a la misma sentencia (Codechocó, 2022).

Asimismo, en los municipios de Cértegui y Río Iró, se planteó la siembra de 447.300 árboles de especies nativas y recuperar 350 ha de áreas degradadas por actividades de minería a cielo abierto. Para ello, Codechocó firmó convenio con el Consejo Comunitario Mayor de Condoto y Río Iró (Cocomacoiro), el cual busca la recuperación de áreas boscosas degradadas por actividad minera en los municipios de Cértegui y Río Iró. Como parte de esta iniciativa, en marzo, comenzó la siembra de 500.000 árboles nativos de especies como roble, pichindé, cedro y nacedero (Codechocó, 2022).

En relación con las acciones de control de la minería ilegal, en abril de 2022, Codechocó y autoridades policiales realizaron operativos en el municipio de Cértegui, donde se intervinieron cinco unidades de producción minera ilegal y se destruyeron varios elementos utilizados en estas actividades (un motor de borda, tres dragas tipo brasilero, dos motobombas, dos plantas eléctricas y 290 galones de ACPM) (Codechocó, 2022).

2.2.3.11.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones

En julio, debido a la temporada de lluvias y de acuerdo con los boletines emitidos por el Ideam, Codechocó solicitó a las comunidades estar atentas a los niveles del río Atrato, a la altura del malecón del municipio de Quibdó y generó alerta roja por inundaciones y crecientes súbitas, para las zonas del Medio Atrato y Medio Baudó, y para el municipio de Quibdó (Codechocó, 2022). En agosto, el Ideam pronosticó que las lluvias se extenderían hasta octubre (mes más lluvioso), con incremento hasta en un 50 % en las precipitaciones. Frente a ello, se pidió especial atención a los ríos Baudó y San Juan, ante posibles fenómenos de crecientes súbitas y desbordamientos, además de declarar la alerta naranja por deslizamiento de tierra (Codechocó, 2022). Así fue que, efectivamente, las lluvias de octubre llevaron a que los municipios de Istmina, Acaandí, Nóvita, Condoto, Lloró, Medio Atrato, Alto Baudó (Pie de Pató), Bojayá (Bellavista), Carmen del Darién (Curbaradó), el litoral del San Juan (Docordó), Sipí, San José del Palmar, Río Iró (Santa Rita), Tadó (Animas), Bagadó y El Carmen de Atrato, ubicados en las subregiones de Atrato, San Juan, Pacífico y Darién, estuvieran en alerta por deslizamientos de tierras, inundaciones y avenidas torrenciales (Codechocó, 2022).

En el departamento de Nariño, en febrero, Corponariño realizó recorridos por el municipio de San Pablo, debido a las lluvias que generaron avenidas torrenciales en las quebradas Bateros y Brisas, entre otras, afectando viviendas, vías y cultivos (Corponariño, 2022).

2.2.3.11.3 Acciones de conservación, recuperación de cuerpos de agua y áreas de conservación, protección y reserva

En búsqueda de conservar y recuperar cuerpos de agua, en febrero, Codechocó inició la formulación del Plan de Manejo del Complejo de Humedales del Bajo Atrato, específicamente en Tumaraducito y Curvaradó, que cuenta con un área de 37.800 ha. Para ello, comenzó la recolección de información en la llanura aluvial oriental del Bajo Atrato, en los municipios de Carmen del Darién y Riosucio, con el propósito de levantar la línea base (Codechocó, 2022).

También en febrero, en el espacio de la Cumbre Internacional sobre Protección de los Océanos y ante la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), se presentó la propuesta de declarar la Reserva de Biósfera del Pacífico Norte, que contaría con un área de 546.605,05 ha e instrumentos de articulación, conservación y gestión en zonas que incluyen el Parque Nacional Natural (PNN) Utría y el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Golfo de Tribugá - Cabo Corrientes, así como un territorio exclusivo de pesca artesanal y una Zona Especial de Manejo Pesquero (ZEPA). El proceso⁴⁰ tuvo una participación de comunidades afrodescendientes e indígenas de los municipios de Bahía Solano, Nuquí y Juradó, y entidades como la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), Codechocó, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar), Minambiente, alcaldías y diversas ONG, entre otros actores (Codechocó, 2022). De la misma manera, en julio de 2022, Codechocó promovió la declaración de una reserva de biósfera en el Darién Norte chocoano, que se ubicaría específicamente en los municipios de Acandí y Unguía y que, unidas ambas declaratorias, propenden por el desarrollo sostenible de la región (Codechocó, 2022).

Otra actividad que se llevó a cabo en el Pacífico y que permitió tener conocimiento de las especies de fauna marina, fue el realizado por la Expedición NatGeo, adelantado en el DRMI Golfo de Tribugá - Cabo Corrientes, en Nuquí, que tiene variedad de ecosistemas marinos, bosques de manglares, arrecifes rocosos y montes submarinos. Además, el golfo de Tribugá está identificado como una zona de gran importancia para la conectividad de especies emblemáticas como el tiburón

martillo. Una de las actividades de NatGeo fue la exploración por inmersión, mediante submarino tripulado que llegó a profundidades de 200 m. Esto permitió identificar tipos de fondos y especies marinas como tiburones zorros y peces luna. Actividades como estas permiten adquirir conocimientos para dar prioridad a iniciativas de desarrollo sostenible enfocadas a las comunidades, frente a temas como pesca artesanal, turismo comunitario, bonos de carbono y acciones que ayuden a respaldar los esfuerzos de protección marina (Codechocó, 2022).

En junio, Codechocó realizó un monitoreo de calidad del agua de las fuentes hídricas del municipio de Istmina, en las quebradas Cubis y San Pablo; asimismo, esta actividad se realizó en el río Atrato, durante el mes de julio. Así pues, en las 11 estaciones ubicadas entre los municipios de Lloró y Quibdó, el resultado fue que nueve estaciones registraron calidad 'Regular', una 'Aceptable' y una 'Mala' (Codechocó, 2022).

En cumplimiento de la Sentencia T-622 de 2016, Codechocó realizó estudios para la caracterización del sedimento presente en el tramo correspondiente a la zona urbana de Quibdó y que recibe descargas de la actividad minera de la cuenca alta del río Atrato y Río Quito. Como resultado del monitoreo se encontró que el sedimento del tramo entre Lloró y la desembocadura de la quebrada El Caraño está compuesto principalmente por minerales como cuarzo, albita, magnetita, oro (en amalgama y confinado) y aluminosilicatos de plata, los cuales se mueven por el fondo del cauce principal y no en suspensión (Codechocó, 2022).

Por la celebración del Día Mundial de los Humedales (2 de febrero), Corponariño recordó la importancia y existencia de la Laguna de la Cocha, un humedal Ramsar, es decir, de importancia internacional por ser cuna de biodiversidad biológica (Corponariño, 2022). Colombia, como país contratante del convenio, debe adoptar las medidas necesarias para lograr la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, manteniendo sus características ecológicas (Ramsar, 2023).



Fuente: Jhon Nieto (2022)

2.2.3.11.4 Acciones de adaptación al cambio climático

En el Pacífico, se esperaban condiciones de sequía en los primeros meses del año (enero a marzo), por lo que los esfuerzos se centraron en evitar incendios forestales en la subregión del Darién, específicamente en los municipios de Unguía, Acandí, Riosucio y Carmen del Darién. En consecuencia, se restringieron las quemadas agrícolas, fogatas y cualquier actividad que generara amenaza de incendios forestales (Codechocó, 2022). En febrero, teniendo en cuenta la temporada de disminución de lluvias que habitualmente va hasta marzo, Codechocó hizo llamado a la comunidad para hacer uso eficiente del agua, dada la disminución en los caudales de los cuerpos de agua, dar un buen manejo de residuos sólidos y tomar medidas que aseguraran la calidad del recurso hídrico destinado para consumo humano (Codechocó, 2022).

2.2.3.11.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

Un operativo contra el tráfico ilegal de fauna silvestre, en articulación con la Armada Nacional, permitió que se incautaran 16 tortugas hicoteas, una especie endémica del Atrato, el río Sinú y Juradó. Esta especie, además, se ve afectada por la quema de bosques para ganadería extensiva durante las temporadas de sequía, y por la caza para consumo de su carne. Los animales eran transportados en el río Truandó, afluente del río Atrato y, luego de verificar su estado, fueron devueltas a su hábitat (Codechocó, 2022).

En marzo, Codechocó realizó operativos en las terminales de transporte terrestres y en el aeropuerto El Caraño, en Quibdó, con el fin de evitar el tráfico de fauna, en especial por la proximidad de la Semana Santa. Resultado de estos operativos fue la incautación de recurso pesquero, en la vía que comunica al departamento del Chocó, con Risaralda (Codechocó, 2022). Al respecto, en abril, se realizaron jornadas de control al tráfico de flora y fauna, en plazas de mercado y/o plazas satélites, vías intermunicipales, aeropuertos, muelles y puertos fluviales, puntos de control ubicados en Atrato, San Juan, Pacífico y Darién. Durante estas jornadas se visitaron cerca de 70 establecimientos, 100 vehículos y, como parte de los controles en el municipio de Bahía Solano, se decomisaron 900 kg de carne de tiburón y se inició el proceso sancionatorio al infractor (Codechocó, 2022).

En noviembre, la estación de Guardacostas de Bahía Solano encontró 114 tiburones y 89 aletas de la espe-

⁴⁰ <https://www.minambiente.gov.co/minambiente-celebra-la-declaratoria-de-la-primera-reserva-de-biosfera-en-el-pacifico/>

cie, en el cuarto frío de un barco proveniente de Buenaventura. Frente a esto, las autoridades procedieron al decomiso inmediato de la carne para disposición apropiada. Los individuos encontrados pertenecían:

...a las especies Cachuda (*Sphyrna Lewini* y *S. zygaena*), Tiburón Azul (*Prionace glauca*), Tiburón sedoso, Aletinegro (*Carcharhinus falciformis*), Aletinegro (*C. limbatus*) Tollo Tinto (*Alopias* sp); y se pudo establecer que, de la totalidad del recurso incautado, el 85% se encontraba por debajo de la talla mínima de madurez. (Codechocó, 2022, párr. 3)

Cabe recordar que estas especies fueron consideradas de conservación especial, mediante la Resolución 0854 del 5 de agosto de 2022, pues:

Según el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia – PAN Tiburones Colombia- (2010), las afectaciones sobre estas especies de peces cartilaginosos son especialmente sensibles para la conservación del ecosistema marino; donde se registran factores asociados a los cambios en la migración, baja fecundidad, tardanza en la maduración, entre otros, hacen que la recuperación ambiental de esta especie sea especialmente difícil. (Codechoco, 2022, pág. Párrafo 5).

Asociado con la situación descrita, Codechocó firmó un convenio con el Minambiente para la protección de tiburones, rayas marinas y quimeras, en los DRMI Golfo de Tribugá-Cabo Corrientes y el Encanto de los Manglares del Bajo Baudó. Como parte de dicho convenio, se desarrollaron jornadas de capacitación sobre acciones encaminadas a la conservación de las especies marinas en la costa Pacífica del Chocó, desarrollando jornadas en los municipios de Bahía Solano y Nuquí, para definir acuerdos que permitan disminuir la incidentalidad de tiburones y rayas (Codechocó, 2022). Esa entidad también mediante la Resolución 1070 de 03 de agosto de 2022, definió medidas alrededor del avistamiento de ballenas, sin afectar a esta especie. Entre las medidas generadas por esta autoridad, aplicadas en mayor medida en el municipio de Nuquí y en el DRMI Golfo de Tribugá-Cabo Corrientes, se incluyen indicaciones a las personas que dirigen las embarcaciones con motor y los turistas. Así pues, para los primeros se indica una velocidad máxima de 9 km/h, una distancia de acercamiento máxima de 50 m para delfines y 100 m para ballenas y tiempos de acercamiento de máximo 30 minutos. Además, en caso de haber varias embarcaciones –que no pueden ser más de tres–, un tiempo máximo de 15 minutos por em-

barcación. Por otro lado, a los turistas se les prohíbe alimentar y pretender nadar con los individuos, así como exceder los niveles de ruido y arrojar residuos (Codechocó, 2022).

De la misma manera, en agosto, la entidad realizó jornadas de sensibilización a turistas, empresarios del sector hotelero y lancharos, en temas asociados a la conservación de las especies marinas y la temporada de migración de la ballena jorobada o yubarta (*Megaptera novaeangliae*). Dichas actividades se realizaron en el municipio de Nuquí, con las comunidades de Termales, Coquí, Joví, la Ensenada de Utría y Guachalito (Codechocó, 2022). También se llevaron a cabo jornadas de muestreo acústico desde Cabo Corrientes hasta El Valle (Bahía Solano) con hidrófonos. Esta actividad se desarrolló en articulación con la Fundación R & E Ocean Community Conservation, con el objetivo de detectar la presencia de ballenas en el área de estudio. Como resultado principal, se logró captar la presencia de ballenas en todos los puntos muestreados (Codechocó, 2022).

En el área hidrográfica del Pacífico, una de las actividades más realizadas es la pesca, por lo que es necesario el control sobre esa actividad, buscando que sea sostenible y se asegure la supervivencia de las especies. Entre estas se encuentra el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), especie en riesgo, por lo cual se fijan tallas mínimas de captura de 25 cm, sin incluir la cola del individuo, durante la temporada de subienda del río Atrato. También se incluyen recomendaciones para los pescadores como, por ejemplo, usar mallas de ojo de 3 ½ pulgadas en adelante, no cocinar la malla, no taponar las entradas de caños y ciénagas con las mallas; y a los consumidores se les recomienda adquirir solo individuos que superen la talla mínima, para garantizar que sean especímenes adultos (Codechocó, 2022).

En el mes de agosto, en atención a imágenes difundidas en redes sociales de un barco industrial de procedencia internacional realizando pesca indiscriminada en Bahía Solano en la Zona Especial de Manejo Pesquero (ZEMP) y la afectación a individuos de la especie delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*), la corporación buscó una articulación con los ministerios de Ambiente, Agricultura, la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (Aunap), la Dirección General Marítima y Portuaria (Dimar) y la Capitanía de Puerto, para tomar acciones e imponer sanciones acordes con la Ley 1333 de 2009 (Codechocó, 2022). Situaciones como esta llevan a la que se presentó en el mes de septiembre, cuando se vio afectada una ballena jorobada que resultó atrapada por una red de pesca y fue necesaria la acción de entidades como el Consejo Comunitario, las alcaldías de Nuquí y Bahía Solano, el cuerpo

de Guardacostas, buzos de la Fundación Macuáticos y el Parque Nacional Natural (PNN) Utría, con el fin de poder desenmallar al animal (Codechocó, 2022).

Además del control sobre la pesca, Codechocó restringió el acceso y uso de playas, para no afectar las temporadas, actividades y zonas de desove de especies como las tortugas marinas. En marzo, mediante Resolución No. 0261 de 2022, la entidad restringió el acceso a visitantes, entre las 7:00 p. m. y las 6:00 a. m., a la playa El Playón de Acondí, ubicada entre el río Arquít – río Tolo y la Playa Chilingos, ubicada en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Playona – Loma Caleta. Dicha restricción se aplicó entre el 14 de marzo y el 17 de abril de 2022, con el objetivo de no afectar la colonia reproductiva de la tortuga caná, (*Dermodochelys coriácea*) y el desove de sus huevos (Codechocó, 2022). En este mismo DRMI, en mayo, Codechocó y Corpourabá realizaron una jornada de monitoreo de calidad de aguas marinas y marino- costeras, en nueve estaciones en los municipios de Acondí y Unguá, en el golfo de Urabá. El objetivo principal fue aplicar un índice de calidad ambiental, para conocer: i) el estado de conservación de los ecosistemas estratégicos y áreas protegidas en la zona; ii) preservar la fauna y la flora, con base en los resultados de parámetros fisicoquímicos, incluidos metales pesados y microbiológicos; y iii) finalmente, la toma de decisiones, soportadas en estas mediciones (Codechocó, 2022).

Así como en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, en la Pacífico ha sido necesaria la implementación de acciones para control de especies introducidas, como el caracol gigante africano. Al respecto, según Codechocó, los municipios más afectados por esta especie son Quibdó y San José del Palmar, por lo que se realizaron campañas de educación ambiental. Adicionalmente, en enero, el barrio Suba 1, de la capital chochoana, fue escenario de una jornada de recolección, con ayuda de la comunidad. Como resultado, se recolectaron 72 kg del molusco, que fueron manejados de manera segura, acorde con los protocolos definidos para tal fin (Codechocó, 2022). Asimismo, en noviembre, se realizó jornada de capacitación y recolección en el municipio de Tadó, en la que se recogieron de seis kilogramos (6 kg) de esta especie (Codechocó, 2022).

El 23 de febrero de 2022, Corponariño celebró el Día Internacional para la Protección del Oso Andino, donde se desarrollaron jornadas de educación ambiental para dar a conocer las características de la especie, su distribución y hábitat, además de los conflictos y condiciones que amenazan la supervivencia de la especie (actividades extractivas, tala de bosque nativo y ganadería) que fragmentan y destruyen su hábitat natural. En el departamento de Nariño, esta especie se

ubica en los municipios de San Pablo, La Unión, Colón, Belén, La Cruz, San Bernardo, Albán, Tablón de Gómez, San Pedro de Cartago, Pasto, Buesaco, Tangua, Funes, Puerres, Potosí, Ipiales, Córdoba, El Rosario y Cumbitara (Corponariño, 2022).

2.2.3.11.6 Acciones de evaluación control y vigilancia

En enero, Codechocó realizó una mesa de trabajo con la Alcaldía de Acondí, en atención a la problemática de manejo de residuos sólidos presentada en el corregimiento de Capurganá. Según el seguimiento de 2021, el sitio de disposición final de residuos no contaba con las condiciones de manejo de un relleno sanitario, evidenciando afectaciones a fuentes hídricas, emisiones atmosféricas y de olores ofensivos, así como la proliferación de vectores (roedores y aves). Por ende, la corporación recomendó el cierre del sitio de disposición final, la cual fue acogida mediante la imposición de medida preventiva de suspensión de actividades del lugar, junto con la declaratoria de emergencia sanitaria. A la situación se sumó el incremento de residuos generados por el aumento de población flotante, entre turistas y migrantes, que el alcalde de Acondí calculó, para 2021, entre 100.000 y 120.000 personas (Codechocó, 2022).

2.2.3.11.7 Acciones contra la deforestación

Las acciones contra la deforestación y el tráfico de especies de flora (principalmente maderables) lleva a las corporaciones a realizar operativos que resultan en decomisos de madera y la detención de los infractores. En febrero, Codechocó llevó a cabo el decomiso de 26 m³ de madera de la especie roble (*Tabebuia rosea*), la cual era transportada en la vía que conduce de Belén de Bajirá a Chigorodó (Antioquia). En ese mismo mes, también se decomisaron 40 m³ de especies como chanul (*Sacoglottis procera*), lechero (*Brosimum utile*) y otobo (*Dialyanthera gracilipes*), en los municipios de Cantón de San Pablo y Tadó (Codechocó, 2022). Igualmente, en abril, se realizaron tres decomisos de madera en las regionales de Atrato y San Juan de Codechocó, por no contar con el salvoconducto para movilización de especies forestales (Codechocó, 2022).

En mayo, esta corporación realizó el decomiso de 150 tablones y 70 bloques de madera de las especies caimito (*Pouteria caimito*), nuánamo (*Virora reidii*) y guasco (*Couratari stellata*), en el corregimiento de Tutunendo, en la vía que conduce de Quibdó a Medellín (Codechocó, 2022). En ese mismo mes, Codechocó desarrolló operativos en 15 establecimientos del municipio de

Itsmina y 30 de Quibdó, dedicados a la transformación de especies maderables. Cada establecimiento debe contar con el libro de operaciones, cuya finalidad es determinar la procedencia legal de la madera y del funcionamiento del establecimiento (Codechocó, 2022). De la misma manera, en agosto, la entidad realizó visitas a las empresas dedicadas a la transformación y comercialización de productos madereros, en los municipios de Tadó, Cértegui y Unión Panamericana. No obstante, esa vez el objetivo fue realizar capacitación en el uso del libro de operaciones, actividad realizada como parte del proyecto de Gobernanza Forestal que busca dar las herramientas para el cumplimiento legal por parte de las empresas (Codechocó, 2022).

Para octubre, Codechocó presentó un balance de ejecución de 1.600 operativos contra el tráfico de madera y el decomiso de más de 6.800 m3 durante 2021, como resultado de la alianza firmada por los bosques del Pacífico, en 2020, entre Codechocó, CVC, CRC, Corponariño, Carder, EPA Buenaventura y Corpourabá, con el acompañamiento del Dagma, Asocars y Fedemaderas. Además, la entidad reportó los esfuerzos realizados para la rehabilitación y recuperación de ecosistemas que, en el Pacífico, fue de 6.513 ha y donde también se reconoció a 89 empresas bajo el esquema de reconocimiento a la legalidad en la procedencia de su producción forestal (Codechocó, 2022).

El Informe de Deforestación publicado por el Ideam, en 2021, evidenció una disminución en las tasas de deforestación que, en años anteriores, ubicaban a Chocó con las mayores tasas de deforestación. Allí quedaron consignadas todas las acciones realizadas para frenar la deforestación, en 2021, como la implementación de los planes de manejo de las áreas protegidas, los proyectos de restauración; igualmente, el fomento de los negocios verdes y la educación ambiental, así como la siembra de especies nativas (como roble, pichindé, cedro, guamo, entre otras), en zonas afectadas por la minería y la expansión agrícola (Codechocó, 2022).

En el mes de julio, Codechocó informó a la comunidad que no se estaban tramitando los permisos y/o autorizaciones de aprovechamiento forestal persistente en bosques naturales, en razón a que el Minambiente no había otorgado nuevo cupo de aprovechamiento forestal. Dicho cupo se fija basado en la oferta y la capacidad de renovación (Codechocó, 2022).

2.2.3.11.8 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo

En noviembre, Codechocó, con la colaboración

del Grupo Retorna, recogió 3.500 kg de residuos posconsumo en Quibdó. Entre los tipos de residuos recolectados se cuentan baterías usadas de motocicletas, computadores y periféricos, pilas usadas de uso doméstico, neveras, lavadoras, televisores, hornos microondas, UPS, envases y empaques de insecticidas de uso doméstico. Todos fueron entregados por la comunidad, los días 16 y 17 de noviembre de 2022 (Codechocó, 2022).

2.2.3.11.9 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire

En septiembre, Codechocó dio a conocer los resultados del monitoreo de calidad del aire, realizada entre el 20 de febrero y el 10 de marzo de 2022, actividad realizada en el marco del programa de Biodiversidad y el convenio con Ideam y la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. El resultado fue una valoración de la calidad del aire 'Buena' y permitió definir la ubicación de las estaciones permanentes que integrarán el sistema de vigilancia de la calidad del aire para el municipio de Quibdó, a cargo de Codechocó.

El Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico ha realizado monitoreo, principalmente de felinos, en compañía de la comunidad, como parte de las acciones que buscan la conservación de la fauna. Los resultados de estos trabajos se ven reflejados en el Anexo 12 de este informe.

2.2.3.11.10 Experiencias de monitoreo comunitario de poblaciones de felinos y otros mamíferos asociados a diferentes localidades del municipio de Nuquí (Chocó)

Eric Yair Cuesta-Ríos	Investigador asociado – IIAP	ecuesta@iiap.org.co
Yiskar Damian Murillo-Asprilla	Investigador asociado – IIAP	ydmurillo@iiap.org.co
Luis Eladio Rentería Moreno	Investigador asociado – IIAP	erenteria@iiap.org.co
Zulmary Valoyes Cardozo	Investigador principal – IIAP	zvaloyes@iiap.org.co
Giovanni Ramírez Moreno	Subdirector de Investigaciones – IIAP	gramirez@iiap.org.co

William Klinger Brahan Director General – IIAP wklinger@iiap.org.co

Grupo de Investigación Conocimiento, Manejo y Conservación de los Ecosistemas del Chocó Biogeográfico, Instituto de Investigaciones Ambientales de Pacífico John von Neumann

El monitoreo se realizó con el propósito de generar conocimiento de la ecología, riqueza y distribución de los felinos y otros mamíferos en el norte del Chocó Biogeográfico, para mitigar los conflictos entre el ser humano y la vida silvestre. Dentro de esta estrategia, se vincularon cazadores que tuvieron conflictos con felinos, quienes fueron capacitados en el manejo de cámaras trampa, brindándoles además una oportunidad de generación de ingresos. Por otro lado, en siete localidades del municipio de Nuquí fueron instaladas 24 cámaras trampa y se identificaron huellas. Esto permitió el registro de 18 especies de mamíferos, entre ellos cinco especies de felinos (*P. onca*, *L. wiedii*, *L. pardalis*, *H. yagouaroundi*, y *P. concolor*). En términos generales, la especie de mayor número de registros fue el guatín (*Dasyprocta punctata*), con 27 registros, mientras que el felino de mayor frecuencia de registros fue el tigrillo (*L. pardalis*), con 20 presencias.

2.2.4 Orinoquia

En el área hidrográfica Orinoquia, se incluyen los departamentos de Meta, Arauca, Casanare y Vichada. Sin embargo, comparte amplias extensiones con el área hidrográfica Amazonas, en los departamentos de Guaviare, Guainía, así como área más pequeña de Vaupés y Caquetá. En cuanto a Magdalena-Cauca, incluye áreas más pequeñas de los departamentos de Cundinamarca, Huila, Santander, Norte de Santander, e incluso Boyacá. Por ello, el análisis de la información correspondiente a esos departamentos se realizó en las respectivas áreas hidrográficas.

La topografía del área hidrográfica de la Orinoquia abarca especialmente sabanas naturales y llanuras, por lo que esta área es también conocida comúnmente como los llanos orientales. No obstante, también incluye el denominado 'pedemonte' llanero, el cual se ubica en la cordillera Oriental. De hecho, el nombre de 'Orinoquia', se deriva del hecho de que sus fuentes de agua principales desembocan en el río Orinoco, cuyo rumbo continúa hacia el país vecino de Venezuela. Es decir, la Orinoquia se refiere a la cuenca del río Orinoco.

Si bien la mayor parte del territorio corresponde a sabana, existen grandes extensiones de selva en el departamento de Arauca y el sur del río Vichada, que se conectan con las selvas de la Amazonia. Los ríos ubicados al interior de esta área hidrográfica suelen estar bordeados de extensiones de vegetación que conforman los bosques de galería (Angarita, 1983) y los denominados morichales, que deben su nombre a la abundancia del moriche (*Mauritia flexuosa* L.f), una palma gregaria que llega a ser la especie de tipo arbóreo dominante a orillas de los cuerpos de agua, rodeada de otras especies de menor tamaño como arbustos y helechos (Gonzalez, 2010).

Así pues, las condiciones descritas antes dan características propias del área conocida como 'El Llano', y las personas que habitan este territorio se les conoce comúnmente como 'llaneros'. Esta es una cultura que se asocia a las actividades de agricultura y, especialmente, a la ganadería, la cual, en algunos casos, al volverse extensiva y no sustentable, favorece la ampliación de la frontera agrícola, impacta los cuerpos de agua descritos que sustentan los ecosistemas y la cultura misma de sus habitantes. Además, una ganadería no sostenible introduce forrajes o pastos que nos son nativos, pero que, por sus características de rápido crecimiento y valor nutricional, son utilizados para alimento del ganado, como sucede con el pasto del tipo *Brachiaria* (Angarita, 1983).

Igual que como sucede en Magdalena-Cauca, en el área hidrográfica Orinoquia se desarrollan varios proyectos importantes de exploración y producción de hidrocarburos, situación relevante al analizar la información registrada en el Respel y RUA.

2.2.4.1 Comportamiento climático

El comportamiento climático de esta área hidrográfica se puede apreciar en la Figura 2.5 Adicionalmente, en la Tabla 2.37, se puede apreciar la incidencia del comportamiento de las lluvias y temperatura en la Orinoquia:

► **Tabla 2.37.**
Precipitaciones en el área hidrográfica Orinoquia en 2022

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022
Mosaico del índice de precipitación mensual durante 2022
Enero
<ul style="list-style-type: none"> - Para el mes de enero, en la región de la Orinoquia, las lluvias tuvieron un comportamiento 'por debajo de lo normal'. - Las lluvias 'muy por debajo' se destacaron en sectores de Arauca, Meta, Vichada, Guainía y Vaupés, con precipitaciones entre 0 mm y 50 mm, y un índice de precipitación con categorías entre 'por debajo' y 'muy por debajo de lo normal'. - No obstante lo anterior, la anomalía frente al número de días de lluvia, conforme la climatología del área hidrográfica, se considera como normal, con lluvias presentadas entre 0- 4 y 4-8 días de lluvia.
Febrero
<ul style="list-style-type: none"> - Hubo un debilitamiento en los vientos alisios característicos de un fenómeno La Niña, afectando el chorro de la Orinoquia y propiciando la entrada de humedad desde la Amazonia. Esto coincidió con un incremento en la Zona de Convergencia del Atlántico Sur que resultó en el incremento de lluvias 'por encima de lo normal', en algunas zonas del piedemonte llanero. - La categoría 'por encima de lo normal' se observó en la mayor parte la Orinoquia, así como en algunas zonas específicas con categoría 'muy por encima de lo normal', en el departamento de Vichada. - Sin embargo, la generalidad de altas precipitaciones se mantuvo con la categoría 'por debajo de lo normal', presentada en áreas de Arauca y Casanare. - Frente al número de días de lluvia, se observaron anomalías positivas (entre 3 días y 6 días o >6 días) de lluvia en el piedemonte llanero. En el resto del territorio, fueron condiciones de normalidad.
Marzo
<ul style="list-style-type: none"> - La condición 'muy por debajo de lo normal' se presentó en sectores de Arauca y Vichada. - La categoría 'por debajo de lo normal' se concentró en áreas del norte de la Orinoquia. - Las categorías 'por encima' y 'muy por encima de lo normal' se evidenciaron en algunas zonas del suroriente de la Orinoquia. - Frente al número de días de lluvia, se presentaron anomalías negativas en el occidente del Meta y al oriente de Vaupés; en cuanto a anomalías positivas, se registraron en algunos sectores del suroriente y suroccidente de la Orinoquia.
Abril
<ul style="list-style-type: none"> - Se destacaron las lluvias 'por encima de lo normal', en áreas aisladas del occidente y nororiente de la Orinoquia. - Por el contrario, se evidenció déficit de lluvia en puntos o áreas aisladas de la Orinoquia hacia Guainía y Caquetá. - Frente al número de lluvias, se presentaron condiciones en la mayoría del territorio normales, pero se reportaron anomalías negativas en pequeñas zonas de Vichada y Vaupés.
Mayo
<p>Se mantuvieron débiles los vientos alisios característicos de un fenómeno La Niña y, especialmente, el chorro de la Orinoquia, en niveles bajos de la atmósfera, resultando en ingreso de humedad desde el suroriente del continente suramericano, por cuenta de la actividad de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur. Hacia mediados de mes, por el paso de un par de ondas tropicales, aumentaron las lluvias en la categoría 'por encima de lo normal' en el occidente de la Orinoquia, donde también se presentaron anomalías positivas frente al número de días de lluvia, con días de precipitaciones (entre 24 y más de 28 días) en el piedemonte.</p>
Junio
<p>Al contrario del occidente y norte del país, en amplias zonas de las regiones Orinoquia y Amazonia, se presentaron déficits de lluvia, con valores del rango 'por debajo de lo normal' en áreas de Arauca, Casanare, Vichada y Guainía. Allí también se observaron anomalías negativas frente al número de días de lluvia. No obstante, fue en esta área hidrográfica donde hubo la mayor cantidad de zonas en condiciones de normalidad.</p>

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022
Julio
<ul style="list-style-type: none"> - Las precipitaciones se presentaron en condiciones normales, con respecto a la normal, con valores de precipitaciones entre 300 mm y 400 mm, al nororiente de la Orinoquia; y entre 400 mm y 600 mm, al suroriente de la Orinoquia. - Frente al número de días de lluvia, se evidenciaron anomalías negativas en el departamento de Casanare.
Agosto
<ul style="list-style-type: none"> - En el mes de agosto, se presentaron precipitaciones 'por debajo de lo normal', en Arauca, Casanare y Vichada, así como lluvias 'por encima de lo normal', en el Meta. - Frente a los días de lluvia, se presentaron anomalías negativas en sectores del oriente del país. Las anomalías más altas se registraron en zonas de Casanare, Meta, Vichada, Guaviare, Guainía y Vaupés.
Septiembre
<ul style="list-style-type: none"> - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en zonas de la región Orinoquia. Los valores de precipitación 'muy por encima de lo normal' se presentaron en el departamento del Meta. - Con respecto a los días de lluvia, ocurrieron anomalías negativas en sectores del oriente, centrosur y occidente de la Orinoquia.
Octubre
<ul style="list-style-type: none"> - Este mes se caracterizó por presentar importantes volúmenes de lluvia en el país y, especialmente en el oriente y centro oeste de la Orinoquia y noreste de la Amazonia, donde se superaron los promedios en más del 80 %. - Se registraron lluvias 'por encima de lo normal' en el piedemonte amazónico. Asimismo, se presentaron valores de precipitación 'muy por encima de lo normal' en pequeñas áreas de la Orinoquia. - Se reportaron lluvias 'por debajo de lo normal', incluyendo zonas de Arauca y Meta. - Frente a los días de lluvia, se presentaron anomalías negativas, en áreas del departamento de Meta.
Noviembre
<ul style="list-style-type: none"> - En el territorio nacional, se destacaron las lluvias 'por encima de los promedios'. Por tanto, las lluvias en categoría 'muy por encima' se presentaron en zonas del piedemonte. - A pesar de lo anterior, también se generaron lluvias en la categoría 'por debajo de lo normal', en zonas puntuales del departamento de Arauca, así como anomalías negativas en el número de días con lluvia en Meta, Guaviare y Vaupés.
Diciembre
<ul style="list-style-type: none"> - En el territorio nacional, predominaron las precipitaciones en la categoría 'por debajo de lo habitual'. - Las lluvias 'muy por debajo de lo normal' se registraron en la Orinoquia, con valores entre 0 mm y 50 mm en el mes. - La condición 'por debajo de lo normal' se concentró en el norte de la Orinoquia. - Frente a los días de lluvia, se observaron anomalías negativas, en valores de entre -3 días y -6 días, en la mayoría del territorio de la Orinoquia.

Fuente: Ideam (2022b-m).

Tabla 2.38.
Temperatura en el área hidrográfica Orinoquia 2022

Comportamiento temperatura mensual en 2022	
Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022	
Enero	
La temperatura en el área hidrográfica presentó anomalías positivas en la temperatura mínima, en zonas de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta y en la temperatura media en el rango de 0,5 °C a 1,0 °C, que se presentaron en la mayor parte de la Orinoquia.	
Febrero	
<ul style="list-style-type: none"> - Frente a la temperatura, se presentaron los diferentes tipos de anomalías tanto positivas como negativas, en las temperaturas mínima, media y máxima. - En la temperatura mínima, se presentaron anomalías positivas en algunas zonas en Arauca. - Para la temperatura media, se observaron anomalías positivas en sectores del oriente y sur de la Orinoquia. - En cuanto a la temperatura máxima, se registraron anomalías positivas en Arauca, Vichada, Guaviare y Guainía. Pero también se presentaron anomalías negativas en sectores del occidente de la Orinoquia. 	
Marzo	
La temperatura se dio, en su mayoría, en condiciones normales. No obstante, para la temperatura media, se presentaron anomalías positivas que oscilaron entre 0,5 °C y 1,5 °C en los departamentos de Arauca, Meta y Vaupés, pero también se generaron anomalías negativas. En la temperatura máxima, se presentaron anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,5 °C en sectores de Arauca. Las anomalías negativas se observaron en el oriente del territorio de la Orinoquia.	
Abril	
En el área hidrográfica de la Orinoquia, para la temperatura mínima, la temperatura presentó anomalías positivas de entre 0,5 °C y 1,5 °C, en el departamento de Vaupés. En la temperatura media, anomalías positivas 0,5 °C y 2,0 °C se destacaron en el oriente del país, particularmente en zonas de Casanare y Vaupés. En cuanto a la temperatura máxima, las anomalías negativas de entre -0,5 °C y -2,0 °C se observaron en zonas de Vichada y Meta.	
Mayo	
Se presentaron anomalías negativas en la temperatura mínima, en los departamentos de Casanare y Meta; y en la temperatura media se registraron anomalías positivas, en zonas de Casanare y Vaupés.	
Junio	
Se presentaron anomalías positivas, tanto en la temperatura mínima en Arauca y Vaupés; como media, en Arauca, Casanare, Meta y Guaviare; y máxima, en Arauca.	
Julio	
Las temperaturas mínima, media y máxima mantuvieron condiciones con tendencia a las anomalías positivas entre 0,5°C y 1,5°C.	
Agosto	
Las temperaturas mínima, media y máxima mantuvieron condiciones con tendencia a las anomalías positivas entre 0,5°C y 1,5°C.	
Septiembre	
Las condiciones de temperatura fueron normales en el mes de septiembre, salvo la temperatura máxima, donde se presentaron anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,0 °C, en el occidente de la Orinoquia.	
Octubre	
En octubre, la temperatura presentó condiciones normales, pero en la temperatura máxima, se observaron anomalías positivas en Arauca y Casanare.	

Comportamiento temperatura mensual en 2022	
Noviembre	
Las temperaturas tuvieron valores con predominancia normal, en la mayoría del territorio de la Orinoquia. No obstante, en la temperatura mínima se presentaron anomalías negativas en Casanare y Vichada. En la temperatura media, se generaron anomalías positivas hacia los departamentos de Vichada y Guainía, mientras que las anomalías negativas se presentaron en Casanare y sectores de Vichada.	
Diciembre	
Las temperaturas en la Orinoquia mantuvieron condiciones normales, en la mayor parte del territorio, con algunas anomalías positivas en la media, en los límites de los departamentos de Vichada, Guainía, Guaviare y Meta; y en la máxima, anomalías positivas de entre 1,0 °C y 1,5 °C, en los departamentos de Guainía, Vichada y Guaviare.	

Fuente: Ideam (2022b-m).

2.2.4.2 Incendios forestales

En 2022, se registraron incendios forestales de gran magnitud en el área hidrográfica de la Orinoquia. De hecho, algunos de estos pudieron tener incidencias en la calidad del aire en departamentos del área hidrográfica Magdalena-Cauca. Adicionalmente, como son áreas que compartidas con el área hidrográfica de la Amazonia, los incendios se esparcieron en ambas áreas, como es el caso de Guaviare, Guainía y Vaupés, los cuales fueron analizados en la correspondiente sección del presente informe.

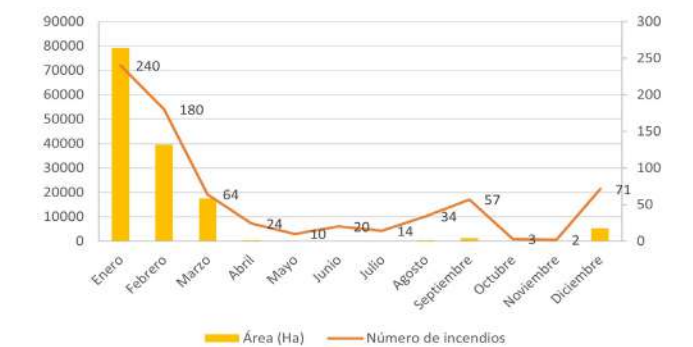
Así pues, para el área hidrográfica de la Orinoquia, se revisaron los reportes realizados por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNGRD), con respecto a los incendios forestales en Meta, Arauca, Casanare y Vichada. En estos departamentos, se reportaron incendios forestales que afectaron 144.043,79 ha (lo que equivale a 225.068 canchas de fútbol). De los 719 incendios registrados en 2022, 484 se presentaron entre los meses de enero, febrero y marzo y que afectaron 136.446,62 ha, lo que significa que, en ese periodo, se quemó el 94,7 % del área afectada en la región, aun cuando en cantidad de incendios solo representa el 67 % de los incendios del año reportados para esta área hidrográfica.

La Gráfica 2.63 muestra la relación entre el porcentaje del área afectada y la cantidad de los incendios ocurridos, permitiendo inferir que las condiciones climáticas de sequía, en el primer trimestre, presentaron efectos directos en la cantidad de áreas afectadas. El número restante de incendios se observaron en los meses restantes del año, pero se resalta que de marzo a diciembre también se presentaron 64 y 71 incendios, respectivamente. De manera inversamente proporcional, los meses de octubre y noviembre corresponden a tem-

poradas invernales y, en consecuencia, hay una menor cantidad de incendios y áreas afectadas.

El incendio que afectó la mayor área se presentó el día 18 de enero de 2022, en el municipio de Cumaribo (Vichada), afectando 35.463 ha, algo aproximado a 55.411 canchas de fútbol. Este representa el 25 % del territorio afectado en el área hidrográfica de la Orinoquia, en todo el año.

Gráfica 2.63.
Relación de incendios y área afectada en Orinoquia 2022

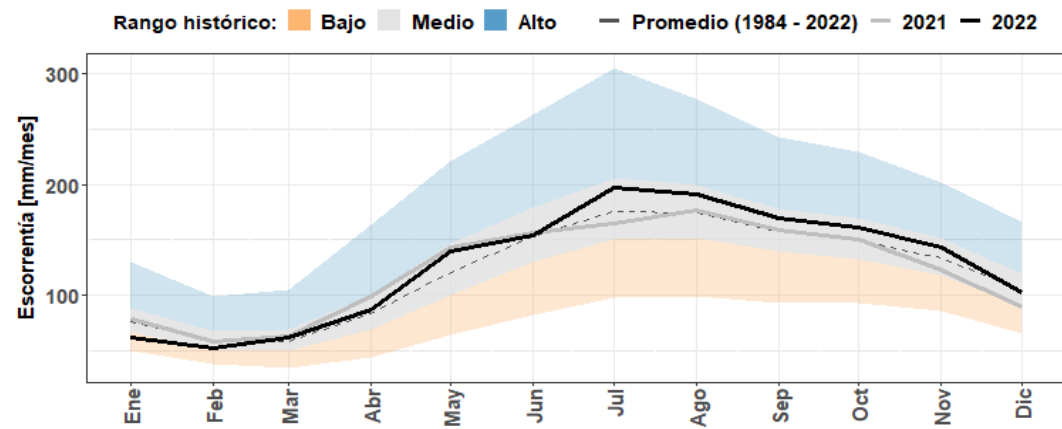


Fuente: Ideam (2022).

2.2.4.3 Comportamiento del recurso hídrico

Para el área hidrográfica de la Orinoquia, las condiciones hidrográficas presentaron tendencias a la normalidad, como se puede apreciar en la Gráfica 2.64, a diferencia de otras zonas de país, pero con condiciones similares a las de la Amazonia, con excepciones en algunos meses y sectores de la Orinoquia, donde los cuerpos de agua mantuvieron valores de escurrimiento cercanos a los promedios históricos, durante la mayoría del año de análisis.

► **Gráfica 2.64.**
Escorrentía superficial Orinoquia comparación años 2021 y 2022



La Gráfica 2.64 muestra que la escorrentía superficial en la Orinoquia siguió un comportamiento normal, con valores de escorrentía media.

Fuente: Ideam (2022).

2.2.4.3.1 Riesgos de inundación

Según lo presentado anteriormente y con la premisa de que el año 2022, en términos generales para el país, fue un año de altas precipitaciones, la Orinoquia registró condiciones con tendencia a la normalidad. No obstante, es importante tener en cuenta los riesgos que

se presentan por inundaciones en esta región, además de ser el área hidrográfica como mayor extensión de las zonas potencialmente inundables (ZPI), como se muestra en la Tabla 2.39.

► **Tabla 2.39.**
Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Orinoquia

Zona hidrográfica	Cuerpos de agua (ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos) (km²)	Zonas Potencialmente Inundables (ZPI) (km²)
Apure	152	2
Arauca	361	1870
Casanare	629	14583
Guaviare	1763	18260
Inírida	648	6356
Meta	2614	37402
Orinoco directos	709	14748
Tomo	252	6061
Vichada	455	7882
Total	7432	107165

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

De la totalidad del área de las ZPI (190.436 km²), el 56,3 % se encuentra en el área hidrográfica de la Orinoquia y, de estas, las de mayor extensión o superficie inundable también se encuentran en esta área hidrográfica, específicamente en el departamento del Meta, ocupando el 19,6 % respecto a las ZPI a nivel nacional.

En cuanto a la ocupación de ecosistemas lénticos y lóticos, la zona hidrográfica del Meta también ocupa el segundo puesto, con 9,7 %. En términos de territorio, el departamento de Vichada tiene un área de 2.349 km² de cuerpos de agua, que equivalen al 8,7 % del nivel nacional y los departamentos de Casanare, Vichada y Meta son los de mayor área de ZPI, con valores de 35.262 km², 31.899 km²,

17.060 km², es decir, el 18,5 %, el 16,7 % y un 9 %, respectivamente (Ideam, 2022).

En cuanto a las zonas potencialmente inundables usadas y transformadas por actividades humanas, sobre el área hidrográfica de Orinoquia, el ENA 2022 estableció que tiene 15.924 km² de ZPI intervenidas por actividades antrópicas (agrícolas o de urbanización), constituyéndose en un 39 % del total a nivel nacional. Además, es el área donde se ha presentado la mayor pérdida de coberturas naturales y zonas intervenidas (Ideam, 2022).

En la Tabla 2.40, se relacionan las áreas de las ZPI y su área intervenida para el área hidrográfica Orinoquia.

► **Tabla 2.40.**
Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) en Orinoquia

Zona hidrográfica	ZPI Área (km²)	Área Transformada (km²)	Área Natural (km²)	Cambio en área entre 2010-2012 y 2018 (km²)	
				Transformada	Natural
Apure	1,56		2	0	0
Arauca	1870	590	1234	294	-341
Casanare	14583	1913	11984	1471	-2157
Guaviare	18260	1919	16164	600	-777
Inírida	6356	220	6122	3	-17
Meta	37402	10146	26206	3991	-5041
Orinoco directos	14748	466	14152	385	-515
Tomo	6061	355	5593	198	-312
Vichada	7882	317	7495	228	-298
Total	107165	15924	88952	--	--

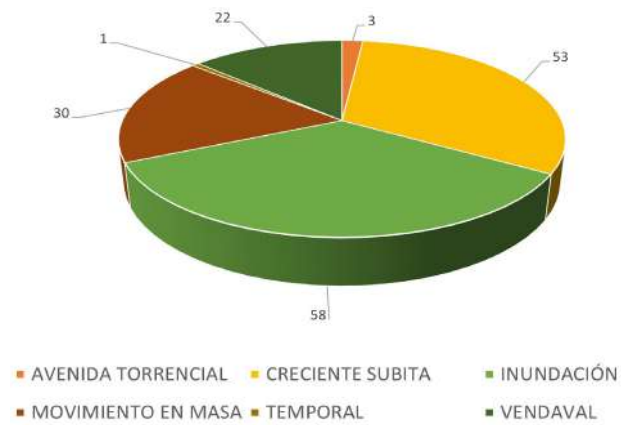
Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

De acuerdo con la información publicada por la UNGRD acerca de los eventos naturales asociados a altas precipitaciones ocurridas en 2022, el área hidrográfica de Orinoquia, sin incluir la información de Guaviare, Guainía, Caquetá y Vaupés⁴¹, tuvo 167 eventos, tales

como avenidas torrenciales, crecientes súbitas, inundaciones, movimientos en masa, temporales y vendavales. A continuación, en la Gráfica 2.65 se presenta la relación de la cantidad y tipo de eventos presentados en el área hidrográfica (UNGRD, 2022).

⁴¹ Estos departamentos fueron analizados en el área hidrográfica Amazonia, mientras que Boyacá, Santander, Norte de Santander, Cundinamarca y Huila se incluyeron en el análisis del área hidrográfica Magdalena-Cauca.

Gráfica 2.65.
Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Orinoquia



Fuente: elaboración propia a partir de UNGRD (2022;2023).

La Gráfica 2.65 reporta que, según los datos de la UNGRD (2022; 2023), en el área hidrográfica de la Orinoquia la mayor cantidad de emergencias presentadas asociadas a eventos climáticos correspondió a inundaciones (58), seguido de las crecientes súbitas (53), movimientos de tierra y efectos de procesos erosivos (30), y vendavales (22) (UNGRD, 2022).

2.2.4.3.2 Riesgos de desabastecimiento

Con base en la información reportada en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, que identificó a 254 municipios susceptibles al desabastecimiento de agua por temporada de alta pluviosidad y si bien en la Orinoquia las condiciones climáticas y de los cuerpos de agua se comportaron con tendencia a la normalidad, teniendo en cuenta los riesgos existentes en esta área hidrográfica, se tiene en cuenta el análisis realizado por el ENA para el periodo comprendido entre los años 2017-2021. En el área hidrográfica de la Orinoquia se ubican el 12% de estos municipios, como se vio en la Gráfica 2.2, en los departamentos de Meta, Arauca. Casanare, además de otros departamentos ubicados dentro de esta área.

De la información de la UNGRD, se identificaron municipios como Acacias y El Calvario, en el departamento del Meta que han presentado afectación en sus sistemas de abastecimiento por la presencia de material de arrastre, represamiento y obstrucción de infraestructura, además de coincidir con las categorías de ‘Severa’

y ‘Muy severa’ la categorización de la erosión hídrica potencial (Ideam, 2022).

2.2.4.3.3 Análisis integrado del agua área hidrográfica Orinoquia

Para el área hidrográfica de la Orinoquia, el índice de presión hídrica es el de mayor relevancia por sus actividades agropecuarias. Dicho índice muestra las posibles competencias por uso del suelo entre las actividades existentes y, específicamente, las agropecuarias y las zonas de protección de ecosistemas estratégicos para la provisión y mantenimiento de servicios ecosistémicos en las cuencas. De las 94 subzonas hidrográficas (SZH) donde se presenta competencia en categoría ‘Muy alta’ y ‘Alta’, el 22% de ellas se encuentra en el área hidrográfica Orinoquia, de las cuales, en categoría ‘Crítica’, la Orinoquia tiene una SZH, una en ‘Muy alta’, 20 en ‘Alta’, 17 como ‘Moderada’, 11 en ‘Baja’, 22 en categoría ‘Muy baja’ y, una sin información, de las 73 SZH que la componen.

El análisis integrado del agua, que resulta de la aplicación de un algoritmo que se describe en la Ecuación 3 sobre el algoritmo del análisis integrado del agua, que involucra variables que evalúan la oferta hídrica natural, dinámica de sequías, dinámica de sedimentos, presión por uso, presión por contaminación y elementos de riesgo asociados al desabastecimiento hídrico (Ideam, 2022). Para el caso del área hidrográfica Orinoquia, según el análisis integrado, tiene una subzona hídrica en categoría ‘Muy alta’, siete subzonas hidrográficas (SZH) en categoría ‘Alta’, 19 en categoría ‘Media’, 22 en ‘Baja’ y, 24 como ‘Muy baja’, de las 73 subzonas que la componen.

2.2.4.4 Generalidades poblacionales

Según el censo del DANE 2018, el 55,7 % de la población del área hidrográfica de la Orinoquia no pertenece a ningún grupo étnico; el 3,9 % se identifica como ‘Indígena’ y no se tiene información del 1,2 %; mientras que el 0,56 % se considera población ‘Afro’. Las cantidades restantes de identificación son valores inferiores al 0,5 % (DANE, 2018). Las comunidades se dedican a actividades económicas asociadas a los sectores de petróleo e hidrocarburos, construcción, ganadería, agricultura, hotelería y turismo, así como actividades industriales (DANE, 2014).

En la Tabla 2.41, se presenta la relación de población y las actividades productivas que se realizan en los departamentos del área hidrográfica Orinoquia⁴².

Tabla 2.41.
Actividades económicas y habitantes Orinoquia

Departamento	Total, de población (habitantes)	Sectores de actividades económicas
Meta	901.220	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Arauca	236.746	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Casanare	374.628	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)
Vichada	71.405	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)

Convenciones:



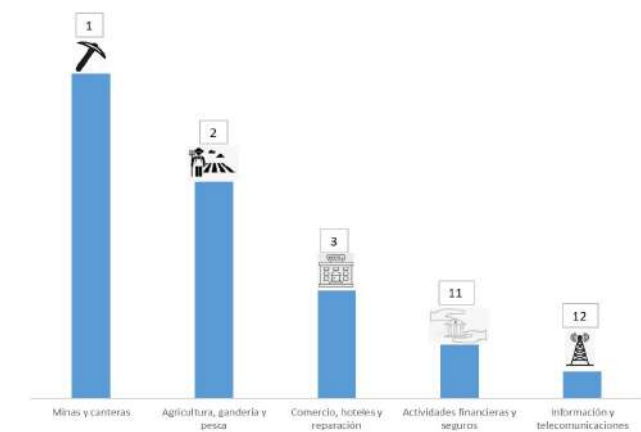
Total Población: 1.583.999 personas

Fuente: elaboración a partir de datos del DANE (2018) y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

⁴² Los departamentos de Boyacá, Santander, Norte de Santander, Cundinamarca y Huila se incluyeron en el análisis del área hidrográfica Magdalena-Cauca.

La información incluida en la Tabla 2.41 resume las actividades económicas que se realizan en los departamentos de Meta, Arauca, Casanare y Vichada, en el primer puesto, con excepción de Vichada, se encuentran las actividades asociadas a la minería (hidrocarburos). Ahora bien, el primer lugar, en el departamento de Vichada, lo ocupan las actividades agropecuarias (que también está en los tres primeros puestos de los demás departamentos). También resalta la hotelería y el turismo entre las tres primeras actividades económicas que más se realizan en la Orinoquia. En cuanto a las actividades que menos se realizan son aquellas asociadas a información y telecomunicaciones, entretenimiento y actividades científicas y técnicas, como se puede apreciar en la Gráfica 2.66.

► **Gráfica 2.66.**
Ranking de actividades Orinoquia



Fuente: elaboración propia a partir de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

2.2.4.5 Sector manufacturero

En cumplimiento del artículo 3 de la Resolución 1023 del 28 de mayo de 2010 frente a la obligatoriedad de registrar información en el Registro Único Ambiental Manufacturero (RUA Manufacturero), como se explicó en las secciones tanto del área hidrográfica Amazonas como Magdalena-Cauca y Pacífico, se tiene información relativa al consumo de agua, consumo de energía, uso y consumo de materias primas, uso y consumo de combustibles, productos, generación de vertimientos, residuos sólidos y emisiones atmosféricas, entre otros. A continuación, se resumen algunos datos relevantes registrados:

- **Demanda de agua:** en conjunto, las cuencas Orinoco-Amazonas suman 2,48 Mm³, equivalente al 0,63 % del total nacional.

- **Aguas residuales vertidas:** las cuencas Caribe, Orinoco y Amazonas suman 1,04 Mm³, equivalente al 0,54 % del total nacional.

- **Generación de residuos sólidos no peligrosos:** 48.796,75 t se distribuyen en Orinoco, Pacífico y Amazonas equivalente al 1,15 % del total nacional.

- **Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos:** 21.057.293,02 t (tercer lugar en aprovechamiento).

- **Tratamiento de residuos sólidos no peligrosos:** con 21.057.293,02 t (segundo lugar en tratamiento de residuos sólidos no aprovechables).

- **Disposición final de residuos sólidos no peligrosos:** 67.383.337,68 t (cuarto lugar a nivel de todo el país).

- **Consumo de energía eléctrica:** 133,37 GWh restantes se distribuyen en Orinoquia, Pacífico y Amazonas equivalente al 0,93 % del total nacional.

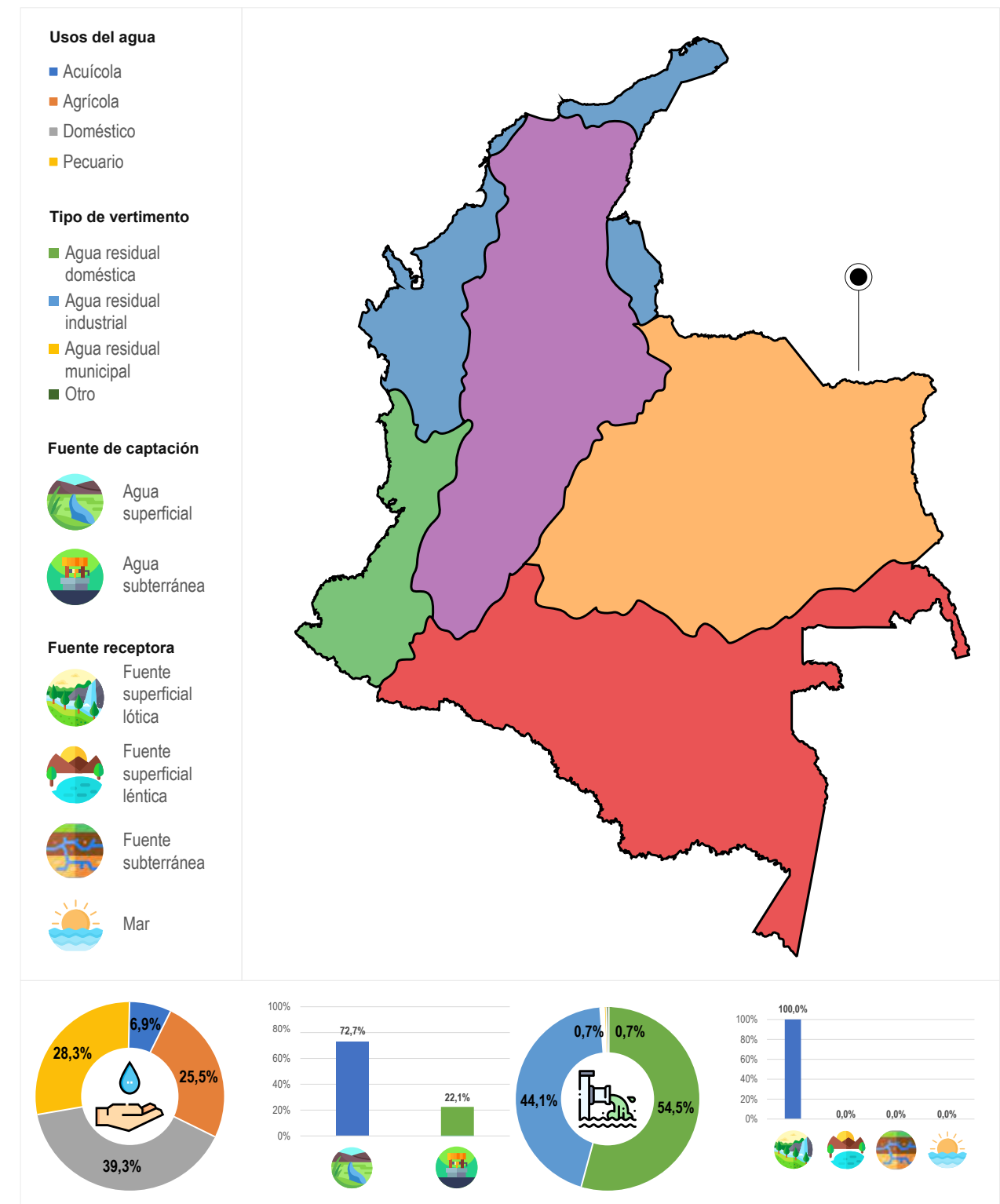
Para más información, el Ideam genera el Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia, donde se amplía la información respecto a los años analizados y se puede consultar en el portal web de la institución (Ideam, 2023).

La información presentada permite identificar una porción de las presiones que genera las actividades humanas en los recursos naturales, ya que, como se indicó, solo registra las actividades manufactureras y la presión que dicho sector ejerce sobre los recursos naturales.

2.2.4.6 Calidad del agua

En la Figura 2.83, se presenta la relación de consumo de agua en los sectores acuícola, agrícola, doméstico y pecuario, así como la generación de vertimientos de tipo doméstico, industrial y municipal. Esto, teniendo en cuenta la relación entre los aspectos ambientales propiciados por las condiciones y fenómenos naturales ocurridos en el área hidrográfica, y las actividades antrópicas que generan impactos ambientales en los cuerpos de agua tanto en su calidad como su cantidad.

► **Figura 2.83.**
Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área hidrográfica Orinoquia 2022



Fuente: Ideam (2022).

La Figura 2.83 muestra que el consumo de agua en el área hidrográfica Orinoquia se realiza, en su totalidad, de los cuerpos de agua superficiales, en un 72,7 %; pero también de las aguas subterráneas, en un 27,3 %. Las concesiones de agua son utilizadas en su mayoría (39,3 %) para uso doméstico, seguido de los usos pecuario (28,3 %), agrícola (25,5 %) y acuícola (6,9 %).

Con relación a la generación de vertimientos, en el área hidrográfica Orinoquia, estos tienen como destino las fuentes de aguas superficiales en su totalidad. De estos vertimientos, el 54,5 % de las aguas residuales fueron de tipo doméstico; el 44,1 %, de agua residual industrial, y para aguas residuales municipales o de otro tipo, cada uno tiene un valor del 0,7 %.

2.2.4.6.1 Evaluación de la calidad del agua

Carolina Vega Viviescas	Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@idema.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@idema.gov.co

Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico
Grupo de Evaluación Hidrológica –
Subdirección de Hidrología del Ideam

La calidad del agua en esta área hidrográfica se estableció tras visitar 16 puntos que hacen parte de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua, ubicados sobre las corrientes de Ariari, a la altura del punto Puerto Rico, en Puerto Rico; Guayuriba, a la altura del punto Puente Carretera, en Villavicencio; y Güejar, a la altura Piñalito en Vista Hermosa (Meta), departamento del Meta. Las condiciones de la calidad del agua son categoría 'Malo' del ICA.

En 2022, la condición 'Malo' se mantuvo en el punto de Puente Carretera, en las otras dos corrientes la categoría pasó a 'Regular'.

A categoría 'Malo' pasaron los puntos Puente Abadía, ubicado en el río Guatiquía, y Puente Lleras, ubicado en el río Meta. En 2021, ambos se encontraban en categoría 'Regular'.

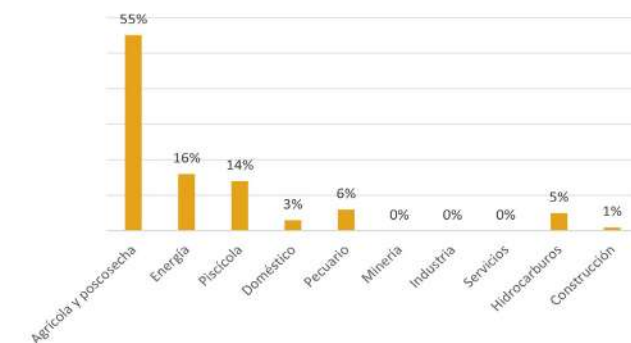
2.2.4.6.2 Usos del agua por sectores

A continuación, se hace un análisis particular de las condiciones del área hidrográfica Orinoquia. Este se basa en la información que las autoridades ambientales registran en el SIRH y, de acuerdo con lo que quedó consignado en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, cuya base de análisis es el año 2020, partiendo del análisis general realizado a nivel nacional (Gráfica 2.5).

En el ENA 2022, se realizó un análisis detallado por sectores, áreas hidrográficas, subzonas hidrográficas y se relacionó con la huella hídrica. Dicho análisis (que puede ser consultado en el ENA) se presentó en la Gráfica 32 para las cinco áreas hidrográficas, sin incluir las áreas insulares.

En la Figura 2.84, se presenta la participación sectorial frente al consumo de agua del área hidrográfica Orinoquia.

► **Figura 2.84.**
Participación sectorial demanda Orinoquia



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

La figura anterior permite evidenciar que, en el área hidrográfica Orinoquia, el sector agrícola es el sector con mayor demanda hídrica (55 %); el segundo mayor uso de agua es para la generación de energía (16 %); seguido de los consumos piscícola (14 %), pecuario (6 %), de los hidrocarburos (5 %), doméstico (3 %) y de la construcción (1%). Como se indicó, esta es información del periodo base sobre el cual se elaboró el ENA (año 2020). La situación reportada para Orinoquia concuerda con lo explicado en las generalidades poblacionales.

2.2.4.7 Calidad del aire

En la Tabla 2.42, se muestra la cantidad de estaciones de aire por departamentos ubicados en el

área hidrográfica de Orinoquia, y se relacionan los parámetros que son monitoreados

► **Tabla 2.42.**
Estaciones del SIAIRE ubicadas en Orinoquia y los parámetros monitoreados

Departamento	Estaciones	PM10	PM2,5	Ozono	Dióxido de Azufre	Dióxido de Nitrógeno	Monóxido de Carbono
Meta	9	3	0	2	1	1	2
Arauca	4	1	0	0	0	0	1
Casanare	6	1	0	0	0	0	1
Vichada	0	0	0	0	0	0	0
Total	19	5	0	2	1	1	4

Fuente: Ideam (2022).

La tabla anterior muestra las estaciones existentes en los departamentos de Meta, Arauca y Casanare. En el departamento de Vichada, no hay estaciones de monitoreo. Sin embargo, para 2022, por diferentes motivos, únicamente algunas de las estaciones de Meta registraron información al sistema.

2.2.4.8 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Orinoquia

El área hidrográfica de la Orinoquia es rica en cuerpos de agua, biodiversidad y actividades socioculturales. Como se pudo observar, esta es un área donde se realizan actividades principalmente mineras y, específicamente, de hidrocarburos, así como ganaderas y agrícolas. Dichas actividades generan impactos ambientales y presiones de consumo de agua, lo cual se traduce en generación de vertimientos, generación de residuos sólidos, además del desarrollo de proyectos de gran envergadura que requieren licencias ambientales.

Esas condiciones que presenta la Orinoquia requirieron de la acción de las corporaciones autónomas regionales Cormacarena y Corporinoquia, para realizar actividades de evaluación, seguimiento y control de las acciones que generan deterioro al ambiente, como se muestra a continuación:

2.2.4.8.1 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

Dada la gran biodiversidad de la Orinoquia y debido a las características climáticas y ecosistémicas de llanura y abundancia de cuerpos de agua superficiales, uno de los grandes flagelos de las especies se asocia con el tráfico de fauna y las afectaciones que sufren por la invasión de sus hábitats (por ejemplo, la que generan la construcción de vías transitadas a altas velocidades). En ocasiones, no se logra la prevención de la extracción de las especies de sus hábitats, como consecuencia del tráfico de fauna, y solo se logra hasta la incautación de los individuos, algo que muchas veces sucede en lugares alejados a sus áreas de influencia, luego de haber perdido sus capacidades para volver a sus condiciones naturales. Situaciones como estas fueron atendidas por Cormacarena, en octubre de 2022, cuando realizó el traslado de cuatro loras reales, dos cotorras cabeciazules, dos yaguarundíes, una guacamaya militar y una tayra, individuos que fueron incautados en el departamento de Antioquia, por la Fiscalía General de la Nación y, luego de recibir atención médica veterinaria, los trasladaron hasta el Bioparque Los Ocarros, donde serán utilizados para procesos de conservación y educación ambiental. Infortunadamente, su supervivencia sería improbable en su hábitat natural, debido a su grado de amansamiento y pérdida de capacidades naturales (como identificación de refugios, alimento, depredadores, entre otros aspectos) (Cormacarena, 2022). De la misma manera, en noviembre se liberaron 31 animales silvestres en el Parque Merecure Beach,

en el kilómetro 47 vía Puerto López. Este parque cuenta con ecosistemas de sabana, fuentes hídricas, bosques de galería y pastizales. Los animales fueron recuperados o atendidos bajo distintas circunstancias: por estar heridos, desorientados, fueron entregados voluntariamente por la comunidad o incautados. Entre los individuos liberados se encuentran nueve tortugas sabaneras (*Podocnemis vogli*), seis chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*), tres tortugas terecay (*Podocnemis unifilis*), tres guacamayas de especies pechiamarilla (*Ara ararauna*), aliverde (*Ara militaris*) y bandera (*Ara macao*), a los que se suman dos tacaos moteadas (*Amphisbaena fuginosa*), dos cachirres (*Paleosuchus trigonatus*), dos carracos (*Caracara plancus*), dos monos (uno maicero (*Cebus capucinus*), y otro fraile (*Saimiri sciureus*), una serpiente macabrel (*Corallus enydris*) y un águila sabanera (*Buteogallus meridionalis*) (Cormacarena, 2022).

Las especies no solo son objeto del tráfico ilegal, sino también víctimas de maltrato y cacería, otro delito ambiental. En octubre, en el departamento del Meta, Cormacarena identificó actividades sistemáticas de ataques con armas de perdigones a aves rapaces, como el gavilán pollero y el águila arpía y ornamentada. Estos individuos pueden morir por el ataque, pero, en ocasiones, también buscan su derribo para tráfico de especies. Se tienen ya casos identificados con individuos de loros, guacamayas, tucanes, gallitos de rocas, águilas y gavilanes, los cuales, a pesar de no morir como consecuencia de las heridas, no pueden volver a sus hábitats (Cormacarena, 2022). En la vereda de Aguazul, en octubre, se registró el caso de atención a una danta con heridas ocasionadas por el uso de un collar, aparentemente utilizado para mantenerla capturada como mascota. Frente a esta situación, la corporación reportó que las poblaciones de esta especie han disminuido cerca del 33 %, efecto de la pérdida de hábitat, la fragmentación de bosques y, sobre todo, la caza furtiva (Cormacarena, 2022).

Otra situación de maltrato animal se presentó en Villavicencio, donde un habitante de la ciudadela Las Marías mató a un oso melero, también conocido como tamandúa. Durante la inspección realizada por personal de la corporación, se encontró al animal “muerto, atado a un árbol con heridas en la cabeza y cola, presuntamente producidas con un machete” (Cormacarena, 2022b, Parrafo 2). Frente a esto, Cormacarena, la Policía Ambiental y la Fiscalía General de la Nación realizaron una investigación para establecer la sanción al responsable del hecho (Cormacarena, 2022).

La corporación implementó una ambulancia para atención de animales maltratados o heridos, la mayoría de los casos por reportes de las comunidades de 22 municipios del departamento del Meta⁴³, para atención de fauna silvestre. Las especies más atendidas son “zarigüeyas, tortugas terecay, monos fraile, morrocayos patirrojos, palmeros, iguanas, búhos y durante la temporada de lluvias algunas especies de serpientes como güños perdiceros, ojo de gato, lomo de machete, cuatro narices” (Cormacarena, 2022, párrafo 2).

2.2.4.8.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones

Debido a las fuertes lluvias que se presentaron en el Meta y el área hidrográfica, algunos árboles estaban en riesgo de volcamiento, por lo que Cormacarena autorizó la tala y poda de más de 1.500 árboles en riesgo. Las especies identificadas como más susceptibles a esto en el departamento fueron palma botella, yopo, ficus, payande, igua, acacia y algunos frutales como el pomarroso (Cormacarena, 2022).

Otra de las causas de muerte de fauna es el atropellamiento de individuos en las vías terrestres, en gran medida, por superar las velocidades autorizadas en las vías. En el departamento del Meta, un ocelote fue atropellado en la vía que comunica a Pompeya con San Carlos de Guaroa. Asimismo, un mono fraile murió arrollado en la vía entre el Centro Comercial Villacentro y Torres de San Juan. En atención a ese último hecho, se creó un equipo de trabajo entre entidades públicas y privadas que contemplaron la instalación de un paso de fauna en el sector donde se presentó la muerte del individuo (Cormacarena, 2022).

Para el mes de diciembre, Cormacarena contabilizó, en 2022, 33 casos registrados de animales atropellados, de los cuales 25 murieron en el sitio ya referido. Debido a que esta es una de las causas de pérdida de biodiversidad, la corporación, junto con Covioriente, Coviandina, Concesión Vial de los Llanos, Policía Nacional, Bioparque Los Ocarros y Llaneros F.C. realizaron campañas de concientización en las vías que de Villavicencio conducen a la ciudad de Bogotá, D. C., Restrepo, Puerto López y Acacías, y el corredor entre los municipios de Acacías y Granada (Cormacarena, 2022).



Fuente: Johan Luna (2022).

2.2.4.8.3 Acciones de conservación, recuperación de cuerpos de agua y áreas de conservación, protección y reserva

Una acción implementada en el departamento del Meta está asociada con el pago por servicios ambientales, en donde se vinculó a familias como las del municipio de Cumaral (55 familias), en noviembre, a que realizan acciones de reforestación y evitan la tala de árboles. Además de otras pero que tienen por objeto la protección del ambiente, prevenir la sobreexplotación de los recursos naturales y potenciar la biodiversidad (Cormacarena, 2022).

2.2.4.8.4 Acciones de adaptación al cambio climático

Cormacarena, con jurisdicción en el departamento del Meta, ha trabajado en acciones de buenas prácticas de producción que beneficiaron a 527 campesinos, a

través de sistemas agroforestales, ganadería sostenible y estufas ecoeficientes. De de estas últimas se entregaron más de 200 unidades, lo que disminuye la tala de árboles. Estas acciones fueron implementadas en los municipios de El Calvario, Vista Hermosa, Mapi-ripán, Mesetas, Puerto Concordia, Uribe, La Macarena, Fuentedeoro, Puerto Lleras, Acacías, El Dorado, Puerto Rico, San Juan de Arama, Villavicencio, Lejanías, Cabuyaro y Puerto Gaitán (Cormacarena, 2022).

Adicionalmente, Cormacarena apoyó la implementación de más de 150 negocios verdes en el departamento del Meta. Estas empresas certificadas como negocios verdes recibieron un respaldo a sus productos y servicios, así como a las buenas prácticas ambientales que desarrollan en sus actividades, entre las que se cuenta el café, el cacao, los bioinsumos, el cacay, sacha inchi, miel de abejas, artesanías, derivados medicinales de la coca, reciclaje de residuos sólidos, turismo de naturaleza, entre otros negocios de 17 municipios del departamento (Cormacarena, 2022). Entre las empresas que fueron acreditadas en negocios verdes por la corporación, en 2022, están las empresas Aceites Manuelita S.A., del municipio de San Carlos de Guaroa, y Unipalma S.A., del municipio de Cumaral. Este reconocimiento fue realizado en diciembre, como las únicas iniciativas presentadas ante esa entidad que integran la categoría ‘mercados de carbono’, basado en el mercado de reducción de emisiones GEI y que incluyen operaciones que les permite hacer una separación del biogás de los lodos, que luego son tratados y reincorporados a la actividad agroindustrial (Cormacarena, 2022).

2.2.4.8.5 Acciones de evaluación control y vigilancia

Como se ha mencionado, en esta área hidrográfica, las actividades que más se realizan están asociadas a las actividades del sector de los hidrocarburos. Precisamente, y debido a que el transporte de hidrocarburos, en gran medida, aún se realiza con tractocamiones por vía terrestre, durante 2022 se presentaron incidentes y accidentes con derrames de estas sustancias. Por ejemplo, en noviembre, en el sector Llano Lindo de la vía que conecta al Meta con Bogotá, D. C., hubo un incidente de derrame con estos vehículos, el cual fue atendido por Cormacarena. La tarea incluyó la instalación de barreras absorbentes que lograron contener la sustancia que llegó hasta caño Hondo, pero con la acción de contención realizada, se evitó la llegada a los ríos Guatiquía y Ocoa (Cormacarena, 2022).

⁴³ La línea telefónica dispuesta por Cormacarena para estos casos es: 321-4820327.

2.2.4.8.6 Acciones contra la deforestación

En noviembre, en el departamento del Meta se realizó un operativo conjunto en el que participaron Cormacarena, el Ejército Nacional, la Fiscalía General del Nación y la Fuerza Aérea, el cual realizó el allanamiento de 5 predios establecidos en la Reserva Natural El Jaguar, en Mapiripán, encontrándose 3,94 m³ de madera y 300 cabezas de ganado, además de herramientas para talar árboles, por lo cual la Fiscalía incautó las herramientas y se inició la investigación correspondiente contra los responsables (Cormacarena, 2022).

Algunas acciones se deben realizar después del daño hecho por la deforestación. Al respecto, algunas corporaciones realizan la reforestación para la recuperación de áreas afectadas y también para mejorar condiciones de áreas existentes. Cormacarena implementó la estrategia 'Meta verde' que, en octubre de 2022, ya había logrado la siembra de 2.260.609 de árboles nativos y la restauración de 3.091 ha de bosque. En el municipio de Puerto Gaitán, por ejemplo, entre 2020 y 2022, sembró 1.023.298 árboles, mientras que Mapiripán avanzó con la siembra de 217.863 plantas. Por su parte, en el municipio de Puerto López se contaron 166.698 plántulas y, en Puerto Concordia, se logró la siembra de 165.728 árboles (Cormacarena, 2022). Una actividad complementaria y asociada a la reforestación es la recolección de semillas para producción de especies nativas en viveros. Cormacarena tiene viveros en los municipios de La Macarena, Mapiripán, Puerto Rico, San Juan de Arama, Puerto López y Villavicencio, los cuales, entre febrero y octubre de 2022, lograron producir un total de 1.000.350 plántulas de 25 especies nativas diferentes, utilizadas para la restauración y reforestación de reservas naturales y cuerpos de agua lénticos y lóticos de los municipios de Puerto López, Mapiripán, La Macarena, Puerto Rico, Villavicencio, Acacías, Guamal, San Martín y de veredas distantes como Los Kiokos y Alto Tillavá, de Puerto Gaitán (Cormacarena, 2022).

2.2.4.8.7 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo

Parte de las actividades realizadas por las autoridades ambientales, están asociadas a facilitar la recolección de residuos de tipo especial o con características de peligrosidad, y asegurar la gestión apropiada de dichos residuos. La tarea puede volverse una responsabilidad con grandes dificultades para cumplirlas, especialmente para aquellos lugares apartados de las principales

ciudades. Por ello, Cormacarena realizó campañas de recolección de estos residuos. En octubre, se logró la recolección de 12 toneladas (12 t) de residuos posconsumo, provenientes de 15 municipios del Meta. Entre los residuos recogidos se contaron luminarias, baterías de plomo ácido, aires acondicionados, computadores y electrodomésticos. Pero, además de esto, se resaltó la gestión realizada por las alcaldías de los municipios de Acacías, Cabuyaro, Castilla La Nueva, Cumaral, Guamal, Puerto Gaitán, Puerto López y Villavicencio, donde se recogieron residuos de agroquímicos, impresoras, medicamentos vencidos y más de 600 llantas usadas (Cormacarena, 2022). En noviembre, esta corporación realizó la recolección de 470 llantas usadas, equivalentes a cinco toneladas (5 t), en Acacías, y 3.065 llantas, en Villavicencio. Desde 2021, esa autoridad logró recoger 16.000 llantas usadas (Cormacarena, 2022).

2.2.4.8.8 Tratamiento de aguas residuales

En el mes de diciembre, Cormacarena realizó la entrega de la primera fase del proyecto para la construcción del interceptor de aguas residuales que conducirán los vertimientos de aguas residuales domésticas a la futura PTAR del municipio de Cubarral, lo cual también mejorará la calidad del agua del caño Arenas Blancas (Cormacarena, 2022).

2.2.5 Caribe

El área hidrográfica Caribe está conformada por los departamentos de La Guajira, Córdoba y Norte de Santander, pero también por áreas de Bolívar, Sucre, Chocó, Antioquia y Magdalena, aunque estos departamentos fueron incluidos en el análisis de las áreas hidrográficas de Magdalena-Cauca y Pacífico, con excepción de la ciudad de Santa Marta, que es incluida en el análisis del Área hidrográfica Caribe, además de las islas de San Andrés, Providencia, Santa Catalina, Roncador y Quitasueño, que se analizan en la revisión de las áreas insulares.

El área hidrográfica del Caribe tiene una extensión de 102.679 km², y se caracteriza por ser contigua al océano que lleva el mismo nombre. Comparte límites con Panamá y Venezuela y conduce las aguas provenientes de importantes ríos como el Atrato, uno de los más caudalosos del país, el cual nace en límites con el departamento de Antioquia, cerca al municipio chocono Carmen de Atrato y que desemboca en el golfo de Urabá. Y el río Sinú, que nace en el Nudo de Paramillo, entre los departamentos de Córdoba y Antioquia y desemboca en la bahía de Cispatá, en el golfo de Mo-

rrosquillo. Y el río Ranchería, que se origina en la Sierra Nevada de Santa Marta y desemboca en cercanías a Riohacha, en el mar Caribe (Ideam, 2022).

Esta región tiene una gran variedad de etnias indígenas (los mokana, los arhuacos, los kogui, los wiwas, los yuko, los kankuamos, los wayuu y los chimila), y varias de estas comunidades han sufrido desplazamientos por actores armados y grupos ilegales que buscan hacer uso de sus territorios para la siembra de cultivos ilícitos (Uniandes, 2020) y a pesar de que allí se desarrollan actividades económicas relevantes como la de la minería del Cerrejón, en La Guajira, que es el departamento que más aporta regalías por aprovechamiento de sus recursos naturales, ya que el carbón es el principal producto de exportación de la región (Uniandes, 2020).

También se vienen desarrollando actividades industriales y, en los últimos años, se está incursionando en proyectos de generación de energía eólica, aprovechando el alto potencial de los vientos en las costas de La Guajira, a lo que se suma la radiación solar aprovechable en proyectos solares. Asimismo, las activida-

des ganaderas y agrícolas han venido decreciendo, en los últimos años, pero, en 2017, esta región produjo el 20,2 % de la leche del país (Uniandes, 2020). En cuanto al turismo, también se observa un crecimiento importante en los últimos años. Sin embargo, esta es una de las regiones de menor crecimiento económico, con altas cifras de pobreza (56,6 % de la población de la región se encuentra condición de pobreza) (DANE, 2018) y que a su vez presenta una gran desigualdad entre los departamentos que la componen, expresado por un coeficiente Gini de la región de 0,48 (Fundesarrollo, 2019) y una baja cobertura en servicios básicos (Uniandes, 2020), educación y salud.

2.2.5.1 Comportamiento climático

El comportamiento climático en el Caribe presentó condiciones diferentes durante 2022, con sequía a principios de año, y afectaciones posteriores por fenómenos derivados de la variación climática, producto de un fenómeno de La Niña, así como temporadas de ciclones y tormentas tropicales, como se puede observar en las tablas 2.43 y 2.44.

► **Tabla 2.43.**
Precipitaciones en el área hidrográfica Caribe 2022

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022	
Mosaico del índice de precipitación mensual durante 2022	
Enero	
- Se presentaron condiciones mayormente secas en el país, asociadas al debilitamiento de la Zona de Confluencia Intertropical.	
- En la región Caribe, se registraron lluvias por debajo de lo normal, con excepciones puntuales de condiciones de lluvia 'por encima' y 'muy por encima', en los departamentos del Urabá antioqueño, Bolívar y La Guajira.	
- Frente al número de días de lluvia, las condiciones se consideraron normales en la mayor parte del área hidrográfica, con valores de 0 a 4 días de lluvia, en el mes.	
Febrero	
- Se observó un debilitamiento en los vientos alisios característicos de un fenómeno de La Niña, propiciando la entrada de humedad desde la Amazonia, coincidiendo también con un incremento en la Zona de Convergencia del Atlántico Sur, causando un incremento de lluvias, y generando anomalías 'por encima de lo normal', en algunas zonas de la región Pacífica y otras áreas del país.	
- La categoría de lluvias 'por debajo de lo normal' se concentró en áreas de La Guajira, pero también se presentaron categorías 'por encima' y 'muy por encima de lo normal' en sectores de Córdoba.	
- Frente al número de días de lluvia, se observaron anomalías negativas en Norte de Santander, y se presentaron anomalías positivas en el norte de La Guajira, en valores de entre 3 y 6 días.	
Marzo	
- La categoría 'por debajo de lo normal', con precipitaciones entre 0 y 50 mm, se presentó en zonas del oriente de la región Caribe continental y La Guajira. No obstante y en mayor medida, las categorías 'por encima' y 'muy por encima de lo normal' se observaron en amplias extensiones de la región Caribe, en Norte de Santander y Córdoba.	

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022
<p>Abril</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se destacaron las lluvias 'por encima de lo normal' en sectores de la región Caribe. - La categoría 'por debajo de lo normal' se presentó en sectores de La Guajira. - La categoría 'por encima de lo normal' se registró en el Caribe continental. - Las lluvias 'muy por encima de los valores medios' se observaron en el norte, oriente y occidente de la región Caribe, presentando anomalías positivas en cuanto al día de lluvias, en el sur de esta área hidrográfica.
<p>Mayo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durante mayo, se mantuvieron débiles los vientos alisios característicos de un fenómeno de La Niña. El paso de ondas tropicales aumentaron las lluvias en la categoría 'muy por encima de lo normal', especialmente en el centro de la región Caribe. - La corriente en chorro de bajo nivel del Caribe se mantuvo activa, situación que ameritó la generación de alertas por viento y oleaje, en el mar Caribe central y oriental. - El comportamiento 'por debajo de lo normal' se observó en áreas del oriente y occidente de la región Caribe continental.
<p>Junio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mes con excesos de precipitación en centro y oriente del Caribe continental. - La categoría 'por encima de lo normal' se registró en el occidente del Caribe continental. Las lluvias 'muy por encima de los valores medios' se observaron en el occidente del Caribe continental. Por ello, las anomalías presentadas frente al número de días de lluvia fueron de tipo positivo, con valores >6 días de lluvia.
<p>Julio</p> <ul style="list-style-type: none"> - La categoría de lluvias 'muy por debajo de lo normal' se registraron en sectores del norte y sur de La Guajira. - El rango 'por debajo de lo normal' se destacó en el área insular Caribe y zonas de La Guajira. - La categoría 'por encima de lo normal' se observó en el centro de la región Caribe y Norte de Santander.
<p>Agosto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en la isla de San Andrés, así como en zonas del centro y norte del Caribe. - La categoría 'muy por encima de lo normal' predominó en la isla de Providencia, así como en pequeñas áreas de La Guajira y Norte de Santander. - En relación con el número de días de lluvia, se presentaron anomalías positivas entre 3 y 6 días o más, en La Guajira y Norte de Santander.
<p>Septiembre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las lluvias del mes obedecieron, en buena medida, al tránsito de ondas tropicales y a la influencia indirecta de dos tormentas tropicales sobre el norte del país. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en sectores del centro de la región Caribe, y se presentaron lluvias 'muy por encima' en Norte de Santander. Justamente, en este departamento, se presentaron anomalías del número de días de lluvia positivas de entre 6 y >6 días en el mes.
<p>Octubre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Octubre se caracterizó por presentar importantes volúmenes de lluvia en el país, especialmente en el centro y oriente de la región Caribe. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en amplias extensiones de las regiones Caribe, con valores de precipitación 'muy por encima de lo normal' predominantes, en pequeñas zonas del área hidrográfica.

Comportamiento precipitaciones mensuales en 2022
<p>Noviembre</p> <ul style="list-style-type: none"> - En el territorio nacional, se destacaron las lluvias 'por encima de los promedios'. - Las lluvias 'por encima de lo normal' se observaron en la isla de San Andrés y en amplias extensiones de la región Caribe. - Precipitaciones 'muy por encima de lo normal' se concentraron en sectores del centro y norte de la región Caribe. También hubo anomalías positivas en relación con el número de días de lluvia, con valores de 6 o >6 días, frente a los valores normales.
<p>Diciembre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las lluvias 'muy por debajo de lo normal' se registraron en la mayor parte de la región Caribe.

Fuente: Ideam (2022b-m).

► **Tabla 2.44.**
Temperatura en el área hidrográfica Caribe 2022

Comportamiento temperatura mensual en 2022
<p>Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022</p>
<p>Enero</p> <p>Temperatura mínima: se presentaron anomalías positivas en el centro de la región Caribe. Las anomalías negativas se destacaron en sectores de La Guajira y Norte de Santander.</p> <p>Temperatura media: las anomalías positivas, en el rango de 0,5 °C a 1,0 °C, se observaron en Córdoba y Norte de Santander.</p> <p>Temperatura máxima: las anomalías negativas entre -0,5 °C y -1,5 °C se observaron en el norte en la región Caribe.</p>
<p>Febrero</p> <p>Temperatura mínima: se presentaron anomalías positivas en sectores distribuidos en el centro de la región Caribe; y anomalías negativas, en el sur de La Guajira.</p> <p>Temperatura media: las anomalías positivas se concentraron en zonas del centro y sur de la región Caribe, pero también se presentaron anomalías negativas en el centro de la región Pacífica.</p> <p>Temperatura máxima: las anomalías positivas se registraron en sectores del nororiente y suroccidente del Caribe continental, así como algunas anomalías negativas, en zonas pequeñas del Caribe.</p>
<p>Marzo</p> <p>Temperatura mínima: se presentaron anomalías positivas entre 0,5 °C y 2,0 °C en la mayor parte de la región Caribe, junto con anomalías negativas en zonas de La Guajira.</p> <p>Temperatura media: las anomalías positivas en el rango de 0,5 °C a 1,0 °C, se observaron en Córdoba y La Guajira.</p> <p>Temperatura máxima: las anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,5 °C se registraron en sectores de La Guajira y Córdoba. Las anomalías negativas se observaron en áreas del centro y oriente del Caribe continental.</p>
<p>Abril</p> <p>Temperatura mínima: Las anomalías positivas 0 5 °C y 1 5 °C se concentraron entre el centro y norte de la región Caribe y también se presentaron anomalías negativas en áreas puntuales de La Guajira y Santanderes.</p> <p>Temperatura media: Se presentaron anomalías negativas -0,5 C y 1,5 °C en áreas de La Guajira.</p> <p>Temperatura máxima: Las anomalías negativas -0,5 °C y 2,0 °C se observaron en amplias extensiones de la región Caribe continental.</p>

Comportamiento temperatura mensual en 2022	
Mayo	
Temperatura mínima: Las anomalías positivas se registraron en sectores del centro y norte de la región Caribe. Las anomalías negativas se presentaron en áreas de La Guajira y Santanderes.	
Temperatura máxima: Las anomalías positivas se observaron en sectores de La Guajira y Las anomalías negativas se destacaron en zonas de La Guajira.	
Junio	
Temperatura mínima: las anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,5 °C se evidenciaron en áreas de La Guajira. Las anomalías negativas se presentaron en áreas puntuales distribuidas sobre las regiones Caribe (continental e insular).	
Temperatura media: se presentaron anomalías negativas entre -0,5 °C y -1,5 °C en áreas de regiones Caribe (insular y continental).	
Temperatura máxima: se presentaron anomalías negativas que dominaron amplias extensiones de la región Caribe. Pero también se presentaron anomalías positivas en sectores de La Guajira.	
Julio	
Temperatura mínima: las anomalías negativas se presentaron en áreas puntuales de La Guajira.	
Temperatura media: las anomalías positivas se destacaron en algunos sectores del oriente de la región Caribe.	
Temperatura máxima: se presentaron anomalías negativas en sectores de La Guajira.	
Agosto	
Temperatura mínima: las anomalías positivas se presentaron en el centro de la región Caribe, así como anomalías negativas que se concentraron en el área insular Caribe y zonas de menor extensión ubicadas en La Guajira.	
Temperatura media: las anomalías negativas se registraron en la isla de Providencia y zonas ubicadas en La Guajira.	
Temperatura máxima: las anomalías negativas se registraron en sectores de la región Caribe, incluida la isla de Providencia.	
Septiembre	
Temperatura mínima: las anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,0 °C se observaron en sectores del centro en la región Caribe. Las anomalías negativas se presentaron en sectores del norte y sur de la región Caribe.	
Temperatura media: las anomalías negativas se reportaron en sectores de La Guajira.	
Temperatura máxima: las anomalías negativas se registraron en La Guajira y la isla de Providencia.	
Octubre	
Temperatura mínima: las anomalías positivas se registraron en áreas puntuales de La Guajira.	
Temperatura media: las anomalías negativas entre -0,5°C y -1,5°C se observaron en sectores de La Guajira.	
Temperatura máxima: las anomalías positivas se identificaron para la isla de San Andrés y áreas de Córdoba. Las anomalías negativas (-0,5 °C y 1,5 °C) se presentaron en La Guajira.	
Noviembre	
Temperatura mínima: las anomalías positivas se destacaron en la isla de San Andrés y el centro de la región Caribe continental. Mientras tanto, las anomalías negativas se registraron en zonas de La Guajira.	
Temperatura media: las anomalías negativas se identificaron en La Guajira y Norte de Santander.	
Temperatura máxima: las anomalías negativas se observaron en áreas ubicadas en la región Caribe.	

Comportamiento temperatura mensual en 2022	
Diciembre	
Temperatura mínima: predominaron los valores normales y por debajo de los promedios del mes. Las anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,5 °C se observaron en áreas puntuales de Chocó y Córdoba, entre otras; pero también se presentaron anomalías negativas en otras áreas del Caribe.	
Temperatura media: las anomalías negativas se registraron en áreas distribuidas en los departamentos de la región Caribe.	
Temperatura máxima: las anomalías positivas entre 0,5 °C y 2,0 °C se registraron en el suroccidente de la región Caribe. Por su parte, las anomalías negativas entre -0,5 °C y 1,0 °C se identificaron en áreas de menor extensión, ubicadas en La Guajira y Norte de Santander.	

Fuente: Ideam (2022b-m).

A continuación, se presentan los resultados del estudio realizado por Invemar acerca de los efectos de las precipitaciones, en las principales bahías ubicadas en el departamento del Magdalena:

2.2.5.2 Dinámica oceanográfica en la franja costera del departamento del Magdalena

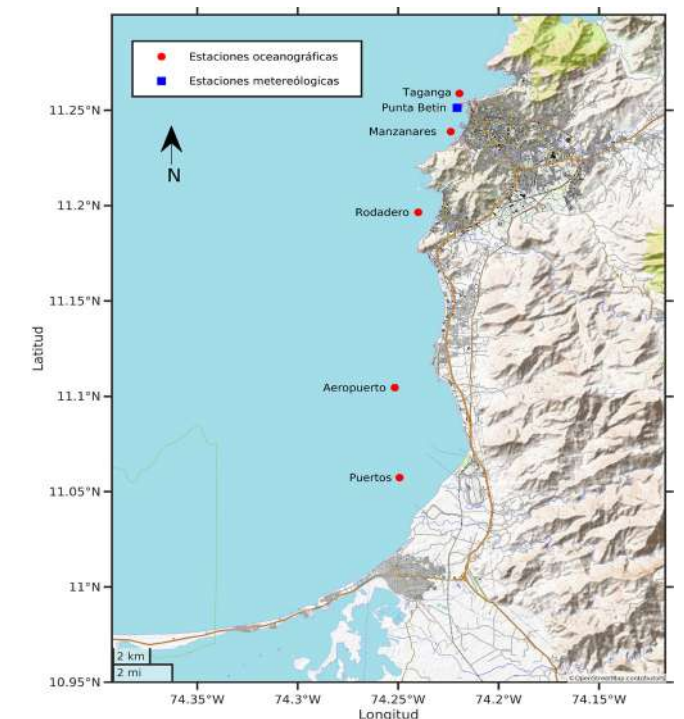
Constanza Ricaurte-Villota	Invemar	constanza.ricaurte@invemar.org.co
Magnolia Murcia Riaño	Invemar	magnolia.murcia@invemar.org.co
Sebastián Contreras Fernández	Invemar	sebastian.contreras@invemar.org.co
Wilberto Pacheco Paternina	Invemar	wilberto.pacheco@invemar.org.co

2.2.5.2.1 Consideraciones metodológicas

Desde 2014, el programa Geociencias Marinas y Costeras ha destinado esfuerzos para describir la dinámica oceanográfica y climática en el departamento del Magdalena, como aporte para generar información espaciotemporal 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 presentes en la zona y que influyen sobre las variables oceanográficas de la franja costera. Este monitoreo se ha llevado a cabo mensualmente, en cinco estaciones

oceanográficas y una estación meteorológica (con registro en tiempo real), cuya ubicación se encuentra detallada en la Figura 2.85.

► **Figura 2.85.** Ubicación de las estaciones de monitoreo en la franja costera del departamento del Magdalena

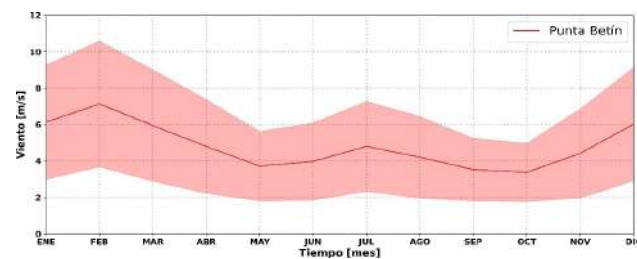


Fuente: Invemar (2022).

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 generar infor-

mación del componente abiótico de los ecosistemas. A través del promedio multianual de los datos de la estación meteorológica de Punta Betín, de propiedad del Inveemar (Figura 2.86), se reporta que existe una atenuación de la velocidad del viento conforme este realiza el recorrido sobre la franja costera del departamento. Esta velocidad muestra un primer máximo entre diciembre y mayo, época también caracterizada por presentar los menores valores de precipitación en el departamento (época seca), con una representatividad de menos del 10 % del total acumulado anual (Inveemar, 2014; Inveemar, 2015; Inveemar, 2016; Inveemar, 2017; Inveemar, 2018; Inveemar, 2019; Inveemar, 2020; Inveemar, 2021). Posteriormente, se registró un segundo máximo entre junio y agosto (época de transición) como consecuencia de la intensificación del chorro de bajo nivel del Caribe, cuyos vientos realizan su tránsito a través de la franja costera del Magdalena con una menor intensidad que en la temporada anterior. Finalmente, se observa una relajación de los vientos en la temporada septiembre a noviembre, caracterizada también por ser la más húmeda en el departamento.

► **Figura 2.86.**
Promedios mensuales multianuales de la velocidad del viento para las estaciones Punta Betín (Inveemar)

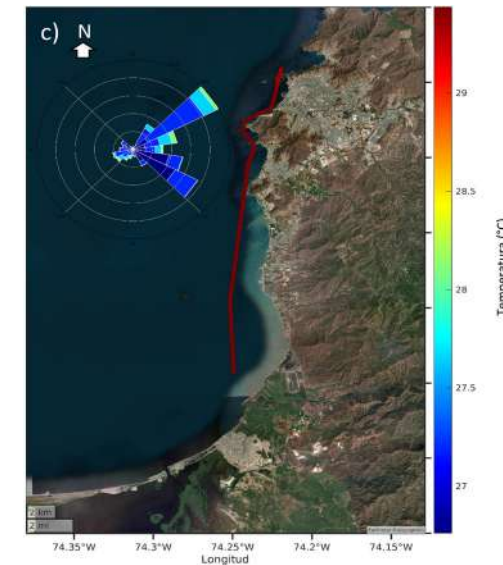
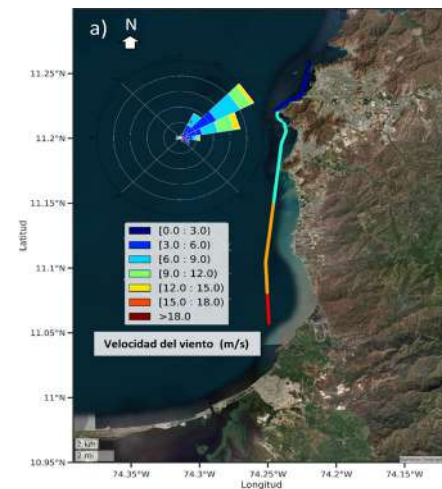


Fuente: Inveemar (2022).

Asimismo, el monitoreo mensual in situ en las bahías del departamento del Magdalena entre el 2014 y 2021, realizado por Inveemar, ha permitido determinar variaciones temporales de las variables oceanográficas, 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 2.87A), cuando los vientos son más intensos y provienen del Noreste (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 2.87B), 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 (Inveemar, 2014; Inveemar, 2015; Inveemar, 2016; Inveemar, 2017; Inveemar, 2018; Inveemar, 2019; Inveemar, 2020; Inveemar, 2021), y hay más presencia de vientos provenientes del interior (componente Sureste, SE). Por último, en la época húmeda (Figura 2.87C), la TSM en la franja costera se distribuye de manera uniforme, dado 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 2.87.**
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 las épocas seca, de transición y húmeda



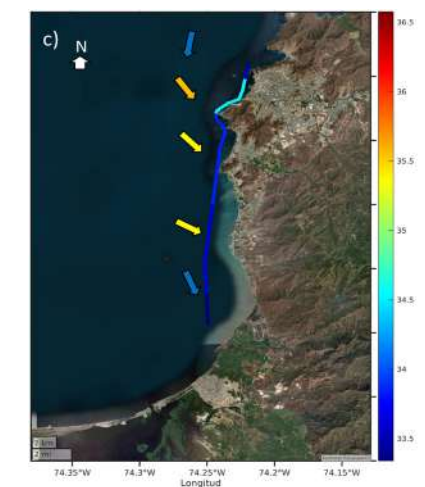
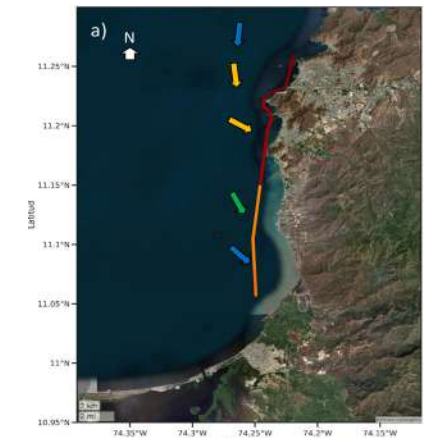
Fuente: Inveemar (2022).

Nota: a) Para época seca; b) para época de transición; y c) para época húmeda.

Esta caracterización oceanográfica 2014-2022 también ha permitido conocer la distribución espacial de la salinidad y las corrientes marinas (Figura 2.88). 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 (Inveemar, 2014; Inveemar, 2015; Inveemar, 2016; Inveemar, 2017; Inveemar, 2018; Inveemar, 2019; Inveemar, 2020; Inveemar, 2021). A su vez, las corrientes marinas tienen como destino frecuente direcciones SE y Suroeste (SO), y el promedio multianual muestra que son más intensas en la temporada de transición (Inveemar, 2014; Inveemar, 2015; Inveemar, 2016; Inveemar, 2017; Inveemar, 2018; Inveemar, 2019; Inveemar, 2020; Inveemar, 2021).

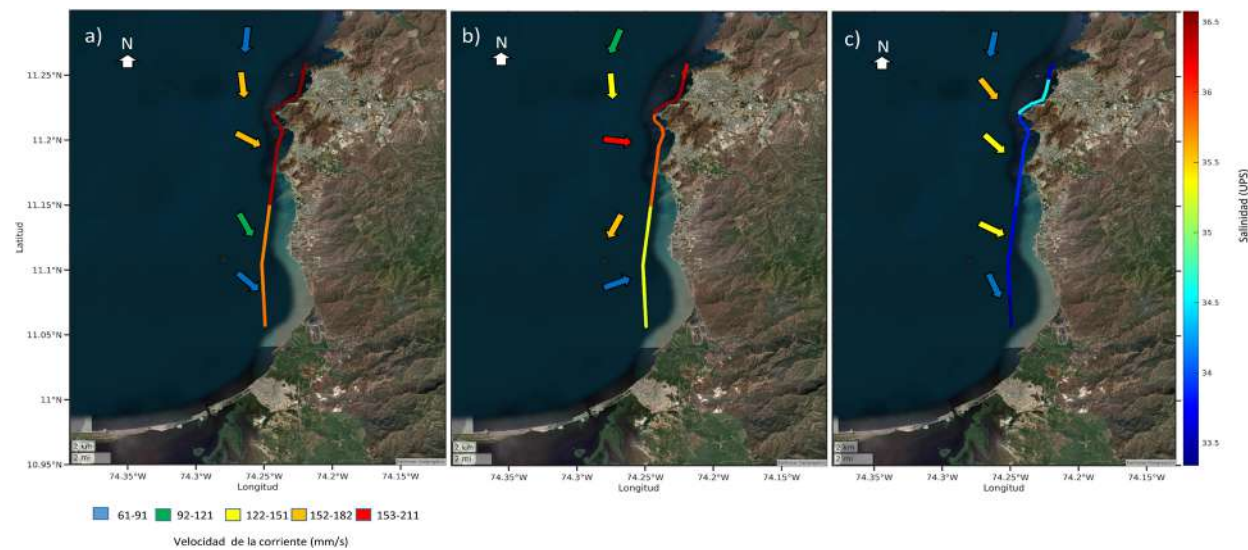
Durante los últimos tres años (2020-2022), la región ha experimentado la influencia de la fase negativa del fenómeno del ENOS, lo que ha resultado en una disminución de la velocidad del viento y un aumento en las precipitaciones en la zona. Esto ha conllevado a un leve aumento en la temperatura y una disminución en los niveles de salinidad en las tres estaciones climáticas.

► **Figura 2.88.**
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 las épocas seca, de transición y húmeda



Fuente: Inveemar (2022).

► **Figura 2.89.**
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 las épocas seca, de transición y húmeda



Fuente: Invemar (2022).

Nota: a) Para época seca; b) para época de transición; y c) para época húmeda.

2.2.5.3 Dinámica climática asociada a los flujos hídricos y la salinidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM)

Constanza Ricaurte-Villota	Invemar	constanza.ricaurte@invemar.org.co
Magnolia Murcia Riaño	Invemar	magnolia.murcia@invemar.org.co
Wilberto Pacheco Paternina	Invemar	wilberto.pacheco@invemar.org.co
Carlos Rafael Sánchez Codina	Invemar	carlos.sanchez@invemar.org.co
Kelis Romaña Denis	Invemar	kelisdenis@gmail.com

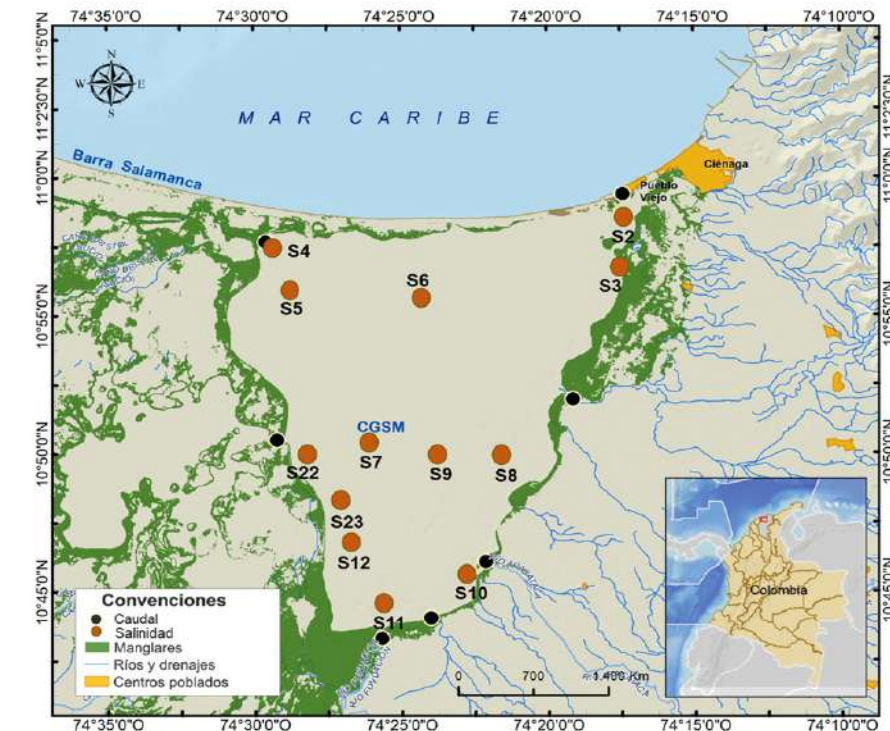
Río Fundación, Río Aracataca, Río Sevilla, Caño Ají, Boca de La Barra; así como de salinidad, en las estaciones S10, S11, S12, S2, S22, S23, S3, S4, S5, S6, S7, S8 y S9, cuya localización se muestra en la Figura 2.90. Los datos de caudal corresponden a las entradas de agua de la CGSM obtenidos del monitoreo mensual, en el marco del convenio Corpamag-Invemar 317 (Invemar y Corpamag, 2023) y de salinidad. Al respecto, se obtuvieron al promediar todas las observaciones de la CGSM para cada mes del año.

También se consideró como información complementaria los datos del índice de Niño oceánico (ONI) de la NOAA y la magnitud de la velocidad del viento para la zona, procedente de la base de datos del reanálisis ERA 5. La medida de tendencia central utilizada para la descripción de las variables fue la media \pm desviación estándar.

2.2.5.3.1 Consideraciones metodológicas

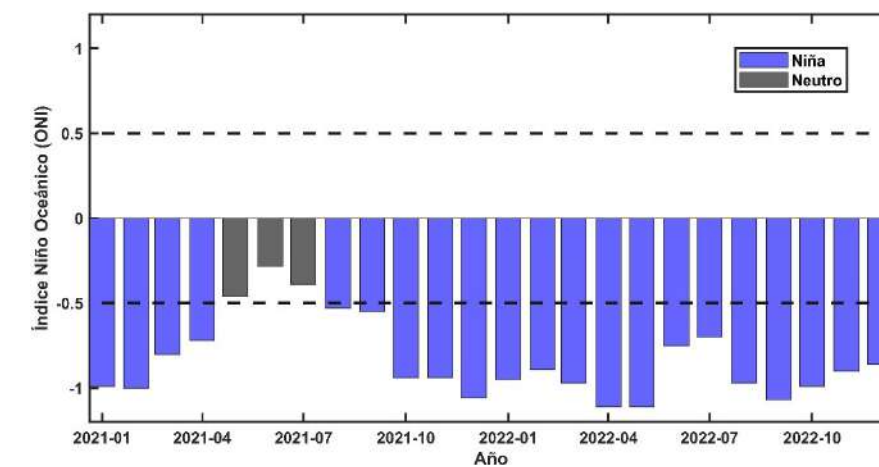
Durante los años 2021 y 2022, se realizaron mediciones mensuales de caudal en Boca Clarín, caño Grande,

► **Figura 2.90.**
Área de estudio y distribución de las estaciones de monitoreo en el departamento del Magdalena – convenio Invemar y Corpamag



Fuente: elaboración propia a partir de Invemar y Corpamag (2023).

► **Figura 2.91.**
Índice ONI en el departamento del Magdalena durante el periodo 2021-2022

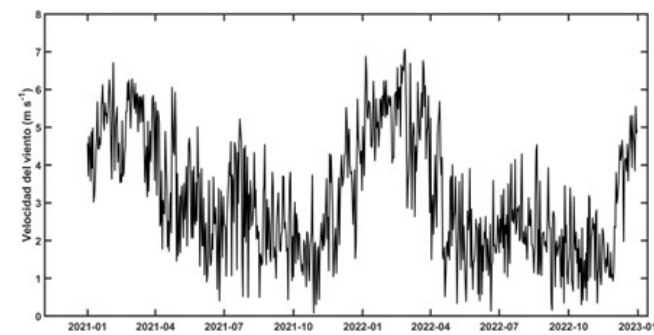


Fuente: elaboración propia a partir de NOAA (2022).

La magnitud de la velocidad del viento para la zona presentó una variación estacional (Figura 2.92), lo cual es consistente con el patrón de circulación de los vientos alisios dominantes en el mar Caribe (Ruiz Ochoa, 2011). Durante la época seca (de diciembre a abril) el chorro de bajo nivel del Caribe (CLLJ) se intensifica,

alcanzando velocidades > 6 m/s (Wang et al., 2007), (Wang, Lee, & Enfield, 2007) seguido de una disminución durante la época húmeda (< 4 m/s para mayo, y de septiembre a noviembre), volviendo a aumentar durante el ‘veranillo de San Juan’ (julio y agosto).

► **Figura 2.92.**
Magnitud de la velocidad del viento durante el periodo 2021 y 2022



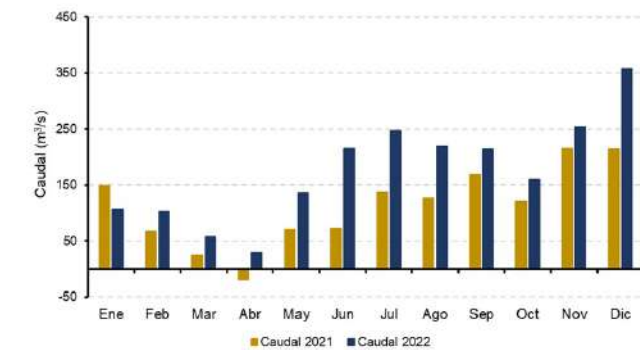
Fuente: Hersbach et al. (2022).

Durante el periodo 2021-2022, el índice ONI⁴⁴ (Figura 2.91) presentó un comportamiento cíclico regular con anomalías negativas entre -0,4 °C y -1,1 °C. Los valores de anomalías por debajo de -0,5 °C son atribuibles al fenómeno de La Niña (NOAA, 2022), cuya intensificación en la CGSM se evidenció notablemente en 2022, en comparación con el año 2021.

El caudal de entrada a la CGSM (Gráfica 2.67), en 2021, fue de 112,21 ± 71,90 m³/s, variando entre -18,95 m³/s y 215,18 m³/s. Para el año 2022, este fue de 174,84±93,85 m³/s, con un rango entre 28,80 m³/s y 357,88 m³/s. La distribución de las barras coincidió durante los dos años evaluados (a excepción de abril de 2021), evidenciándose valores menores en época seca y valores mayores durante época húmeda. El resultado es consistente con el patrón de precipitación de la zona y el fenómeno de La Niña, los cuales intensificaron la descarga de los ríos adyacentes hacia el interior de la CGSM. No obstante, el valor de -18,95 m³/s, en abril de 2021, puede ser explicado debido que se tomó la medida cuando el flujo de marea estaba entrando desde el mar, al igual que el aporte de los ríos no fue significativo, explicado por la disminución en la precipitación, debido a un debilitamiento significativo del fenómeno de La Niña aunado a una época seca. Los mayores valores de caudal se presentaron durante el año 2022, lo cual coincidió con la intensificación del fenómeno de La Niña, reportado por el Centro de Predicción Climática de la NOAA.

⁴⁴ Índice de Niño Oceánico.

► **Gráfica 2.67.**
Promedios mensuales del caudal de entrada a la CGSM para el periodo 2021 y 2022 (estaciones Boca Clarín, Caño Grande, Río Fundación, Río Aracataca, Río Sevilla y Caño Ají)



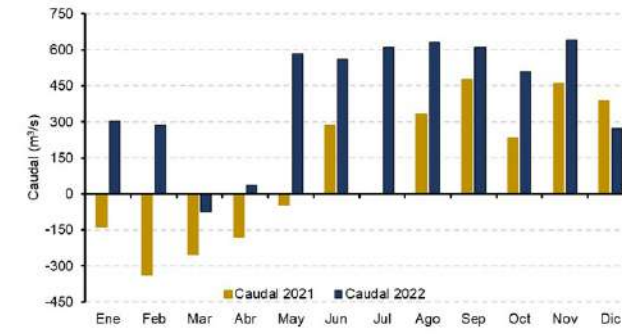
Fuente: Invemar (2022).

Datos observados en las estaciones Boca Clarín, Caño Grande, Río Fundación, Río Aracataca, Río Sevilla y Caño Ají.

El caudal de salida de la CGSM en 2021 (Gráfica 68) mantuvo un promedio de 110.83 m³s⁻¹, con oscilaciones entre 476.98 m³s⁻¹ y -337.80 m³s⁻¹. En contraste, en 2022, este caudal promedio se elevó a 413.19 m³s⁻¹, oscilando entre 640.53 m³s⁻¹ y -75 m³s⁻¹. Esta variación en los flujos de salida coincidió con la ocurrencia del fenómeno de La Niña en ambos años objeto de estudio. Adicionalmente, coincidió con la época húmeda, en la cual hubo un mayor ingreso de agua a la CGSM a través de caños y ríos, y esta fue evacuada por la desembocadura, conocida como 'Boca de La Barra'. Ello fue especialmente notable en 2022, cuando se registraron los valores más altos de caudal, lo que guarda coherencia con los datos reportados sobre el caudal de entrada en la zona de los ríos del área occidental, que llegan al espejo de agua principal (Gráfica 2.65).

No obstante, durante la época seca del año 2021, se evidenciaron valores de caudal de entrada hacia la CGSM a través de Boca de la Barra que fueron negativos. Este fenómeno puede ser atribuido a la intensificación del jet de bajo nivel del Caribe (CLLJ) durante la temporada seca, así como a la influencia de mareas.

► **Gráfica 2.68.**
Promedios mensuales del caudal de salida de la CGSM para el periodo 2021-2022

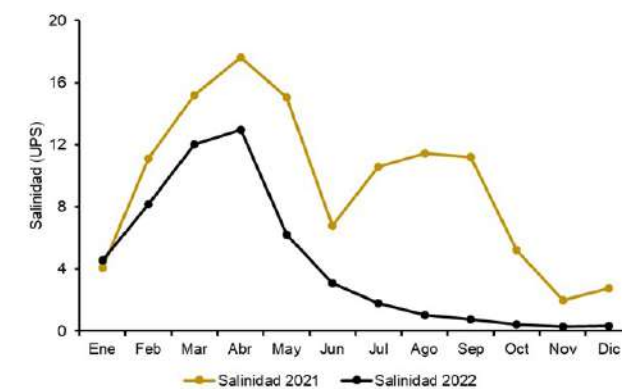


Fuente: Invemar (2022).

Datos observados en Boca de la Barra.

El valor medio de salinidad en la CGSM (Gráfica 2.69) durante el 2021 fue de 9,41±5,19 de unidades prácticas de salinidad (UPS) variando entre 1,98 y 17,62 UPS. Para el año 2022 fue de 4,30±4,58 UPS con rango entre 0,27 y 12,96 UPS. Esta variable presenta una variación estacional marcada por las épocas climáticas dominantes, las cuales intensifican y/o debilitan las descargas de los ríos adyacentes, además de modular los efectos de la evaporación local. Se evidencian mayores valores de salinidad durante el año 2021 con respecto al año 2022, lo que es consistente con la intensificación del fenómeno de La Niña. Esto generó mayores valores de precipitación, caudal y, por ende, salinidades menores al interior del cuerpo de agua de la CGSM.

► **Gráfica 2.69.**
Ciclo anual de la salinidad en la CGSM para el periodo 2021-2022



Fuente: Invemar (2022).

2.2.5.4 Composición y densidad de microalgas potencialmente nocivas presentes en el Caribe colombiano, años 2021 y 2022

Julían Franco	Invemar	julian.franco@invemar.org.co
Edgar Arteaga	Invemar	edgar.arteaga@invemar.org.co
Lizbeth Janet Vivas - Aguas	Invemar	janet.vivas@invemar.org.co
Luisa Fernanda Espinosa	Invemar	luisa.espinosa@invemar.org.co

Este trabajo se realizó en el marco de las actividades institucionales del Invemar y de los proyectos nacionales y regionales de cooperación junto con la Agencia Internacional de la Energía Atómica (IAEA): COL7004 ("Fortalecimiento de las capacidades nacionales para la detección de biotoxinas marinas durante las floraciones algales nocivas nocivas") y RLA7025 ("Fortalecimiento de las capacidades en los medios marinos y costeros mediante técnicas nucleares e isotópicas").

2.2.5.4.1 Consideraciones metodológicas

Se describe el comportamiento de la densidad y la composición fitoplanctónica general, así como de la presencia de géneros con especies potencialmente nocivas registrada durante los años 2021 y 2022, provenientes de un programa de monitoreo realizado en cuatro estaciones del departamento del Magdalena: Boca de la Barra y Ciénaga La Luna (ubicadas en la Ciénaga Grande de Santa Marta, CGSM), en Bahía Chengue (PNN Tayrona) y Boya 2 (Bahía de Santa Marta). De igual manera, se describe el comportamiento de dinoflagelados epifitos potencialmente nocivos sobre hojas de *Thalassia testudinum*, en la Bahía como en la laguna de Chengue. En el monitoreo de fitoplancton como de dinoflagelados bentónicos, en campo como en laboratorio, se siguieron las metodologías descritas por Reguera (2011).

Las microalgas son fundamentales en los ecosistemas marinos, ya que, por su papel de productores primarios, constituyen la base de la red trófica. Sin embargo, algunas veces el incremento de estos organismos, eventos conocidos como 'floraciones algales nocivas' (FAN), causa impactos negativos de diversos tipos, afectando la calidad ambiental, a la flora y fauna marina y al ser humano. En Colombia, se han observado mortandades de organismos, alteraciones en la calidad

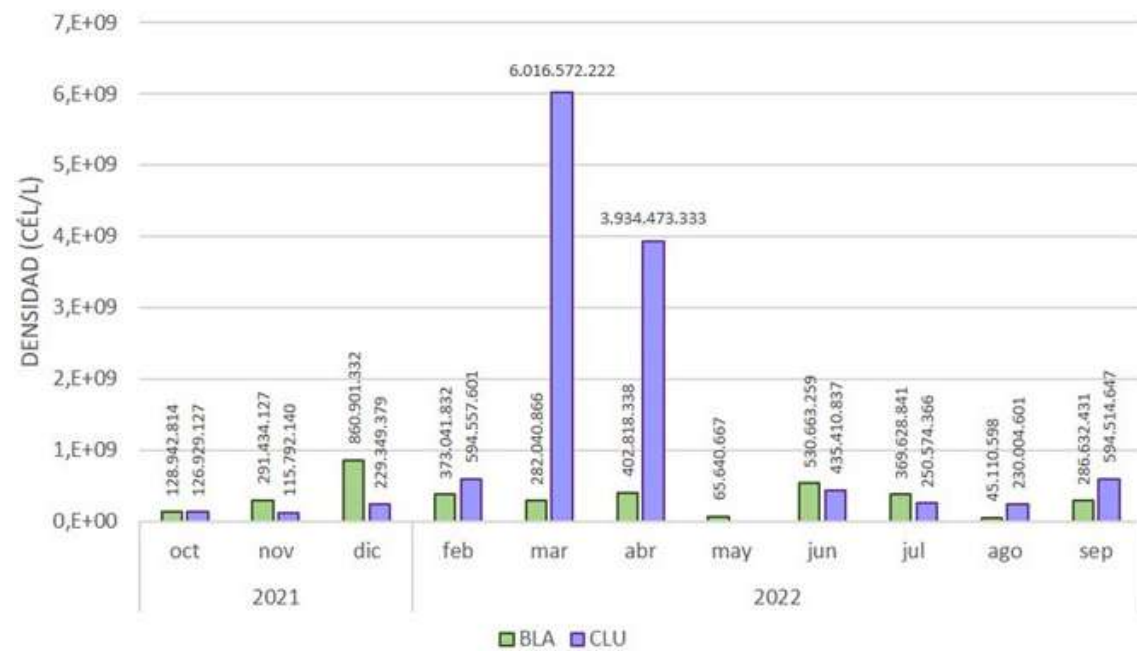
del agua, deterioro del paisaje e intoxicaciones en humanos asociados a las FAN (Mancera y Vidal, 1994; Álvarez R., 1997, Gaitán, 2007; Carreño y Mera, 2008; Invemar, 2014; Invemar, 2015a; Invemar, 2015b; Invemar, 2015c; Borbón, 2015). Se considera que estos eventos se incrementarán ante la degradación de los ecosistemas y el cambio climático (Hallegraeff et al., 2004). Por tal razón, el monitoreo de estos organismos se considera necesario al aportar información que permita su mayor conocimiento y prevenir sus impactos.

2.2.5.4.2 Fitoplancton, Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) - ambiente estuarino

En la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) entre octubre de 2021 y septiembre de 2022, las densidades fitoplanctónicas en La Boca de la Barra (LBA) oscilaron entre 45.110.598 y 860.901.332 cél. L-1,

y en la Ciénaga La Luna (CLU), entre 115.792.140 y 6.016.572.222 cél. L-1 (Gráfica 2.70). Los mayores valores registrados para ambos sitios estuvieron dentro del rango reportado en los monitoreos realizados entre 2016 y 2020 (Invemar, 2020). Las cianobacterias contribuyeron a las mayores densidades en las dos estaciones, alcanzando las concentraciones más altas en marzo para CLU (5.786.925.778 cel. L-1) y en diciembre para LBA (857.742.317 cel. L-1), predominando en abundancia (en más de un 60 %) en ambas estaciones, frente a otros grupos (Gráfica 2.71), siendo comportamiento descrito desde la década de los (Kücklick, 1987) y que es generalizado, según lo observado, a través de los monitoreos (Invemar, 2020). No obstante, elevadas densidades de cianobacterias se han asociado a mortandades peces en la CGSM (Mancera y Vidal, 1994; Invemar, 2014; Invemar, 2015a; Invemar, 2015b; Invemar, 2015c), aunque durante este periodo, no se reportaron mortandades de organismos.

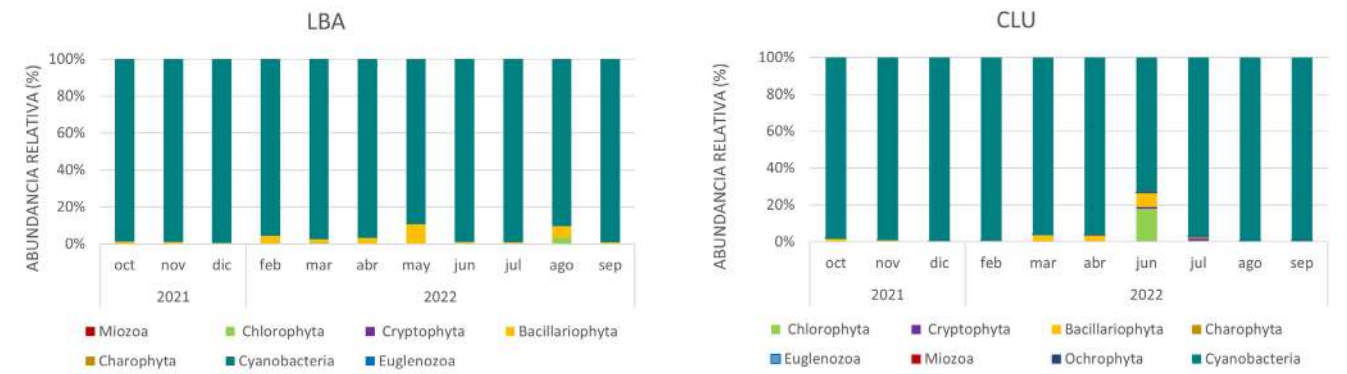
Gráfica 2.70. Densidades celulares (cél. L-1) medidas mensualmente entre octubre de 2021 y septiembre de 2022, en las estaciones de Boca de la Barra-LBA y Ciénaga La Luna- CLU en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM)



Fuente: Invemar (2022).

Nota: No se realizó muestreo en mayo para CLU.

Gráfica 2.71. Abundancias relativas (%), medidas mensualmente en BLA y CLU (CGSM) entre octubre de 2021 y septiembre de 2022



Fuente: Invemar (2022).

En LBA y CLU, se registraron un total de 12 géneros con especies potencialmente nocivas: Nitzschia, Pseudo-nitzschia, Anabaena, Anabaenopsis, Cylindrospermum, Microcystis, Oscillatoria, Raphidiopsis, Lyngbya

(Limnographis), Synechocystis, Chaetoceros y Skeletonema, de las cuales, las nueve primeras son poseen especies potencialmente toxigénicas (Tabla 2.45).

Tabla 2.45. Géneros con especies toxigénicas, toxinas producidas y efectos que generan

Géneros con especies toxigénicas	Toxinas y efectos	Referencias
Nitzschia y Pseudonitzschia	Ácido domoico (neurotóxico).	Álvarez-Falconi, 2009; Lundholm, 2023; Lundholm et al., 2009.
Anabaena	Anatoxinas (neurotóxico), saxitoxinas (neurotóxico), microcistina (hepatotóxico).	Churro, 2023; Lundholm et al., 2009; Cronberg y Annodotter, 2006.
Anabaenopsis	Anatoxinas, microcistina.	Churro, 2023; Lundholm et al., 2009.
Cylindrospermum	Cilindrospermopsina (hepatotóxico), saxitoxinas	Churro, 2023; Lundholm et al., 2009; Cronberg y Annodotter, 2006.
Microcystis	Miicrocistinas.	Churro, 2023; Lundholm et al., 2009; Cronberg y Annodotter, 2006.
Lyngbya	Lyngbyatoxina (dermatotóxico, tractodigestivo).	Churro, 2023; Lundholm et al., 2009; Cronberg y Annodotter, 2006.
Oscillatoria	Dermatotoxinas	Cronberg y Annodotter, 2006.
Raphidiopsis	Anatoxinas, saxitoxinas, ilindrospermopsina.	Churro, 2023; Lundholm et al., 2009; Unesco, 2021; Cronberg y Annodotter, 2006.
Akashiwo	¿Micosporina?	Itawaki, 2023; Lundholm et al., 2009.
Cochlodinium (Margalefidinium)	Varios compuestos tóxicos para peces.	Itawaki, 2023; Lundholm et al., 2009; Lee, 1996.
Gambierdiscus	Ciguatoxina, maitotoxina, gambierol (neurotóxico y efectos sobre el tracto digestivo).	Escalera y Mertens, 2023; Lundholm et al., 2009; Chinain et al., 2010.

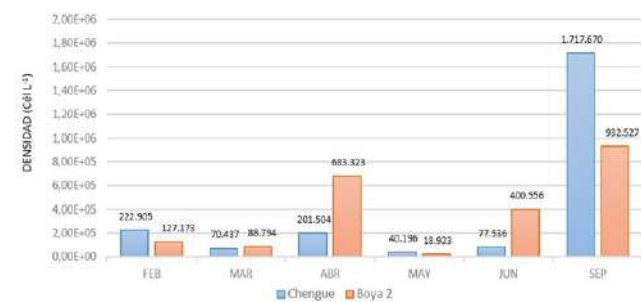
Ostreopsis	Análogos de la palitoxina (ctotóxico, neurotóxico).	Escalera y Mertens, 2023; Lundholm et al., 2009; Accorini y Totti, 2016; Ciminello et al., 2014.
Prorocentrum	Ácido okadaico (toxina diarreaica), dinofisistoxinas.	Hoppenrath, 2023; Caillaud et al., 2010; An et al., 2010; Moreira-Gonzalez et al., 2019; Lundholm et al., 2009.

Fuente: Invemar (2022).

2.2.5.4.3 Fitoplancton, chengue (Parque Nacional Natural Tayrona - PNNT) y bahía de Santa Marta (Boya 2) – ambiente costero

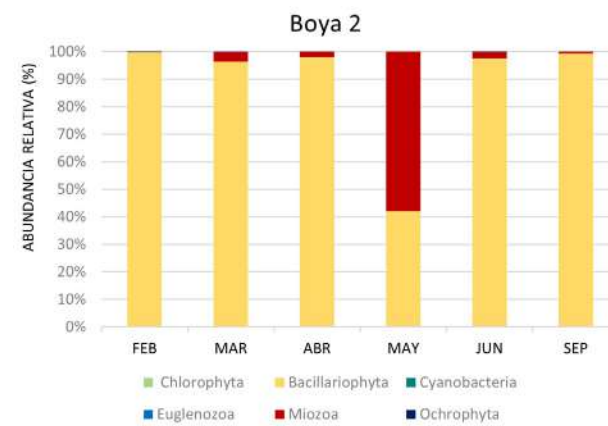
Entre febrero y septiembre de 2022, la densidad fitoplanctónica en Bahía Chengue osciló entre 40.196 y 1.717.670 cél. L-1, mientras que en Boya 2 fluctuó entre 18.923 y 932.527 cél. L-1, identificándose las mayores concentraciones (mayores a 900.000 cél. L-1) en septiembre (Gráfica 2.72), coincidente con época de lluvias. Las diatomeas (seguida por los dinoflagelados) fueron el grupo que aportó mayormente en abundancia (Gráfica 2.73). Estos resultados coincidieron con lo observado históricamente, en donde se han registrado las densidades más altas durante el periodo lluvioso del Caribe colombiano, atribuido a la influencia de los aportes continentales de nutrientes que pueden favorecer tales proliferaciones.

► **Gráfica 2.72.** Densidad y abundancia relativa del fitoplancton registrado en la bahía Chengue (BCH) y bahía de Santa Marta (Boya 2), entre febrero y septiembre de 2022

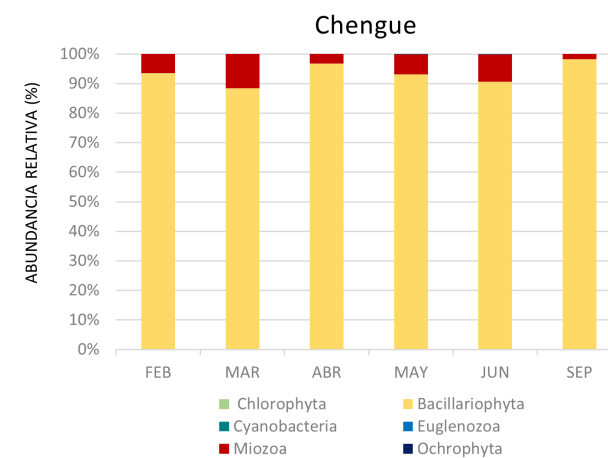


Fuente: Invemar (2022).

► **Gráfica 2.73.** Abundancia relativa (%) del fitoplancton en Bahía Chengue y Boya 2, entre febrero y septiembre de 2022



Fuente: Invemar (2022).



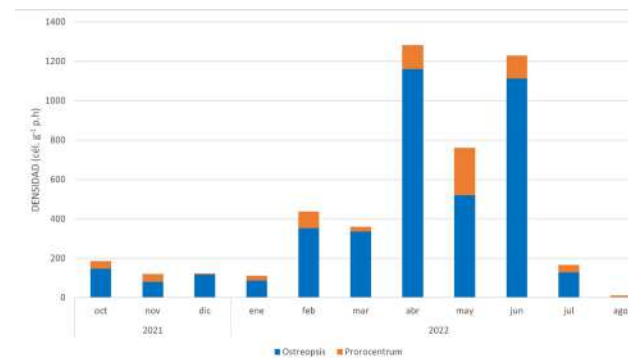
Fuente: Invemar (2022).

En Bahía Chengue se evidenciaron diez géneros con especies potencialmente nocivas (Akashiwo, Chaetoceros, Cochlodinium (Margalefidinium), Gyrodinium, Leptocylindrus, Nitzschia, Ostreopsis, Prorocentrum, Pseudo-nitzschia y Skeletonema) de los cuales Akashiwo, Cochlodinium, Gyrodinium, Nitzschia, Ostreopsis, Prorocentrum y Pseudo-nitzschia contienen especies con capacidad toxigénica (Tabla 2.45). En la Boya 2, los géneros potencialmente nocivos observados fueron Chaetoceros, Cochlodinium, Gyrodinium, Nitzschia, Oscillatoria, Prorocentrum, Pseudo-nitzschia, Scrippsiella y Skeletonema, de los cuales Cochlodinium, Gyrodinium, Nitzschia, Oscillatoria, Prorocentrum y Pseudo-nitzschia presentan especies productoras de biotoxinas (Tabla 2.45).

2.2.5.4.4 Dinoflagelados bentónicos, Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona – PNNT)

En Bahía Chengue, las abundancias oscilaron entre 10 y 1.283 células g-1 de peso húmedo de Thalassia testudinum (cél. G-1 p.h), con los mayores valores en abril, junio y mayo de 2022 (con 1.289, 1.230 y 761 cél. G-1 p. h, respectivamente (Gráfica 2.74). Se detectaron dinoflagelados de los géneros Ostreopsis y Prorocentrum, en los que el primero predominó en abundancia en casi todos los meses, excepto en agosto de 2022, mes en donde también se observaron las menores densidades de dinoflagelados bentónicos (Gráfica 2.74). No se detectó Gambierdiscus.

► **Gráfica 2.74.** Abundancia general por estación y relativa por género de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022 en Bahía Chengue

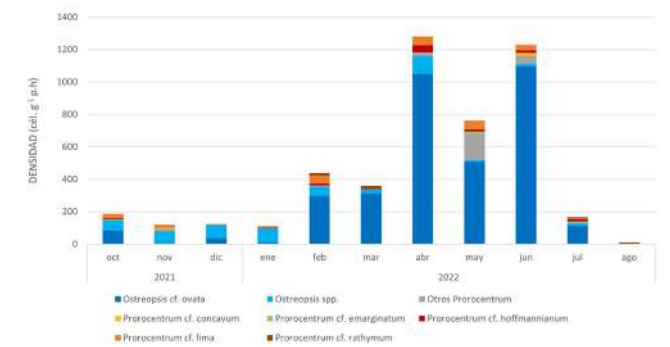


Fuente: Invemar (2022).

Se registraron 12 morfotipos, destacándose Ostreopsis cf. ovata y Ostreopsis spp., por su abundancia y permanencia casi constante en los meses observados,

dominado el primero en abundancia entre febrero y julio de 2022, y el segundo entre octubre de 2021 y enero de 2022. El resto de morfotipos, constituidos por representantes del género Prorocentrum, aunque no llegaron a predominar en abundancia, tuvieron especies que se destacaron por su alta permanencia en el área, como lo fueron Prorocentrum cf. lima, que se observó en el 82 % de los meses, Prorocentrum hoffmannianun en el 64 % y Prorocentrum rathymum junto con Prorocentrum emarginatum con el 27 % (Gráfica 2.75).

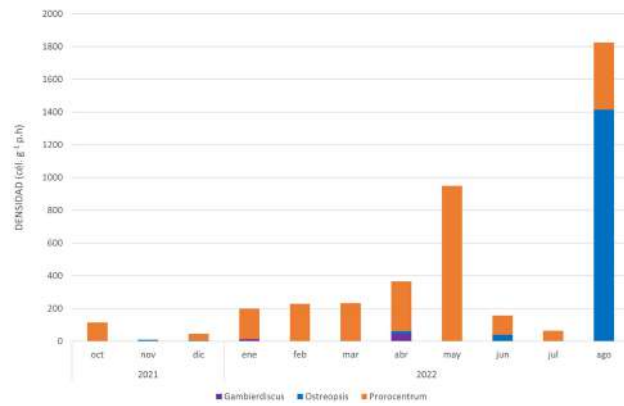
► **Gráfica 2.75.** Abundancia general por estación y relativa por morfotipo de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022, en Bahía Chengue



Fuente: Invemar (2022).

En Laguna Chengue, los valores de abundancia oscilaron entre 10 y 1.825 cél. G-1 p. h., registrándose en orden de mayor a menor abundancia agosto, mayo y abril (con 1.825, 950 y 366 células g-1 de peso húmedo, respectivamente). Entre los géneros registrados, Prorocentrum predominó en la mayoría de las estaciones (excepto en noviembre de 2021 y agosto 2022, donde se destacó Ostreopsis). Gambierdiscus se detectó en enero y abril 2022 (Gráfica 2.76).

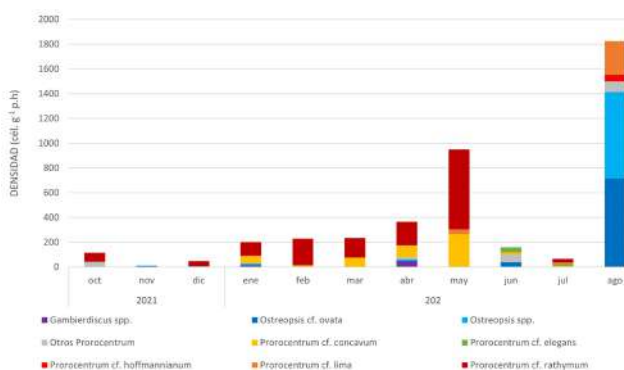
► **Gráfica 2.76.**
Abundancia general por estación y relativa por género de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022, en Laguna Chengue



Fuente: Invermar (2022).

Se identificaron un total de 15 morfotipos, entre los que se destacaron Prorocentrum cf. rathymum por predominar en frecuencia y abundancia en la mayoría de las observaciones, así como Ostreopsis cf. ovata y Ostreopsis spp., las cuales predominaron de manera casi equitativa en agosto de 2022. Mientras que Prorocentrum cf. concavum, Prorocentrum rathymum y Prorocentrum cf. lima lo hicieron por su alta permanencia (en el 73 %, 64 % y 36 % de los meses). Gambierdiscus spp. Se detectó en enero y abril de 2022 (Gráfica 2.77).

► **Gráfica 2.77.**
Abundancia general por estación y relativa por morfotipo de dinoflagelados bentónicos, entre octubre de 2021 y agosto de 2022, en Laguna Chengue



Fuente: Invermar (2022).

Teniendo en cuenta la persistencia de estos organismos en el ambiente, junto con su capacidad de producir toxinas, se pone de manifiesto el riesgo permanente de que ocurran los eventos de toxicidad ya mencionados. Por tal razón, es necesario continuar con estos monitoreos y buscar ampliarlos hacia otras regiones del país, donde se han reportado eventos sospechosos de ciguatera.

2.2.5.5 Incendios forestales

El área hidrográfica del Caribe, comparada con las demás regiones, presentó un registro de incendios forestales inferior, en gran medida, teniendo en cuenta que los departamentos como La Guajira, ubicada al norte del país, tiene características de desierto, por lo que la cobertura vegetal es menor. Asimismo, los departamentos con cubiertas boscosas tienen altas precipitaciones y humedad. No obstante, no se deben desconocer las malas prácticas de quema, por ejemplo, en el sector ganadero.

Para el área hidrográfica Caribe, en 2022, se revisaron los reportes realizados por la UNGRD en temas de incendios forestales presentados en los departamentos de La Guajira, Norte de Santander y Córdoba. De este último no hay registros o reportes (puede ser porque no se presentaron o no fueron reportados).

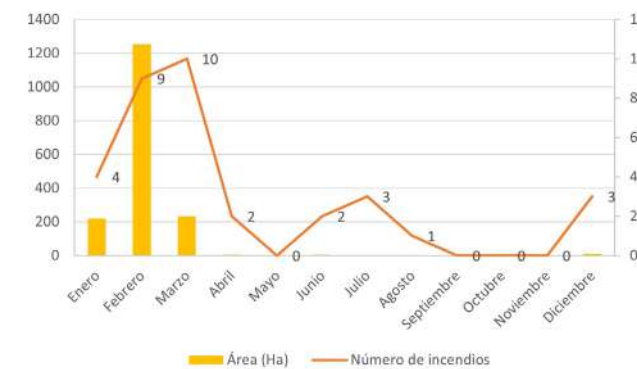
Los reportes de incendios forestales realizados para estos departamentos muestran la afectación de 1.733 ha, las cuales equivalen a que hubieran quemado aproximadamente 2.708 canchas de fútbol.

En esta área hidrográfica, se reportaron 34 incendios de los cuales 23, es decir, el 67,6 %, se presentaron entre los meses de enero, febrero y marzo, y afectaron un área de 1.706 ha. Esto significa que, en ese periodo, se quemó el 98,4 % del área total afectada en Caribe continental colombiano.

La Gráfica 2.78 muestra la relación entre el porcentaje del área afectada y la cantidad de los incendios ocurridos, permitiendo inferir que las condiciones climáticas de sequía del primer trimestre tuvieron efectos directos en el número de incendios y la cantidad de áreas afectadas. El número restante de incendios se observaron en los meses de abril, junio, agosto y diciembre, pero afectando pequeñas áreas, no siendo comparables con las del primer trimestre del año. El incendio que afectó la mayor área se presentó el 4 de febrero,

en las veredas Tigrrera y Puente Bomba, del municipio de Riohacha (La Guajira), hecho que afectó 800 ha (alrededor de 1250 canchas de fútbol) y representó el 46 % del área total afectada en el área hidrográfica en todo 2022.

► **Gráfica 2.78.**
Relación de incendios y área afectada en el área hidrográfica Caribe 2022

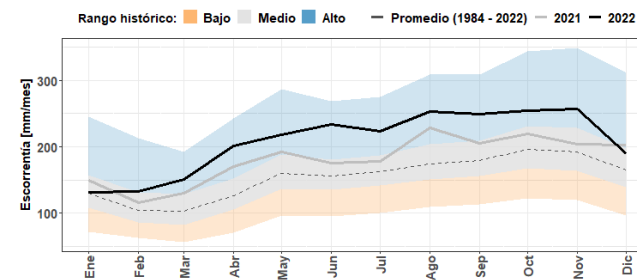


Fuente: Invermar (2022).

2.2.5.6 Comportamiento del recurso hídrico

Para el área hidrográfica Caribe, las condiciones de escorrentía presentaron valores por encima de los 100 mm/mes, por encima del promedio generado entre 1984 y 2022. Sucede lo mismo al compararlos con los mismos periodos en el año 2021, con excepción de los meses de enero y diciembre, como se puede apreciar en la Gráfica 2.79.

► **Gráfica 2.79.**
Escorrentía superficial Caribe comparación años 2021 y 2022



Fuente: Invermar (2022).



Isla de San Andrés - Fuente: Johan Luna (2024).

2.2.5.6.1 Riesgos de inundación

Al igual que el Pacífico, la del Caribe es una de las áreas hidrográficas con la menor cantidad de área identificada como zonas potencialmente inundables (ZPI) y áreas de ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos, como se muestra en la Tabla 2.46.

⁴⁵ Una cancha de fútbol equivale a 0,64 ha.

Tabla 2.46.
Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Caribe

Zona hidrográfica	Cuerpos de agua (ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos) (km2)	Zonas potencialmente inundables (ZPI) (km2)
Atrato – Darién	1018	8754
Caribe – Guajira	172	572
Caribe – Litoral	159	2637
Catatumbo	137	460
Islas Caribe	0	2
Sinú	459	1621
Total	1946	14047

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

Del total de las zonas potencialmente inundables, que corresponde a 190.436 km², el 7,4 % se encuentra en el área hidrográfica Caribe. A su vez, de estas, en las del Caribe y, específicamente, las de Atrato Darién tienen extensiones correspondientes al 3,6 % de la superficie inundable con respecto a la ZPI nacional (Ideam, 2022).

En cuanto a las ZPI usadas y transformadas por actividades humanas, el ENA 2022 estableció que, en el área hidrográfica Caribe, hay 5.481 km² de las áreas

de las ZPI invadidas, lo cual corresponde al 13 % de dichas áreas (Ideam, 2022).

El área hidrográfica Caribe, junto con la Andina y Pacífica, fueron de las más afectadas en los pasados fenómenos de La Niña, en los periodos 1988, 2000, 2010-2011 y 2011-2012 (Ideam, 2022). En la Tabla 2.47, se relacionan el área de las ZPI del área hidrográfica Caribe y la cantidad de esas áreas que han sido intervenidas.

Tabla 2.47.
Área de zonas potencialmente inundables (ZPI) transformadas en Caribe

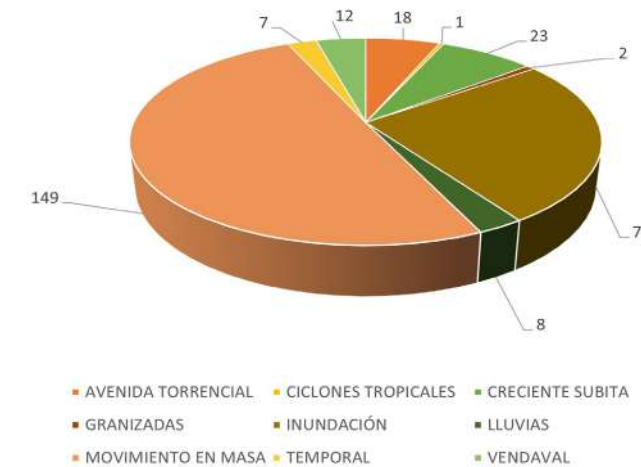
Zona hidrográfica	ZPI	Área Transformada (km ²)	Área Natural (km ²)	Cambio en área entre 2010-2012 y 2018 (km ²)	Zona hidrográfica Natural
Atrato – Darién	8754	1825	6282	23	-628
Caribe – Guajira	572	111	217	3	-249
Caribe – Litoral	2637	2062	488	-90	3
Catatumbo	460	317	130	39	-53
Islas Caribe	1,65	0	1	0	0
Sinú	1621	1166	223	-65	-168
Total	14047	5481	7340	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

De acuerdo con la información publicada por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNGRD), en relación con los eventos naturales asociados a las altas precipitaciones, en 2022 y sin incluir la información de Bolívar, Magdalena, Sucre, Chocó y Antioquía, que fue analizada para el área hidrográfica Magdalena-Cauca, el área hidrográfica Caribe tuvo 296 eventos, tales como avenidas torrenciales, ciclones tropicales, crecientes súbitas, granizadas, inundaciones, lluvias, movimientos en masa, temporales y vendavales.

A continuación, en la Gráfica 2.80, se presenta la relación de la cantidad y tipo de eventos ocurridos en el área hidrográfica (UNGRD, 2022).

Gráfica 2.80.
Eventos naturales asociados a precipitaciones área hidrográfica Caribe



Fuente: elaboración propia a partir de UNGRD (2022; 2023).

La Gráfica 2.80 muestra que, según datos de la UNGRD (2022; 2023), en el área hidrográfica Caribe la mayor cantidad de emergencias presentadas asociadas a eventos climáticos fueron por: movimientos de tierra (149), inundaciones (76), crecientes súbitas (23), avenidas torrenciales (18), y reportes de emergencias por vendavales (12), por mencionar las de mayor cantidad de reportes realizados (UNGRD, 2022).

2.2.5.6.2 Riesgos de desabastecimiento

Considerando que el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 identificó a 254 municipios susceptibles al desabastecimiento de agua por temporada de alta pluviosidad, y teniendo en cuenta que los anteriores periodos cuando se presentó el fenómeno de La Niña, una de las áreas más afectadas fue la Caribe, el estudio mostró

que, en esta área hidrográfica, se ubica el 16 % de estos municipios, como se vio en la Gráfica 2.2.

De la información de la UNGRD, se pudo identificar que el departamento de Norte de Santander está entre los primeros cinco departamentos con eventos de este tipo y que han presentado afectación en sus sistemas de abastecimiento, por la presencia de material de arrastre, represamiento y obstrucción de infraestructura, además de coincidir con las categorías de ‘Severa’ y ‘Muy severa’ en la categorización de la erosión hídrica potencial (Ideam, 2022).

2.2.5.6.3 Análisis integrado del agua área hidrográfica Caribe

El análisis integrado del agua busca correlacionar los índices que describen las afectaciones al recurso, incluyendo aquellos generados por intervención antrópica, es decir, la generada por los humanos, por lo que se revisan las presiones por uso, contaminación y condicionantes de riesgo por desabastecimiento (Ideam, 2022).

Para esta área hidrográfica, son relevantes los siguientes índices: el índice de uso de agua (IUA), el cual relaciona la demanda hídrica multisectorial con la oferta hídrica superficial (Ideam, 2022). De su análisis, se concluyó que, en condiciones hidrográficas promedio, se identifican 53 subzonas hidrográficas con altas presiones, en relación de la demanda y la oferta. Y, de estas 53 SZH, el 21 % (11 SZH) se encuentran en el área hidrográfica Caribe.

El índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE), es decir, la competencia entre el sector agropecuario y forestal (huella verde) y la disponibilidad de agua verde en el periodo de análisis, se tiene que el IPHE, en el área hidrográfica Caribe, se encuentra entre las de mayor número de SZH con valores en categoría ‘Bajos’ y ‘Muy bajos’, para 27 de las 140 SZH.

Frente al índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), que hace referencia a la presión generada por carga contaminante, en condiciones de sequía, se identificaron 55 SZH (20 %) ubicadas en esta área hidrográfica. De igual manera, se observó que 27 SZH, en condiciones de año medio, tienen categoría de presión muy alta, el 30 % de ellas están en el área hidrográfica Caribe.

Frente al desabastecimiento hídrico, se revisa el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) por desabastecimiento, que relaciona el IUA y el índice de retención

y regulación hídrica (IRH), es decir, que se asegure el abastecimiento de acuerdo con la demanda. Para periodos de años secos, las mayores afectaciones se presentaron en el área hidrográfica Caribe.

En resumen, los índices explicados anteriormente se presentan con más detalle en la Tabla 2.48 con los valores obtenidos para el número de subzonas hidrográficas clasificadas del área hidrográfica del Caribe:

Tabla 2.48. Clasificación de los índices para realizar el análisis integrado del área hidrográfica Caribe

Número de subzonas clasificadas según los índices del AH Caribe

Clasificación	IUA		IPHE	IACAL		IVH	
	Año medio	Año seco	Año seco	Año medio	Año seco	Año medio	Año seco
Crítica	1	10		*	*	*	*
Muy Alta	2	5		8	12	2	10
Alta	8	3	8	6	7	10	8
Moderada / media	6	4	11	4	5	7	4
Baja	12	12	10	5	8	12	13
Muy Baja	17	12	14	22	13	12	8
Sin información			3	1	1	3	3
Total	46	46	46	46	46	46	46

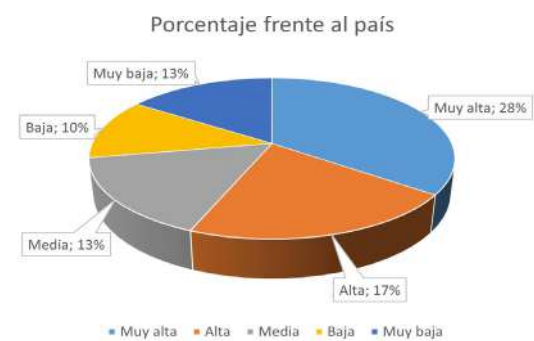
+ Clasificación que no aplica para el índice medido.

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

El análisis integrado del agua, que resulta de la aplicación de un algoritmo que se describe en la Ecuación 2.4 (sobre el análisis integrado del agua), involucra variables que evalúan la oferta hídrica natural, la dinámica de sequías, la dinámica de sedimentos, la presión por uso, la presión por contaminación y los elementos de riesgo asociados al desabastecimiento hídrico (Ideam, 2022). Así pues, indica que el área hidrográfica Caribe, según el análisis integrado, tiene nueve subzonas hídricas con categoría 'Muy alta', 12 en categoría 'Alta', nueve en categoría 'Media', siete en 'Baja' y 9 en 'Muy baja', de las 46 subzonas que la componen.

En la Gráfica 2.81, se muestra, frente al resto del país, los porcentajes de las categorizaciones del análisis integrado para esta área hidrográfica:

Gráfica 2.81. Área hidrográfica Caribe – análisis integrado en comparación con el resto del país



Fuente: elaboración propia a partir de UNGRD (2022; 2023).

En la Gráfica 2.81, se puede apreciar que, en un análisis integrado, el área hidrográfica Caribe, después de Magdalena-Cauca, tiene la mayor cantidad de SZH con categoría 'Muy Alta' y 'Alta'.

2018). Como se vio al inicio del análisis, las comunidades ubicadas en los departamentos incluidos en esta área hidrográfica realizan actividades económicas que difieren entre ellas, especialmente en La Guajira, un departamento que concentra sus actividades en la minería. No obstante, las actividades asociadas a la hotelería, el comercio y la reparación aparecen en los primeros lugares. Mientras que, en Córdoba y Norte de Santander, aparecen las actividades agrícolas entre las tres primeras labores desarrolladas, como se puede apreciar en la Tabla 42.9.

2.2.5.7 Generalidades poblacionales

Dentro del área hidrográfica Caribe, según el censo del DANE 2018, el 78,5 % de la población no pertenece a ningún grupo étnico; el 16,1 % se identifica como 'Indígena' y el 4,5 % se considera población 'Afro' (DANE,

Tabla 2.49. Actividades económicas y habitantes Caribe

Departamento	Total, de población (habitantes)	Sectores de actividades económicas												
Córdoba	1.552.073	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)														
Norte de Santander	1.337.743	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)														
La Guajira	818.380	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)														

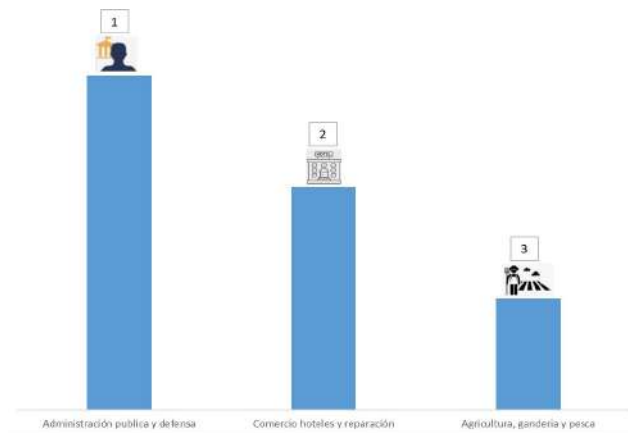
Convenciones:							
	Minas y canteras	Derechos e impuestos	Construcción	Información y telecomunicaciones	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Comercio, hoteles y reparación
	Agricultura, ganadería y pesca	Administración pública y defensa	Actividades inmobiliarias	Actividades financieras y seguros	Actividades científicas y técnicas	Actividades de entretenimiento	

Total Población: 3.708.196 personas

Fuente: elaboración a partir de datos del DANE (2018) y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

La información incluida en la Tabla 2.49 resume las actividades económicas que se realizan en los departamentos de La Guajira, Córdoba y Norte de Santander. Por su parte, la Gráfica 2.82 comparte un ranking de las actividades que más se realizan en el área hidrográfica. No obstante, para esta en particular no se pudieron definir las actividades menos realizadas, pues no se pudo establecer una tendencia clara.

► **Gráfica 2.82.**
Ranking de actividades Caribe



Fuente: elaboración propia a partir de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

2.2.5.8 Sector manufacturero

En cumplimiento del artículo 3 de la Resolución 1023 de 28 de mayo de 2010 frente a la obligatoriedad de registrar información en el Registro Único Ambiental (RUA) Manufacturero, como se explicó en la sección anteriores de las áreas hidrográficas, se tiene información relativa al consumo de agua, consumo de energía, uso y consumo de materias primas, uso y consumo de combustibles, productos, generación de vertimientos, residuos sólidos y emisiones atmosféricas, entre otros datos. A continuación, se comparten algunos datos relevantes registrados:

- **Demanda de agua:** 9,73 Mm³, representado en 2,46 % del total nacional (tercer lugar en demanda de agua).

- **Aguas residuales vertidas:** 13,40 Mm³, siendo el 6,99 % del total nacional.

- **Generación de residuos sólidos no peligrosos:** 126.871,02 t, que equivalen el 3,01 % (segundo lugar en generación de residuos sólidos no peligrosos).

- **Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos:** 21.057.293,02 t (segundo lugar en aprovechamiento).

- **Tratamiento de residuos sólidos no peligrosos:** con 16.845.834,42 t (cuarto lugar en tratamiento de residuos sólidos no aprovechables).

- **Disposición final de residuos sólidos no peligrosos:** 231.630.223,26 t (segundo lugar en disposición final de residuos sólidos no peligrosos a nivel de todo el país).

- **Consumo de energía eléctrica:** 1.390,55 GWh, representado en 9,71 % del total nacional (segundo lugar de consumo).

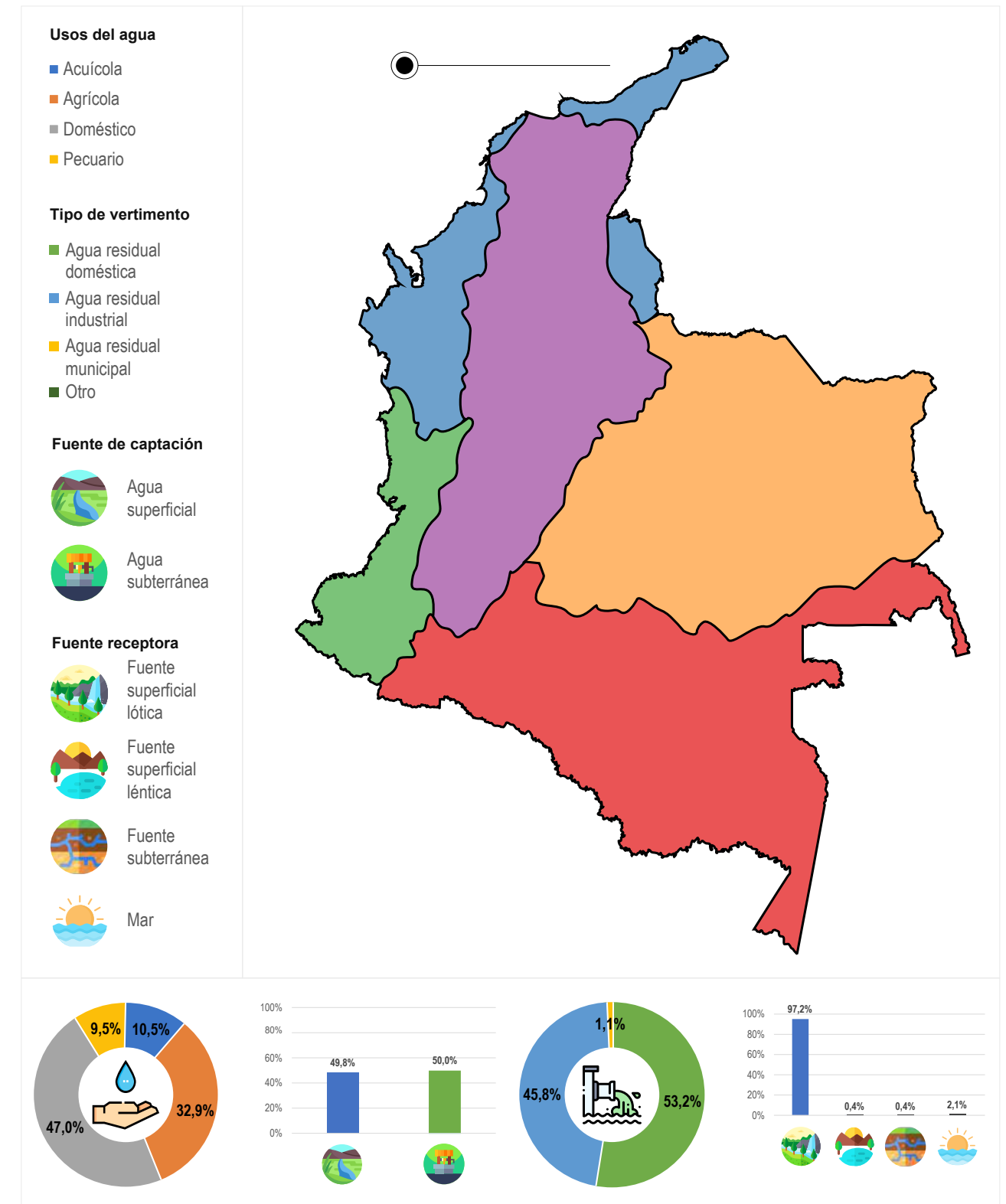
Para más información, el Ideam genera el Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia, donde se amplía la información respecto a los años analizados y se puede consultar en el portal web de la institución (Ideam, 2022).

La información presentada permite identificar una porción de las presiones que genera las actividades humanas en los recursos naturales, ya que, como se indicó, solo registra las actividades manufactureras y la presión que dicho sector ejerce sobre los recursos naturales.

2.2.5.9 Calidad del agua

En la Figura 2.93, se presenta la relación de consumo de agua en los sectores acuícola, agrícola, doméstico y pecuario, así como la generación de vertimientos de tipo doméstico, industrial y municipal. Esto, teniendo en cuenta la relación entre los aspectos ambientales generados por condiciones y fenómenos naturales ocurridos en el área hidrográfica, y las actividades antrópicas que producen impactos ambientales en los cuerpos de agua, tanto en su calidad como su cantidad.

► **Figura 2.93.**
Análisis de usos del agua y vertimientos reportados en el SIRH área hidrográfica Caribe 2022



Fuente: Ideam (2022).

La Figura 2.93 muestra que el consumo de agua se realiza utilizando como fuente los cuerpos de agua superficiales en un 49,8 %, pero también las aguas subterráneas en un 50 %. Las concesiones de agua son usadas, en su mayoría (47 %), para uso doméstico, seguido del uso agrícola (32,9 %), acuícola (10,5 %) y pecuario (9,5 %).

Con relación a la generación de vertimientos, en el área hidrográfica Caribe, estos tienen como destino las fuentes de aguas superficiales líticas como ríos, en un 97,2 %, y solo un 0,4 % en cuerpos de agua superficiales lénticos como lagos o manglares. Por su parte, un 0,4 % va a fuentes de aguas subterráneas y un 2,1 %, hacia el mar. De estos vertimientos, el 58,8 % de las aguas residuales son de tipo doméstico, mientras que el 13,7 % son aguas residuales industriales.

2.2.5.9.1 Evaluación de la calidad del agua

Carolina Vega Viviecas	Contratista Ideam	cvega@ideam.gov.co
Claudia Nicol Tetay Botia	Contratista Ideam	cbotia@ideam.gov.co
Jenny Paola Marín Salazar	Contratista Ideam	jpmarin@ideam.gov.co
Luisa Fernanda Cruz Cárdenas	Ideam	lcruz@ideam.gov.co
María Costanza Rosero Mesa	Ideam	mrosero@idema.gov.co
Fabio Andrés Bernal Quiroga	Ideam	fbernal@idema.gov.co

Grupo de Modelación y Pronóstico Hidrológico
Grupo de Evaluación Hidrológica –
Subdirección de Hidrología del Ideam

En el Área Hidrográfica Caribe, se monitorearon ocho puntos, en 2021, y nueve puntos, en 2022, todos de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua, ubicados sobre las corrientes de los ríos Atrato, Pamplonita, Ranchería y Sinú y, adicionalmente, Zulia, en 2022. De acuerdo con los resultados del ICA, durante 2021, en el punto Aguas Claras sobre la corriente Pamplonita (municipio de Cúcuta) presentó la categoría 'Malo', la cual se mantuvo en 2022.

Adicionalmente, en 2022, sobre la corriente Ranchería, en los puntos Cuestecitas (municipio de Albania)

y Puente Carretera (municipio de Riohacha), en el departamento de La Guajira, las condiciones de calidad del agua estuvieron categoría 'Malo', por el aporte en sólidos suspendidos totales (SST) y conductividad eléctrica (CE).

Como parte de las actividades realizadas por parte del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico IIAP, se encuentra el monitoreo de los cuerpos de aguas del territorio, con el fin de hacer seguimiento y determinar la calidad del agua. A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la bahía del municipio de Turbo y que hace seguimiento a los vertimientos realizados al caño Waffe y cuyo resultado se puede analizar en mayor detalle en el Anexo 11 - Monitoreo de la calidad fisicoquímica y ecológica de las aguas costeras en la bahía de Turbo como instrumento de análisis de los aportes contaminantes urbanos del caño Waffe.

2.2.5.9.2 Monitoreo de la calidad fisicoquímica y ecológica de las aguas costeras en la bahía de Turbo como instrumento de análisis de los aportes contaminantes urbanos del caño Waffe

Lady Vargas Porras	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP	lvargas@iiap.org.co
--------------------	--	---------------------

Grupo de Investigación Conocimiento, Manejo y Conservación de los Ecosistemas del Chocó Biogeográfico.
Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)
Línea de investigación: Calidad ambiental

Mónica María Zambrano Ortiz	Universidad de Antioquia, Sede Ciencias del Mar	monica.zambrano@udea.edu.co
Nelsy Patricia Villaba Negrete	Universidad de Antioquia, Sede Ciencias del Mar	nelsy.villalba@udea.edu.co
Jhon Wilmer David Santero	Universidad de Antioquia, Sede Ciencias del Mar	wilmer.david@udea.edu.co

Grupo de Investigación: Sistemas Marinos y Costeros (GISMAC)
Universidad de Antioquia, Sede Ciencias del Mar

Con el objeto de monitorear las características fisicoquímicas y ecológicas en la zona costera de Turbo influenciada por el caño Waffe, se recolectaron muestras de agua, sedimento, fitoplancton y macroinvertebrados para un análisis integral. Los resultados mostraron que el Waffe se comporta como un sumidero de materia orgánica, donde la influencia de las aguas residuales no tratadas cambia sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, evidenciado en concentraciones de coliformes fecales (33x10³ y 1,6x10⁸ NMP/100 ml) y amonio (2.2 - 2,48 mg/l de NH₄) que excedieron los criterios de calidad admisibles para aguas marinas y estuarinas. Se observó, pues, un sistema eutrófico que registró, además, periodos de anoxia e hiperoxia con niveles de oxígeno disuelto (OD), entre 0 y 14 mg/l, provocando condiciones extremas que impactan los recursos hidrobiológicos y limitan la vida soportada en este ambiente. La concentración de manganeso en los sedimentos alcanzó niveles de 0,05 - 0,35 mg/g > 0,260 mg/g, que puede presentar un riesgo de toxicidad para los organismos.

Dicha condición puede estar asociada a procesos de resuspensión generados por actividades de dragado en el caño, lo que contribuye con la disminución en la abundancia de fauna bentónica. A nivel fitoplanctónico dominaron las Euglenophytas y Dinophytas, asociadas a contaminación orgánica, así como la eutrofización y mareas rojas.

Se registró también una baja presencia de macroinvertebrados, que se redujo a cinco individuos de la familia Capitellidae, predominante en ambientes degradados por exceso de materia orgánica, corroborando las deficiencias registradas en la salud del ecosistema, como resultado de las presiones antrópicas en el sector.

Como se mencionó en el inicio de este capítulo, a continuación, se presentan los análisis realizados por parte de Invemar, al fenómeno de la erosión costera en el Pacífico:

2.2.5.10 Erosión costera en el Caribe, el Pacífico y los territorios insulares de Colombia

Constanza Ricaurte Villota	Invemar	constanza.ricaurte@invemar.org.co
----------------------------	---------	-----------------------------------

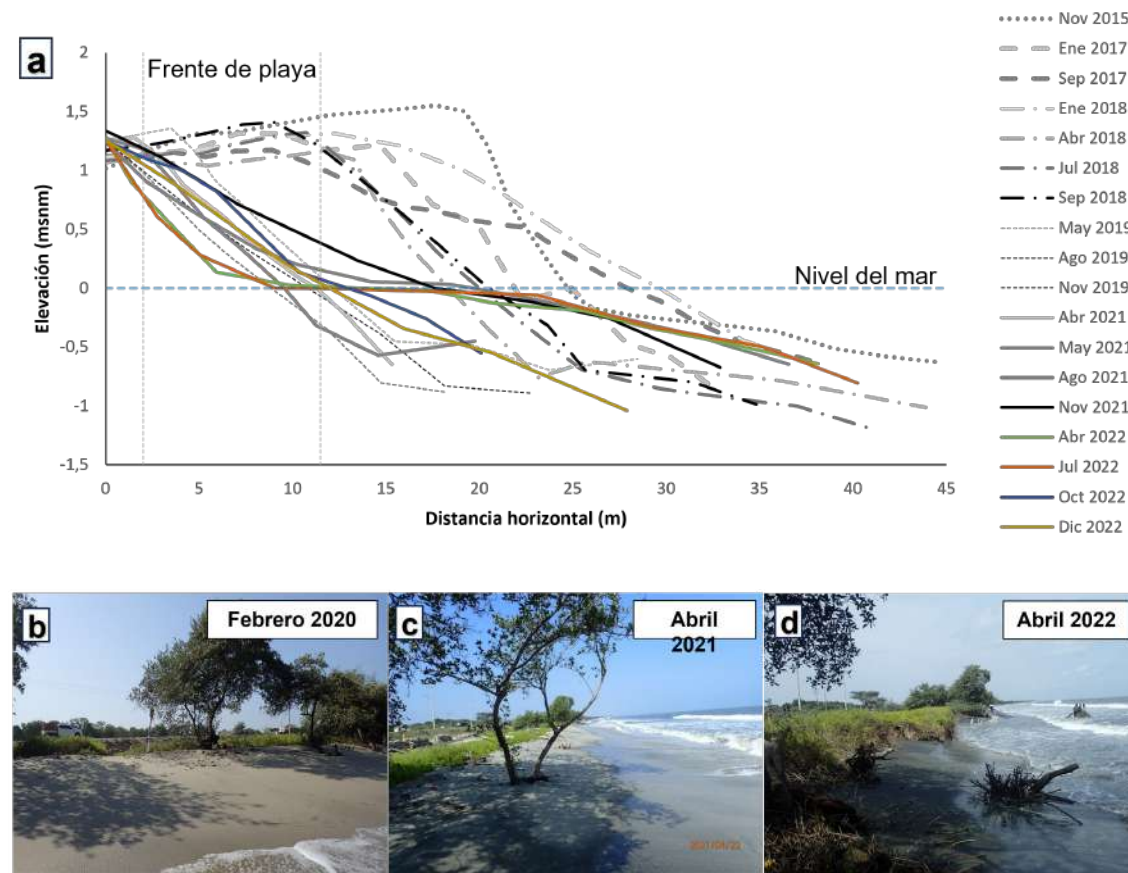
David Fernando Morales Giraldo	Invemar	david.morales@invemar.org.co
Johan Camilo Casadiego Estévez	Invemar	johan.casadiego@invemar.org.co
Andrés Felipe Rosado Tapia	Invemar	andres.rosado@invemar.org.co
Juan Fernando Cortina Munera	Invemar	juan.cortina@invemar.org.co
Paula Alejandra Macías Hemer	Invemar	paula.macias@invemar.org.co
Marco Elías González Arteaga	Invemar	marco.gonzalez@invemar.org.co
Magnolia Murcia Riaño	Invemar	magnolia.murcia@invemar.org.co
Wilberto Pacheco Paternina	Invemar	wilberto.pacheco@invemar.org.co

2.2.5.10.1 Departamento del Magdalena, (2023)

2.2.5.10.1.1 Boca de la Barra

La estación de monitoreo está ubicada en el sector conocido como Isla del Rosario, en el borde occidental de la desembocadura de la Ciénaga Grande de Santa Marta. El comportamiento histórico del perfil topográfico ha mostrado dos fases importantes durante los periodos 2015-2018 y 2019-2022 (Figura 2.94). Durante el periodo 2015-2018, se observaron perfiles con el desarrollo de bermas marcadas, con elevaciones de hasta ~1,5 m. En la zona de playa sumergida, se destacó el surgimiento de barras longitudinales. A partir del periodo 2019, el perfil experimentó una drástica variación, caracterizada principalmente por una pérdida de elevación de ~0,5 m y un aumento en la pendiente desde el frente de playa.

► **Figura 2.94.**
Perfiles topográficos históricos en la localidad de Boca de la Barra (a) y registro fotográfico multitemporal (b, c y d)



Fuente: Invemar y Corpamag (2022).

Nota: las líneas discontinuas grises corresponden a la división morfológica de la playa y la línea discontinua azul corresponde al nivel del mar.

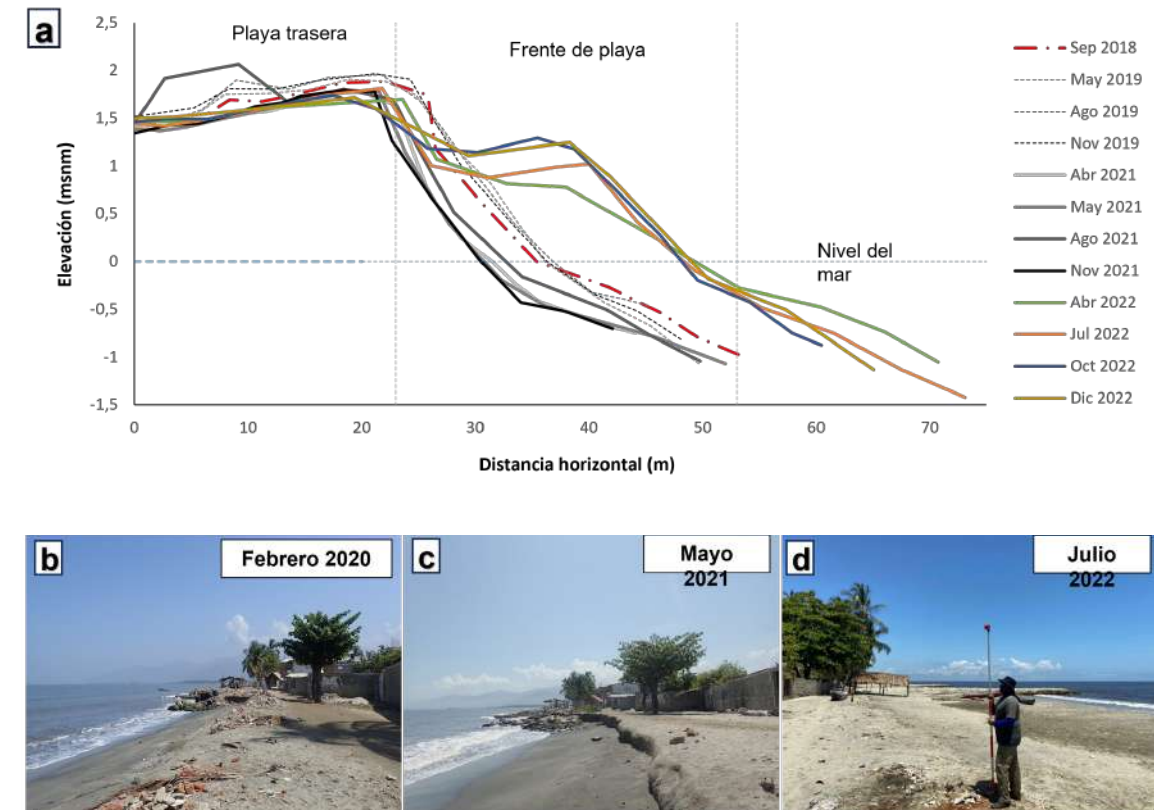
En este sector, el análisis del comportamiento de las líneas de costa, recolectadas a partir del 2021, ha permitido identificar un promedio neto de movimiento de la línea de costa de 0,53 m, con retrocesos de hasta -4,73 m, en los últimos dos años. Además, según la tasa de regresión lineal, se han registrado tasas máximas de erosión de -4,68 m/año, lo cual indica una zona costera con tendencia a experimentar procesos erosivos.

2.2.5.10.1.2 Ciénaga

La estación de monitoreo está situada en el área urbana del municipio de Ciénaga, específicamente en la zona

costera del barrio Kennedy. En los perfiles históricos, se ha observado el desarrollo de bermas en el frente de playa y pendientes pronunciadas. En el periodo de 2022, se ha identificado un aumento en la elevación (>0,7 m) a una distancia horizontal de 40 m desde el punto de la estación. Además, en la zona de playa sumergida se ha notado una acumulación de sedimentos, lo cual ha permitido una extensión del perfil en aproximadamente 20 m. Dicho aumento en la elevación y la acumulación de sedimentos en el perfil de playa están directamente relacionados con el desarrollo de obras duras elaboradas durante 2022 (Figura 2.95).

► **Figura 2.95.**
Perfiles topográficos históricos en la localidad de Ciénaga (a) y registro fotográfico multitemporal (b, c y d)



Fuente: Invemar y Corpamag (2022).

Nota: las líneas discontinuas grises corresponden a la división morfológica de la playa y la línea discontinua azul corresponde al nivel del mar.

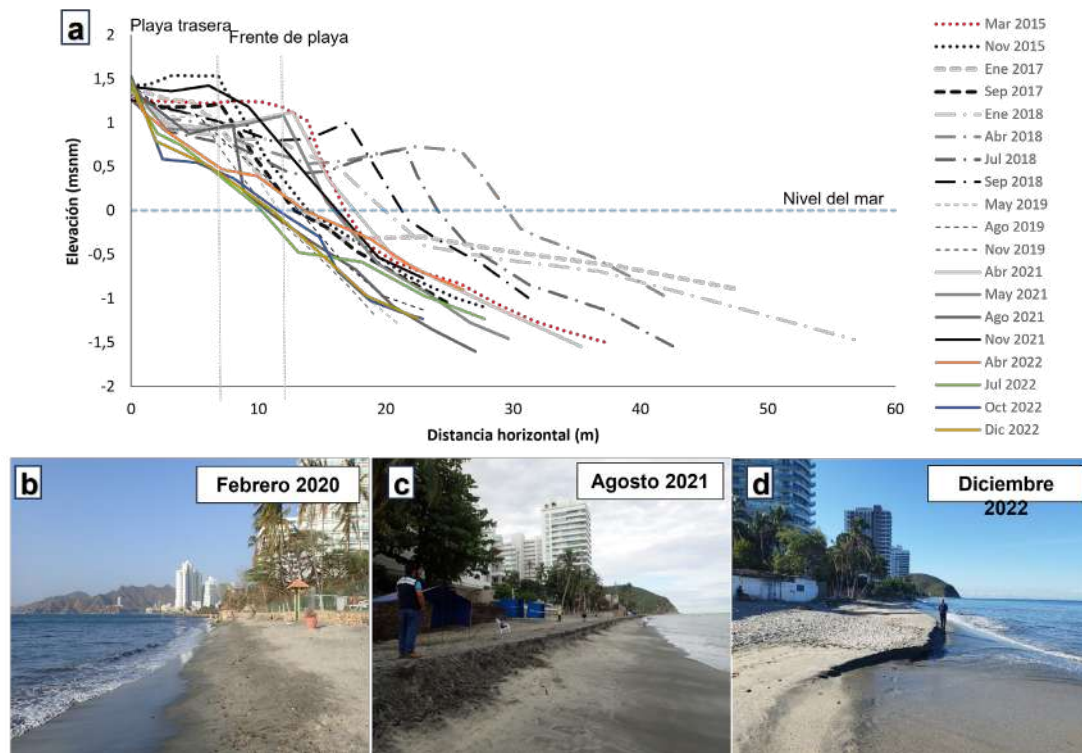
2.2.5.10.1.3 Playa Salguero

La estación de monitoreo de Playa Salguero está ubicada en el área urbana al sur de Santa Marta, específicamente al oeste de la desembocadura del río Gaira. A través del análisis de los perfiles históricos de Playa Salguero, se ha observado una intensa erosión costera, evidenciada por el desplazamiento de la berma de playa hacia la zona inframareal, lo que ha reducido significativamente la extensión de la zona de playa trasera, tal como se observa en la Figura 2.96.

Durante el periodo 2015-2018, los perfiles topográficos mostraron una playa aparentemente estable, con

el desarrollo de una berma que alcanzaba una elevación de aproximadamente 0,7 m y una baja pendiente en la zona de playa sumergida. Sin embargo, a partir del año 2019, se ha observado la completa desaparición de la berma de playa y un drástico aumento en la pendiente de la playa. Estos cambios indican una tendencia erosiva intensa, lo cual sugiere un estado crítico de la playa. Como resultado, se considera que esta requiere medidas de mitigación inmediatas para hacer frente a la erosión costera.

► **Figura 2.96.**
Perfiles topográficos históricos en la localidad de Playa Salguero (a) y registro fotográfico multitemporal (b, c y d)



Fuente: Invermar y Corpamag (2022).

Nota: las líneas discontinuas grises corresponden a la división morfológica de la playa y la línea discontinua azul corresponde al nivel del mar.

Los análisis de línea de costa en Playa Salguero sugieren un desplazamiento promedio de 1,89 m, con retrocesos máximos de -15,87 m desde el año 2019. La tasa de regresión lineal indicó una tasa promedio de 0,2 m/año, lo cual implica la ocurrencia de procesos de acreciones locales ubicados en la desembocadura del río Gaira, así como procesos de erosión ubicados predominantemente al sur del espolón construido en esta zona, en 2016.

2.2.5.10.2 Departamento de Córdoba

2.2.5.10.2.1 Puerto Rey

Puerto Rey es, sin duda, el caso de mayor complejidad, seguido de La Rada. En esta localidad, el 87 % de la línea de costa registra procesos erosivos. El retroceso neto de la línea de costa en el sector es de 98 m medidos desde 2015, con una tasa promedio de 3,5 m/a.

Ante tal escenario, urgen medidas de intervención, dada la tendencia que se registra en esta parte de la zona costera del departamento (Figura 2.97).

► **Figura 2.97.**
Frente de erosión en la costa de Puerto Rey favorecido por la presencia de rocas sedimentarias fracturadas en acantilados



Fuente: Invermar (2022f).

2.2.5.10.2.2 La Rada

El corregimiento de la Rada continúa siendo un punto crítico del departamento que presenta una tendencia a la erosión costera. En esta localidad, el 59 % de la línea de costa registra procesos erosivos, lo que se ve reflejado en un retroceso neto de la línea de costa de 45,2 m medidos desde 2015, con una tasa promedio de 0,69 m/año.

El sector de acantilados representa un aumento en el retroceso de la línea de costa, ya que se compone de rocas sedimentarias con planos estructurales que facilitan el desprendimiento de material. Por su parte, la zona central del área monitoreada es donde se evidenció una mayor afectación durante el 2022. No obstante, cabe destacar que el manglar ha representado una barrera ante el impacto de las olas, lo cual contribuye a una desaceleración en el proceso erosivo (Figura 2.98).

► **Figura 2.98.**
Procesos erosivos sobre el manglar en La Rada



Fuente: Invermar (2022f).

2.2.5.10.2.3 Playa Blanca

Playa Blanca continúa con tendencia erosiva severa en la línea de costa. Sin embargo, la tasa de retroceso es muy baja (menor a 1m/año), debido a la intervención intensiva con obras duras a la que ha estado sometida esta playa, sobre todo en la parte sur, donde gran parte de la línea de costa está cubierta por enrocados que disipan la energía de las olas pero que, al mismo tiempo, socavan en el frente de playa, ocasionando que las olas golpeen cada vez con mayor contundencia (Figura 2.99).

► **Figura 2.99.**
Obras duras sobre la línea de costa en Playa Blanca



Fuente: Invermar (2022f).

2.2.5.11 Estado de las áreas coralinas en Colombia 2022

Andrés Felipe Acosta Chaparro	Invermar	andres.acosta@invermar.org.co
Laura Sánchez Valencia	Invermar	laura.sanchez@invermar.org.co
Elizabeth Galeano Galeano	Invermar	elizabeth.galeano@invermar.org.co
Diana Isabel Gómez López	Invermar	diana.gomez@invermar.org.co
David Alejandro Alonso Carvajal	Invermar	david.alonso@invermar.org.co

2.2.5.11.1 Caribe continental

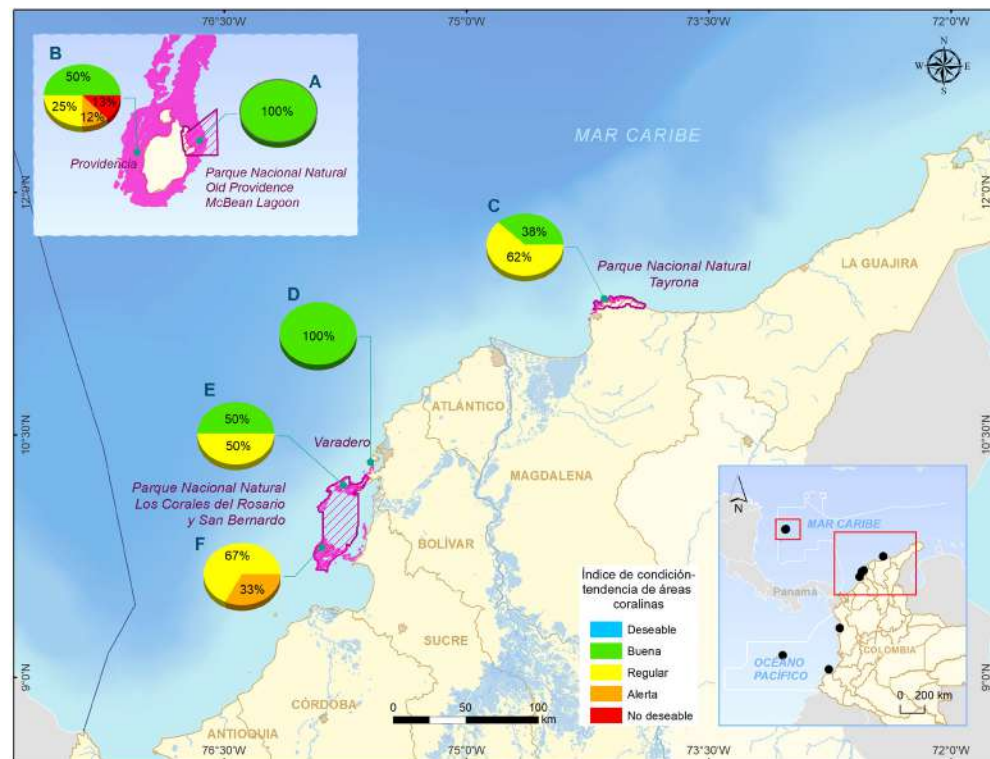
Para el Caribe continental, la tendencia a que la cobertura de macroalgas presente valores altos (particularmente, en Chocó, seguidos de cerca entre sí por Tayrona, Rosario y San Bernardo), como resultado de procesos históricos de deterioro (enfermedades, blanqueamiento, sedimentación, daño mecánico) en todo el Caribe, es una señal de que, por ser un proceso regional, no es factible que, de manera fácil y sin esfuerzos enormes (presupuestales, tecnológicos y de sinergias), se logre revertir las actuales condiciones que afectan a los corales. A esta condición, se suman los bajos valores obtenidos para biomasa de peces carnívoros, pargos y meros, los cuales son objeto de pesca intensiva por parte de las comunidades de cada sector en particular.

Como es usual, la cobertura de coral vivo como la biomasa de peces herbívoros continúan su tendencia a mantener condición de 'Buena' a 'Deseable'.

En cuanto a la tendencia (Figura 2.100), se observó que, en general, para el Caribe continental fue hacia el estado 'Bueno-Regular' que prevaleció, pese a que

la mitad de las variables conspicuas están decayendo a pasos acelerados, mientras que las otras dos, se mantienen estables, provocando un equilibrio evidente por las observaciones regionales. Estas condiciones, se prevé, no van a durar mucho, debido a que las condiciones naturales del medio se prestan para cambiar negativamente en los próximos años.

► **Figura 2.100.** Localidades de monitoreo coralino y el estado de sus estaciones en el año 2022, según el índice de condición tendencia (ICTAC) para el Pacífico colombiano: A. PNN Utría, B. SFF Malpelo y C. PNN Gorgona



Fuente: Invermar (2022d).

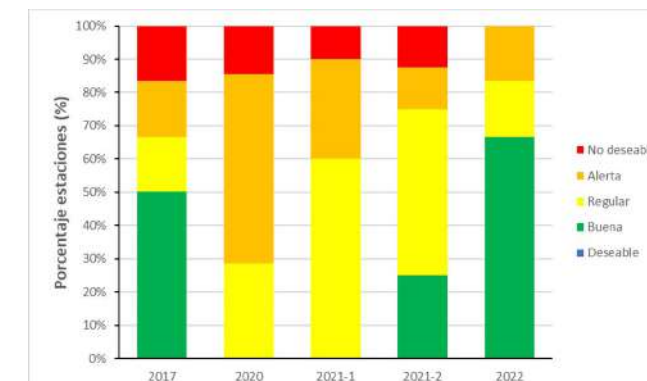
2.2.5.11.2 Caribe insular

Con relación a las islas de San Andrés y Providencia, durante 2022, se llevó a cabo el monitoreo del índice de condición tendencia (ICTAC) luego del paso del huracán Julia, visitándose un total de nueve estaciones permanentes de monitoreo, tres ubicadas al interior del PNN McBean Lagoon y las restantes seis, alrededor de la isla, en los sectores de Manzanillo, San Felipe, El Bar y Canal.

Como resultado se encontró que, para las estaciones de Providencia, se ha venido presentando una mejoría en su estado, luego del huracán IOTA (Figura 2.101). Puede observarse como las estaciones con estados de

'No Deseable' han desaparecido y ha disminuido el número de aquellas en estado 'Alerta'. Estas estaciones tradicionalmente han presentado una baja cobertura de coral, pero lo más importante, baja biomasa de peces carnívoros. Después del paso del huracán Iota (2020), se hizo evidente la disminución de la biomasa de ambos grupos de peces, carnívoros y herbívoros, manteniendo en 'No Deseable' las estaciones someras de San Felipe, además de su baja cobertura coralina. Para este último año, incluso posterior al paso del huracán Julia, más del 50 % de las estaciones presentaron un estado 'Bueno', con valores de biomasa de peces más altos y tan solo la estación somera de San Felipe con estado 'Alerta'.

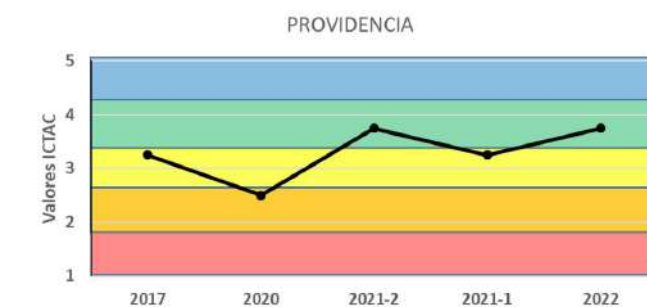
► **Figura 2.101.** Porcentaje de estaciones de la isla de Providencia que presentan alguno de los estados de condición del indicador ICTAC



Fuente: Invermar (2022).

De forma general, se puede observar la tendencia que muestran las estaciones de la isla de Providencia (Figura 2.102). Puede concluirse que, pese al paso de los dos huracanes, para 2022 incrementaron las biomásas de peces de ambos grupos y, por ende, la tendencia registrada esta hacia la calificación 'Bueno'.

► **Figura 2.102.** Tendencia registrada para las estaciones ubicadas en la isla de Providencia

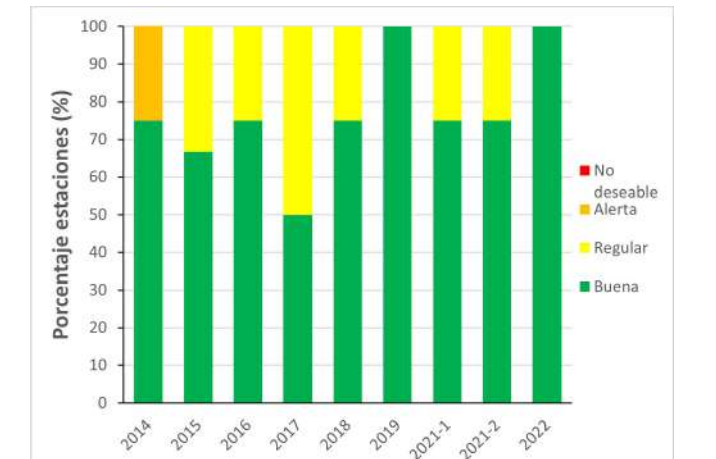


Fuente: Invermar (2022).

Por su parte, las estaciones implementadas al interior del Parque Nacional Old Providence McBean Lagoon, presentan, a lo largo de la historia, una cobertura constante, incluso después del paso del huracán Iota, que ocasionó el volcamiento de varias colonias. En dichas estaciones, las variaciones se han debido, principalmente, a la ausencia de algunos representantes del grupo de los peces carnívoros, situación que permaneció latente en las dos visitas posteriores a Iota, pero que, para el monitoreo de 2022, arrojó

resultados mucho mejores, mostrando todas las estaciones en estado 'Bueno' (Figura 2.103).

► **Figura 2.103.** Porcentaje de estaciones del PNN McBean Lagoon presentando alguno de los estados de condición del indicador ICTAC



Fuente: Invermar (2022).

En la visita de las estaciones de corales monitoreadas ya mencionadas, en la que se buscaban signos de afectación por el huracán Julia, no se encontraron niveles de daño por este evento, aunque si se evidenció que persiste el deterioro causado por el huracán Iota, evidenciado en un aumento en la cobertura de las algas con relación a la registrada hace dos años, en las que *Turbinaria* spp. es la más conspicua, como es el caso de las zonas del PNN Old Providence McBean Lagoon, donde dicho fenómeno fue evidente.

En la isla de San Andrés no se evaluaron los corales con el indicador de condición tendencia ICTAC, sino de manera general. Esto, debido a que no se evidenció afectación en los sectores sureste y suroeste por parte del huracán Julia. Sin embargo, se registraron algunas afectaciones como la presencia de ramas de *A. palmata* quebradas, principalmente en el borde del parche, fragmentos de *M. complanata*, esponjas sueltas y entre el 5 % y 10% de las colonias volcadas en los alrededores de Johnny Cay y hacia el sur hasta el sector del Acuario.

Finalmente, los fondos de octocorales y corales mixtos, ubicados al costado de la terraza prearrecifal orientada hacia el sur, se apreciaron algunas señales de impacto por el huracán, debido a que quedó expuesto a la dirección predominante de las corrientes, especialmente en algunas colonias de *O. annularis* y *Montastraea cavernosa*.

2.2.5.12 Estado de los pastos marinos en Colombia 2022

Laura Sánchez Valencia	Invemar	laura.sanchez@invemar.org.co
Elizabeth Galeano Galeano	Invemar	elizabeth.galeano@invemar.org.co
Andrés Felipe Acosta Chaparro	Invemar	andres.acosta@invemar.org.co
Diana Isabel Gómez López	Invemar	diana.gomez@invemar.org.co
David Alejandro Alonso Carvajal	Invemar	david.alonso@invemar.org.co

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 en el tiempo, por medio de la incorporación de información tomada en campo mediante la metodología SeagrassNet adaptada para Colombia (Gómez-López, S. M. Navarrete-Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, & L. Muñoz-Escobar y E. Galeano, 2014). Se tom Aquí, se toman variables que miden atributos estructurales y funcionales de este ecosistema, como la densidad de vástagos, la densidad de peces (según gremios tróficos herbívoros, carnívoros y detritívoros/omnívoros) y la afectación por *Labyrinthula* spp. y mortalidad, todo ello, en un solo valor numérico (Invemar, 2022).

Al ser un indicador compuesto, la fórmula del ICTPM integra la relación entre el valor real de cada una de sus variables componentes, convertido a un valor adimensional respecto a la tabla de referencia respectiva (tablas 2.50, 2.51, 2.52 y 2.53). Entre todas las variables indicadoras, se realizó un promedio aritmético para, finalmente, tener el valor del ICTpm integral, según escalas de referencia para el Caribe colombiano como: deseable, buena, regular, alerta y no deseable (Tabla 2.53).

Por estar en proceso de afinamiento, se presenta, a manera de ejemplo, la ecuación sobre la que se va a desarrollar el indicador:

► **Ecuación 2.4.**

$$ICTpm = \frac{DV + L + M + Dp + (Dh + Dd + Dc)^*}{4}$$

Donde:

- Dv= densidad de vástagos por m².
- L= afectación por *Labyrinthula* spp. por cuadrante.
- M= porcentaje de mortalidad por cuadrante en la estación.
- Dp= densidad de peces.
- *Las siguientes variables están en revisión, debido a la baja cantidad de especímenes encontrados.
- Dh= densidad de invertebrados/herbívoros por m².
- Dd= densidad de invertebrados /detritívoros/omnívoros por m².
- Dc= densidad de invertebrados/carnívoros por m².

Se evaluó la condición y la tendencia de las estaciones de pastos marinos en los parques nacionales naturales Tayrona y Corales del Rosario y San Bernardo. El registro de datos se encuentra salvaguardado en el repositorio del Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia (SIAM).

► **Tabla 2.50.** Criterios de condición tendencia con respecto a la densidad (vástagos/m²) para praderas de pastos marinos monoespecíficas o mixtas con mayor proporción de *Thalassia testudinum*

Condición general	Equivalente para el ICTPM	Densidad T. testudinum (vástagos/m ²)
Deseable	5	>400
Bueno	4	400- 288.01
Regular	3	288 – 176,01
Alerta	2	176 – 96,01
No deseable	1	<96

Fuente: Invemar (2022).

► **Tabla 2.51.** Criterios de condición tendencia con respecto a la densidad (vástagos/m²) para praderas de pastos marinos mixtas dominadas por *Syringodium filiforme*

Condición general	Equivalente para el ICTPM	Densidad T. testudinum (vástagos/m ²)
Deseable	5	>240
Bueno	4	240- 144,1

Regular	3	144 – 96,1
Alerta	2	96 - 48
No deseable	1	<48

Fuente: Invemar (2022).

► **Tabla 2.52.** Escala de valoración preliminar de referencia para la afectación de *Labyrinthula* spp. del indicador de condición-tendencia pastos marinos- ICTPM

Condición general	Equivalente para el ICTPM	% de afectación por <i>Labyrinthula</i> sp.	% mortalidad / estación de muestreo
Deseable	5	< 30	0 - 5
Bueno	4	31 - 40	6-20
Regular	3	41 - 60	21 - 40
Alerta	2	61 - 89	41 - 70
No deseable	1	>90	71 - 100

Fuente: Invemar (2022).

De acuerdo con lo mostrado en la ecuación ejemplo **Ecuación 2.4**), cabe aclarar que la variable asociada a los grupos tróficos (invertebrados herbívoros, carnívoros y detritívoros/omnívoros) se encuentra aún en construcción y posterior validación, razón por la cual, aún no se cuenta con la ecuación general. Sin embargo, se mantiene la toma de datos de forma periódica, para generar mayor certidumbre en los rangos ya establecidos que puedan determinar, de manera óptima, los cambios en la condición de cada una de las áreas evaluadas.

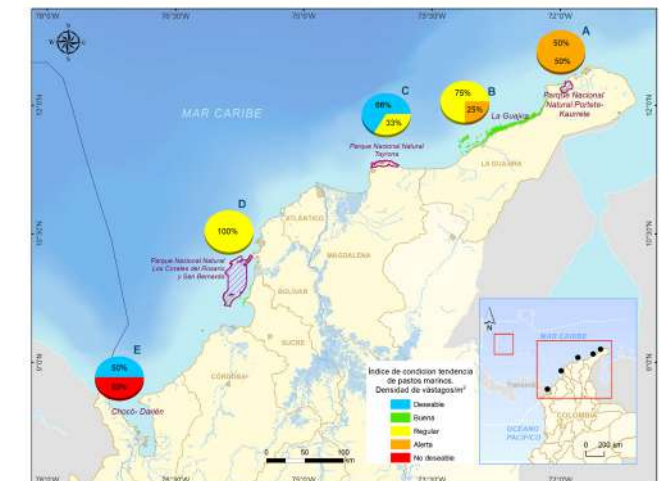
► **Tabla 2.53.** Escala ejemplo de valoración integral del indicador de condición-tendencia de pastos marinos – ICTPM

Condición general de condición-tendencia en pastos marinos	Valor ICTPM
Deseable	4,11-5,00
Buena	3,31-4,10
Regular	2,61-3,30
Alerta	1,81-2,60
No deseable	1,00-1,80

Fuente: Invemar (2022).

Los gráficos circulares presentados en la Figura 2.104 muestran, en promedio, el porcentaje de estaciones en las distintas condiciones de integridad del ICTpm que se presentaron durante 2022. Para pastos marinos, solo se consideró el área del Caribe, porque no hay evidencias de su presencia en el Pacífico colombiano, y los resultados fueron obtenidos de las evaluaciones realizadas en las estaciones de PNN Bahía Portete-Kaurrele, Guajira (Cabo Nuevo, Carrizal, Manaure, Ballena), PNN Tayrona (Chengue, Neguanje y Cinto), PNN Corales del Rosario y San Bernardo (Rosario, isla Mangle y Playa Blanca) y Chocó Darién.

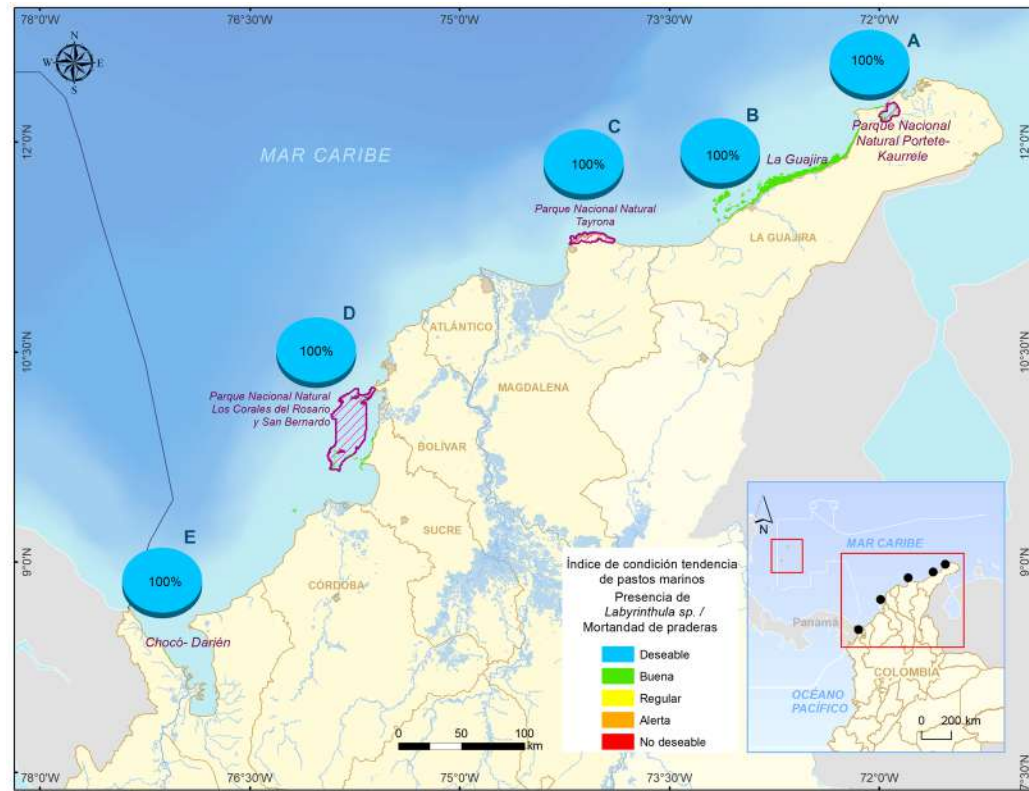
► **Figura 2.104.** Estaciones de monitoreo de pastos marinos y el estado de sus estaciones, según el indicador de condición-tendencia ICTPM para la densidad de vástagos en el Caribe colombiano en 2022



Fuente: Invemar (2022d).

A) PNN Bahía Portete-Kaurrele (Portete); B) Guajira (Cabo Nuevo, Carrizal, Manaure y Ballena); C) PNN Tayrona (Chengue, Neguanje y Cinto); D) PNN Corales del Rosario y San Bernardo (Rosario, Isla Mangle y Playa Blanca) y Darién (Pinorroa y Triganá).

► **Figura 2.105.** Estaciones de monitoreo de pastos marinos y el estado de sus estaciones, según el indicador de condición-tendencia ICTPM para presencia del hongo *Labyrinthula* spp. en el Caribe colombiano en 2022



Fuente: Invermar (2022d).

A) PNN Bahía Portete-Kaurrele (Portete); B) Guajira (Cabo Nuevo, Carrizal, Manaure y Ballena); C) PNN Tayrona (Chengue, Neguanje y Cinto); D) PNN Corales del Rosario y San Bernardo (Rosario, Isla Mangle y Playa Blanca) y Darién (Pinorroa y Triganá).

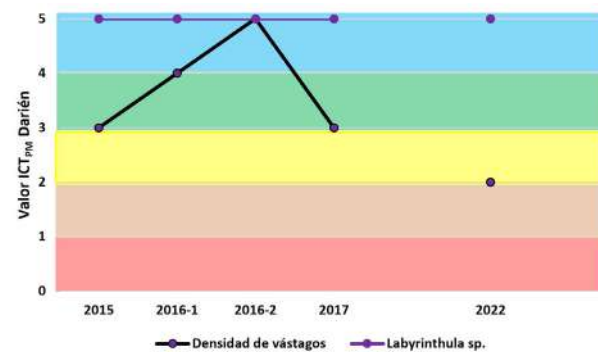
2.2.5.12.1 Chocó Darién

Aunque la estación de Pinorroa no se le hacía monitoreo desde 2017, con el nuevo proceso se evidenció afectación en la continuidad de la pradera de pastos marinos, ocasionada por la construcción de un muelle flotante y el paso de lanchas desde y hacia este, que produjeron cicatrices. A pesar de lo anterior, su condición fue 'Buena' para densidad de vástagos (Gráfica 2.83), y 'Deseable', para la presencia del hongo *Labyrinthula* spp. (Gráfica 2.84).

Al contrario, en Triganá, luego de cinco años, se evidenció que la pradera en la que se realizó el monitoreo en 2017 había desaparecido. No se descartó la afectación

por efectos antropogénicos durante los últimos cinco años, o inclusive de fenómenos naturales, como coletazos de los huracanes ETA o IOTA, a finales de 2020.

► **Gráfica 2.83.** 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 Chocó-Darién



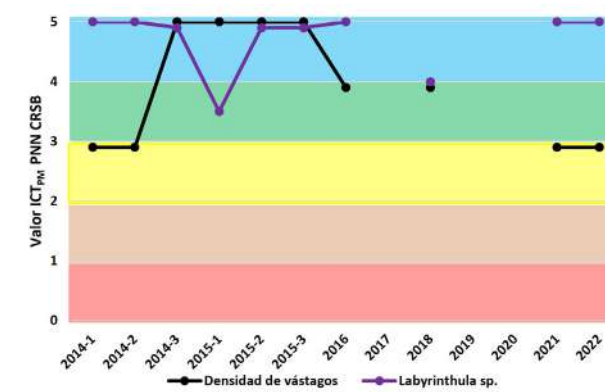
Fuente: Invermar (2022).

2.2.5.12.2 Archipiélago de las Islas del Rosario y San Bernardo

De acuerdo con la Figura 2.103 las estaciones de Isla Mangle e Isla Rosario presentaron condición de 'Regular' y 'Buena', respectivamente, siendo muy similar a las que fueron registradas en el año anterior. En cuanto a la estación de Playa Blanca, se registró un número bajo para el promedio de vástagos, situación que ha sido muy similar a la de la evaluación de 2021, indicando que ha se mantuvo estable, inclusive en la no presencia del hongo *Labyrinthula* spp.

La Gráfica 2.84 muestra la variabilidad, en cuanto a los resultados que se han observado a lo largo de los años para la variable de densidad de vástagos, la cual fue 'Deseable' por un año (finales de 2014 a finales de 2015) y ha mostrado una tendencia a disminuir con el tiempo. Como una respuesta de las tres estaciones es muy similar en el último año, por lo que convendría evaluar qué otras situaciones o fenómenos han pasado en el último año y cuándo se estará repitiendo en el siguiente monitoreo, para identificar la forma de mitigar el tensor sobre el ecosistema.

► **Gráfica 2.84.** 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 Islas del Rosario y San Bernardo



Fuente: Invermar (2022).

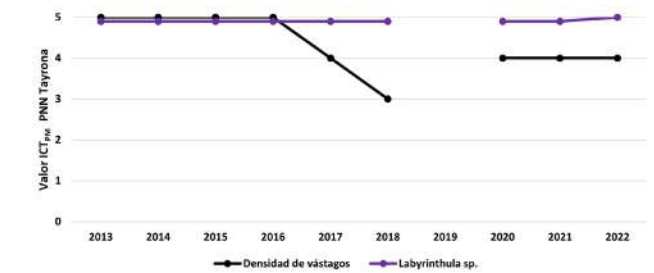
2.2.5.12.3 Tayrona

Las estaciones de Chengue y Cinto mostraron una buena situación, mientras que para Neguanje registró 'Alerta', debido a la baja densidad de vástagos en esta estación, que se ha visto en aumento en los últimos años, aparentemente por pérdida de partes de la

pradera que está más cercana a la playa. Esto produce un efecto desencadenante de cambio de corriente en la zona y aumenta la posibilidad de pérdida de vástagos, en este sector de la pradera.

En general, para el Tayrona se había observado, a partir de 2017, una disminución en la densidad de vástagos de las estaciones de Neguanje y Chengue, las cuales, aparentemente, se habían recuperado entre 2018 y 2019, ya que, entre 2021 y 2022, la condición se presentó como 'Buena'.

► **Gráfica 2.85.** 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



Fuente: Invermar (2022).

2.2.5.12.4 Guajira

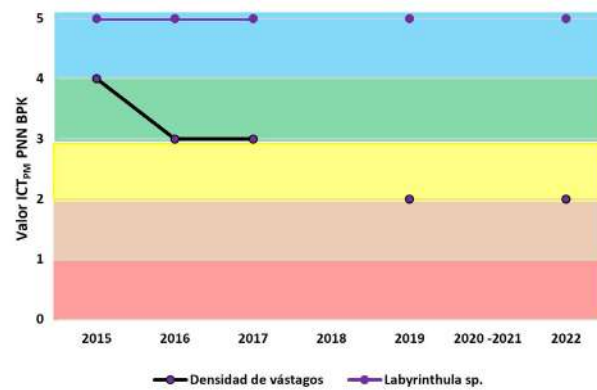
2.2.5.12.4.1 PNN Portete-Kaurrele

Para esta estación, se evidenció una pérdida paulatina de la densidad de vástagos y, pese a que en el 2022 no fue muy diferente a lo observado en el 2021, su condición arrojó una condición en 'Alerta', debido a la disminución principalmente del transecto A (es la aparte de la pradera más próxima a la costa que para el caso es al manglar). Bajando su calificación y posicionándose en la más baja hasta ahora reportada. Aunque, en este sector, no se evidencia la presencia del hongo *Labyrinthula* spp., conviene revisar cuáles son las verdaderas causas de esta pérdida, con el fin de determinar acciones para su mitigación dentro de lo que fuera posible.



La Guajira - Fuente: Johan Luna (2024).

Gráfica 2.86.
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 Portete-Kaurrele



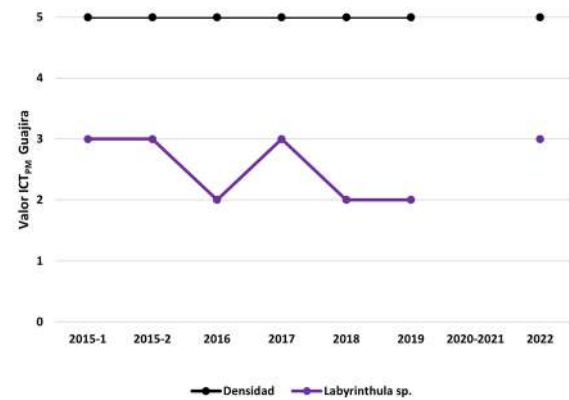
Fuente: Invermar (2022).

2.2.5.12.4.2 Guajira Media

Para las estaciones de Carrizal, Manaure y Ballena se registró una condición ‘Regular’, mientras que, para la estación de Cabo Nuevo, la cual es la sobreviviente al paso del coletazo del huracán Mathew –en 2016–, aún sigue en estado ‘Alerta’, por mantener baja su densidad de vástagos. Adicionalmente, la única área que presentó afectación por el hongo *Labyrinthula spp.* Fue Carrizal, con una calificación de estado ‘Alerta’ para este atributo. Desde el año 2015, la tendencia en el promedio de las estaciones ha variado entre una clasificación ‘Alerta’ y ‘Regular’. Esto muestra que ha existido una leve mejoría en el comportamiento estructural en las estaciones.

Dichas estaciones son las únicas que han reportado presencia del hongo a lo largo de los años, aunque nunca llegando a afectar la condición de los vástagos de los pastos.

Gráfica 2.87.
Tendencia de las variables de densidad de vástagos y presencia de *Labyrinthula spp.* del ICTPM a lo largo de los años de monitoreo para la Guajira Media.



Fuente: Invermar (2022).

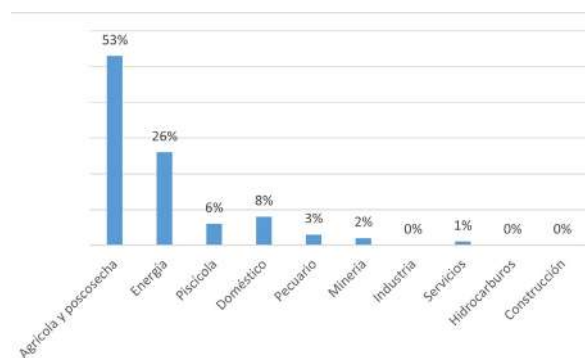
2.2.5.13 Usos del agua por sectores

A continuación, se hace un análisis particular de las condiciones del área hidrográfica Caribe, sobre la base de la información que las autoridades ambientales registran en el SIRH y, de acuerdo con lo que quedó consignado en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, cuya base de análisis en información es el año 2020 y el análisis general realizado a nivel nacional (Gráfica 2.5).

En el ENA 2022, se realizó un análisis detallado del uso de agua por sectores, áreas hidrográficas, subzonas hidrográficas y se relacionó con la huella hídrica. De ese análisis (que puede ser consultado en el ENA), se generó la Gráfica 2.32 para las cinco áreas hidrográficas, sin incluir las áreas insulares.

En la Figura 2.106, se presenta la participación sectorial frente al consumo de agua en el área hidrográfica Caribe.

Figura 2.106.
Participación sectorial demanda Caribe



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

La grafica anterior permite evidenciar que en el área hidrográfica Caribe, el sector agrícola es el de mayor demanda hídrica (53 %). Ahora bien, el segundo mayor uso de agua es para la generación de energía (26 %), seguido del consumo doméstico (8 %), piscícola (6 %), pecuario (3 %), minería (2 %) y servicios (1 %).

Tabla 2.54.
Estaciones del Sisaire ubicadas en Caribe y los parámetros monitoreados

Departamento	Estaciones	PM10	PM2,5	Ozono	Dióxido de azufre	Dióxido de nitrógeno	Monóxido de carbono
Córdoba	32	39	33	4	4	4	4
Norte de Santander	6	6	1	0	0	0	3
La Guajira	55	49	31	0	0	0	0
Total	61	55	32	0	0	0	3

Fuente: Ideam (2022).

La anterior tabla muestra las estaciones existentes en los departamentos de Córdoba, Norte de Santander y La Guajira. No obstante, por diferentes motivos, no todas las estaciones reportaron información en el Sisaire para el año 2022.

2.2.5.15 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Caribe

2.2.5.15.1 Control a la minería ilegal

En octubre, Corpoguajira impuso medida preventiva de suspensión a la actividad de extracción de materiales de construcción, en el municipio de Barrancas, pues la actividad no contaba con licencia ambiental, título minero o permiso alguno que la autorizara. Además, la inspección realizada evidenció los impactos en la capa vegetal, suelo y el paisaje (Corpoguajira, 2022). En noviembre, esa entidad también impuso medida preventiva de suspensión de actividades de extracción de barita, en el municipio de Fonseca, donde se identificó el uso de socavones para extracción manual del material, generando impactos ambientales en la cobertura y el suelo por la tala de árboles para adecuación de una vía de acceso y aprovechamiento de los individuos talados. Ninguna de las actividades contaba con los permisos correspondientes (Corpoguajira, 2022).

2.2.5.14. Calidad del aire

En la Tabla 2.54, se muestra la cantidad de estaciones de aire por departamentos ubicados en el área hidrográfica Caribe, y se relacionan los parámetros monitoreados.

2.2.5.15.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones

Para abril, en la cuenca baja y media del río Sinú se había declarado alerta roja, por posibles eventos de inundación, dadas las precipitaciones que, en periodos muy cortos, aumentaron los niveles de los cuerpos de agua. El 20 de abril, la hidroeléctrica URRRA 1 operó las cuatro casas de máquinas, por lo que los niveles del río Sinú, las aguas debajo de la presa, se incrementaron. Esto se registró en el paso del río por los municipios de Cereté, San Pelayo, Santa Cruz de Lorica, Cotorra y San Bernardo del Viento (CVS, 2022). Hacia finales de julio e inicios de agosto, se presentaron incrementos en la velocidad del viento (8,33 m/s) en la estación del municipio de San José de Uré; se prevenían posibles emergencias por los fuertes vientos y, dadas las condiciones meteorológicas, podría haber también una creciente súbita del cauce principal del río Uré. Al respecto, se prestó atención al posible desbordamiento de la quebrada San Antonio, pues la gran deforestación de algunos cerros, especialmente del corregimiento de Brazo Izquierdo, en las veredas de San Antonio Indígena, Entablado, Viernes Santo y La Danta, era posible. En estas poblaciones, el debilitamiento de suelos desprovistos de vegetación por las fuertes lluvias genera arrastre de materiales por el cauce de la quebrada San Antonio y, posteriormente, por la quebrada Uré hasta llegar al centro poblado del corregimiento de Versalles

y la cabecera municipal de San José de Uré (CVS, 2022). Así pues, dadas las altas probabilidades de que continuara el fenómeno de La Niña en el último trimestre de 2022, se declaró la alerta roja para la cuenca baja y alta del río San Jorge, con posibilidades de creciente súbita. Se hizo lo mismo para los ríos San Pedro y Uré. En la cuenca baja, se mantuvieron niveles altos en los caños y sistemas de ciénagas del municipio de Ayapel; alerta naranja para los municipios de San José de Uré y Tierralta; y alerta amarilla para Montelíbano y Puerto Libertador, por riesgos de deslizamientos (CVS, 2022).

En junio, la CVS anunció la posibilidad que el ciclón tropical *Two* evolucionara a tormenta tropical, al oriente del mar Caribe, lo que podría generar lluvias torrenciales con posibilidad de vientos fuertes y olas significativas en sectores de La Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar y en la Sierra Nevada de Santa Marta (CVS, 2022). Sumado a ello, en octubre, también se dio alerta por onda tropical en el mar Caribe, ante una zona de baja presión ubicada en el océano Atlántico, aumentando las precipitaciones en La Guajira, la Sierra Nevada de Santa Marta, las ciudades costeras y el golfo de Urabá, norte de la región Andina, así como centro y norte de la región Caribe continental. Igual que con el primer caso, se previó que la onda tropical evolucionara posteriormente a depresión tropical, generando incremento de lluvias, tormentas eléctricas, velocidad de los vientos al nivel de vendaval y alto oleaje en el mar Caribe (CVS, 2022).

En el mes de marzo y debido a las altas precipitaciones presentadas en Urabá (específicamente, en Apartadó), hubo altos niveles en los caudales del río Apartadó, lo que generó inundaciones en el municipio y sus veredas, así como en la vía que conduce a el municipio de Carepa (Corpourabá, 2022). Seguidamente, en abril, se desbordó el río Grande, en los municipios de Turbo y Apartadó, donde también se presentó el colapso del puente en el sector Choromandó (Corpourabá, 2022).

En septiembre, se esperaba el paso de la depresión tropical *Nine*. Así se acercara o tocara la zona de Punta Gallinas, e incluso si no ingresaba al continente, desde Corpoguajira se preveía que se generarían efectos en las precipitaciones y ráfagas de vientos. Por ello, la entidad hizo recomendaciones a la comunidad, asociada a las precipitaciones sobre cómo evitar el uso de vehículos durante esos eventos, prestar atención a crecientes súbitas y, en caso de tormentas eléctricas, evitar la cercanía a los árboles y antenas de comunicaciones, así como desconectar electrodomésticos, evitar el uso de teléfonos celulares y asegurar los techos de las viviendas (Corpoguajira, 2022). En octubre, la corporación advirtió a la población de manera similar, ante la

potencial formación del ciclón tropical 13, con efectos en el noroccidente del país asociados a precipitaciones entre moderadas y fuertes, tormentas eléctricas y vientos de velocidades de hasta 35 nudos (64,82 km/h) en el continente y mayores en el área marítima, por lo que fue probable la existencia de trombas marinas y vendavales en el continente (Corpoguajira, 2022).

Hacia el mes de mayo, en el departamento de Norte de Santander, Corponor instaló 15.000 hexápodos, a manera de dique de 400 m, para el control de la socavación evidenciada en la margen derecha del río Pamplonita, a la altura del corregimiento Agua Clara, de Cúcuta, y el cual ponía en riesgo cultivos y viviendas. Además de esta obra, se realizó la restauración del corredor ecológico con 500 plántulas forestales y frutales sembradas para estabilizar el suelo (Corponor, 2022).

2.2.5.15.3 Acciones de conservación y recuperación de cuerpos de agua

En las áreas hidrográficas de Caribe y Pacífico, se realizan actividades para recuperar cuerpos de agua dulce, como los ríos, y también los asociados a los océanos, como manglares, estuarios y playas, entre otros. Algunas de las acciones realizadas están dirigidas a la limpieza y mantenimiento de playas, como la realizada en el municipio de Arboletes, con colaboración entre Corpourabá, la Gobernación de Antioquia y la Alcaldía del municipio, en enero, para la realización de 150 jornadas de limpieza, beneficiando a 108 personas que recibieron incentivos económicos por realizar limpieza de 1,5 km de playas. Durante las jornadas se recogieron residuos como madera, plástico, restos de material vegetal y también residuos peligrosos. Igualmente, en noviembre, Corpourabá, la Alcaldía de Necoclí, la empresa Futuraseo SAS ESP, la Armada Nacional, el cuerpo de Bomberos y pescadores de la comunidad llevaron a cabo una jornada de limpieza, pero en las playas del municipio de Necoclí, en la Ensenada Rionegro. Como resultado, se recolectaron 270 kg de residuos aprovechables y 570 kg de residuos no aprovechables (Corpourabá, 2022).

Corpourabá también realizó la siembra de 15.500 manglares en el municipio de Necoclí, en la desembocadura del río Caimán viejo, como parte de las estrategias para combatir el cambio climático y la recuperación de la biodiversidad y los servicios que estos ecosistemas prestan a la comunidad. En febrero, la entidad desarrolló actividades de recuperación de 164 ha de manglar, de las cuales 70 ha fueron sembradas en dos veredas del distrito de Turbo (Antioquia), bajo el convenio suscrito entre la corporación, la Secretaría de

Ambiente y Sostenibilidad del departamento de Antioquia, el distrito de Turbo y los municipios de San Juan de Urabá y Necoclí (Corpourabá, 2022).

En mayo, Corpourabá socializó un proyecto para implementar acciones de restauración en la gestión del recurso hídrico en la Serranía de Abibe, en áreas estratégicas ubicadas entre los municipios de Mutatá y Turbo, para restablecer 1.990 ha con la siembra de 855.000 árboles nativos, en cinco predios ubicados en Mutatá, Carepa, Chigorodó, Apartadó y Turbo. Esta acción estratégica busca aportar una mejor regulación hídrica en la Serranía de Abibe (Corpourabá, 2022).

En febrero, Corpourabá también puso en marcha una jornada de limpieza en los afluentes del río León, donde se retiraron residuos, escombros y empalizadas, entre otros. Dichas actividades se adelantaron en los ríos Arcua, Contento y Nicuro, del distrito de Turbo, así como en Churidó de Apartadó y Vijagual, del municipio de Carepa y el caño Cotorra, de Chigorodó (Corpourabá, 2022). Para restauración de ecosistemas costeros y, específicamente, manglares, esta corporación entregó cien estufas ecoeficientes a las comunidades de Puerto Cesar y Bocas de Atrato, del distrito de Turbo, y a los municipios de Arboletes y Necoclí. Esto se logró mediante el convenio suscrito entre Corpourabá con Minambiente y su Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos, el cual está encaminado a la protección costera con medidas basadas en ecosistemas (MABE), y es financiado por el Banco de Desarrollo de Alemania (KfW, por su sigla en alemán) (Corpourabá, 2022).

La Sentencia T-622 de 2016 dio reconocimiento al río Atrato como sujeto de derechos. Frente a ello y como parte de las acciones en el marco de su cumplimiento, Corpourabá implementa monitoreos en las ciénagas del Bajo Atrato, convenio que permitió realizar el monitoreo de metales pesados en las principales fuentes de agua y sedimentos en la cuenca del río Atrato, para garantizar su protección y conservación (Corpourabá, 2022). Y, por último, en noviembre, esta autoridad realizó monitoreo en el río Chigorodó, como parte de las 56 fuentes y 144 puntos de monitoreo a lo largo de la jurisdicción, como parte de la segunda campaña, para medir el caudal y analizar la calidad del agua (Corpourabá, 2022).

Ahora bien, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (Corpamag) ha trabajado en la recuperación de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Al respecto, para marzo de 2022, reportó 6.394 ha recuperadas entre 2017 y 2021, así como un aumento en la cobertura con árbol de mangle. Esto fue posible gracias al mantenimiento y dragado en los caños del

complejo lagunar, como el realizado en 2021 en los caños Clarín Nuevo, Bristol, Caleta del Tambor, Covado I y II. Dichas acciones se vieron reflejadas en la recuperación natural, al permitir un mayor aporte de agua dulce a la ciénaga, con la consecuente disminución de la salinidad y mejores condiciones en los recursos pesqueros que también incrementaron en el mismo periodo en el que se ha trabajado con Invemar (Corpamag, 2022). Así pues, en mayo de 2022, se iniciaron labores en los caños El Burro, Renegado y La Señora, donde se realizó dragado mecánico, y en los caños Clarín Nuevo y Márquez, con dragado hidráulico (Corpamag, 2022). En agosto, continuó el proceso en el municipio de Remolino, donde se ejecutaron obras de mantenimiento en el caño El Ratón, intercomunicando el caño Condazo con la Ciénaga de Mendehua, la cual es parte del complejo lagunar de la (CGSM). Y, en noviembre, se iniciaron obras de recuperación hidráulica, mediante dragado mecánico y remoción de vegetación flotante en el caño Los Micos, en el municipio de Pueblo Viejo, para seguir aportando agua dulce a la ciénaga y lograr la recuperación del ecosistema.

Con este propósito también se realizaron actividades de reforestación de 70 ha del caño Martinica, ubicado entre los municipios de Remolino, Sitio Nuevo y Pivijay y que hacen parte del ecosistema de la ciénaga. Dicha reforestación utilizó especies vegetales como balso, bonga, camajón, campano y ceiba amarilla, entre otros (Corpamag, 2022).

Además de las labores por la CGSM, en diciembre de 2022, Corpamag comenzó actividades de recuperación del río Manzanares y la quebrada Japón, en Santa Marta. Ambos cuerpos de agua presentan invasión de ronda hídrica y, en el caso del río, además enfrenta alta sedimentación, presencia de residuos sólidos y tala y quemas de vegetación. Todo ello ha interrumpido la conexión con el mar Caribe, lo que implica favorecimiento de inundaciones, impactos en la biodiversidad e imposibilidad para desarrollar actividades de pesca. En la quebrada Japón, debido a que el cuerpo de agua ya no tiene un cauce definido, anega predios y fluye entre las estructuras existentes, por lo que es necesario realizar obras y actividades para recuperar esos cuerpos de agua (Corpamag, 2022).

Corpoguajira, por su parte, realizó jornadas de monitoreo de las aguas superficiales y marinas del departamento en 30 estaciones de aguas superficiales continentales, de las cuales, para el año 2022, el 37 % presentaron como resultado calidad 'Buena'; el 40 %, 'Aceptable', y el 23 %, 'Regular'. No hubo resultados de calidad 'Mala' o 'Muy mala'. En las aguas superficiales marinas, con 19 estaciones, como resultados se tuvo que 'ninguno de los tramos monitoreados presenta ca-



Fuente: Johan Luna (2024).

do Lomamoto (Hatonuevo), Corpoguajira y Promigas y que buscan la conservación de la microcuenca del arroyo Aguas Blancas y la restauración activa a través de siembra de árboles, restauración pasiva con el mantenimiento de árboles existentes y mejoramiento de un área de 32,21 ha, del corredor biológico de la cuenca del río Ranchería. Esta autoridad exaltó que:

...el arroyo Aguas Blancas es muy importante para las cuatro comunidades que están asentadas a su alrededor debido a que hace parte de su identidad cultural como sitio mítico sagrado, es la fuente principal de agua y un ecosistema natural estratégico que los provee de frutos silvestres, plantas medicinales (orégano silvestre, toronjil, bija, anamú y almacigo), alimentos para los animales domésticos como chivos, ovejos, vacas y gallinas. También es un corredor biológico que conecta la Serranía del Perijá con la Sierra Nevada de Santa Marta. (Corpoguajira, 2022, pág. Párrafo 5).

De la misma manera, la Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander (Corpornor) construyó 5.363 estufas ecoeficientes, para reducir el consumo de leña, estimado en 85.647,11 kg al día. Con esto, además, se evita la deforestación estimada de 2.889,47 ha de bosque y la reducción de 57.520,35 t/año de CO₂ (Corpornor, 2022)

2.2.5.15.4 Acciones de adaptación al cambio climático

En el área hidrográfica Caribe se han implementado planes y programas que, además buscar la adaptación al cambio climático, le apuestan a frenar sus efectos. Para ello, es necesario hacer seguimiento a sus condiciones y efectos. Uno de estos se relaciona con la erosión costera, frente a lo cual Corpourabá realizó levantamientos topográficos y batimétricos en la línea de costa en las playas de La Martina, Punta de Piedra, Tie y las playas urbanas del distrito de Turbo, con el fin de analizar las medidas de mitigación de los procesos erosivos que se presentan, en el marco de las acciones de gestión del riesgo marino costero (Corpourabá, 2022). La autoridad ambiental también realizó monitoreo de playas en los municipios de Turbo, Necoclí San Juan de Urabá y Arboletes, donde se inspeccionaron 14 playas con 88 puntos de referencia y 240 muestras de sedimentos en 34,2 km de costa. El objetivo fue identificar sectores críticos por problemas de erosión que pudieran presentar algunas viviendas, sitios de interés turístico, ecosistemas y bienes de uso público (Corpourabá, 2022).

lidad óptima, el 11% tienen calidad adecuada, el 73% tienen calidad aceptable, el restante 16% presenta calidad inadecuada, y ninguna presenta calidad pésima” (Corpoguajira, 2022, pág. Párrafos 2 y 3).

Otras acciones que funcionan como estrategias para mitigar y corregir las causas del cambio climático es buscar la conservación de áreas estratégicas. Entre estas se cuenta con el pago por servicios ambientales, con el cual se busca el pago a los propietarios de predios que están ubicados en áreas de importancia ecológica y ambiental. Ejemplo de ello fue el pago realizado por Corpoguajira, en alianza con la empresa Petrobras y Más Bosques, para reconocer las acciones y prácticas asociadas a la preservación y restauración del bosque seco tropical que realizan 12 familias en la cuenca del río San Salvador, municipio de Dibulla. Los propietarios trabajaron en la reforestación con más de 250 plántulas de especies con un alto valor ecológico, entre ellas cedro, caoba, caracolí, higuierón y camajón (Corpoguajira, 2022).

Otra alianza fue generada entre comunidades indígenas de La Gloria, El Paraíso y La Lomita, del Resguar-

La corporación llevó a cabo diversas actividades encaminadas hacia la conservación de las unidades ambientales costeras (UAC), mejorando no solo la conservación ambiental sino también de calidad de vida de las comunidades del territorio. En octubre, estas acciones se realizaron en áreas afectadas por erosión costera de los municipios de Dibulla, Manaure, Uribia y el distrito de Riohacha, donde realizaron siete mesas técnicas anuales y se implementaron medidas de adaptación basadas en ecosistemas marino-costeros como manglares y pastos marinos. El departamento de La Guajira tiene tres áreas protegidas marino costeras: los distritos regionales de manejo integrado (DRMI) Delta del Ranchería (Riohacha y Manaure), Musichi (Manaure) y Pastos marinos Sawairü (Manaure y Uribia). Los tres DRMI son de gran importancia, debido a la captura y almacenamiento de carbono azul, donde también Corpoguajira e Invemar operan la Red de Monitoreo de Calidad de las Aguas Superficiales Continentales y Marinas. Esta red cuenta con 19 estaciones de monitoreo fisicoquímico y microbiológico que dan cuenta del estado de la calidad del agua en el ambiente marino, para facilitar la toma de decisiones (Corpoguajira, 2022). En esa misma línea, en el Taller Nacional de Manglares, Corpoguajira socializó los resultados del piloto realizado en los manglares de la bahía Hondita, municipio de Uribí, acerca de la función de almacenamiento de carbono azul como aporte para la mitigación del cambio climático. El océano es capaz de realizar esto con la retención –continua y por mucho tiempo– de Co₂ presente en la atmósfera. El piloto contó con el apoyo de la agencia alemana GIZ, el proyecto “Manejo Integral Marino Costero (MIMAC)” y otras entidades que aportan conocimientos para seguir gestionando la conservación de los pastos marinos y las áreas marinas protegidas (Corpoguajira, 2022).

Como se ha analizado en el área hidrográfica Caribe y, en mayor medida, en el departamento de La Guajira, los primeros tres meses de 2022 y diciembre de 2022 presentaron condiciones que favorecen los incendios forestales. Frente a situaciones como estas, las autoridades ambientales, como los organismos encargados de la gestión del riesgo, deben atender estas emergencias. Por ello, para enero de 2022, apenas a seis días de haber iniciado el año, ya se habían atendido 15 puntos con probabilidad de ocurrencia de incendios forestales en ese departamento (Corpoguajira, 2022). Y, hacia diciembre, esta corporación también alertó por la temporada seca y la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales que se extendería hasta marzo de 2023, tal como ocurrió en 2022. Razón por la cual Corpoguajira solicitó a los agricultores no realizar quemas durante los meses de pocas lluvias y fuertes vientos, condiciones que facilitan la propagación del fuego y dificultan el control de incendios (Corpoguajira, 2022).

2.2.5.15.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

El área hidrográfica del Caribe también sufre el flagelo del tráfico de fauna, por lo que las corporaciones autónomas regionales de la región deben realizar operativos de control y jornadas preventivas de concientización. Así lo hicieron en enero Corpourabá y la Policía Nacional, en el municipio de Apartadó, con visitas a terminales de transporte terrestre, recordando las consecuencias que tiene el tráfico de especies e invitaron a los conductores de servicio público a realizar las denuncias respectivas, ante casos de este delito (Corpourabá, 2022).

Varias de las acciones dirigidas a la fauna en el Caribe se dirigen a especies marinas y, en especial, para propiciar las condiciones seguras para la anidación de tortugas marinas. Por ello, en playa Bobalito del municipio de Necoclí, la corporación realizó jornadas de limpieza, ya que, hacia el mes de marzo, la tortuga caná (*Dermochelys coriácea*) es la primera en abrir el proceso de anidación de esa playa (Corpourabá, 2022). Asimismo, en marzo, Corpourabá entregó equipos al propietario de una finca, en el municipio de Arboletes, para disminuir el conflicto y posibles muertes de felinos (pumas) por ataque a bovinos. Los equipos entregados contaron de luces Foxlight, kit de impulsor solar y materiales para construcción de cerca eléctricas antidepredatorias (Corpourabá, 2022). Una situación similar con babillas (*Caiman crocodilus*) se presentó en el parque lineal del municipio de Carepa (Antioquia), hábitat natural de esta y otras especies, y en donde los periodos de lluvias incrementan los niveles de la quebrada La Yaya, por lo que se debe velar por su conservación (Corpourabá, 2022).

En el mes de abril Corpourabá y la Policía Ambiental lograron el decomiso de cien cangrejos azules (*Cardisoma guanhumi*), una especie en categoría de amenaza ‘Vulnerables – VU’. Los especímenes fueron encontrados en un puesto de control en el municipio de Turbo y, posteriormente, liberados en Punta Las Vacas, zona de guardacostas de la Armada Nacional de Colombia (Corpourabá, 2022). Igualmente, en Necoclí se incautaron 42 tortugas hicotetas (*Trachemys callirostris*) que eran transportadas en un vehículo en vías del municipio. La persona que las transportaba fue capturada (Corpourabá, 2022).

También durante el año 2022, en las zonas costeras, se adelantaron actividades importantes asociadas a las especies de corales. Por parte de Corpomag, y con ayuda del Acuario del Rodadero, se aportaron 50.000 fragmentos de coral de las especies *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis* (ambas ‘En peligro crítico de

extinción'), para la instalación de guarderías de coral, tipo árbol, mesa y tendadero, en las playas de Inca Inca, como parte de la estrategia nacional de la presidencia de la república "Un millón de corales por Colombia", que pretendió recuperar y restaurar 200 hectáreas de arrecife coralino en los departamentos de San Andrés y Providencia, Magdalena, Bolívar, Sucre, Chocó, La Guajira, Córdoba y Urabá, así como la iniciativa "Coralízate", del Minambiente (Corpamag, 2022).

Los efectos del tráfico y la sola captura de individuos de la fauna silvestre tienen efectos en muchos casos irreversibles, ya sea por mutilación de los individuos o la pérdida de sus habilidades para sobrevivir en su ecosistema. Sin embargo, en algunos casos y aunque usualmente son pocos individuos, luego de muchos esfuerzos, se logra la rehabilitación de los animales. Ese es el caso del municipio de Dibulla, en la reserva Buen Ejemplo, donde se realizó la liberación de siete monos aulladores (*Alouatta palliata*), después de meses de un proceso de rehabilitación realizado por Corpoguajira. Allí les enseñaron a comer la oferta alimenticia propia de su hábitat y a establecer un entorno de comunidad. Estos monos fueron víctimas de comercio de especies, algunos incautados y otros entregados de manera voluntaria por la comunidad. Al respecto, esta entidad resaltó que:

Esta es una especie representativa de La Guajira, que se puede encontrar principalmente en la ribera del río Ranchería, donde afortunadamente existe aún un bosque de galería, aunque también tiene presencia en la Sierra Nevada, en la Serranía del Perijá y en Montes de Oca" (Corpoguajira, 2022, pág. Párrafo 8)

Asimismo, en octubre, la entidad logró decomisar cinco tortugas verdes, especie en categoría de amenaza 'En peligro', es decir, en alto riesgo de extinción. Los hechos ocurrieron en Maicao, donde transportaban los individuos en un vehículo de tracción animal (Corpoguajira, 2022). La corporación también trabajó para disminuir los casos de colisiones de aves con las redes de energía eléctrica, luego de que, en el mes de enero de 2017, se presentara la muerte de varios flamencos rosados en el municipio de Uribí, en un proyecto realizado por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (IPSE). En consecuencia, Corpoguajira requirió la instalación de desviadores de vuelo en la línea de transmisión, como parte de las medidas de manejo que se busca sean aplicadas en los nuevos proyectos como los eólicos, a desarrollar en el departamento (Corpoguajira, 2022).

Ahora bien, en Norte de Santander, Corponor realizó actividades de educación ambiental y concientización acerca de la zarigüeya (*Didelphis pernigra*) pertenecientes a la familia de los marsupiales, pero que son víctimas de maltrato y cacería, ante el desconocimiento y la asimilación que hacen de esta especie con roedores. En las actividades se resaltó, además, la importancia de este animal para los ecosistemas, como controladores de serpientes venenosas y dispersores de semillas (Corponor, 2022).

En el área hidrográfica Caribe, también se tiene la presencia del caracol gigante africano. Con la llegada de la temporada de lluvias en octubre, Corpoguajira informó a la comunidad del incremento de esta especie. Un individuo de caracol africano, en condiciones perfectas de humedad, pueden poner entre 100 y 500 huevos, con un tiempo de eclosión corto. Además de ser una especie invasora, constituye un vector de transmisión de enfermedades como meningoencefalitis eosinofílica y angiostrongiliasis abdominal, entre otras, por contacto con el animal, la baba, las heces y los huevos. La entidad sugirió varias medidas para la posible manipulación de esta especie:

...uso permanentemente de tapabocas y guantes para su manipulación; identificarlo de manera correcta (tiene franjas rojizas y vino tinto, puede medir entre 13 y 20 centímetros); se deben enterrar a unos 50 centímetros de profundidad, con una capa de cal al fondo y una por encima de los caracoles; finalmente, se debe tapar el hueco con el fin de que no entren otras especies ni mascotas (Corpoguajira, 2022, párr. 4).

Asimismo, en el departamento de Norte de Santander, se realizaron actividades para el control de esta especie, teniendo en cuenta las lluvias presentadas en marzo de 2022 (Corponor, 2022).

2.2.5.15.6 Acciones de evaluación control y vigilancia

En agosto de 2022, Corpamag impuso medida preventiva para suspensión de actividades de la construcción de una vía de 759 m de longitud y ancho promedio de 3.5 m, en el cerro El Yuca, conocido también como cerro La Iguana, en zona rural del distrito de Santa Marta. La obra no contaba con permisos (Corpamag, 2022).

Por su parte, Corpoguajira confirmó la suspensión de actividades de disposición de residuos en una celda transitoria implementada en el municipio de Riohacha, y aclaró que no es un relleno sanitario. Dicha decisión se resume en la Resolución 1513 de 2022, en

donde se impuso medida preventiva de suspensión de actividades. El relleno sanitario había sido inicialmente autorizado a través de la Resolución 01079 del 22 de junio de 2015, otorgando la licencia ambiental para la construcción y operación del relleno sanitario, al cual se le aprobó también el plan de cierre, clausura y restauración desde el año 2005. No obstante, la decisión había sufrido modificaciones en 2010, 2016 y 2018, cuando también se autorizó la operación y construcción de celdas adicionales a las aprobadas en un principio (Corpoguajira, 2022).

2.2.5.15.7 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo

En el departamento de La Guajira, su corporación autónoma regional realizó, los días 5 y 6 de octubre de 2022, la recolección de residuos posconsumo en todos sus municipios. Resultado de esa campaña se recolectaron cuatro toneladas (4 t) de residuos entre electrodomésticos, plaguicidas, medicamentos, baterías de plomo ácido, pilas, llantas, bombillas, computadores y periféricos (Corpoguajira, 2022).

En el departamento de Norte de Santander, Corponor implementó la construcción de casetas, para facilitar las herramientas y capacitar a los cultivadores en la devolución y acopio de los productos posconsumo de cosechas, especialmente de agroquímicos como los plaguicidas. La primera caseta fue construida en el municipio de Cácuta, la cual benefició a los cultivadores de durazno, hortalizas y papa. Esta iniciativa se realizó con el apoyo de las comunidades, productores agrícolas, las alcaldías y la Fundación Bioentorno (Corponor, 2022).

2.2.5.15.8 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire

En el departamento de Norte de Santander y en atención a las posibles incidencias generadas por el transporte del denominado polvo del Sahara, en febrero de 2022, Corponor corrió modelos para definir la concentración de material particulado PM 10 y PM2,5 en el aire de la región de Cúcuta y su área metropolitana. Los resultados mostraron concentraciones que no representaron riesgos a la salud de la población (Corponor, 2022). Al respecto, en mayo, esta misma autoridad logró la adquisición de cuatro equipos de monitoreo de calidad del aire de la ciudad y las áreas metropolitanas. Esto se obtuvo en el marco del Plan de Prevención, Reducción y Control de la Contaminación del Aire en Cúcuta, con el apoyo de la Gobernación de

Norte de Santander y la Alcaldía de Cúcuta, y en conjunto con la empresa Hill Consulting S.A.S, contratada por el Gobierno suizo a través del programa de ayuda humanitaria Cosude (Corponor, 2022).

2.2.6 Insulares

La región insular de Colombia comprende el conjunto de las islas, cayos e islotes continentales y aquellos alejados de las costas, como son el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en el mar Caribe, y las islas Malpelo y Gorgona, en el océano Pacífico, principalmente.

Al respecto, la Constitución Política de Colombia dispone que:

...forman parte de Colombia, además del territorio continental, el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y Malpelo, Reserva de Biósfera Seaflower. Además de las islas, islotes, cayos, morros y bancos que le pertenecen" además que "también son parte de Colombia, el subsuelo, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental, la zona económica exclusiva, el espacio aéreo, el segmento de la órbita geoestacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa, de conformidad con el Derecho Internacional o con las leyes colombianas a falta de normas internacionales. (Constitución Política de Colombia, 1991, pág. art 101).

El Decreto 1946 de 9 de septiembre de 2013, en su artículo primero, indica que los territorios insulares de Colombia en el mar Caribe occidental incluyen al departamento del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina que, a su vez, está integrado por San Andrés, Providencia, Santa Catalina, incluyendo los cayos de Alburquerque, East Southeast (Este Sudeste, Roncador, Serrana, Quitasueño, Serranilla, Bajo Nuevo y las demás islas, islotes, cayos, morros, bancos, elevaciones de bajamar, bajos y arrecifes adyacentes a cada una de estas islas, y que configuran el departamento. Además, se considera que las zonas contiguas a los territorios insulares hacen parte del mar territorial (en distancias definidas a partir de la línea base) (Decreto 1946 de 2013, 2013, pág. art 1).

En el año 2000, la Unesco declaró la Reserva de la Biósfera Seaflower, por la importancia biológica, ecológica, social y cultural del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Dicha declaración fue el resultado de las gestiones realizadas por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina), para

dar alcance al parágrafo 2 del artículo 37 de la Ley 99 de 1993, el cual lo establece (Coralina, 2020, p. 73).

En el océano Pacífico, también existen áreas insulares como Cacahual, Cangreja, Ajicito, Micay, Sanquianga, Cocal, El Gallo, Viciosa, El Morro. Las de mayor importancia son Malpelo y Gorgona (Sociedad Geográfica de Colombia, 2023).

Adicionalmente, en la región insular, se determinan las siguientes subregiones:

Insular Caribe

- Archipiélago de San Andrés y Providencia, Reserva de la Biósfera Seaflower, que conforma el departamento del mismo nombre, ubicada en el mar Caribe, con una extensión total de 52,2 km²: San Andrés, con 26 km²; Providencia, con 17 km²; y Santa Catalina, con 1 km².
- Archipiélago de San Bernardo, un conjunto de diez islas del mar Caribe que, en total, tienen una superficie aproximada de 255 km². Se encuentran en el golfo de Morrosquillo. Está compuesto por las islas Boquerón, Palma, Panda, Mangle, Ceycén, Cabruna, Tintipán, Maravilla y Múcura, y un islote artificial (Santa Cruz del Islote). Esta decena de islas están en sintonía con la dinámica turística de Cartagena, Tolú y Coveñas. Desde 1996, parte del archipiélago pertenece al Parque Nacional Natural Islas Corales del Rosario y San Bernardo.

Otras islas:

- Islas Corales del Rosario, pequeño archipiélago de 20 hectáreas (0,20 km²), ubicadas al oeste de Cartagena.
- Isla Fuerte, pequeña isla de unas 300 hectáreas (3 km²) frente a las costas del departamento de Córdoba.
- Isla Tortuguilla, pequeña isla de 14 hectáreas (0,14 km²).
- Isla Tierra Bomba, ubicada 1,5 km al suroeste de Cartagena de Indias, con una extensión de 19,84 km².

Insular Pacífico

- La isla Gorgona, un pequeño sistema de islas conformado por Gorgona, Gorgonilla y otros tres islotes, ubicadas en el océano Pacífico y pertenecientes al departamento del Cauca, con 26 km² de

superficie terrestre o insular. Se encuentra allí el Parque Nacional Natural Isla Gorgona.

- Malpelo, islote de origen volcánico en el océano Pacífico, bajo la jurisdicción del departamento del Valle del Cauca, con 120 hectáreas o 1,20 km² de superficie emergida.

Jurisdiccionalmente, las subregiones insulares, hacen parte de diferentes entidades territoriales así:

Departamento de San Andrés: San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
 Departamento de Bolívar: isla Barú, Isla Fuerte, Islas del Rosario, islas de San Bernardo, Tierra Bomba.
 Departamento de Córdoba: isla Tortuguilla.
 Departamento del Cauca: isla Gorgona y Gorgonilla.
 Departamento del Chocó: isla Cacahual.
 Departamento de Nariño: isla de El Morro, Isla del Gallo.
 Departamento del Valle del Cauca: isla de Malpelo.

Es importante tener en cuenta que estas áreas insulares gozan de comunidades llenas de tradiciones, etnias, historia, antepasados y actividades económicas asociadas al turismo y la pesca y que gozan del reconocimiento y orgullo de ser parte de la República de Colombia. Las áreas insulares requieren una especial atención, por esas condiciones que las caracterizan y las dificultades que enfrentan, además de privilegios que implica estar alejados del territorio continental. Por eso, el análisis realizado para estos territorios, a pesar de estar considerados como parte del área hidrográfica Caribe, requieren de un análisis diferenciado y centrado en esas particularidades, como, por ejemplo, el efecto que tienen los fenómenos meteorológicos como las tormentas tropicales y los huracanes. Algunos de estos las afectan directamente, como el lota que, en 2020, generó destrucción en las islas del Caribe, especialmente.

2.2.6.1 Comportamiento climático

En las áreas insulares, el comportamiento climático, si bien tuvo condiciones estrechamente relacionadas con las de las áreas hidrográfica Caribe y Pacífico, las diferencias son considerables, al estar inmersas en los océanos. Por ejemplo, están dentro de las rutas y comportamientos de los huracanes y, al contrario de los continentes, los fenómenos meteorológicos son alimentados por el calentamiento de las masas de aire sobre las masas de agua. En las tablas 2.55 y 2.56, se resume el comportamiento climático en las áreas insulares.

► **Tabla 2.55.**
Precipitaciones en las áreas insulares

Comportamiento precipitaciones mensuales 2022	
Mosaico del Índice de Precipitación Mensual durante 2022	
Enero	
- Se presentaron condiciones mayormente secas en el país, asociadas al debilitamiento de la Zona de Confluencia Intertropical. - En enero, se presentaron condiciones de sequía en la isla de San Andrés, donde las precipitaciones tuvieron valores entre 0 mm y 50 mm, así como valores del índice de precipitación mensual por debajo de lo normal (40 % - 80 %). - En la isla de Providencia, se presentan valores de precipitación entre 50 mm y 100 mm y frente al índice de precipitación presento valores normales. - Frente al número de días de lluvia en San Andrés y Providencia, los valores estuvieron entre 12 y 16 días de lluvia, pero frente a las anomalías en el número de días de lluvia para San Andrés, se presentó normal, entre -3 y 3 días, y para Providencia, anomalías negativa de entre -6 y -9 días.	
Febrero	
- En el mes de febrero, se observaron cuatro frentes fríos en el Atlántico, el cual es un valor inferior al esperado en este mes (que suele ser de 6 frentes fríos). - La condición 'Muy por debajo de lo normal' se presentó en Providencia. - Con respecto al número de días de lluvia, las condiciones fueron normales, comparado con la anomalías y con valores de días de lluvia (entre 8 y 12 días), donde hubo precipitaciones.	
Marzo	
- En San Andrés, se registraron precipitaciones con valores entre 100 mm y 150 mm, y frente al índice de precipitación, las condiciones fueron 'Por encima de lo normal'. - Para Providencia, el índice de precipitación mensual estuvo 'Muy por encima de lo normal', con valores de precipitación entre 150 mm y 200 mm.	
Abril	
- Tanto San Andrés como Providencia reportaron un índice de precipitación mensual 'Muy por encima de lo normal', y precipitaciones con valores entre 50 mm y 100 mm.	
Mayo	
- La corriente en chorro de bajo nivel del Caribe se mantuvo activa, situación que ameritó la generación de alertas por viento y oleaje, en el mar Caribe central y oriental. - Las lluvias 'Muy por encima de los valores medios' se destacaron en el área insular Caribe, con precipitaciones de entre 300 mm y 400 mm en San Andrés, y entre 200 mm y 300 mm en Providencia. Por lo anterior, en Providencia se observaron anomalías positivas frente al número de días de lluvia (>6 días).	
Junio	
- Fue un mes con excesos de precipitación en sectores del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, con valores del índice de precipitación mensual >160 %, es decir, 'Muy por encima de lo normal'. - En San Andrés y Providencia, los días de lluvia oscilaron entre 12 y 16 días, los cuales también correspondieron a una anomalía positiva de entre 3 y 6 días, comparado con los valores normales para este mes.	
Julio	
- El rango de lluvias 'Por debajo de lo normal' se destacó en el área insular Caribe, con valores de precipitación entre 100 mm y 150 mm, en San Andrés, y 50 mm y 100 mm, en Providencia. - En las áreas insulares del Caribe, el rango de días de lluvia estuvo entre 16 y 20 días del mes, lo cual, para San Andrés, es una anomalía positiva de entre 3 y 6 días, mientras que para Providencia, no.	

Agosto
- Las lluvias 'Por encima de lo normal' se observaron en la isla de San Andrés, con precipitaciones con valores de entre los 300 mm y los 400 mm.
- La categoría 'Muy por encima de lo normal' predominó en la isla de Providencia, con valores de entre 400 mm y 600 mm.
Septiembre
- Las lluvias del mes obedecieron, en buena medida, al tránsito de ondas tropicales y a la influencia indirecta de dos tormentas tropicales sobre el norte del país.
- En la isla de Providencia, se registraron precipitaciones 'muy por debajo de lo normal', con valores de precipitación de entre 50 mm y 100 mm.
Octubre
- Para las islas de San Andrés y Providencia, se presentaron precipitaciones con valores de entre los 200 mm y los 300 mm que, para Providencia, es un valor 'Por debajo de lo normal'. Este, frente al número de días de lluvia, fue un valor entre 16 y 20 días de lluvias al mes, pero que no es una anomalía en relación con este aspecto. A diferencia de San Andrés, donde si hubo una anomalía negativa de entre -3 y -6 días de lluvia, que estuvo en un valor de entre 20 y 24 días de lluvia.
Noviembre
- Frente al índice de precipitación mensual, las lluvias se encontraron 'Por debajo de lo normal', en Providencia, y 'Por encima de lo normal', en San Andrés, con valores de precipitación de 200 mm - 300 mm y 400 mm - 600 mm, respectivamente. Los días de lluvias correspondieron a un rango entre 20 y 24 días del mes, los cuales no representan anomalías en ninguna de las dos islas.
Diciembre
- Las lluvias 'Por debajo de lo normal' se registraron en las islas de San Andrés y Providencia, con valores de precipitación entre 50 mm y 100 mm, en ambos territorios insulares, y los días de lluvia, en ambos casos, fueron considerados como normales: entre 12 y 16 días, para Providencia; y entre 16 y 20 días, para San Andrés.

Fuente: Ideam (2022).

► **Tabla 2.56.**
Temperatura en las áreas insulares

Comportamiento temperatura mensual
Mosaico de la anomalía mensual de la temperatura media durante el año 2022
Enero
Frente a la temperatura en San Andrés y Providencia, se presentaron variaciones en la anomalía de temperatura máxima, con anomalías positivas 0,5 °C y 1,5 °C. En las demás temperaturas, las condiciones fueron normales.
Febrero
Temperatura mínima: se presentaron anomalías positivas en la isla de Providencia.
Temperatura media: las anomalías positivas se observaron en la isla de San Andrés.
Temperatura máxima: las anomalías positivas se registraron en la isla de San Andrés.
Las anomalías positivas mencionadas se encontraron entre valores de 0,5 °C y 1,0 °C.
Marzo
Con respecto a la temperatura, se registraron anomalías positivas en la temperatura media de la isla de San Andrés, presentándose la misma situación con la temperatura máxima.
Abril
Al respecto de la temperatura para las islas de San Andrés y Providencia, las condiciones fueron de normalidad, salvo en la temperatura máxima. En San Andrés, se presentaron variaciones positivas entre 0,5 °C y 1,0 °C, mientras que, en Providencia, se registraron variaciones negativas entre -0,5 °C y -1,0 °C.

Mayo
En mayo, las condiciones de temperaturas mínima, media y máxima en las islas del Caribe fueron normales.
Junio
Temperatura mínima: las anomalías negativas se presentaron en áreas puntuales distribuidas sobre las regiones Caribe (continental e insular).
Temperatura media: las anomalías negativas -0,5 °C y 1,5 °C se registraron en la mayor parte de las regiones Caribe (insular y continental).
Temperatura máxima: se presentaron anomalías negativas de entre -0,5 °C y -1,0 °C, en Providencia.
Julio
Temperatura media: las anomalías positivas se destacaron, en algunos sectores del oriente en las regiones Caribe, incluida la isla de San Andrés.
Temperatura máxima: se presentaron anomalías positivas entre 0,5 °C y 1,0 °C en San Andrés.
Agosto
Temperatura mínima: se presentaron anomalías negativas en el área insular Caribe.
Temperatura media: las anomalías negativas se registraron en la isla de Providencia, con valores entre -0,5 °C y -1,0 °C.
Temperatura máxima: las anomalías negativas se registraron en sectores de la región Caribe, incluida la isla de Providencia.
Septiembre
Las temperaturas mínimas, medias y bajas presentaron tendencias a la normalidad, salvo en la temperatura mínima, con anomalías negativas de entre -0,5 °C y -1,0 °C, en la isla de San Andrés, y en la temperatura máxima con la misma tendencia, pero en la isla de Providencia.
Octubre
En San Andrés, se presentaron anomalías positivas en la temperatura de San Andrés (entre 0,5 °C y 1,0 °C, para las temperaturas media y máxima).
Noviembre
Las temperaturas mínima, media y máxima tuvieron condiciones de normalidad, salvo en San Andrés, con variaciones positivas de entre 0,5 °C y 1,0 °C en la mínima y la máxima.
Diciembre
Las temperaturas mínima, media y máxima tuvieron condiciones de normalidad, excepto en San Andrés, con variaciones positivas de entre 0,5 °C y 1,0°C en la media y la máxima.

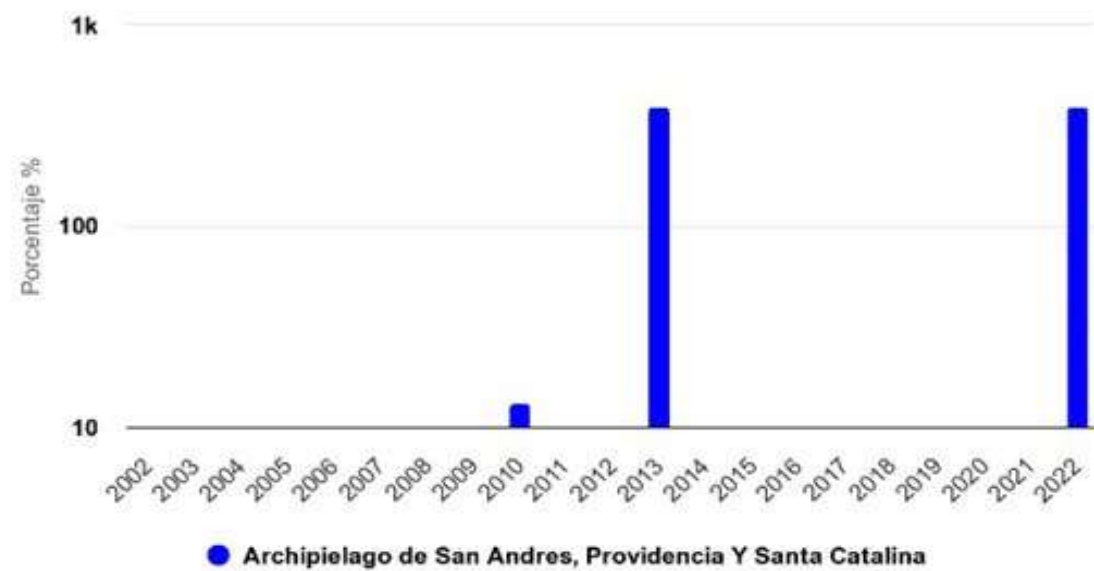
Fuente: Ideam (2022).

2.2.6.2 Incendios forestales

En 2022, se contabilizaron al menos 2613 incendios en el país, mientras que en 2021 habían sido 2339 incendios. La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina) y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNRGD) reportaron, para 2022, únicamente un evento de incendio forestal en la región insular, a pesar de ser dos grandes áreas diferenciales: la región insular Caribe y la región insular Pacífica.

Sin embargo, el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), liderado por el Ideam y al cual reportan las corporaciones autónomas regionales a través de los direcciones regionales de bomberos, muestran datos acerca de la variación anual de la superficie de cobertura vegetal afectada por incendios para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, equivalente al 400 %.

► **Gráfica 2.88.** Variación anual de la superficie de cobertura vegetal afectada por incendios para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Fuente: Ideam (2023).

De acuerdo con la misma información del SNIF, para el año 2022, la superficie de cobertura vegetal afectada por incendios fue de tres hectáreas, para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. No se reportaron otros valores de referencia.

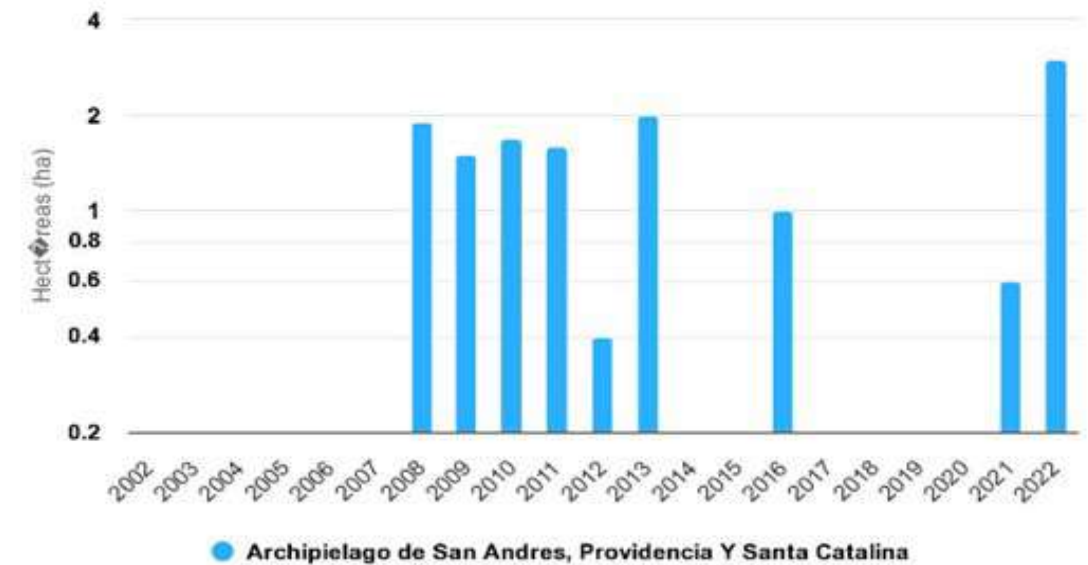
Para 2022, según las atenciones hechas por el grupo coordinador de control y vigilancia de Coralina en Providencia, se registraron varios incendios menores y quemaduras en diferentes sectores, que contaron con la atención del Cuerpo de Bomberos, el Batallón de Infantería de Marina, la Policía Nacional y la Armada Nacional.

Los incendios, que según el periódico *The Archipiélago Press*, publicado el día 11 de marzo de 2022, se

registraron en sectores como *Spitt Hill*, *Free Town*, *Smooth Water* y *Botton House*, entre otros, donde la mayoría explican que “han sido para quemar la maleza de las podas realizadas” (*The Archipiélago Press*, 2022, pág. Párrafo 3)

Los incendios en la región insular se explican por el hecho de que los ciudadanos, en su intención de quemar la maleza producida por las podas realizadas, prenden fuego. Sin embargo, se les sale de control, provocando incendios forestales a veces de grandes proporciones, afectando la flora y la fauna de la región, además de causarle daño al suelo, debido a la gran cantidad de quemaduras que se genera (*The Archipiélago Press*, 2022)

► **Gráfica 2.89.** Superficie de cobertura vegetal afectada por incendios en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Fuente: Ideam (2023).

2.2.6.3 Comportamiento del recurso hídrico

Las fuentes de agua potable son muy escasas (acuíferos en la isla de San Andrés, microcuencas en la isla de Providencia y aguas lluvias en ambas islas). Sin embargo, en la isla de San Andrés no existen cursos permanentes de agua, solo arroyos temporales asociados a la época de lluvias, por lo que utiliza básicamente el agua subterránea para abastecimiento doméstico. La problemática que enfrenta la población, principalmente en la isla de San Andrés, se manifiesta directamente sobre los parámetros de cantidad y calidad del recurso (Coralina, 2020) De acuerdo con el Plan de Acción Institucional (PAI):

...otra característica en la isla de San Andrés corresponde a charcas permanentes y temporales de agua dulce, que se ubican de manera alineada-escalonada en las depresiones del valle del Cove, sobre una capa de suelos residuales que conforman un sistema de siete colinas que anteriormente se encontraban interconectadas en superficie. Además, se identifica el sistema acuífero insular compuesto por dos acuíferos conectados hidráulicamente entre sí, el acuífero San Luis y el acuífero San Andrés, este último abastece más del 90 % de la población isleña por la ausencia de agua superficial cuya composición impide la formación de almacenamientos y corrientes superficiales. (Coralina, 2020, pág. 76).

El PAI identifica que “el sistema hídrico superficial de las islas Providencia y Santa Catalina está constituido por diez microcuencas: Bottom House (Casa Baja) Bowden (Pueblo Viejo), Lazy Hill (San Felipe), Fresh Water Bay (Agua Dulce), Southwest Bay, Smooth Water, Bailey, Mc Bean, Bahía Garret y Santa Catalina. En Providencia, existen pequeños arroyos en las microcuencas de McBean, Bailey y Fresh Water, los cuales aumentan sus caudales durante la temporada de lluvias y dejan manantiales durante todo el año. Estas cuencas presentan un desequilibrio hidrológico por el déficit prolongado de agua durante la estación seca, por lo que después de los aguaceros, la escorrentía es rápida, con presión lateral sobre las paredes por lo que se produce erosión y desbordamiento. En las dos islas es característico la presencia de corrientes superficiales intermitentes con escorrentía solo en época lluviosa, y cuyos cauces se les conoce tradicionalmente como ‘Gullies’.

Además, el PAI destaca “que se cuenta con el plan de manejo de acuíferos de la isla de San Andrés y el plan de manejo de la cuenca El Cove (Coralina, 2020, pág. 78 y 79).

Para los demás componentes insulares no se evidenció información.

2.2.6.3.1 Riesgos de inundación

Para la región insular, en general, se estima que las posibilidades de inundación son menores, dada la situación que, en su territorio, no existen grandes ríos y/o corrientes. A su vez, la topografía de las islas no muestra mayores variaciones. No obstante, en los últimos años y debido a los efectos del cambio climático se han venido presentando en todo el territorio insular Caribe eventos tales como avenidas torrenciales, ciclones tropicales, crecientes súbitas, granizadas, inundaciones, lluvias, movimientos en masa, temporales y vendavales, los cuales provocan fenómenos negativos para la población, entre ellos, las inundaciones.

Tal es el caso de la tormenta tropical Julia que, en octubre de 2022, se transformó en huracán de categoría 1, ante lo cual el Ideam informó, que “se prevén precipitaciones acumuladas fuertes y extremas que podrían superar los 120 mm, tormentas eléctricas, ráfagas de viento, y ‘marejada ciclónica en el área del archipiélago’” (El País, 2022).

Adicional a esto, se relacionan las zonas potencialmente inundables (ZPI) que, según el ENA 2022, también fueron consideradas en el análisis realizado en el área hidrográfica Caribe.

Tabla 2.57. Áreas de zonas potencialmente inundables (ZPI) Región Insular Caribe

Zona hidrográfica	Cuerpos de agua (ecosistemas acuáticos lenticos y lóticos (km²))	Zonas potencialmente inundables ZPI (km²)
Islas caribes	0	2
Total	0	2

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

Tabla 2.58. Área de zonas potencialmente inundables (ZPI) transformadas en Caribe insular

Zona hidrográfica	ZPI área km²	Área transformada km²	Área natural km²	Cambio de área entre 2010 2012 y 2018 km² transformada	Zona hidrográfica natural
Islas Caribe	1,65	0	1	0	0
Total	0				2

Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

De acuerdo con la información publicada por la UNGRD sobre eventos naturales, en 2022, la región insular Caribe tuvo eventos tales como avenidas torrenciales, ciclones tropicales, crecientes súbitas, inundaciones, lluvias, movimientos en masa, temporales y vendavales, todo esto también con la influencia del fenómeno de La Niña.

de diciembre a abril. En estos meses llueve menos de dos días al mes. De mayo a agosto, las lluvias son más frecuentes y, en promedio, llueve entre 5 y 6 días por mes.

No hay reportes para la zona de la región insular del Pacífico.

El promedio de lluvia durante el año fue de 501 mm. Usualmente, la temporada seca se extiende

2.2.6.3.2 Riesgos de desabastecimiento

Complementariamente, para la isla de San Andrés, aunque se tienen presiones altas por el uso del recurso, la oferta hídrica se asocia con la disponibilidad de agua subterránea que, a la fecha, satisface las necesidades de la isla.

Providencia se abastece de agua superficial y no cuenta con sistemas acuíferos asociados debido a su naturaleza volcánica (Ideam, 2022).

Para la subregión insular Pacífica, no existe información.

2.2.6.4 Generalidades poblacionales

La mayor población de la región insular de Colombia se encuentra en el archipiélago de San Andrés y Providencia. De acuerdo con la información del censo del DANE 2018, el 42 % de las comunidades que habitan esta área insular se autorreconoce como ‘Raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina’; el 14 % como ‘Negro(a), Mulato(a), Afrodescendiente, Afrocolombiano(a)’; mientras que el 43 % no se considera de ningún grupo étnico, y solo hay un 1 % del cual no se tiene información. La economía se sustenta principalmente por el turismo y la pesca comercial.

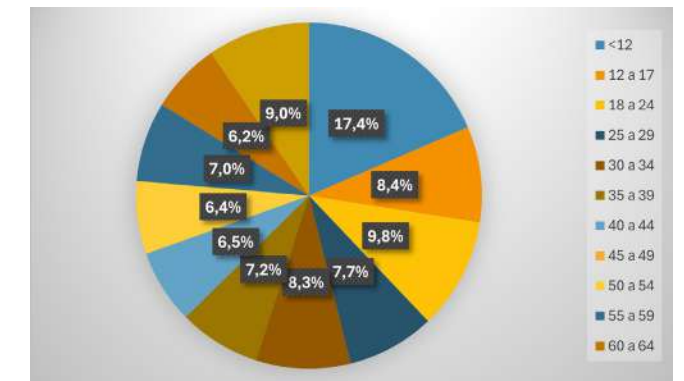
Según las proyecciones del DANE, en 2022, San Andrés y Providencia tenía 62.255 habitantes: 32.475 mujeres (52,2 %) y 29.780 hombres (47,8 %). Los habitantes de San Andrés y Providencia representaban el 0,12 % de la población total de Colombia, en 2022.

En la isla Santa Cruz del Islote, del archipiélago de San Bernardo, jurisdicción del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, habitaban cerca 779 personas en una hectárea, según el último censo realizado por el consejo comunitario por solicitud del Ministerio del Interior (año 2020), en una superficie de una hectárea, considerándose como el área más densamente poblada del mundo (El Tiempo, 2020).

Según el DANE, para 2022 el archipiélago de San Andrés y Providencia alcanza una densidad de 476,3 hab./km². Si se compara con Santa Cruz del Islote, la densidad poblacional alcanza los 80.000 hab./km².

Según el DANE, las islas del Rosario tienen una población de menos de mil habitantes, para una densidad de población promedio de 5000 hab/km². Por su parte, Gorgona, Malpelo y la mayoría de las islas del Pacífico están deshabitadas.

Gráfica 2.90. Población de San Andrés y Providencia por edad (proyección de 2022)



Fuente: elaboración propia a partir de Ideam (2022).

Nota: proyecciones del DANE para 2022, basados en el censo 2018.

Aunque las actividades agrícolas no ocupan un lugar importante en la economía del departamento, esta es una actividad que se realiza a baja escala. Por ello, se puede establecer que existen cultivos de pancoger, transitorios y permanentes como de caña de miel, plátano, coco, yuca, limón, patilla, ahuyama, melón, maíz, entre otros (Coralina, 2020, pág. 87).

Y, de acuerdo con el DANE, acerca de la participación de los sectores en la economía local y, por ende, en el PIB para el año 2022, se establece que el sector ‘Comercio, hoteles y reparación’ es el de mayor participación con un 60,2 %; el segundo lugar lo ocupa la ‘Administración pública y defensa’, con 13,8 %; y, en tercer lugar, ‘Derechos e impuestos’, con 7 % de participación. Ahora bien, en cuarto lugar, se ubican las actividades inmobiliarias, con una participación de 3,7 %; y, en quinto, las actividades científicas y técnicas, con 3,2 %, a la que le siguen ‘Electricidad, gas y agua’.

La pesca es un renglón económico importante en el archipiélago. Sin embargo, no tiene un aporte significativo al PIB departamental y ocupa noveno lugar, con una participación del 1,6 %.

Tabla 2.59.
Actividades económicas y habitantes San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Departamento	Total, de población (habitantes)	Sector de actividades económicas												
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	47.834	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

(Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023)

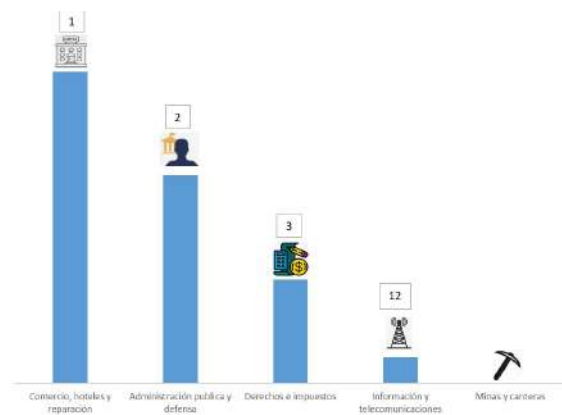
Convenciones:



Total Población: 47.837

Fuente: elaboración a partir de datos del DANE (2018) y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

Gráfica 2.91.
Ranking de actividades Caribe insular



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023).

No se evidencian reportes para las demás zonas insulares.

2.2.6.5 Sector manufacturero⁴⁶

El Sistema de Información de Uso de Recursos Naturales (SIUR) fue creado como una herramienta para ejercer seguimiento y monitoreo a los diferentes sectores productivos que consumen recursos naturales y generan afectaciones sobre estos y la población.

Por su parte, el Registro Único Ambiental (RUA) es el instrumento de captura para el SIUR, de acuerdo con la Resolución 941 de 2009.

La Resolución 1023 de 2010, adopta el RUA para el sector manufacturero, cuyo objetivo es

obtener información estandarizada sobre el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales por estas actividades.

De acuerdo con la información para el año 2022, que reposa en este subsistema o aplicativo para el departamento de San Andrés y Providencia, en jurisdicción de Coralina, se encuentran inscritos ocho (8) establecimientos. Sin embargo, no cuentan con reporte de información para el año en mención.

Según el PAI de Coralina:

...en cuanto a los residuos sólidos, la isla de San Andrés reporta una producción per cápita de residuos de 64.909 kg/día por persona, según último registro del PGIRS⁴⁷ anterior, compuesto de la siguiente forma: cartón 107,55 %, plástico 107,55 %, metales 1,89%, vidrios 4,53 %, otros. (Coralina, 2020, pág. 81)

Para los demás componentes insulares, no se encontró información al respecto.

2.2.6.6 Calidad del agua

De acuerdo con el PAI:

...en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se encuentran como las principales fuentes de contaminación a las actividades antrópicas como el manejo de residuos sólidos de la población residente y turística; residuos de aceites e hidrocarburos del petróleo de las operaciones marítimas (descargue y manejo de hidrocarburos eventualmente derramados), las aguas servidas urbanas (material orgánico biodegradable y compuestos sintéticos como detergentes y microorganismos patógenos); residuos de la planta de generación eléctrica ya en desuso hace 10 años o aquellos que llegan del tráfico marítimo internacional y las escurrentías difusas (presencia de fertilizantes y plaguicidas) que alteran las características de las aguas costeras y ecosistemas marino-costeros asociados (Coralina, 2020, pág. 79).

En el PAI se determina que:

...en la isla de San Andrés la red de alcantarillado está conformada por colectores principales

y secundarios, estaciones elevadoras o de bombeo, vierte sus aguas a través del emisario submarino. Las aguas antes de ser vertidas surten un tratamiento preliminar que remueve los sólidos gruesos y posteriormente son impulsadas al emisario submarino. En las zonas no conectadas a la red, el sistema de disposición emplea comúnmente pozos sépticos, los cuales son construidos con bajos requerimientos técnicos y escaso mantenimiento, lo cual aumenta los procesos de contaminación de los acuíferos y vertimientos superficiales; también existe una porción de la población que emplea letrinas o simplemente vierten sus aguas residuales al suelo y calles, generando problemas ambientales y de salubridad pública, entre otros. (Coralina, 2020, pág. 79).

En la isla de Santa Catalina, la red de alcantarillado está complementada con un sistema de tratamiento de aguas residuales secundario con procesos de sedimentación, digestión anaerobia y filtración, esta red tiene una cobertura del 100% de la población de la isla. Teniendo en cuenta los resultados del monitoreo de la calidad de agua y playas que se ha realizado entre 2015 y 2019 (Redcam), se determinó que las condiciones de calidad de las aguas superficiales, han presentado variaciones marcadas asociadas al desarrollo de actividades antrópicas que generan disposición de residuos líquidos y sólidos, a la dinámica costera del archipiélago y a las condiciones oceanográficas determinadas por la intensidad de los vientos (Ricaurte y Bastidas, 2017) que generan mayores concentraciones de oxígeno disuelto en superficie cuando los vientos son más intensos y que al momento de disminuir su intensidad (relajarse), el oxígeno disuelto disminuye (meses de marzo y mayo). Estas variaciones también pueden estar determinados además por eventos de variabilidad climática como La Niña y El Niño.

En las islas de Providencia y Santa Catalina para los años 2018 y 2019 la calidad del agua estuvo entre adecuada y aceptable; solamente en la estación McBean Lagoon (ubicada en cercanías al aeropuerto El Embrujado) se registró una calidad inadecuada debido a las altas concentraciones de microorganismos indicadores, lo cual puede atribuirse a la alta ocupación por bañistas, debido a que es uno de los destinos más visitados

⁴⁶ Para más información, el Ideam genera el Informe Nacional del Registro Único Ambiental (RUA) Manufacturero de Colombia, donde se amplía la información respecto a los años analizados y se puede consultar en el portal web del instituto.

⁴⁷ Plán de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

en la isla, o al efecto de un evento climático que ocasionó la introducción de aguas contaminadas (Coralina, 2020, pág. 80).

Para la zona insular del archipiélago de San Bernardo y la zona insular Pacífica no se reportó información, aunque sea fácil determinar que la mayor cantidad de vertimientos de residuos sólidos domésticos se realiza de forma directa al mar y, en algunos casos, mediante pozos sépticos.

2.2.6.7 Erosión costera en el Caribe, Pacífico y territorios insulares de Colombia

Constanza Ricarte Villota	Invemar	constanza.ricarte@invemar.org.co
David Fernando Morales Giraldo	Invemar	david.morales@invemar.org.co
Johan Camilo Casadiego Estévez	Invemar	johan.casadiego@invemar.org.co
Andrés Felipe Rosado Tapia	Invemar	andres.rosado@invemar.org.co
Juan Fernando Cortina Munera	Invemar	juan.cortina@invemar.org.co
Paula Alejandra Macías Hemer	Invemar	paula.macias@invemar.org.co
Marco Elías González Arteaga	Invemar	marco.gonzalez@invemar.org.co
Magnolia Murcia Riaño	Invemar	magnolia.murcia@invemar.org.co
Wilberto Pacheco Paternina	Invemar	wilberto.pacheco@invemar.org.co

2.2.6.7.1 Isla Providencia

El monitoreo histórico de las principales playas de la isla de Providencia reveló una tendencia erosiva a largo plazo, en los sectores de Agua Dulce, Suroeste y Manzanillo, afectando entre el 77 % y el 85 % de la extensión total de playa en estas zonas. Para la playa de Agua Dulce, el análisis general de la posición de la línea de costa entre 1995 y 2021 mostró una pérdida de hasta 32 m de frente de playa en la zona sur (Figura 2.95), con una rapidez máxima de hasta 1,23 m/año. En el sector de Suroeste, con el análisis se logró identificar retrocesos máximos de hasta 22 m, con tasas de erosión que alcanzaron los 0,84 m/año. Por último,

en Manzanillo, se registraron retrocesos máximos de 18 m de la línea de costa, con tasas de erosión que no superaron 1 m/año.

► **Figura 2.107.** Cambios en la posición de la línea de costa en el sector de Agua Dulce (Providencia)



Fuente: Invemar (2022).

Si bien los procesos erosivos en la isla han ocurrido históricamente bajo condiciones océano-atmosféricas 'normales', estos han sido intensificados por el paso de huracanes, como el Iota en 2020, que impactó el archipiélago como un huracán de categoría 5 y eliminó por completo los depósitos emergidos de las tres playas monitoreadas. Un seguimiento del estado de las playas un año después del paso de Iota mostró que Suroeste y Manzanillo recuperaron el frente de playa que habían perdido, e incluso aumentaron su amplitud en comparación con los años anteriores al Iota. Por su parte, Agua Dulce evidenció una capacidad de captación de sedimentos mucho más deficiente.

2.2.6.8 Estado de los pastos marinos en Colombia 2022

Laura Sánchez Valencia	Invemar	laura.sanchez@invemar.org.co
Elizabeth Galeano Galeano	Invemar	elizabeth.galeano@invemar.org.co

Andrés Felipe Acosta Chaparro	Invemar	andres.acosta@invemar.org.co
Diana Isabel Gómez López	Invemar	diana.gomez@invemar.org.co
David Alejandro Alonso Carvajal	Invemar	david.alonso@invemar.org.co

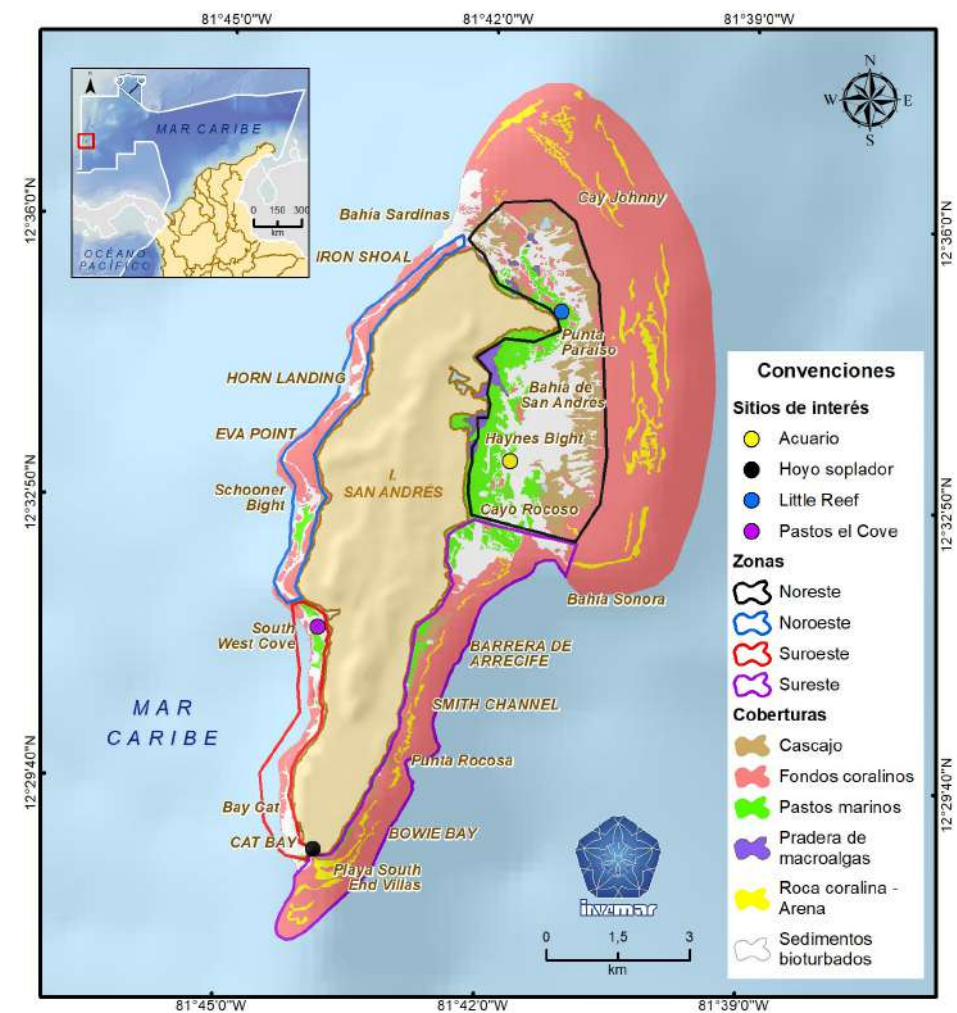
2.2.6.8.1.1 Isla de San Andrés

Las praderas de pastos marinos localizadas dentro de la cuenca lagunar muestran el mayor desarrollo estructural (Figura 2.108), caracterizadas por ser praderas mixtas dominadas por la especie climax *Thalassia testudinum* que junto con *Syringodium filiforme* forman grandes extensiones, la mayoría formando terrazas de buen tamaño. Estas praderas, protegidas por la barrera arrecifal, se mantuvieron bien protegidas del embate de las corrientes y el oleaje, por lo que se evidenciaron pocas afectaciones ocasionadas por el huracán; mientras que las observadas estuvieron relacionadas con cambios en la cobertura por desaparición total, o por enterramiento causado por el transporte de sedimentos por las corrientes.

2.2.6.8.1 Caribe insular

Teniendo en cuenta que en el departamento archipiélago se levantó información relacionada con los efectos del huracán Julia, se detalla a continuación:

► **Figura 2.108.** Mapa de la isla de San Andrés resaltando el área de evaluación de la cuenca lagunar

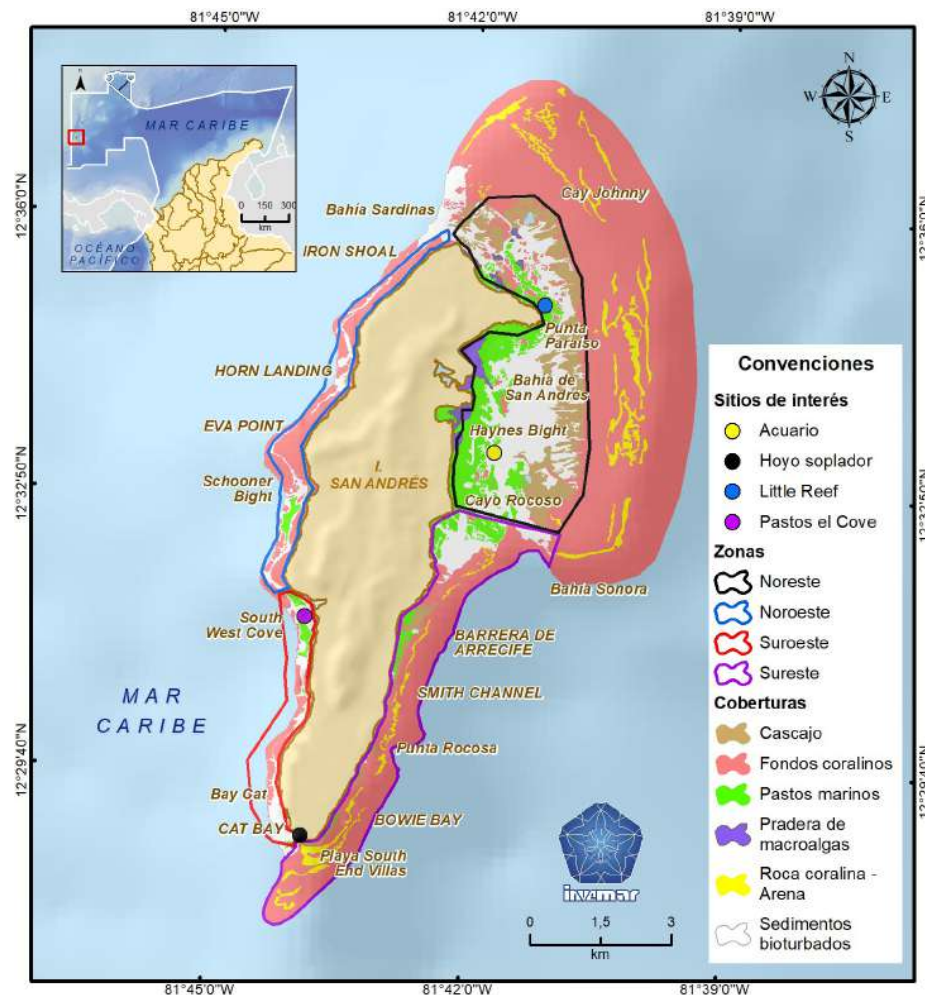


Fuente: Invemar (2022).

En el sector suroccidental (Figura 2.109, polígono rojo) también se identificaron cambios en la cobertura de pastos marinos frente a la bahía de El Cove, la cual se

encuentra hacia el centro-sur de la isla. En este sitio, los pastos se caracterizan por desarrollarse en profundidades alrededor de los 10 m.

► **Figura 2.109.**
Mapa de la isla de San Andrés resaltando el área de evaluación del sector suroccidental



Fuente: Invemar (2022).

2.2.6.8.2 Providencia y Santa Catalina

Debido a que el impacto sobre las islas de Providencia y Santa Catalina fue considerablemente menor, se muestrearon mediante Evaluación Ecológica Rápida (EER), un total de ocho puntos de pastos marinos alrededor de las islas, incluyendo las cinco estaciones de monitoreo permanente de pastos marinos en San Felipe, Camp, McBean, Oyster Creek y Mauricio's Bay, así como los tres puntos adicionales de revisión priorizados en el post Iota: Canal Santa Catalina-Providencia, Smooth Water y Playa Suroeste, ya que estos presentaron afectación directa por el fenómeno natural en 2020.

En general, las praderas de pastos marinos visitadas en la isla de Providencia no presentaron signos de afectación evidente por el huracán Julia, a excepción del desprendimiento de las raíces de la especie *Halodule wrightii*, en el sector de San Felipe, y erosión en la terraza ubicada en la estación de McBean, fuera del parque, como resultado de una intervención antrópica, posiblemente arrastre de anclas o daño por motores fuera de borda, generando una exposición mayor de los pastos y su sedimento a vientos, oleaje y corrientes.

2.2.6.9 Calidad del aire

La calidad del aire se considera 'Buena', ante la ausencia de industrias de gran calado en los archipiélagos citados. También influye el bajo nivel de la agricultura y su mínima aplicación de fertilizantes. Se podrían

presentar algunas afectaciones menores a la calidad del aire, pero merced a las corrientes marinas, estas son arrastradas mar adentro diluyéndose fácilmente.

► **Tabla 2.60.**
Estaciones del SISAIRE ubicadas en Caribe y los parámetros monitoreados

Departamento	Estaciones	PM10 (Partículas suspendidas menores de 10 micras)	PM2.5 Partículas suspendidas menores de 2,5 micras)	Ozono O ³	Dióxido de azufre SO ²	Dióxido de nitrógeno NO ²	Monóxido de carbono CO ²
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	1	0	0	0	0	0	0
Total							

Fuente: Ideam (2022).

La Tabla 2.60 muestra registros existentes en el departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, de los cuales se infiere que el aire en territorio insular Caribe es de 'Alta calidad', teniendo en cuenta que los parámetros que reporta SISAIRE, todos se acercan a cero.

Adicional a estos datos, el Minambiente, en un comunicado del 11 de marzo de 2022, estableció que el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es el departamento que menos emisiones de GEI genera en el país, con un 0,46 %. Esto representa una oportunidad para la competitividad de la región en el Caribe colombiano y posiciona al territorio insular como un modelo sostenible que sirva de ejemplo para el resto de la región Caribe (Minambiente, 2022)

2.2.6.10 Estado de los bosques de manglar en el departamento archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, luego del huracán Julia

Amanda Selene Rojas Aguirre	Invemar	Selene.rojas@invemar.org.co
Sebastián Herrera Fajardo	Invemar	Sebastian.herrera@invemar.org.co
Diana Isabel Gómez López	Invemar	diana.gomez@invemar.org.co
David Alejandro Alonso Carvajal	Invemar	david.alonso@invemar.org.co

2.2.6.10.1 Consideraciones metodológicas

Se realizaron recorridos y evaluaciones cualitativas en las estaciones de monitoreo de los bosques de manglar de la isla de San Andrés, en estaciones que han sido evaluadas históricamente por el Invemar, en el marco de convenios interadministrativos celebrados con Coralina, en los últimos siete años. En dichas visitas, se realizó una inspección rápida de la presencia/ausencia de los árboles de mangle marcados dentro de las parcelas circulares permanentes de 12 m de radio (452,4 m²) que conforman las estaciones de monitoreo.

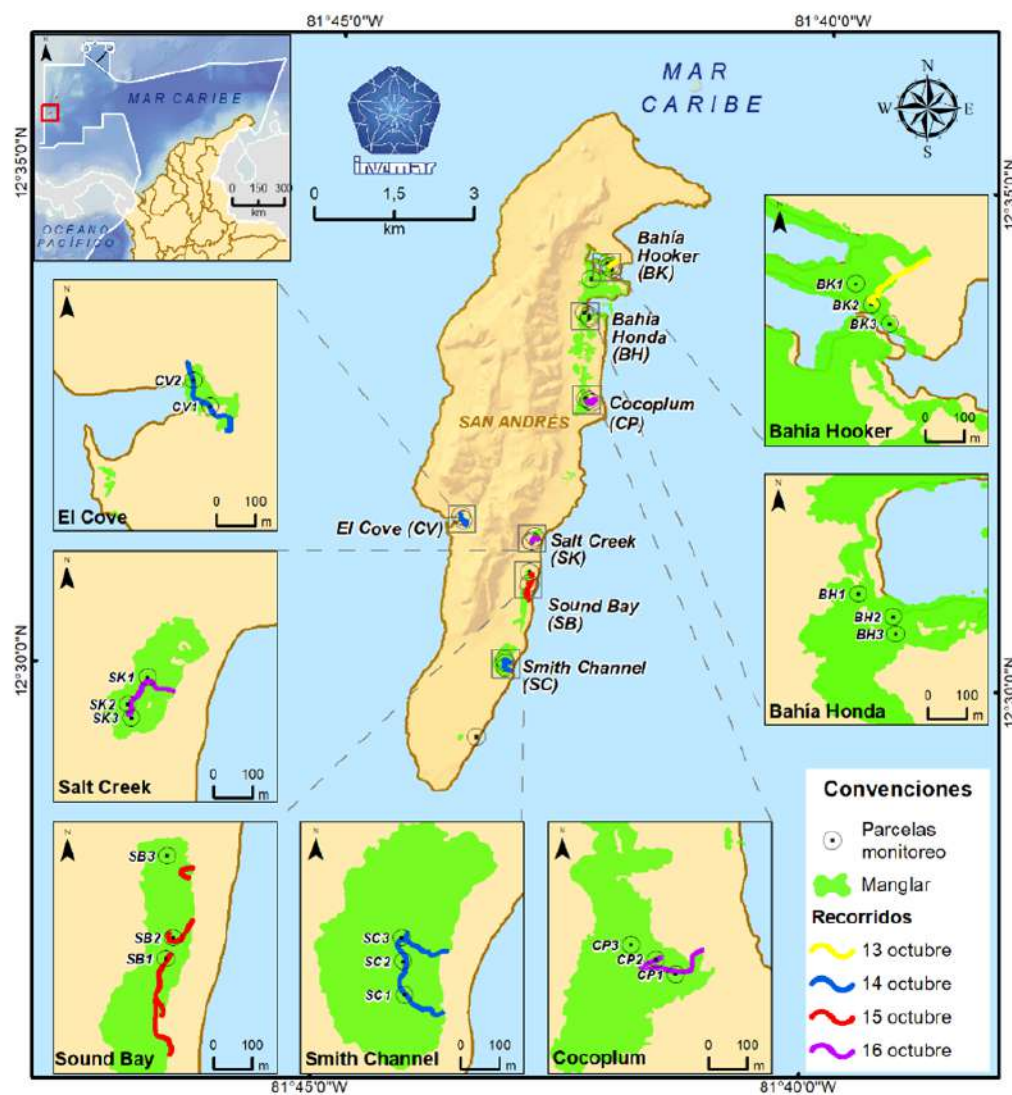
Así pues, en las estaciones de monitoreo de manglar también se estableció el estado de salud de los árboles registrados de acuerdo con (Muñoz-García, 2015) Igualmente, se realizó una valoración cualitativa del estado del dosel de los árboles, a partir del registro de la existencia o no de defoliación en sus copas. Sumado a ello, se anotaron los árboles, troncos o fragmentos de ramas caídos en los recorridos y estaciones de monitoreo, revisando que presentaran todavía hojas verdes y que la madera estuviera en buen estado como reflejo

de su reciente caída. No obstante, es necesario indicar que, en algunos de los casos, no fue posible confirmar con total certeza que la caída de estos hubiese sido por efecto directo del paso del huracán Julia.

En la Infografía 2.7, se indican las estaciones que fueron evaluadas en los recorridos y de las cuales se estableció su condición actual, de acuerdo con los criterios específicos que se desarrollan a continuación:

► **Infografía 2.7.**

Mapa de la isla de San Andrés con la localización espacial de las estaciones de monitoreo de manglar de Coralina y que han sido evaluadas por el Inveemar, en los últimos siete años y visitadas después del paso del huracán Julia⁴⁸



Fuente: Labsis (2022); Inveemar (2022).

⁴⁸ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 13.

2.2.6.10.2 El Cove

Durante el recorrido para llegar dentro de las parcelas circulares permanentes que conforman la estación de monitoreo El Cove, no se encontraron troncos principales caídos ni fracturados. En general, dentro de las parcelas circulares se hallaron ramas caídas con hojas (cinco en total), hojas caídas alrededor de la estación, árboles con signos de defoliación en sus copas posiblemente por el efecto del huracán Julia y tres árboles de Rhizophora mangle inclinados, pero no partidos ni caídos

► **Figura 2.110.**

Paisaje interno del manglar con evidencia de la caída de ramas dentro de las parcelas de monitoreo



Fuente: Inveemar (2022a).

2.2.6.10.3 Smith Channel

Durante el recorrido dentro de este manglar de Smith Channel, el bosque se encontró inundado y se observaron hojas verdes y amarillas dentro del agua que habían caído recientemente, así como propágulos. Adicionalmente, se identificaron varios fragmentos de ramas y árboles de mangle caídos y algunos árboles con síntomas de defoliación en la copa. A pesar de que se encontraron en total 26 árboles caídos, 17 de R. mangle y 9 de Laguncularia racemosa, el bosque de manglar, en general, se encontró en buen estado, pero con algunos signos defoliación leve en las copas de los árboles, principalmente.

► **Figura 2.111.**

Paisaje interno del manglar de Smith Channel en donde se evidencian árboles de mangle de gran porte, en general, en buen estado, pero algunos caídos y con signos de defoliación leve en las copas de los árboles



Fuente: Inveemar (2022a).

2.2.6.10.4 Sound Bay

Durante el recorrido de esta estación, se evidenció abundante regeneración natural de R. mangle, debido especialmente a la presencia de muchos claros generados por la caída antigua de varios árboles de mangle (efecto del huracán Iota en 2020) (Inveemar et al., 2021), (Inveemar y Coralina, 2022), que abrieron espacio en el dosel, permitiendo la entrada de la luz del sol y favoreciendo el crecimiento de las plántulas de mangle. Se observaron algunos árboles de L. racemosa inclinados por efecto del viento, tras el paso del huracán Julia. Durante el recorrido dentro del manglar, no hubo acceso al centro de algunas de las parcelas, debido a que se hallaron algunos troncos grandes caídos y ramas en el suelo.

► **Figura 2.112.**

Paisaje interno del manglar de Smith Channel, en donde se evidencian árboles de mangle de gran porte, en general, en buen estado, pero algunos caídos y con signos de defoliación leve en las copas de los árboles



Fuente: Inveemar (2022a).

2.2.6.10.5 Salt Creek

En la evaluación del manglar de Salt Creek, se registraron varios fragmentos de madera, ramas grandes con hojas y troncos dentro del agua que obstaculizaban el paso al caminar. Durante el recorrido hacia las parcelas de monitoreo, se observó también un nivel de inundación de un metro de altura. En esta estación, se reconoció el efecto del huracán Julia, toda vez que adicionalmente se encontraron un total de nueve árboles de mangle caídos, tres de *R. mangle* y seis de *L. racemosa*. Muchos de los árboles dentro de las parcelas presentaron síntomas de defoliación en las ramas de las copas.

► **Figura 2.113.** Paisaje interno del manglar de la estación de monitoreo de Salt Creek, con la evidencia de ramas grandes partidas y caídas sobre el agua que estaba con un nivel alto de inundación y algunos árboles caídos de *Rhizophora mangle*



Fuente: Invemar (2022a).

2.2.6.10.6 Cocoplum

El recorrido dentro del manglar de esta estación permitió registrar ramas con hojas caídas (tres de *R. mangle* y seis de *L. racemosa*), así como, tres árboles caídos de *R. mangle* y 25 árboles de *L. racemosa*. Adicionalmente,

se encontraron troncos inclinados de algunos árboles de mangle por efecto del huracán Julia. Dentro de una de las parcelas circulares de monitoreo de esta estación (parcela 1), se halló un árbol caído de *R. mangle* y tres de *L. racemosa*, así como cuatro ramas fracturadas y en el suelo, con hojas, pertenecientes a *L. racemosa*. Por último, se evidenció dentro de esta misma parcela, signos de defoliación en 15 árboles de *L. racemosa*.

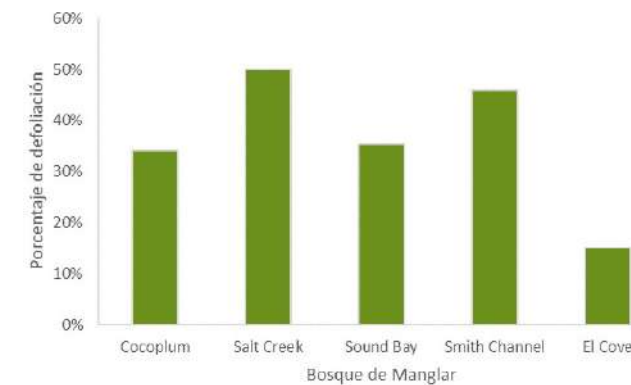
► **Figura 2.114.** Paisaje interno del manglar de la estación de monitoreo de Cocoplum, con la evidencia de árboles caídos de *Laguncularia racemosa*



Fuente: Invemar (2022a).

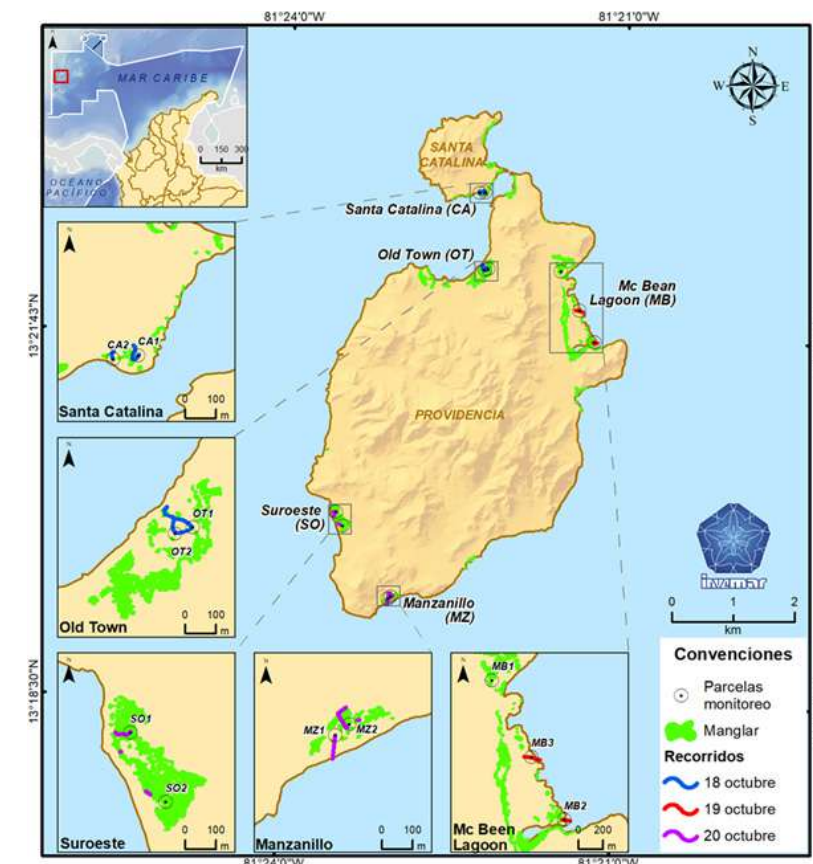
De acuerdo con resultados de algunos estudios, se ha registrado que el mayor y principal el impacto de huracanes en bosques y en manglares causado por estos, se encuentra relacionado con la defoliación de los árboles (Whigham, 1991; Sánchez-Sánchez, 1999; Islebe, 2009). De esta manera, en todas las estaciones que se monitorearon se presentó defoliación, siendo la estación de El Cove la que registró el menor porcentaje (15 %); mientras que Salt Creek y Smith Channel obtuvieron los mayores efectos en la defoliación por el huracán Julia (50 % y 46 %, respectivamente) (Gráfica 2.92). Respecto a Cocoplum y Sound Bay, estas obtuvieron porcentajes similares (34 % y 35 %, respectivamente).

► **Gráfica 2.92.** Porcentaje de defoliación en los árboles de mangle en las estaciones de monitoreo evaluadas en la isla de San Andrés, después del paso del huracán Julia



Fuente: Invemar (2022).

► **Infografía 2.8.** Isla de Providencia y Santa Catalina con la cobertura actualizada de manglar vivo a 2021 (14 ha) y la localización de las parcelas permanentes de monitoreo de las estaciones de manglar en donde se realizaron los recorridos de evaluación después del paso del huracán Julia⁴⁹.



Fuente: Invemar (2022).

⁴⁹ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 14.

En relación con el estado de salud en los árboles de mangle en San Andrés, el 'Estado 1' fue el que presentó el mayor predominio con valores superiores al 50 % dentro de las estaciones de monitoreo, siendo mayor en El Cove, con un 90 %. El 'Estado 2', el cual representa un deterioro significativo en el árbol, se encontró con porcentajes inferiores al 10 %, siendo la estación con mayor cantidad de árboles afectados para esta categoría, Salt Creek. De esta manera, es posible inferir, a nivel general, que los bosques de manglar permanecieron en buen estado y fue bajo el impacto ocasionado por el huracán Julia, principalmente en Smith Channel y El Cove.

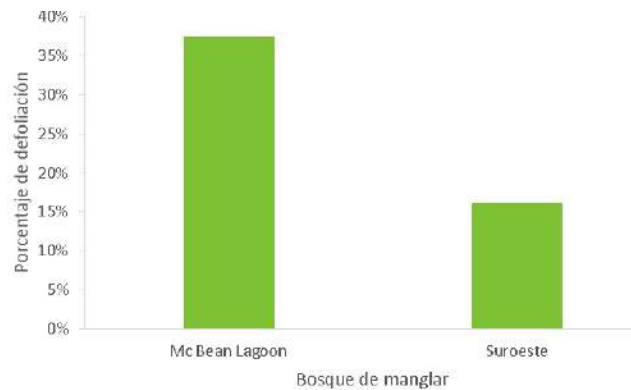
2.2.6.10.7 Providencia y Santa Catalina

En la Infografía 2.8, se evidencian las estaciones de monitoreo visitadas y, a continuación, los resultados más relevantes al respecto:

En la estación de monitoreo de manglar de Suroeste, se registraron 28 árboles vivos, de los 55 árboles que habían quedado en el año 2021, un año después del huracán Iota. De los 27 árboles restantes que se hallaron muertos, se evidenció que posiblemente solo dos de estos pudieron haberse caído por causa del huracán Julia, toda vez que se encontraron partidos y totalmente defoliados. Pese a lo anterior, cabe resaltar que, en el recorrido para llegar a las parcelas circulares de monitoreo de esta estación, se registraron algunos propágulos, plántulas y árboles jóvenes de *R. mangle* de más de 1,5 m de altura y diámetro a la altura del pecho - DAP menor a 2,5 cm.

► **Gráfica 2.93.**

Porcentaje de defoliación en los árboles de mangle en las estaciones de monitoreo evaluadas en la isla de Providencia y Santa Catalina, después del paso del huracán Julia



Fuente: Invemar (2022a).

En la estación de manglar de Old Town, donde habían quedado seis árboles vivos en 2021 (un año después del huracán Iota), no se registró ningún árbol vivo en octubre de 2022, después del huracán Julia. Sin embargo, no se encontraron evidencias de que su muerte fuera reciente y ninguno por el efecto del viento que los haya fracturado o tumbado al suelo. Ello puede estar más relacionado con las condiciones ambientales en este manglar, toda vez que fue la estación que presentó la mayor salinidad en el agua intersticial (superior a 50 UPS de salinidad). Cabe resaltar también que, en el manglar de este sector de Old Town, se ha realizado siembra activa por parte de Coralina. No obstante, se evidenció que ha habido un bajo éxito de supervivencia, porque en la presente evaluación, se observaron muchas plántulas muertas de las que habían sido sembradas.

► **Figura 2.115.** Paisaje interno dentro de las estaciones de monitoreo de manglar de Santa Catalina (A), de Old Town (B) y de McBean Lagoon (C)



Fuente: Invemar (2022).

En el Parque Nacional Natural McBean Lagoon Old Providence, en 2021 (un año después del huracán Iota), se realizó el montaje de una estación de monitoreo para evaluar las existencias de carbono azul en el manglar, en el marco del Convenio Coralina No. 001-2021. En la presente evaluación después del huracán Julia, se encontró que la estación contaba con el mismo número de árboles vivos de *L. racemosa* registrados en 2021, hallándose adicionalmente, la evidencia de individuos jóvenes nuevos de esta misma especie, con DAP entre 2,5 y 3,0 cm dentro de la estación.

A continuación, se presentan los resultados de los estudios realizados por Ideam para determinar el estado de los suelos en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, luego del paso de los huracanes, en el año 2020.

2.2.6.11 La desertificación una amenaza para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Reinaldo Sánchez López	Ideam	rsanchez@ideam.gov.co
Edson Urrego Marroquín	Contratista Ideam	urregomarroquin@edson@gmail.com
Lina Rocío Viasús Figueredo	Contratista Ideam	lviasus1@gmail.com
José Alejandro Salamanca García	Contratista Ideam	geogenoma@hotmail.com
Nicolás Ernesto Cocomá Arciniegas	Contratista Ideam	cocomarnico@gmail.com
Javier Otero García	Contratista Ideam	oterojavie@gmail.com

El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro, meso y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipos biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta (Minambiente, 2016).

El deterioro de la oferta y la calidad de los suelos es un problema creciente y de preocupación mundial, ocasionado por dinámicas naturales y antrópicas, y se manifiesta con la degradación de los suelos.

La degradación de los suelos mantiene una estrecha relación con la variabilidad y el cambio climático, la deforestación, el uso del territorio, la pobreza, el hambre, la inseguridad y la violencia social, la calidad de vida de las personas, el aumento de las amenazas naturales (deslizamientos, avenidas torrenciales, sedimentación, inundaciones y sequías) y el riesgo de desastres.

Pero ¿a qué se refiere la degradación de suelo? Es la reducción o pérdida de la productividad y diversidad biológica o económica de los suelos, con disminución

de su capacidad para mantener ya sea la vegetación natural, así como los cultivos, es decir, reduce la capacidad del suelo para sostener un uso determinado (Ideam, 2021). Existen tres tipos de degradación de suelos: física, química y biológica. A continuación, se explica un poco sobre cada uno de estos:

- **Degradación física:** es el deterioro de las propiedades físicas del suelo como la destrucción de la estructura y dispersión de las partículas del suelo, el sellamiento, el aumento de la densidad aparente. Como resultado de ello, se da la compactación y pérdida de la porosidad, la reducción de la penetración de las raíces, la disminución de la infiltración, el almacenamiento y la regulación del agua, el anegamiento por aumento de la escorrentía y la pérdida de suelo por erosión (Ideam, 2021).
- **Degradación química:** es el cambio indeseado en sus propiedades químicas como el pH del suelo, los cambios en contenidos de nutrientes minerales y sales solubles, así como los déficits, los excesos y los desbalances del complejo de cambio, debidos a la intervención humana; la contaminación causada por la acumulación de sustancias nativas o introducidas, en niveles peligrosos para el crecimiento y salud de los organismos, entre otros.
- **Degradación biológica del suelo:** se entiende como la disminución en el contenido de materia orgánica, la diversidad biológica y la actividad de la flora y fauna del suelo.

En cuanto a la desertificación, esta se explica como un proceso combinado multicausal que consiste en la degradación de los suelos de las tierras de las zonas áridas, secas, 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 (Ideam, 2019).

Para el caso de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el mapa de degradación actual de suelos por desertificación fue elaborado a partir de un modelo conceptual que permite determinar el nivel de degradación de suelos por desertificación mediante el análisis sinérgico de cinco procesos específicos relacionados: erosión, salinización, compactación, pérdida de la materia orgánica y sellamiento.

A continuación, se describen los diferentes procesos específicos de degradación de suelos identificados y evaluados en estas islas.

2.2.6.11.1 Degradación actual de suelos por erosión

La degradación de suelos por erosión es la pérdida del suelo y sus funciones ambientales y se analiza en términos de la magnitud, la proporción y el grado o severidad del área afectada. En la Tabla 2.61, se presentan

la leyenda y las estadísticas del proceso de degradación de suelos por erosión en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, posterior al paso de los huracanes Eta e Iota.

► **Tabla 2.61.** Tabla de la leyenda descriptiva del proceso de degradación de suelos por erosión, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, año 2021

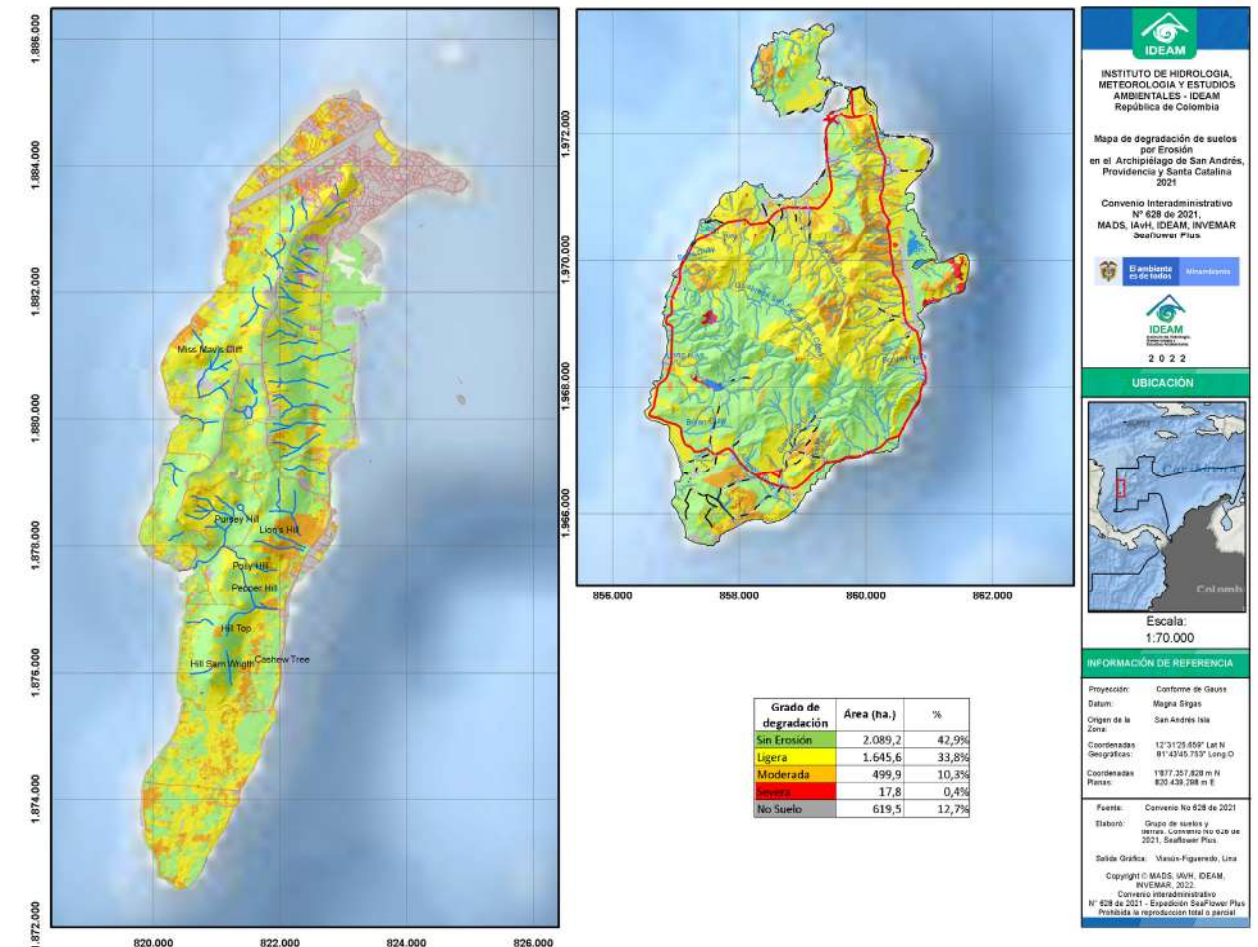
Tipo	Clase	Grado de degradación	Descripción y características	Área (ha)	% Área
Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin procesos de degradación del suelo por erosión.	2.086,4	42,8 %
Hídrica	Laminar Surcos Cárcavas Laminar y Surcos Terraceo Terraceo y Laminar Terraceo y surcos	Ligera	Se presenta alguna evidencia de pérdida de suelo en los horizontes superficiales del suelo, por escurrimiento superficial. En varias ocasiones, la capa de suelo se adelgaza uniformemente y la pérdida del suelo puede llegar hasta un 25 % o 50 % del horizonte A, según su espesor. Las funciones y los servicios originales de los suelos comienzan a disminuir y se encuentran poco alterados. Se requiere iniciar o mantener las prácticas de conservación, restauración y manejo de suelos.	1.645,6	33,8 %
		Moderada	Se evidencia remoción de los horizontes superficiales del suelo y la capa superficial de suelo ha perdido espesor. Aparecen en la superficie distintos colores de suelo como producto de la pérdida del horizonte superficial y la exposición de horizontes subsuperficiales. Se aprecian manifestaciones de escurrimiento superficial, surcos, terraceo y pequeñas cárcavas. Se presenta pérdida considerable del horizonte A, e incluso en sectores aparece el horizonte B o C. Las funciones y los servicios originales de los suelos se encuentran parcialmente destruidos y se requieren prácticas de conservación y restauración inmediatas. De lo contrario, pueden pasar rápidamente a grado severo.	499,9	10,3 %
		Severa	Los horizontes superficiales del suelo están completamente removidos y los horizontes subsuperficiales expuestos. El color del suelo es más claro, debido a la pérdida del horizonte A y queda expuesto el horizonte B. Se observan con frecuencia surcos, calvas o terraceo y cárcavas con moderada frecuencia. La pérdida de suelo se estima en más del 75 % de su espesor. Las funciones y los servicios ecosistémicos originales del suelo se encuentran ampliamente destruidos, la restauración es muy costosa y requiere mucho tiempo. La vegetación es rala.	20,6	0,4 %
No suelo	No suelo	No Suelo	Otras coberturas terrestres distintas al suelo, tales como zonas urbanas, cuerpos de agua y afloramientos rocosos.	619,5	12,7 %
Total				4.872,0	100 %

Fuente: Ideam (2022).

En la Figura 2.116, se presenta el mapa de la distribución espacial de los niveles de degradación de suelos por erosión en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina para el año 2021. En la

Tabla 2.62 se presenta la dinámica de la degradación de suelos por erosión para el periodo 2015, así como el monitoreo realizado en 2021.

► **Figura 2.116.** Mapa de degradación de suelos por erosión en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021⁵⁰



Fuente: Ideam (2022).

Los resultados de la Tabla 2.62 indican que, durante el periodo 2015-2022, ocurrió un incremento de 101 ha en el grado 'Ligero', 11,95 ha en el grado 'Moderado', y 3,12 ha en el grado 'Severo' de erosión. Se evidenció una disminución de 241,88 ha en el grado 'Sin

erosión', lo cual muestra que la degradación de suelos con algún grado de erosión se incrementó en 242 ha aproximadamente, por los efectos de la temporada de huracanes 2020, el uso inadecuado y la ocupación actual de los suelos.

⁵⁰ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 15.

Tabla 2.62.
Tabla de la dinámica de la degradación de suelos por erosión para los periodos 2015 y 2022

Año	Grado de erosión -					
	Sin erosión	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa	No suelo
	Área (ha)					
2021	2.089,2	1.645,6	499,9	17,8	0,0	619,5
2015	2.331,1	1.544,6	397,9	14,7	0,1	583,6

Fuente: Ideam (2022).

2.2.6.11.2 Degradación de suelos por compactación

La degradación de suelos por compactación es un proceso físico que ocasiona el aumento de la densidad aparente y, como resultado, se genera la pérdida de la porosidad, la reducción de la penetración de las raíces,

la disminución de la infiltración, la disminución del almacenamiento y la regulación del agua, el aumento de la escorrentía y la degradación de suelos por erosión. A continuación, la Tabla 2.63 presenta las variables, los rangos y la calificación del grado de degradación de suelos por compactación.

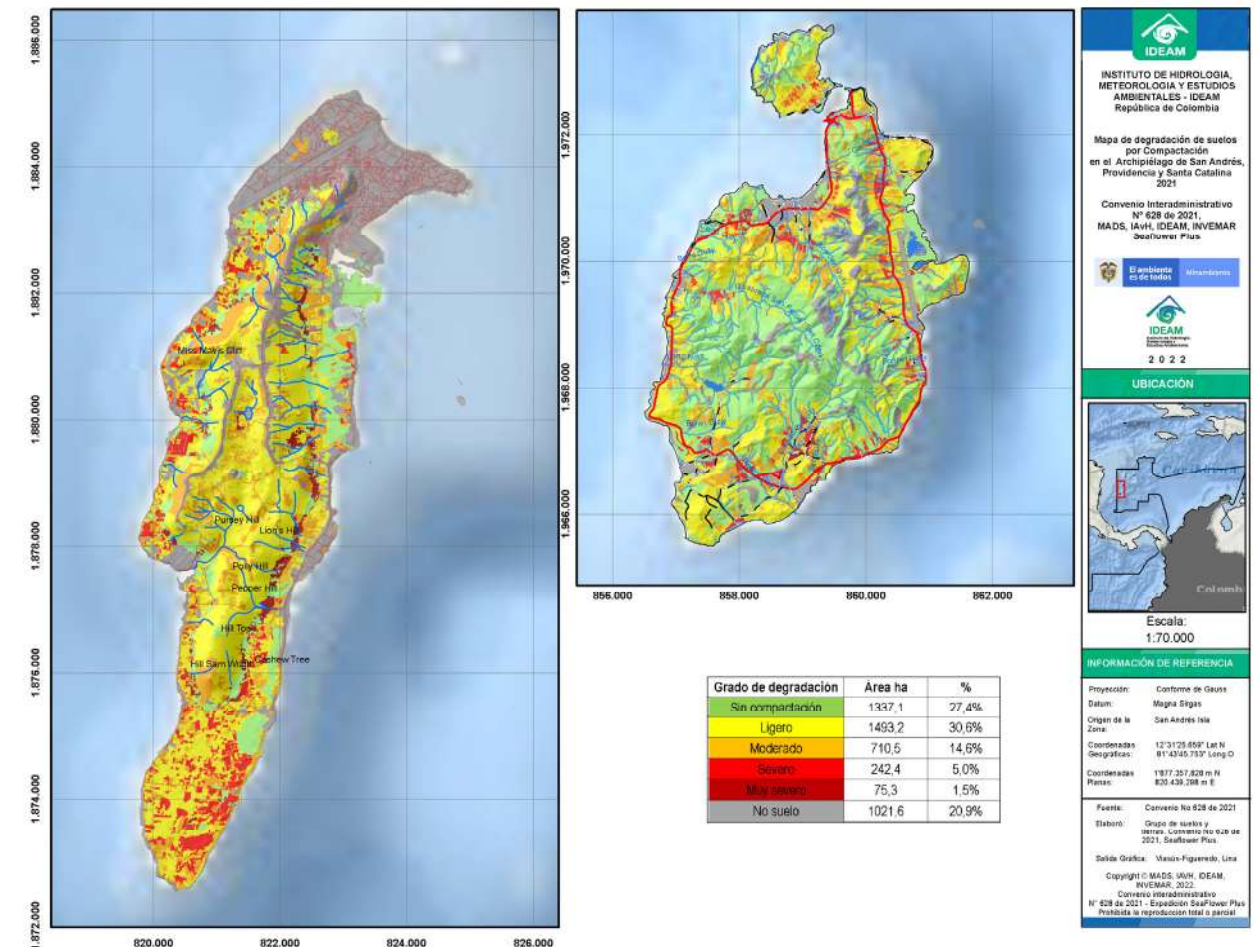
Tabla 2.63.
Tabla de las variables, los rangos y los criterios para la calificación del grado de degradación de suelos por compactación

Variables	Rango	Calificación
Resistencia a la penetración (Kg/cm ²) Porosidad (%) Densidad aparente - DA (t/m ³) Contenido de arcilla (%) + DA	≥ 3,6 kg/cm ² ≤ 31 % ≥ 1,7 t/m ³ ≥ 60% y ≥ 1,5 t/m ³	Muy severo
Resistencia a la penetración (kg/cm ²) Porosidad (%) Densidad aparente - DA (t/m ³) Contenido de arcilla (%) + DA	≥ 2,7 < 3,6 kg/cm ² > 31 ≤ 40 % ≥ 1,5 < 1,7 t/m ³ ≥ 40 < 60% y ≥ 1,5 t/m ³	Severo
Resistencia a la penetración (kg/cm ²) Porosidad (%) Densidad aparente - DA (t/m ³) Contenido de arcilla (%) + DA	≥ 1,8 < 2,7 kg/cm ² > 40 ≤ 45 % ≥ 1,2 < 1,5 t/m ³ ≥ 40 < 60% y ≥ 1,2 < 1,5 t/m ³	Moderado
Resistencia a la penetración (kg/cm ²) Porosidad (%) Densidad aparente - DA (t/m ³)	≥ 0,9 < 1,8 kg/cm ² > 45 ≤ 55 % ≥ 1,0 < 1,2 t/m ³	Ligero
Resistencia a la penetración (kg/cm ²) Porosidad (%) Densidad aparente - DA (t/m ³)	< 0,9 kg/cm ² > 55 % < 1,0 t/m ³	Sin compactación

Fuente: Ideam (2022).

En la Figura 2.117, se muestra el mapa de la distribución espacial de los niveles de degradación de suelos por compactación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, para el año 2021.

Figura 2.117.
Mapa de la degradación de suelos por compactación, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021⁵¹



Fuente: Ideam (2022).

2.2.6.11.3 Degradación de suelos por sellamiento

Es un proceso de degradación física y ocurre cuando el suelo es ocupado, sellado o removido total o parcialmente por infraestructuras de desarrollo socioeconómico y construcciones urbanas.

En la Tabla 64, se presentan la leyenda y las estadísticas del proceso de degradación de suelos por sellamiento, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

⁵¹ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 16.

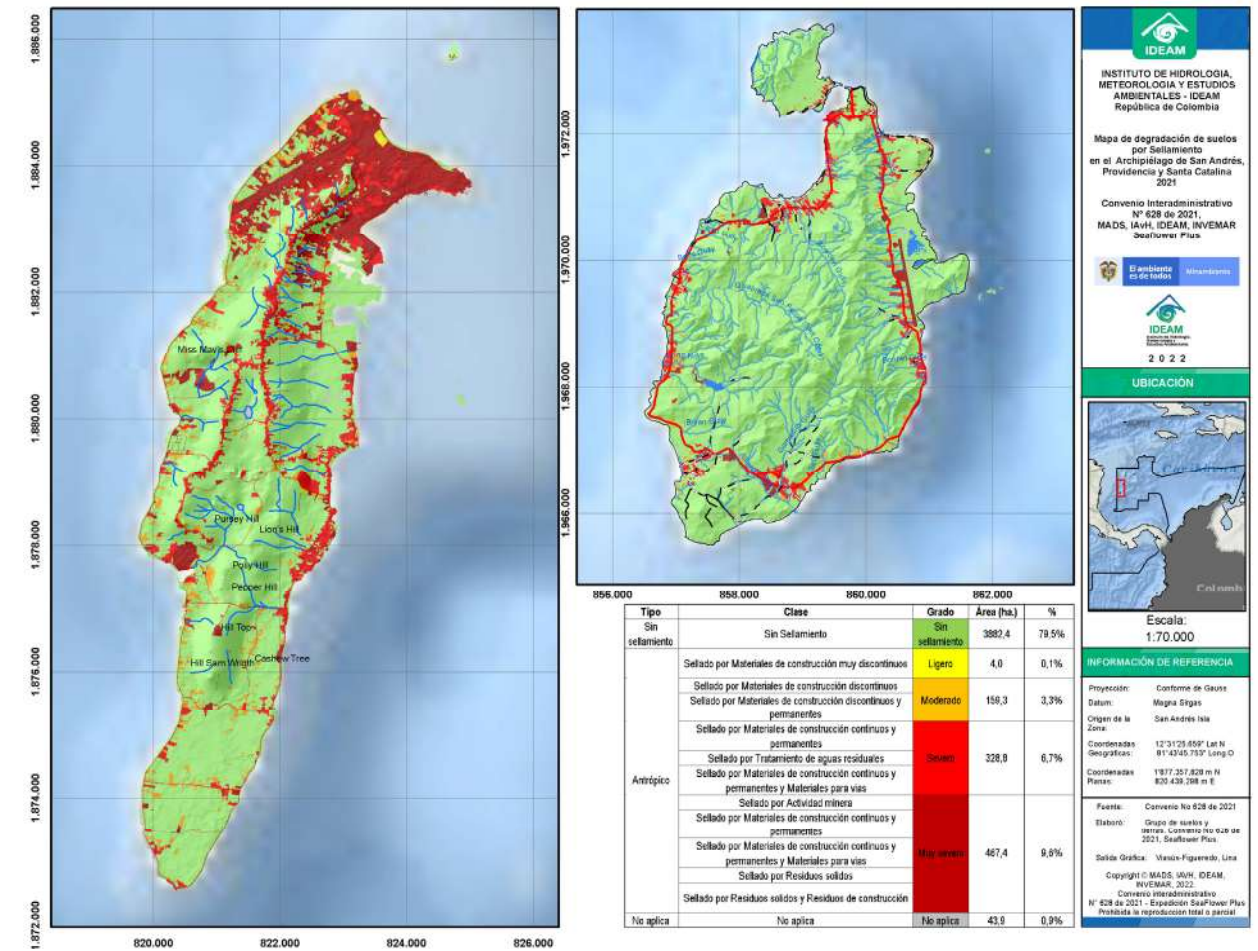
► **Tabla 2.64.**
Leyenda del proceso de degradación de suelos por sellamiento 2022 en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Tipo	Clase	Grado	Área	Área ha
Sin sellamiento	Sin sellamiento.	Sin degradación	3.882,4	80,2 %
Antrópico	Sellado por materiales de construcción muy discontinuos.	Ligero	4,0	0,1 %
	Sellado por materiales de construcción discontinuos.	Moderado	159,3	3,3 %
	Sellado por materiales de construcción discontinuos y permanentes.	Severo	328,8	6,8 %
	Sellado por infraestructuras para el tratamiento de aguas residuales.			
	Sellado y removido por actividad minera.	Muy severo	467,4	9,7 %
	Sellado por materiales de construcción continuos y permanentes.			
	Sellado por materiales de construcción continuos y permanentes, y materiales para vías.			
	Sellado por residuos sólidos.			
	Sellado por residuos sólidos y residuos de construcción.			
Total			4.841,9	100,0 %

Fuente Ideam (2022).

En la Figura 2.118, se expone el mapa con la distribución espacial de los niveles de degradación de suelos por sellamiento en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, para el año 2021.

► **Figura 2.118.**
Mapa de degradación de suelos por sellamiento en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021⁵²



Fuente: Ideam (2022).

2.2.6.11.4 Degradación de suelos por salinización

La salinización es un proceso de degradación química que consiste en el aumento de la salinidad por ganancia o acumulación de sales en la solución y en el perfil del suelo, de manera natural y/o antrópica.

por salinización en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, posterior al paso de los huracanes Iota y Eta.

En la Tabla 2.65, se presentan la leyenda y las estadísticas del proceso de degradación de suelos

⁵² Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 17.

► **Tabla 2.65.** *Leyenda del proceso de degradación de suelos por salinización 2022 en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*

Tipo	Clase	Grado	Área (ha.)	%
Sin sellamiento	Sin Salinización	Sin Salinización	166,6	3,4 %
Antrópico Mixto Natural	Calcáreo Magnésico	Ligero	0,7	0,0 %
	Magnésico-calcáreo Salino	Moderado	2.946,8	60,4 %
	Salino-sódico-calcáreo Salino-sódico-magnésico-calcáreo	Severo	484,2	9,9 %
	Sellado y removido por actividad minera.	Muy severo	227,9	4,7 %
No Suelo	No suelo	No suelo	1.054,0	21,6 %
Total			4.880,2	100 %

Fuente: Ideam (2022).

En la Tabla 2.66, se presenta la dinámica de la degradación de suelos por salinización en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, luego de la temporada de huracanes del 2020.

► **Tabla 2.66.** *Dinámica del grado y la magnitud de la degradación de suelos por salinización en los años 2017 y 2022, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*

Año	Grado de salinización					
	Sin salinización	Ligero	Moderado	Severo	Muy severo	No suelo
	Área (ha)					
2022	166,6	0,71	2.946,78	484,25	227,91	1.053,96
2017	2.031,3	186,75	1.224,98	331,32	213,66	905,94

Fuente: Ideam (2022).

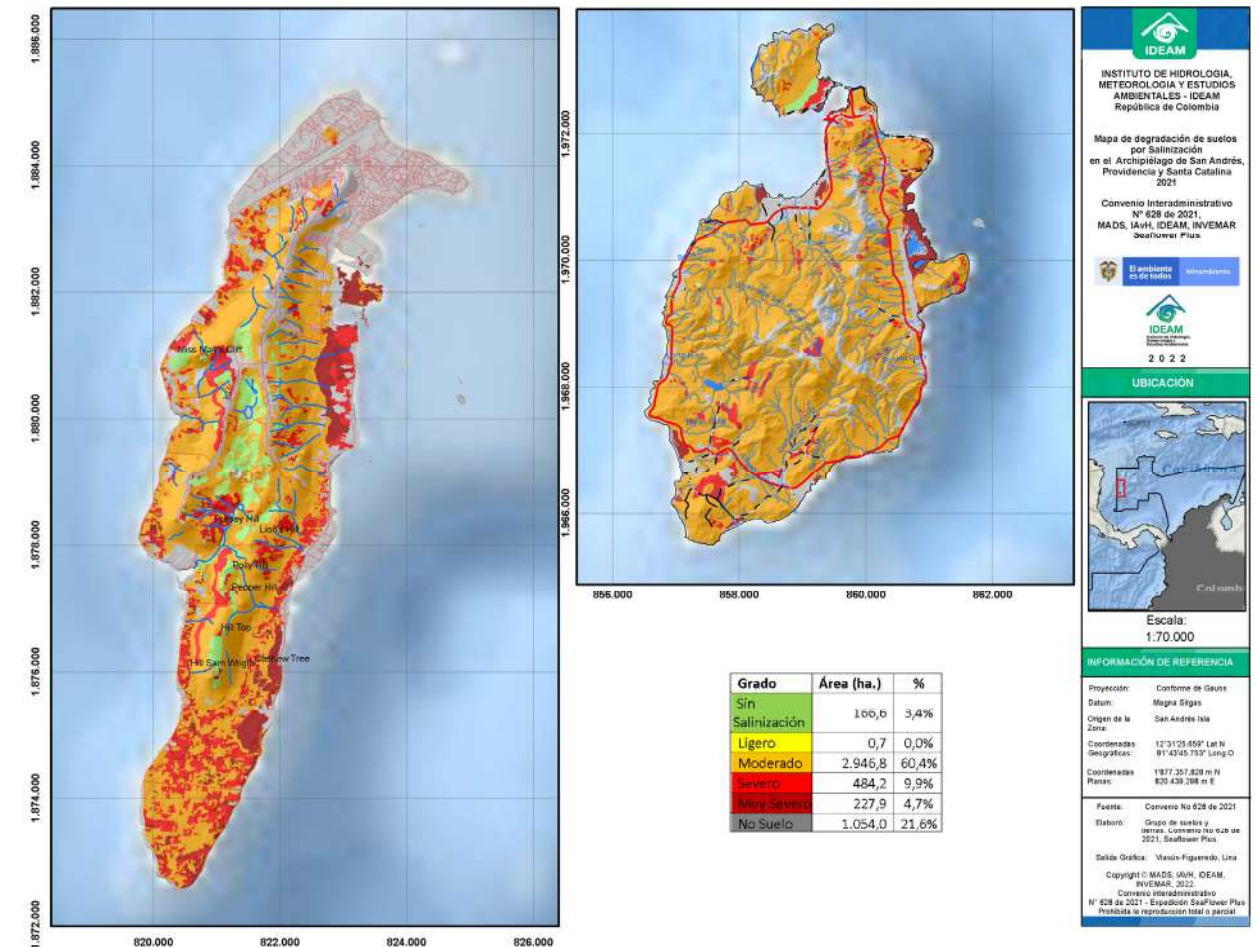
De acuerdo con la Tabla 2.66, las áreas degradadas por salinización en el año 2021 se aumentaron drásticamente en relación con el año 2017, en favor del incremento de los grados 'Moderado', 'Severo' y 'Muy

severo', como resultado de los efectos de la temporada de huracanes 2020, los cuales ocasionaron el arrastre de aguas de mar y la acumulación de sales en los suelos. El grado moderado tuvo un incremento de

1.721,79 ha con respecto a 2015, y es el grado con mayor extensión en el archipiélago. Los grados 'Severo' y 'Muy severo' tuvieron un incremento de 152,93 ha y 14,5 ha, respectivamente.

En la Figura 2.119 se muestra la distribución espacial de los niveles de degradación de suelos por salinización en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, para el año 2021.

► **Figura 2.119.** *Mapa de degradación de suelos por salinización en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2021⁵³*



Fuente: Ideam (2022).

2.2.6.11.5 Degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica

La materia orgánica del suelo (MOS) se utiliza para describir los constituyentes orgánicos en el suelo en diversas etapas de descomposición, tales como tejidos de plantas y animales muertos, materiales orgánicos

de menos de 2 mm de tamaño y organismos del suelo. La degradación es la disminución de la cantidad y calidad de MOS y es, además, un indicador comúnmente reconocido que refleja el estado de degradación

⁵³ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 18.

⁵⁴ Sustainable Soil Management (SSM), por sus siglas en inglés.

químico, físico y biológico del suelo, respondiendo al cambio mediante la implementación de prácticas de manejo sostenible del suelo (SSM⁵⁴). La MOS tiene una relación directa con la disponibilidad de nutrientes del suelo, su estructura y la estabilidad de los agregados, su porosidad y su relación con otros procesos de degradación como la compactación, la capacidad

de retención de agua y la presencia de macro, meso y microorganismos del suelo.

En la Tabla 2.67, se presentan la leyenda y las estadísticas del proceso de degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

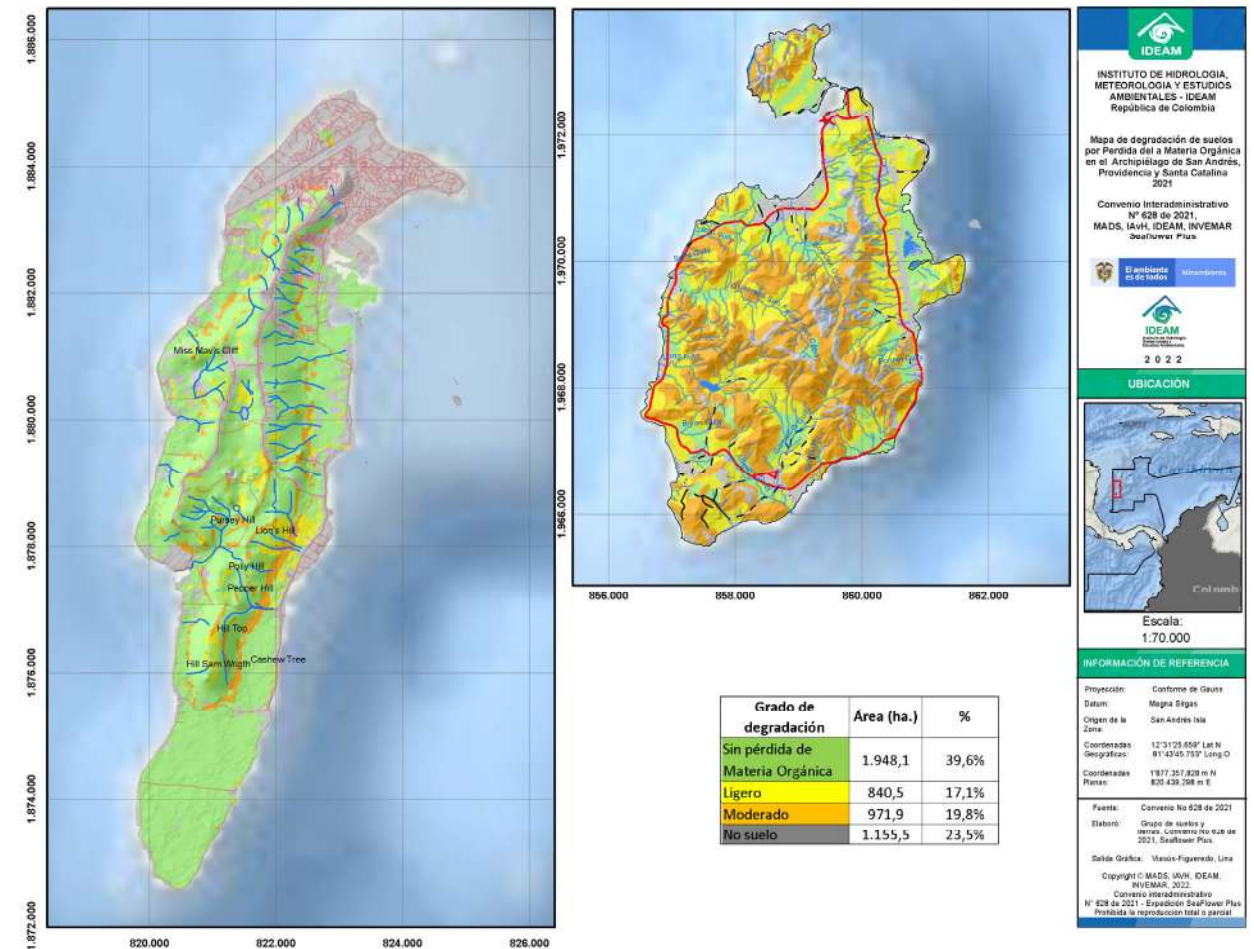
► **Tabla 2.67.**
Leyenda del proceso de degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica 2021, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Tipo	Clase	Grado	Área (ha.)	% Área
Sin pérdida de la materia orgánica	Sin pérdida de la materia orgánica.	Sin pérdida de la materia orgánica	1.948,1	39,6 %
Antrópico mixto	Áreas sin cobertura, descapote, infraestructura para la propagación, infraestructura y espacios verdes, labranza manual, recuperación natural descanso, rotación de potreros, rotación y protección forestal y sin uso / descanso.	Ligero	840,5	17,1 %
		Moderado	971,9	19,8 %
No Suelo	No suelo	No suelo	1.155,5	23,5 %
Total			4.916,0	100,0 %

Fuente: Ideam (2022).

La Figura 2.120 muestra la distribución espacial de los niveles de degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, para el año 2021.

► **Figura 2.120.**
Mapa de degradación de suelos por pérdida de la materia orgánica, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 2021⁵⁵



Fuente: Ideam (2022).

2.2.6.11.6 Estado actual de la degradación de suelos por desertificación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

La Tabla 2.68 describe las categorías de degradación de suelos por desertificación identificadas para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa

Catalina, luego de los análisis y la modelación de la información temática elaborada.

⁵⁵ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 19.

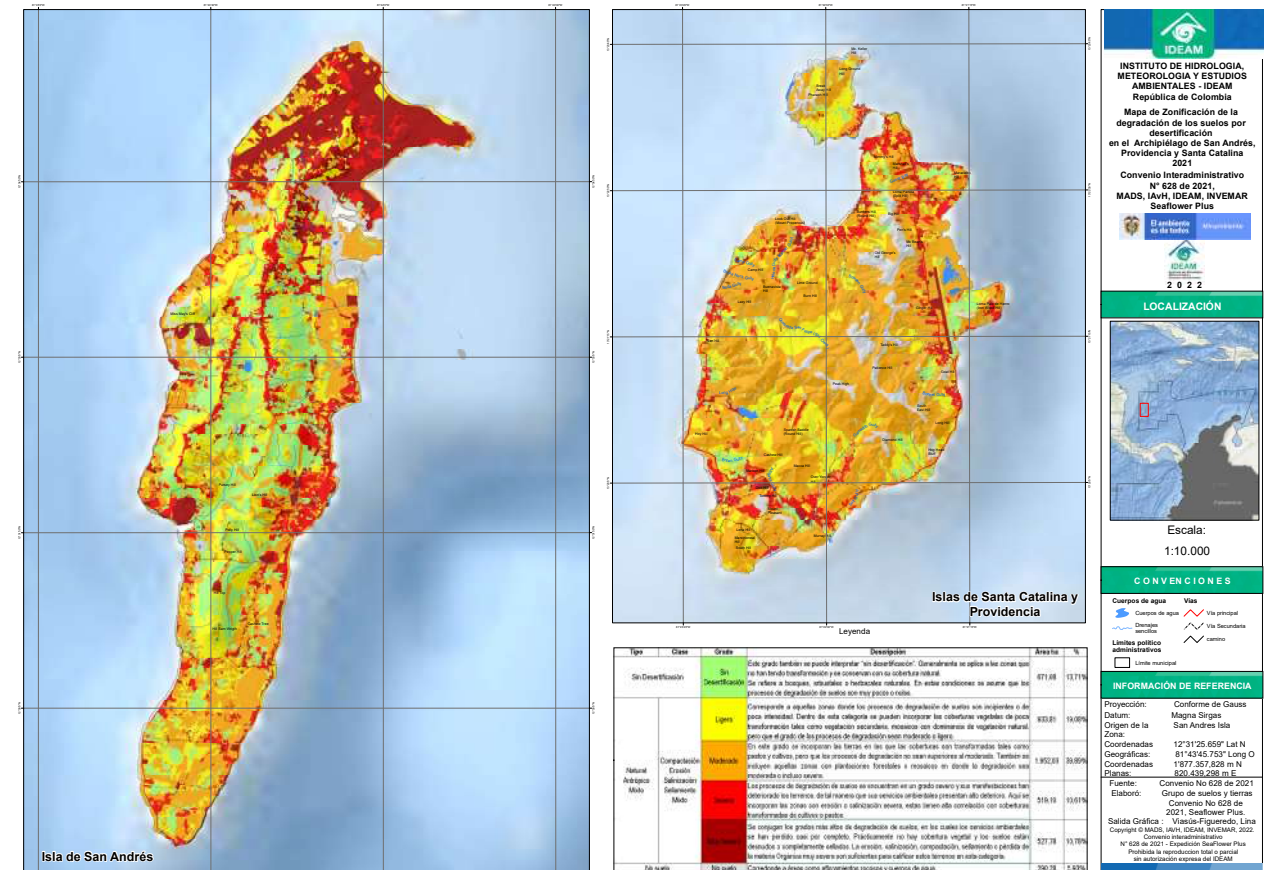
Tabla 2.68. Leyenda de degradación de suelos por desertificación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Tipo	Clase	Grado	Descripción	Área ha	%
Sin desertificación		Sin desertificación	Se aplica a las zonas que no han tenido transformación y, actualmente, no presentan procesos de degradación de suelos. Se refiere a bosques, arbustales o herbazales naturales. En estas condiciones, los procesos de degradación de suelos vigentes son muy pocos o nulos.	1.948,1	39,6 %
		Moderado	Corresponde a aquellas zonas donde los procesos de degradación de suelos son incipientes o de poca intensidad. Dentro de esta categoría se pueden incorporar las coberturas vegetales. Sin embargo, el nivel de los procesos de degradación es moderado o ligero.	933,81	19,08 %
Natural Antrópico Mixto	Compactación Erosión Salinización Sellamiento Mixto	Moderado	En este grado, se incorporan los suelos que presentan procesos de degradación moderado y donde se observan afectaciones a los servicios ambientales de los suelos, como la reducción de las coberturas vegetales y la disminución de la productividad.	1.952,03	39,89 %
		Severo	Los procesos de degradación de suelos se encuentran en un grado severo y sus manifestaciones han deteriorado los terrenos, de tal manera que sus servicios ambientales presentan alto deterioro. Aquí se incorporan las zonas con erosión, salinización, compactación, pérdida de la materia orgánica y/o sellamiento severo.	519,10	10,61 %
		Muy severo	Se conjugan los grados más altos de degradación de suelos, en los cuales los servicios ambientales se han perdido casi por completo. Prácticamente, no hay cobertura vegetal y los suelos están desnudos o completamente sellados. La erosión, salinización, compactación o pérdida de la materia orgánica es muy severa.	527,78	10,78 %
No Suelo		No suelo	Corresponde a áreas como afloramientos rocosos y cuerpos de agua.	290,28	5,93 %

Fuente: Ideam (2022).

En la Figura 2.121, se muestra el mapa con la distribución espacial de los niveles de degradación de suelos por desertificación, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Figura 2.121. Mapa de zonificación de la degradación de los suelos por desertificación en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 2021⁵⁶



Fuente: Ideam (2022).

El estado actual del proceso de desertificación en el archipiélago determinó que el 80,36 % del área presenta algún grado de desertificación, mientras solo el 13,71 % no presenta ninguno, donde los grados 'Severo' y 'Muy severo' de desertificación, se extienden en el 21,39 % del área de las islas, concentradas principalmente en las áreas urbanas selladas, así como en las zonas con procesos severos de erosión y salinización, en sinergia entre estos, junto con otros procesos de degradación como la compactación y la pérdida de la materia orgánica. El grado de desertificación con mayor extensión es el 'Moderado', con el 39,89 % del área del archipiélago, equivalente a 1.952,03 ha.

Los anteriores datos plantean un reto para la gestión del territorio, en el sentido que el 80 % del territorio, actualmente, presenta manifestaciones de degradación por desertificación, pero, además, tiene una susceptibilidad alta y media en desertificación. Tales condiciones, sumadas a la alta demanda y limitada disponibilidad de suelo, plantea la necesidad de estructurar respuestas robustas por parte de la sociedad, la comunidad raizal y los tomadores de decisiones, donde se propenda por la protección del suelo como recurso natural finito, así como por el bienestar de la población.

⁵⁶ Para más detalle, esta figura se puede ver como Anexo 20.

2.2.6.12 Presión sobre el ambiente en el área hidrográfica Caribe - insulares

2.2.6.12.1 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones

Ante la presencia de huracanes y tormentas tropicales, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina), en asocio con la Universidad Nacional de Colombia, han elaborado un catálogo de acciones de manejo luego de un evento ciclónico, ya sea una tormenta tropical o huracán. Se trata del “Protocolo de evaluación y restauración de ecosistemas después de eventos climáticos extremos. Caso huracanes: archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Reserva de la Biósfera Seaflower, Colombia. Informe Final a Coralina (Universidad Nacional de Colombia - sede Caribe, 2022).

Entre los resultados, se destaca que:

...para una respuesta rápida y más eficiente para la restauración de ecosistemas, se desarrollaron mapas de las posibles áreas más susceptibles a ser impactadas por huracanes en San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Estos mapas contribuyen a ubicar de manera previa aquellos sitios que pueden verse más afectados según varios criterios como la ubicación, exposición, elementos expuestos, tipo de ecosistema, tipo de evento ciclónico y trayectoria del evento ciclónico (Universidad Nacional de Colombia - sede Caribe, 2022).

2.2.6.12.2 Acciones de adaptación al cambio climático

A través de la Fundación Malpelo, se sembraron 90.000 corales en el archipiélago de San Bernardo e Islas del Rosario que, por problemas de contaminación, se habían afectado. Dicha actividad se enmarca en La Jardinería de Coral, utilizada para promover la restauración activa de los arrecifes de corales naturales en las zonas marítimas costeras (Caracol Radio, 2022).

Contrario a esto, se ha venido detectando en la región insular Caribe y, específicamente, en el archipiélago de San Bernardo, la fragmentación y desaparición paulatina de varias islas. Estas son amenazadas por el aumento del nivel del mar y la erosión costera; ambas, consecuencias del cambio climático. La siguiente información fue publicada a raíz de investigación realizada por el periódico El País, en noviembre de 2022. (El País, 2022, pág. 1).

Tal es el caso de la Isla Panda, una de las ocho islas que ya empieza a fragmentarse.

La Isla Maravilla, de menos de una hectárea, que solía ser conocida como la isla de las aves por la cantidad de avifauna que vivía allí, está sumergida bajo el mar (El País, 2022, pág. 2).

Otra de las islas más afectadas es la Isla Ceycén que, ya se puede ver fragmentada. En esta isla se han mezclado varios problemas, como la tala de mangle, el aumento del nivel del mar y la aceleración de la erosión costera (El País, 2022, pág. 4).

Las comunidades de Isla Múcura también están amenazadas por la erosión y el aumento del nivel del mar. Es una de las islas que más recibe turismo en la zona (El País, 2022, pág. 7).

2.2.6.12.3 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

En el área insular del Caribe también se presentan acciones de tráfico de fauna, por lo que las corporaciones autónomas regionales ubicadas en esta subregión deben realizar operativos de control del tráfico y jornadas preventivas de concientización. Por lo general, los pescadores capturan las tortugas vivas y las intercambian por carne o pollo, según el peso, en los hoteles que hay en las islas.

Las autoridades ambientales Coralina, Cardique y Car sucre, junto con el Distrito de Cartagena e Invemar, realizan permanentes procedimientos para controlar el tráfico de especies faunísticas.

2.2.6.12.4 Recolección de residuos sólidos

En el mes de febrero de 2022, se realizó con éxito el Segundo Festival de Reciclaje, **una iniciativa liderada por la Fundación Amigos del Mar, en coordinación con la Armada de Colombia, la empresa Veolia y el gremio hotelero del archipiélago de San Bernardo.**

El objetivo de este evento fue concientizar a las comunidades y turistas sobre el cuidado y protección de su entorno y el medio ambiente, así como la importancia de clasificar los residuos sólidos. Esto, a futuro, generará ambientes saludables y fuentes de ingresos.

Participaron las comunidades de Santa Cruz del Islote, Puerto Caracol, en Isla Múcura, y Tintipán. Mediante la estrategia tipo trueque, las comunidades recolectaron

más de dos toneladas (2 t) de basura clasificada, por lo cual obtuvieron premios útiles para su diario vivir (Caracol radio, 2022).

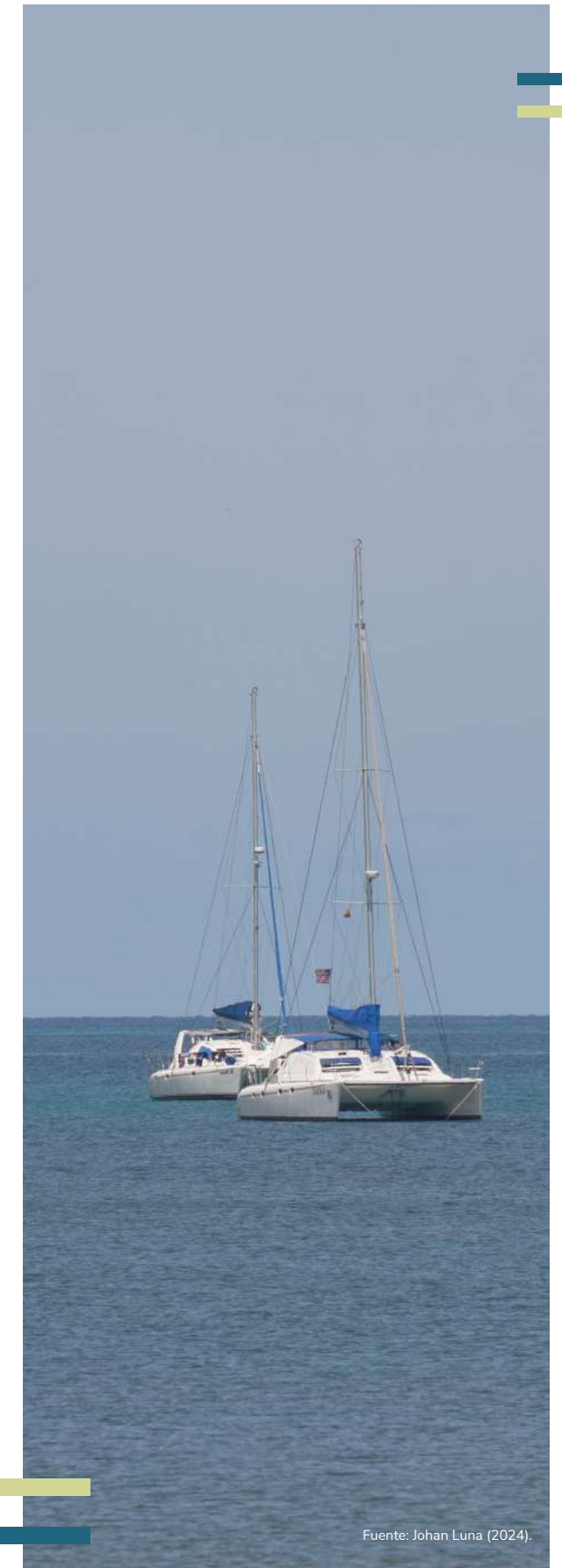
2.2.6.12.5 Protección de áreas marinas

Uno de los mayores logros como país, durante la vigencia 2022, fue convertir a Colombia en el primer país del hemisferio occidental en proteger más del 30 % de su área marina.

De acuerdo con información que reposa en Fundación Malpelo:

...en un trabajo articulado con las instituciones que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y actores académicos y científicos, se avanzó en la declaratoria de nuevas áreas protegidas y la ampliación de unas ya existentes, con lo cual se pasó de tener 12.454.011 hectáreas (ha) de zonas marinas bajo protección (13,41 %), a 30.132.769 ha, que equivalen al 33 % del territorio marino del país, superando la meta propuesta. (Fundación Malpelo, 2022)

Una de las zonas que aumentó su área fue el Santuario de Fauna y Flora Malpelo.



Fuente: Johan Luna (2024).

2.3 Referencias

Accoroni, S. y Totti, C. (2016). The Toxic Benthic Dinoflagellates of the Genus *Ostreopsis* in Temperate Areas: A Review. *Advances in Oceanography and Limnology*, 1-15.

Acosta, L., Pérez, MN; Juragaro, LA; Nonokudo, H; Sánchez, G; Zafiana, AM; Tejada, JB; Cobete, O; Efaiteke, M; Farekade, J; Giagrekudo, H y Neikase, S. (2011). *La chagra en La Chorrera: más que una producción de subsistencia es una fuente de comunicación y alimento físico y espiritual, de los Hijos del tabaco, la coca y la yuca dulce. Los retos de las nuevas generaciones para las prácticas culturales y los sabe*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi. Asociación Zonal Indígena de Cabildos y Autoridades Tradicionales de La Chorrera [AZI-CATCH]. https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Libro_CHA-GRAS_DIGITAL.pdf.

Agencia Nacional de Minería [ANM]. (2019). El Cesar produce el 64% del carbón del país. <https://www.anm.gov.co/?q=el-cesar-produce-el-64-porciento-del-carbon-del-pais>.

Ailin Cabrera, A. C. (2023). *Análisis espacial de la calidad del aire en Colombia por medio de Reanálisis e información satelital*. Universidad Nacional.

Ale-Rocha, R. y Ferreira-Keppler, R. L. (2018). Chapter 16-13 - Family Periscelididae. En N. Hamada, J. H. Thorp y D. C. Rogers (Eds.) *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 185-788). Academic Press.

Agudelo, E., Acosta-Santos, A. A., Núñez-Avellaneda, M., Plata, Y., Castro-Pulido, W., Bonilla-Castillo, C.A., Solano-Figueroa, A., González, I. G. y Gómez, G. A. (2019). *La calidad de los ecosistemas acuáticos amazónicos y sus recursos*. En *Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables* (pp. 109-123). Ideam, Instituto Humboldt. Invemar, IIAP e Instituto Sinchi.

Agudelo, E., Bonilla-Castillo, C. A., Gómez, G. A., Salvino, H. y Trujillo, D. L. (2012). Evolución de las longitudes corporales para la pesquería comercial de bagres en la Amazonia colombiana (periodo 2001-2012). *Revista Colombia Amazónica*, (5), 177-194.

Cepal, Patrimonio Natural, Parques Nacionales Naturales y Fundación Moore. (2008). *Amazonia posible y sostenible*. https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf.

Almedida, M. L. S., Fernades, A. S. y Boldrini, B. (2020). A new species of *Macrelmis* Motschulsky, 1859 (Coleoptera: Elmidae) and new records of Elmidae from Roraima State, northern Brazil. *Zootaxa*, 4718(2), 277-284.

Álvarez, A. J. (1983). Geología de la cordillera Central y el occidente colombiano y petroquímica de los intrusivos granitoides mesocenoicos. *Boletín Geológico*. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol26.2.1983.53>.

2.3 Referencias

Álvarez, R. (1997). Primer caso de ciguatera en el Caribe colombiano por *Seriola zonata* (Mitchill, 1815) (Pisces: Carangidae). *Biomédica*, 67-68.

Álvarez-Falconi, A. (2009). Ácido domoico e intoxicación amnésica por moluscos en salud pública. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*, 505-16.

American Public Health Association [APHA]. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

An, T., Winshell, J., Scorzetti, G., Fell, J., y Rein, K. (2010). Identification of okadaic production in the marine dinoflagellate *Prorocentrum rathymum* from Florida Bay. *Toxicon*, 563-657.

Angarita, S. R. (1983). *La Orinoquia colombiana*. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 36 (118).

Angrisano, E. y Sganga, J. (2009). Trichoptera. En: E. E. Domínguez y H. R. Fernández (Eds.), *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. *Sistemática y Biología* (pp. 255-308). Fundación Miguel Lillo.

Balan-Zetina, L., Chi-Uc, Y. y Gémez-Ramírez, D. (enero-julio, 2011a). *Servicios ambientales en la zona costera S. Jaina Boletín Informativo*, (22).

_____. (2011b). *Estructura e importancia de los manglares en la península de Yucatán (Campeche, Yucatán, Quintana Roo)*. *Servicios ambientales en la zona costera S*. Universidad Autónoma de Campeche, Instituto de Ecología y Universidad Autónoma de Campeche.

Ballesteros-González, K., Sullivan, A. y Morales-Betancourt, R. (2020). Estimating the air quality and health impacts of biomass burning in northern South America using chemical transport model. *Sci Total Environ.*, 739, 139-755.

Blanco-Libreros, J. F. y Ramirez-Ruiz, K. (2021). Threatened mangroves in the anthropocene: Habitat fragmentation in urban coastalscapes of *Pelliciera* spp. (Tetrameristaceae) in northern South America. *Frontiers y Marine Science*, 1-15.

Bejarano, E. E. (2006). Lista actualizada de los psicódidos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. *Folia Entomol. Mex.*, 45 (1), 47-56.

Belkin, J. N., Heinemann, S. J. y Page, W. A. (1970). The Culicidae of Jamaica (Mosquito studies. XXI). *American Entomological Institute, Contributions*, (6), 1-458.

Bernal, R., Gradstein, S. R. y Celis, M. (Eds.). (2016). *Catálogo de líquenes y plantas vasculares de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>.

2.3 Referencias

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

Borkent, A. (2009). *World Species of Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae)*. www.inhs.illinois.edu/research/FLYTREE.

Borbón, M. (2015). *Asociación entre la temperatura ambiental y temperatura superficial del mar sobre la aparición de casos de ciguatera en los departamentos de San Andrés y Providencia* [tesis de maestría inédita]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Brown, H. P. (1984). Neotropical Dryopoids, III. Major nomenclatural changes affecting *Elsianus Sharp* and *Macrelmis Motschulsky*, with checklists of species (Coleoptera: Elmidae: Elminae). *Coleopt. Bull*, 38(2), 121-129.

Brussaard, L., Kuyper, T. W. y De Goede, R. G. M. (2001). On the relationships between nematodes, mycorrhizal fungi and plants: Functional composition of species and plant performance. *Plant and Soil*, 232(1-2), 155-165. <https://doi.org/10.1023/A:1010398322637>.

Caicedo, E. (2022, 23 de septiembre). La deforestación (in)visible del Chocó que la comunidad afro intenta frenar. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/deforestacion-en-el-choco-y-la-lucha-de-las-comunidades-para-frenarla-704481>.

Caillaud, A., De La Iglesia, P., Campas, M., Elandaloussi, L., Fernández, M., Mohammad-Noor, N., y Diogene, J. (2010). Evidence of okadaic acid production in a cultured strain of the marine dinoflagellate *Prorocentrum rhathymum* from Malaysia. *Toxicon*, 633-637.

CAM. (2022). *Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena*. <https://www.cam.gov.co/>.

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena [CAM]. (2022, 26 de noviembre). Huila, primer departamento en obtener certificación de Madera Legal. <https://www.cam.gov.co/prensa/blog/2022/11/25/huila-primer-departamento-en-obtener-certificaci%C3%B3n-de-madera-legal/>.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR Cundinamarca]. (2019, 17 de enero). Un animalito con mala reputación. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/un-animalito-con-mala-reputacion>.

_____. (2022a, 05 de enero). Más de 26 mil campesinos se beneficiaron

2.3 Referencias

con obras de la CAR para la recolección de agua. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/mas-de-26-mil-campesinos-se-beneficiaron-con-obras-de-la-car-para-la-recoleccion-de-agua>.

_____. (2022b, 06 de febrero). CAR intensifica medidas de control en municipios de Cundinamarca para contribuir a armonizar la calidad del aire en Bogotá. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-intensifica-medidas-de-control-en-municipios-de-cundinamarca-para-contribuir-a-armonizar-la-calidad-del-aire-en-bogota>.

_____. (2022c, 08 de febrero). Por afectar capa vegetal, la CAR suspende actividades de construcción de vía en cerros orientales de Bogotá. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/por-afectar-capa-vegetal-la-car-suspende-actividades-de-construccion-de-via-en-cerros-orientales-de-bogota>.

_____. (2022d, 21 de febrero). CAR registra la presencia de al menos 15 osos en zonas cercanas a Bogotá. <https://bacatastereo.com/car-registra-la-presencia-de-al-menos-15-osos-en-zonas-cercanas-a-bogota/>.

_____. (2022e, 22 de febrero). CAR declara estado de prevención por calidad del aire en El Mochuelo – Ciudad Bolívar. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-declara-estado-de-prevencion-por-calidad-del-aire-en-ciudad-bolivar>.

_____. (2022f, 03 de marzo). CAR, Distrito y asociación de ladrilleros implementarán el primer plan para mejorar la calidad del aire en Ciudad Bolívar. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-distrito-y-asociacion-de-ladrilleros-implementaran-el-primer-plan-para-mejorar-la-calidad-del-aire-en-ciudad-bolivar>.

_____. (2022g, 04 de marzo). CAR Cundinamarca propone ampliación del Parque Natural Regional Vista Hermosa de Monquetiva. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-cundinamarca-propone-ampliacion-del-parque-natural-regional-vista-hermosa-de-monquetiva>.

_____. (2022h, 17 de marzo). CAR construirá cuatro zonas multifuncionales para avanzar en la recuperación del río Bogotá. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-construira-cuatro-zonas-multifuncionales-para-avanzar-en-la-recuperacion-del-rio-bogota>.

_____. (2022i, 18 de marzo). Más de \$9 mil millones para determinar las obras necesarias para reducir el riesgo en 40 puntos críticos de la jurisdicción CAR. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/mas-de-9-mil-millones-para-determinar-las-obras-necesarias-para-reducir-el-riesgo-en-40-puntos-criticos-de-la-jurisdiccion-car>.

2.3 Referencias

_____. (2022j, 4 de abril). Once máquinas de la CAR adelantan trabajos en 66 fuentes hídricas afectadas por ola invernal. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/once-maquinas-de-la-car-adelantan-trabajos-en-66-fuentes-hidricas-afectadas-por-ola-invernal>.

_____. (2022k, 20 de abril). Golpe a la minería ilegal en Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/golpe-a-la-mineria-ilegal-en-cundinamarca>.

_____. (2022l, 28 de abril). “Si continúa vertimiento de detergentes y otros contaminantes al río Balsillas espuma no desaparecerá”, advierte la CAR. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/si-continua-vertimiento-de-detergentes-y-otros-contaminantes-al-rio-balsillas-espuma-no-desaparecera-advier-te-la-car>.

_____. (2022m, 09 de junio). CAR adelanta control por presencia de caracol gigante africano en la región del Tequendama. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-adelanta-control-por-presencia-de-caracol-gigante-africa-no-en-la-region-del-tequendama>.

_____. (2022n, 16 de junio). CAR instaló nuevas estaciones para medir la calidad del aire en tres municipios de Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-instalo-nuevas-estaciones-para-medir-la-calidad-del-aire-en-tres-municipios-de-cundinamarca>.

_____. (2022ñ, 05 de julio). CAR pidió no atentar contra oso de anteojos por su condición de cazador de otros mamíferos. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-pidio-no-atentar-contra-oso-de-anteojos-por-su-condicion-de-cazador-de-otros-mamiferos>.

_____. (2022o, 06 de julio). CAR instaló estación meteorológica en la localidad de Sumapaz para evaluar potencial proyecto de generación de energía eólica. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-instalo-estacion-meteorologica-en-la-localidad-de-sumapaz-para-evaluar-potencial-proyecto-de-generacion-de-energia-eolica>.

_____. (2022p, 08 de septiembre). Incrementa concentración de material particulado en cinco municipios de Cundinamarca y zona de Mochuelo en Bogotá. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/incrementa-concentracion-de-material-particulado-en-cinco-municipios-de-cundinamarca-y-zona-de-mochuelo-en-bogota>.

_____. (2022q, 26 de septiembre). Cámaras trampa registraron avistamiento de Tamá, el oso que escapó de reserva natural en Tocancipá. <https://www.car.gov.co/index.php/saladeprensa/camaras-trampa-registraron-avistamiento-de-tama-el-oso-que-escapo-de-reserva-natural-en-tocancipa>.

2.3 Referencias

_____. (2022q, 12 de octubre). Más de 3 mil hectáreas de bosques y páramos han conservado la CAR y Banco2 en el último año. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/mas-de-3-mil-hectareas-de-bosques-y-paramos-han-conservado-la-car-y-banco2-en-el-ultimo-ano>.

_____. (2022r, 18 de octubre). CAR impuso medida preventiva de suspensión de actividades a mina ilegal en Cucunubá. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-impuso-medida-preventiva-de-suspension-de-actividades-a-mina-ilegal-en-cucunuba>.

_____. (2022s, 22 de octubre). CAR lanza mensaje de prevención por intensificación de lluvias en el territorio. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-lanza-mensaje-de-prevencion-por-intensificacion-de-lluvias-en-el-territorio>.

_____. (2022t, 07 de noviembre). La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) trabaja en la mitigación del riesgo en la cuenca baja del río Bogotá, a través del monitoreo constante y el llamado a las comunidades aledañas para estar en alerta ante posibles crecientes súbitas. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-identifico-siete-puntos-criticos-en-la-cuenca-baja-del-rio-bogota>.

_____. (2022u, 21 de noviembre). Más de 2 mil personas de la región de Rionegro se benefician con obras de mitigación realizadas por la CAR. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/mas-de-2-mil-personas-de-la-region-de-rionegro-se-benefician-con-obras-de-mitigacion-realizadas-por-la-car>.

_____. (2022v, 23 de noviembre). CAR pone freno a cacería de fauna en humedal Los Totumos de Puerto Salgar. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-pone-freno-a-caceria-de-fauna-en-humedal-los-totumos-de-puerto-salgar>.

_____. (2022w, 30 de noviembre). CAR incautó más de 60 animales silvestres que eran exhibidos en un parque recreativo de La Vega. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-incauto-mas-de-60-animales-silvestres-que-eran-exhibidos-en-un-parque-recreativo-de-la-vega>.

_____. (2022x, 10 de diciembre). Loros y guacamayas encabezan cifras de animales silvestres rescatados de la tenencia ilegal. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/loros-y-guacamayas-encabezan-cifras-de-animales-silvestres-rescatados-de-la-tenencia-ilegal>.

_____. (2022y, 30 de diciembre). CAR impone medida preventiva en operativo contra tala ilegal en Girardot. Obtenido de <https://www.car.gov.co/index.php/saladeprensa/car-impone-medida-preventiva-en-operativo-contra-tala-ilegal-en-girardot>.

2.3 Referencias

_____. (2022z, 06 julio). La CAR instó al sector curtidor de Chocontá y Villapinzón a disponer adecuadamente sus residuos productivos. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/la-car-insto-al-sector-curtidor-de-choconta-y-villapinzon-a-disponer-adecuadamente-sus-residuos-productivos>.

Caracol Radio. (2022a, 6 de febrero). Nativos del Archipiélago de San Bernardo cambiaron basura por premios. https://caracol.com.co/emisora/2022/02/06/cartagena/1644185128_898007.html.

Caracol Radio. (2022b, 29 de diciembre). 90 mil corales sembrados en el Archipiélago de San Bernardo e Islas del Rosario. <https://caracol.com.co/2022/12/29/90-mil-corales-sembrados-en-el-archipelago-de-san-bernardo-e-islas-del-rosario/>.

Cárdenas, D., López-Camacho, R., Marín, C. A., Arias, J. C. y Sua, S. (2006). Botánica en la Amazonía colombiana: doscientos años después de Martius. Colombia Amazónica Nueva Era. Número especial.

Cárdenas L. D. y Salinas, N. R. (Eds.). (2007). Libro Rojo de Plantas de Colombia (vol. 4). Especies maderables amenazadas. Primera parte. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Cárdenas, D., González, M. F., Marín, N., Sua, S. y Betancur, J. (2017). Plantas y líquenes del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Revista Colombia Amazónica, (10), 205-234.

Cárdenas, D., Castaño, N., Marín, N., Osorno, M. y Agudelo, E. (Eds.). (2019). Especies de flora y fauna. De Jirijirimo a Cerro Morroco, una muestra de la biodiversidad en un territorio ancestral. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.

Cárdenas, D., Marín, N., Álvaro, W., Contreras, J. y Paky, E. (2019). Flora del área de ampliación del PNN Serranía de Chiribiquete en las cabeceras de los ríos Tunia, Itilla y Yará. Expediciones científicas en las nuevas áreas del PNN Serranía de Chiribiquete.

Cárdenas, D., Castaño, N., Marín, N. y Barona-C, A. (2022). Chapter 6. Useful Plants of the Colombian Amazon. En: Useful Plants and Fungi of Colombia (UPFC) - Kew Gardens. <https://ierna.sinchi.org.co/informe/01-flora-de-la-amazonia-colombiana-2022/#>.

Castaño-A., N., Cárdenas, D., Marín, N., Daly, D., Betancur, J., Álvaro, W., Barona-C., A., Sua, S. y Peña, M. (2020). Diversidad florística del Camino Andakí, municipio de Belén de los Andaquíes (Caquetá, Colombia). Revista Colombia Amazónica, (10), 258-269.

2.3 Referencias

Corporación Autónoma Regional de Risaralda [Carder]. (2022a, 15 de enero). Risaralda cuenta con cobertura vegetal en cerca de un 50 por ciento de todo su territorio. <https://www.carder.gov.co/risaralda-cuenta-con-cobertura-vegetal-en-cerca-de-un-50-por-ciento-de-todo-su-territorio/>.

_____. (2022b, 16 de abril). La rápida acción de la Patrulla Ambiental 24/7 de la CARDER impidió tres ecocidios durante esta Semana Santa. <https://www.carder.gov.co/la-rapida-accion-de-la-patrulla-ambiental-24-7-de-la-carder-impidio-tres-ecocidios-durante-esta-semana-santa/>.

_____. (2022c, 22 de julio). La CARDER evita propagación de un incendio descontrolado en Apía. <https://www.carder.gov.co/la-carder-evita-propagacion-de-un-incendio-descontrolado-en-apia/>.

_____. (2022d, 26 de agosto). En Pereira y Dosquebradas se suspenden actividades ilícitas que atentaban contra el medio ambiente. <https://www.carder.gov.co/en-pereira-y-dosquebradas-se-suspenden-actividades-ilicitas-que-atentaban-contra-el-medio-ambiente/>.

_____. (2022e, 8 de septiembre). La CARDER avanza con obras de mitigación en la Virginia para enfrentar el Fenómeno de La Niña. <https://www.carder.gov.co/la-carder-avanza-con-obras-de-mitigacion-en-la-virginia-para-enfrentar-el-fenomeno-de-la-nina/>.

_____. (2022f, 28 de septiembre). La Madre Vieja como mejor alternativa para proteger a La Virginia de la ola invernal. <https://www.carder.gov.co/la-madre-vejia-como-mejor-alternativa-para-proteger-a-la-virginia-de-la-ola-invernal/>.

_____. (2022g, 30 de septiembre). Alrededor de 1100 hectáreas sería el área afectada por ganadería ilegal en el Parque Nacional Natural Los Nevados. <https://www.carder.gov.co/alrededor-de-1100-hectareas-seria-el-area-afectada-por-ganaderia-ilegal-en-el-parque-nacional-natural-los-nevados/>.

_____. (2022h, 21 de noviembre). Obras realizadas por la CARDER impidieron que La Virginia se inundara durante el fin de semana. <https://www.carder.gov.co/obras-realizadas-por-la-carder-impidieron-que-la-virginia-se-inundara-durante-el-fin-de-semana/>.

Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique [Cardique]. (2022a, 10 de marzo). Cardique atiende convocatoria de Alcaldía en María La Baja y anuncia obras. <https://cardique.gov.co/cardique-atiende-convocatoria-de-alcaldia-en-maria-la-baja-y-anuncia-obras/>.

_____. (2022b, 08 de marzo). Socializaron obras en Ciénaga de las Quintas y Caño de Bazurto. <https://cardique.gov.co/socializaron-obras-en-cienaga-de-las-quintas-y-cano-de-bazurto/>.

2.3 Referencias

- _____. (2022c, 13 de abril). Mandas huevo. <https://cardique.gov.co/mandas-huevo/>.
- _____. (2022d, 20 de abril). Cardique restaura 120 hectáreas de bosque seco tropical con la siembra de 132000 árboles en El Carmen de Bolívar. <https://cardique.gov.co/cardique-restaura-120-hectareas-de-bosque-seco-tropical-con-la-siembra-de-132000-arboles-en-el-carmen-de-bolivar/>.
- _____. (2022e, 27 de mayo). “Calidad de agua de El Laguito ha mejorado”: Cardique. <https://cardique.gov.co/calidad-de-agua-de-el-laguito-ha-mejorado-cardique/>.
- _____. (2022f, 30 de mayo). “¡Estamos de visita!, admiremos su belleza sin hacerles daño”: Cardique. <https://cardique.gov.co/estamos-de-visita-admiremos-su-belleza-sin-hacerles-dano-cardique/>.
- _____. (2022g, 23 de junio). Cardique recupera Caño Luisa en La Boquilla. <https://cardique.gov.co/cardique-recupera-cano-luisa-en-la-boquilla/>.
- _____. (2022h, 5 de julio). Cardique articula acciones para recuperación de ecosistemas. <https://cardique.gov.co/cardique-articula-acciones-para-recuperacion-de-ecosistemas/>.
- _____. (2022i, 29 de julio). Pez león, especie invasora altamente venenosa. <https://cardique.gov.co/pez-leon-especie-invasora-altamente-venenosa/>.
- _____. (2022j, 19 de agosto). “El Canal del Dique requiere de una solución estructural, urgente”: Cardique. <https://cardique.gov.co/el-canal-del-dique-requiere-de-una-solucion-estructural-urgente-cardique/>.
- Cardoso, I. M. y Kuyper, T. W. (2006). Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 116(1–2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2006.03.011>.
- Carreño, L. y Mera, E. (2008). Intoxicación alimentaria, Informe Colombia. (M.-P. J. E., Ed.) IOC Regional Science Planning Workshop on Harmful Algal Blooms in IOCARIBE ANCA IV. San Andrés Isla, 81.
- Corporación Autónoma Regional de Santander [CAS]. (2022a, 04 de mayo). CAS presente en derrame de crudo, Barrancabermeja. <https://cas.gov.co/prensa/cas-presente-en-derrame-de-crudo-barrancabermeja/>.
- _____. (2022b, 17 de mayo). Acompañamiento a la ANLA en el seguimiento y control al proyecto Ruta del Cacao. <https://cas.gov.co/prensa/acompanamiento-a-la-anla-en-el-seguimiento-y-control-al-proyecto-ruta-del-cacao/>.

2.3 Referencias

- _____. (2022c, 10 de junio). Caracol africano. <https://cas.gov.co/prensa/caracol-africano/>.
- _____. (2022d, 10 de julio). Taller de socialización Guía ambiental para el cultivo del cacao. <https://cas.gov.co/prensa/taller-de-socializacion-guia-ambiental-para-el-cultivo-del-cacao/>.
- _____. (2022e, 01 de agosto). Lamentablemente informamos que fue hallado nuevamente un manatí muerto en el Magdalena Medio. <https://cas.gov.co/prensa/lamentablemente-informamos-que-fue-hallado-nuevamente-un-manati-muerto-en-el-magdalena-medio/>.
- _____. (2022f, 26 de septiembre). La CAS, líder nacional en la implementación de soluciones basadas en Economía Azul. <https://cas.gov.co/prensa/la-cas-lider-nacional-en-la-implementacion-de-soluciones-basadas-en-economia-azul-2/>.
- _____. (2022g, 21 de noviembre). Más de 1.400 hectáreas han sido recuperadas y rehabilitadas por la CAS, en Santander. <https://cas.gov.co/prensa/6530/>.
- _____. (2022h, 30 de noviembre). Unidad de Reacción Ambiental Inmediata, URAI, pone en funcionamiento la CAS en Barrancabermeja. <https://cas.gov.co/prensa/unidad-de-reaccion-ambiental-inmediata-urai-pone-en-funcionamiento-la-cas-en-barrancabermeja/>.
- _____. (2022i, 10 de diciembre). Socializamos el Manual Ambiental para el sector porcícola, en Barrancabermeja. <https://cas.gov.co/prensa/socializamos-el-manual-ambiental-para-el-sector-porcicola-en-barrancabermeja/>.
- _____. (2022j, 19 de diciembre). La CAS hace entrega de la PTAR al Municipio de Cabrera. <https://cas.gov.co/prensa/la-cas-hace-entrega-de-la-ptar-al-municipio-de-cabrera/>.
- _____. (2022k, 20 de diciembre). 110 estufas ecológicas han sido entregadas en los últimos dos años por la CAS. <https://cas.gov.co/prensa/110-estufas-ecologicas-han-sido-entregadas-en-los-ultimos-dos-anos-por-la-cas/>.
- Casallas, A., Castillo-Camacho, M., Guevara-Luna, M., González, Y., Sánchez, E., Belalcazar, L., y Ferro, C. (2023). Surface, satellite ozone variations in Northern South America during low anthropogenic emission conditions: a machine learning approach. *Air Qual Atmos Health*, 16, 745-764.
- Castillo-Viana M. J., Obando, P. y Vivas-Aguas L. J. (2022). Metodología de la Operación Estadística Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – OE

2.3 Referencias

ICAM. Código ME-CAM-1. Versión: 3. En Invemar, Metodología de la Operación Estadística Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – OE ICAM. Código ME-CAM-1 (p. 90). Invemar.

Castillo-Viana M. J. (2022). Ficha Metodológica de la Operación Estadística Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras - OEICAM. Código FC-CAM-1. Versión 5. En: Invemar, Ficha Metodológica de la Operación Estadística Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras - OEICAM. Código FC-CAM-1 (p. 14). Invemar.

Castillo-Viana, M., Córdoba, T., Obando, P. y Vivas-Aguas, L. (2022). Ficha Metodológica de la Operación Estadística Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – OEICAM. Código FC-CAM-1. Versión 5. En: Invemar, Ficha Metodológica de la Operación Estadística Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras - OEICAM. Código FC-CAM-1 (p. 14). Invemar.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico [CDA]. (2022a, 25 de enero). El Departamento del GUAVIARE avanza en la validación del corredor jaguar entre la ZRFP Lindosa y los PNN de los departamentos del GUAVIARE y META. <https://cda.gov.co/es/noticias/el-departamento-del-guaviare-avanza-en-la-validacion-del-corredor-jaguar-entre-la-zrfp-lindosa-y-los-pnn-de-los>.

_____. (marzo, 2022b). Determinación del contenido de mercurio y cadmio en muestras de sedimentos, plantas y peces recolectados en río taraira, atabapo, inírida, guainía, isana y cuyari: determinación del contenido de mercurio y cadmio en muestras de sedimentos, plantas y peces recolectados en río Taraira, Atabapo, Inírida, Guainía, Isana y Cuyari. <https://cda.gov.co/es/noticias/determinacion-del-contenido-de-mercurio-y-cadmio-en-muestras-de-sedimentos-plantas-y-peces-recolectados-en-rio-taraira>.

_____. (2022c, 15 de marzo). Negocios verdes en el Guainía. <https://cda.gov.co/es/noticias/negocios-verdes-en-el-guainia>.

_____. (2022d, 29 de marzo). Puestos de control contra la basura en Inírida. <https://cda.gov.co/es/noticias/puestos-de-control-contra-la-basura-en-inirida>.

_____. (2022e, 23 de junio). Visitas de seguimiento y control a los establecimientos de industrias maderables. <https://cda.gov.co/es/noticias/visitas-de-seguimiento-y-control-a-los-establecimientos-de-industrias-maderables>.

_____. (2022f, 18 de julio). Identificación de zonas de mayor aprovechamiento de recursos forestales no maderables. <https://cda.gov.co/es/noticias/identificacion-de-zonas-de-mayor-aprovechamiento-de-recursos-forestales-no-maderables>.

2.3 Referencias

_____. (2022g, 5 de agosto). La Corporación CDA está comprometida con la vida de los animales silvestres! <https://cda.gov.co/es/noticias/la-corporacion-cda-esta-comprometida-con-la-vida-de-los-animales-silvestres>.

_____. (2022h, 21 de octubre). Sobrevuelo en áreas estratégicas de la Corporación CDA, Seccional Guaviare. <https://cda.gov.co/es/noticias/sobrevuelo-en-areas-estrategicas-de-la-corporacion-cda-seccional-guaviare>.

_____. (2022i). Guía para conocer y convivir con felinos silvestres (2da ed.). <https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/1184-segunda-edicion-de-la-guia-para-conocer-y-convivir-con-felinos-silvestres>.

Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga [CDMB]. (2022a, 23 de mayo). CDMB se une a nueva jornada de recolección de residuos posconsumo en Santander. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/cdm-b-se-une-a-nueva-jornada-de-recoleccion-de-residuos-posconsumo-en-santander>.

_____. (2022b, 07 de junio). Entra en su recta final propuesta para crear nueva área protegida Umpalá – Chicamocha. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/entra-en-su-recta-final-propuesta-para-crear-nueva-area-protegida-umpala-chicamocha>.

_____. (2022c, 17 de junio). CDMB avanza en la construcción del esquema de seguridad hídrica de la cuenca del río Tona. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/cdm-b-avanza-en-la-construccion-del-esquema-de-seguridad-hidrica-de-la-cuenca-del-rio-tona>.

_____. (2022d, 01 de julio). CDMB le apuesta a identificar la Estructura Ecológica Principal de su jurisdicción. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/cdm-b-le-apuesta-a-identificar-la-estructura-ecologica-principal-de-su-jurisdiccion>.

_____. (2022e, 12 de julio). La CDMB inició la restauración forestal del predio en el Parque Regional La Judía. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/la-cdm-b-inicio-la-restauracion-forestal-del-predio-en-el-parque-regional-la-judia>.

_____. (2022f, 13 de julio). CDMB lideró 26 operativos y la captura de 80 infractores ambientales. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/cdm-b-lidero-26-operativos-y-la-captura-de-80-infractores-ambientales>.

_____. (2022g, 08 de agosto). ¡Cumplida la meta! La CDMB plantó más 700 mil árboles para el programa nacional Sembrar Nos Une. <http://www.cdm.gov.co/prensa/noticias/cumplida-la-meta-la-cdm-b-planto-mas-700-mil-arboles-para-el-programa-nacional-sembrar-nos-une>.

2.3 Referencias

_____. (2022h, 07 de septiembre). CDMB optimiza su Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire - SVCA-. <http://www.cdmb.gov.co/prensa/noticias/cdmb-optimiza-su-sistema-de-vigilancia-de-la-calidad-del-aire-svca>.

_____. (2022i, 08 de septiembre). CDMB refuerza jarillón del río Lebrija para proteger a comunidad de San José de los Chorros de Rionegro. <http://www.cdmb.gov.co/prensa/noticias/cdmb-refuerza-jarillon-del-rio-lebrija-para-proteger-a-comunidad-de-san-jose-de-los-chorros-de-rionegro>.

_____. (2022j, 12 de septiembre). En recta final obra de mitigación que protegerá la vida de más de 3 mil habitantes en Floridablanca. <http://www.cdmb.gov.co/prensa/noticias/en-recta-final-obra-de-mitigacion-que-protegera-la-vida-de-mas-de-3-mil-habitantes-en-floridablanca>.

_____. (2022k, 04 de octubre). Con 9.747 metros cuadrados de pantallas ancladas, la CDMB mitigó el riesgo de tragedias en tres comunas de Bucaramanga. <http://www.cdmb.gov.co/prensa/noticias/con-9-747-metros-cuadrados-de-pantallas-ancladas-la-cdmb-mitigo-el-riesgo-de-tragedias-en-tres-comunas-de-bucaramanga>.

_____. (2022l, 18 de octubre). Predio invadido en Área Protegida fue recuperado. <http://www.cdmb.gov.co/prensa/noticias/predio-invadido-en-area-protegida-fue-recuperado>.

_____. (2022m, 17 de noviembre). La CDMB pone en marcha plan de acción y de medidas preventivas contra afectaciones por lluvias. <http://www.cdmb.gov.co/prensa/noticias/la-cdmb-pone-en-marcha-plan-de-accion-y-de-medidas-preventivas-contr-afectaciones-por-lluvias>.

Ceballos, J. L. (2022). Estación Meteorológica Móvil de Altitud (EMMA) instalada sobre la superficie del sector glaciar Conejeras a 4850m snm. Parque Nacional Natural Los Nevados. Ideam.

Chala Rosado, D. M., Ayola Fontalvo, A. J., De La Hoz Pacheco, J. L. y Lara Sanabria, L. M. (2020). Informe Observatorio Regional ODS. Región Caribe (03). <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/a187d5b4-5901-43b3-8606-c17cf99e2e6e>.

Chará, A., Chará, J., Zúñiga, M., Pearson, R. y Boyero, L. (2012). Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology*, 48(2), 139-144. doi:10.1051/limn/2012013.

Chaverri, L. G. y Borkent, A. (2007). The meniscus midges of Costa Rica (Diptera: Dixidae). *Zootaxa* 1575, 1-34.

Chinain, M., Darius, H., Ung, P., Cruchet, P., Wang, Z., Ponton, D. y Pauillac, S. (2009). Growth and toxin production in the ciguatera-causing dinoflagellate

2.3 Referencias

Gambierdiscus polynesiensis (Dinophyceae) in culture. *Toxicon*, 56(5), 739-750. DOI: 10.1016/j.toxicon.2009.06.013.

Chow, J., Lowenthal, D., Chen, L., Wang, X. y Watson, J. (2015). Mass reconstruction methods for PM2.5. A review. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 8(3), 243-263. <https://doi.org/10.1007/s11869-015-0338-3>.

Churro, C. (2022, 13 de septiembre). Chroococcales, in IOC-UNESCO. Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. <https://www.marinespecies.org/hab>.

Ciminiello, P., C. Dell'Aversano, E. Dellolacovo, E. Fattorusso, M. Forino, L. Tagliione, G. Benedettini, M. Onorari, M., Serena, F., Batocchi, C., Casabianca, S. y Penna, A. (2014). First finding of *Ostreopsis* cf. *ovata* toxins in marine aerosols. *Environ. Sci. Technol*, 48(6), 3532 - 3540. <https://doi.org/10.1021/es405617d>.

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó [Codechocó]. (2022, 28 de noviembre). Codechoco. Obtenido de <https://codechoco.gov.co/publicaciones/3550/codechoco-iniciara-proceso-sancionatorio-a-representantes-del-barco-que-transportaba-especies-de-tiburón-en-bahia-solano/>.

Colorado Patiño, M., Real Núñez, W. y Cañon Caro, J. (2019). *La seguridad ambiental y su incidencia en la sostenibilidad del medio ambiente. Caso: minería ilegal en la región del Chocó biogeográfico* [tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/negocios_relaciones/180.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina [Coralina]. (2020). *Plan de Acción Institucional 2020 - 2023 [PAI]*.

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia [Corantioquia]. (2022a, 12 de septiembre). *Segunda temporada de lluvias del año 2022 - Recomendaciones*. <https://www.corantioquia.gov.co/seguimiento-temporada-de-lluvias-2022/>.

_____. (2022b, 26 de septiembre). Corantioquia y la Universidad Nacional de Colombia firmaron los primeros acuerdos cero deforestación con productores de sectores ganadero, panelero y minero. <https://www.corantioquia.gov.co/corantioquia-y-la-universidad-nacional-de-colombia-firmaron-los-primeros-acuerdos-cero-deforestacion-con-productores-de-sectores-ganadero-panelero-y-minero/>.

_____. (2022c, 03 de octubre). Corantioquia firmó convenios por cerca de 1000 millones de pesos con comunidades del pueblo Emberá Chamí para favorecer la gestión ambiental en sus resguardos. <https://www.corantioquia.gov.co/corantioquia-firmo-convenios-por-cerca-de-1000-millones-de-pe>

2.3 Referencias

sos-con-comunidades-del-pueblo-embera-chami-para-favorecer-la-gestion-ambiental-en-sus-resguardos/.

_____. (2022d, 11 de octubre). Ante el inicio del segundo episodio de calidad del aire en el Valle de Aburrá, Corantioquia trabaja por un Aire+Puro. <https://www.corantioquia.gov.co/ante-el-inicio-del-segundo-episodio-de-calidad-del-aire-en-el-valle-de-aburra-corantioquia-trabaja-por-un-airepuro/>.

_____. (2022e, 02 de noviembre). Corantioquia firmó convenio por más de 4.440 millones para la conservación de las Áreas Protegidas Regionales. <https://www.corantioquia.gov.co/corantioquia-conservacion-areas-protegidas/>.

_____. (2022f, 01 de diciembre). Corantioquia y Fenalco Antioquia firman Acuerdo de Voluntades para fortalecer al gremio de comerciantes. <https://www.corantioquia.gov.co/corantioquia-y-fenalco-antioquia-firmaron-acuerdo-voluntades/>.

_____. (2022g, 23 septiembre). ¡Es un hecho! Dagra y Corantioquia firman convenio para fortalecer el Sistemas de Alerta y Monitoreo de Antioquia. <https://antioquia.gov.co/prensa/historico-de-prensa-2/17510-dagra-y-corantioquia-firmaron-convenio-para-fortalecer-sistemas-alerta-monitoreo-antioquia>.

Cordeiro D. P. y Wagner, R. (2018). Chapter 16.10 - Family Psychodidae. En N. Hamada, J. H. Thorp y D. C. Rogers (Eds.), *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (4ta edición), pp. 765–770. Academic Press.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena [Cormacarena]. (2022a, 09 de noviembre). 2.400 animales han sido atendidos por la ambulancia de Cormacarena. <https://www.cormacarena.gov.co/noticias/2400-animales-han-sido-atendidos-por-la-ambulancia-de>.

_____. (2022b, 17 de noviembre). Cormacarena rechaza la tortura y el asesinato de un oso melero en Villavicencio. <https://www.cormacarena.gov.co/noticias/cormacarena-rechaza-la-tortura-y-el-asesinato-de-un>.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare [Cornare]. (2022a, 09 de febrero). Incendios de cobertura vegetal y su influencia en la calidad del aire en el Oriente Antioqueño. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/incendios-de-cobertura-vegetal-y-su-influencia-en-la-calidad-del-aire-en-el-oriente-antioqueno/>.

_____. (2022b, 07 de marzo). Cornare y la Asociación Angus y Brangus Colombia firman alianza estratégica para apostarle a la ganadería sostenible. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/cornare-y-la-asociacion-angus-y-brangus-colombia-firman-alianza-estrategica-para-apostarle-a-la-ganaderia-sostenible/>.

2.3 Referencias

_____. (2022c, 15 de marzo). Radicada ante Cornare la solicitud de Licencia Ambiental para el Proyecto Doble Calzada Oriente – DCO. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/radicada-ante-cornare-la-solicitud-de-licencia-ambiental-para-el-proyecto-doble-calzada-oriente-dco/>.

_____. (2022d, 7 de abril). Cornare otorga licencia ambiental para la PCH Pantágoras, luego de que su promotor realizara una nueva solicitud. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/cornare-otorga-licencia-ambiental-para-la-pch-pantagoras-luego-de-que-su-promotor-realizara-una-nueva-solicitud/>.

_____. (2022e, 22 de junio). Cornare ha dispuesto para el recibo de observaciones, DOS NORMAS que impondrán límites al desarrollo de proyectos de generación de energía en las cuencas Samaná Norte y Samaná Sur. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/cornare-ha-dispuesto-para-el-recibo-de-observaciones-dos-normas-que-impondran-limites-al-desarrollo-de-proyectos-de-generacion-de-energia-en-las-cuencas-samana-norte-y-samana-sur/>.

_____. (2022f, 7 de julio). Reubican pareja de hipopótamos para el control y manejo de esta especie invasora. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/reubican-pareja-de-hipopotamos-para-el-control-y-manejo-de-esta-especie-invasora/>.

_____. (2022g, 12 de julio). Comité de Bioética decidió el destino que tendrá el perro lobo ubicado en una finca de Rionegro. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/comite-de-bioetica-decidio-el-destino-que-tendra-el-perro-lobo-ubicado-en-una-finca-de-rionegro/>.

_____. (2022h, 8 de septiembre). La región Cornare trabajó unida para identificar las capacidades de respuesta frente a la temporada de lluvias. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/la-region-cornare-trabajo-unida-para-identificar-las-capacidades-de-respuesta-frente-a-la-temporada-de-lluvias/>.

_____. (2022i, 06 de octubre). Antioquia cuenta con cuatro nuevos pasos para la fauna silvestre. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/antioquia-cuenta-con-cuatro-nuevos-pasos-para-la-fauna-silvestre/>.

_____. (2022j, 16 de noviembre). Consideraciones de Cornare frente a las crecientes recientes en la estrella fluvial del río Negro. <https://www.cornare.gov.co/noticias-corporativas/consideraciones-de-cornare-frente-a-las-crecientes-recientes-en-la-estrella-fluvial-del-rio-negro/>.

Corporación Autónoma Regional del Magdalena [Corpamag]. (2022a, 01 de febrero). En esta temporada de menos lluvias, CORPAMAG, ESSMAR y Policía Ambiental realizan operativos de control de captación de agua en Tigrera.

2.3 Referencias

<https://www.corpamag.gov.co/en-este-temporada-de-menos-lluvias-corpamag-essmar-y-policia-ambiental-realizan-operativos-de-control-de-captacion-de-agua-en-tigrera>.

_____. (2022b, 06 de abril). En víspera de Semana Santa, CORPAMAG hace un llamado para evitar el consumo de carne de monte. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/en-vispera-de-semana-santa-corpamag-hace-un-llamado-para-evitar-el-consumo-de-carne-de-monte>.

_____. (2022c, 08 de febrero). En cinco municipios, CORPAMAG adelantará jornadas de sensibilización para evitar el consumo de huevos de iguana. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/en-cinco-municipios-corpamag-adelantara-jornadas-de-sensibilizacion-para-evitar-el-consumo-de-huevos-de-iguana>.

_____. (2022d, 14 de febrero). CORPAMAG firma convenios con 11 municipios para obras de recuperación de humedales y cuerpos de agua. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/corpamag-firma-convenios-con-11-municipios-para-obras-de-recuperacion-de-humedales-y-cuerpos-de-agua>.

_____. (2022e, 17 de febrero). CORPAMAG determina afectación en aproximadamente 60 hectáreas de terreno, en incendio forestal presentado en el municipio de Aracataca. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/corpamag-determina-afectacion-en-aproximadamente-60-hectareas-de-terreno-en-incendio-forestal-presentado-en-el-municipio-de-aracataca>.

_____. (2022f, 26 de agosto). Situación Riesgo por Inundaciones en el Municipio de Remolino [Comunicado de prensa]. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/comunicado-de-prensa-situacion-riesgo-por-inundaciones-en-el-municipio-de-remolino>.

_____. (2022g, 26 de septiembre). En Santa Bárbara de Pinto, Equipo del CAV-R Marino de CORPAMAG y Acuario del Rodadero rescatan manatí hembra de una tonelada. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/en-santa-barbara-de-pinto-equipo-del-cav-r-marino-de-corpamag-y-acuario-del-rodadero>.

_____. (2022h, 22 de noviembre). Aumento de lluvias en el Magdalena, ocasiona que babillas se desplacen a zonas residenciales. <https://www.corpamag.gov.co/sala-de-prensa/noticias/aumento-de-lluvias-en-el-magdalena-ocasiona-que-babillas-se-desplacen-a-zonas-residenciales>.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia [Corpoamazonia]. (2022a). La meliponicultura en la Amazonia. <https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/1166-la-meliponicultura-en-la-amazonia>

2.3 Referencias

_____. (2022b). Balance V Jornada de Recolección de Residuos Posconsumo. <https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/1174-balance-v-jornada-de-recoleccion-de-residuos-posconsumo>.

_____. (2022c). Proyecto Colores. <https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/1169-proyecto-colores>.

_____. (2022d). Segunda edición de la guía para conocer y convivir con felinos silvestres. <https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/1184-segunda-edicion-de-la-guia-para-conocer-y-convivir-con-felinos-silvestres>.

Corporación Autónoma Regional de Boyacá [Corpoboyacá]. (2022a, 9 de marzo). Por 48 horas durarán abiertas las compuertas del Lago Sochagota y Embalse de la Copa. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/por-48-horas-duraran-abiertas-las-compuertas-del-lago-sochagota-y-embalse-de-la-copa/>.

_____. (2022b, 25 de marzo). Cerca de 65 hectáreas se vieron afectadas por incendio en ecosistema de páramo en Aquitania. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/cerca-de-65-hectareas-se-vieron-afectadas-por-incendio-en-ecosistema-de-paramo-en-aquitania/>.

_____. (2022c, 28 de abril). Corpoboyacá por la defensa de los recursos naturales del territorio. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/corpoboyaca-por-la-defensa-de-los-recursos-naturales-del-territorio/>.

_____. (2022d, 18 de mayo). Corpoboyacá adelanta indagación preliminar por apertura de una vía en Sotaquirá. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/corpoboyaca-adelanta-indagacion-preliminar-por-apertura-de-una-via-en-sotaquirá/>.

_____. (2022e, 1 de julio). Corpoboyacá impone medida preventiva a actividades mineras por falta de instrumentos ambientales. <https://www.corpoboyaca.gov.co/?s=Corpoboyac%C3%A1+impone+medida+preventiva+a+actividades+mineras+por+falta+de+instrumentos+Ambientales>.

_____. (2022f, 05 de septiembre). Avanzan las jornadas de manejo de especies invasoras en la jurisdicción de Corpoboyacá. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/avanzan-las-jornadas-de-manejo-de-especies-invasoras-en-la-jurisdiccion-de-corpoboyaca/>.

_____. (2022g, 8 de septiembre). Corpoboyacá entrega 20 cosechas de agua en Paipa. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/corpoboyaca-entrega-20-cosechas-de-agua-en-paipa/>.

_____. (2022h, 12 de septiembre). Corpoboyacá genera mesa de trabajo frente a minería no formal. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/cor>

2.3 Referencias

poboyaca-genera-mesa-de-trabajo-frente-a-mineria-no-formal/.

_____. (2022i, 28 de septiembre). Comenzó el Plan de manejo del complejo de páramo Iguaque Merchán. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/comenzo-el-plan-de-manejo-del-complejo-de-paramo-iguaque-merchan/>.

_____. (2022j, 24 de octubre). Corpoboyacá trabaja por la calidad del aire de Sáchica. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/corpoboyaca-trabaja-por-la-calidad-del-aire-de-sachica/>.

_____. (2022k, 15 de diciembre). Plan para el mantenimiento del canal de entrada del Río Upía en el Lago de Tota. <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/plan-para-el-mantenimiento-del-canal-de-entrada-del-rio-upia-en-el-lago-de-tota/>.

Corporación Autónoma Regional de Caldas [Corpocaldas]. (2022, 15 de junio). Corpocaldas apoyará al Municipio de Salamina, con la ejecución de obras de mitigación del riesgo en el barrio El Playón. https://www.corpocaldas.gov.co/WebSite/Prensa/?pag_id=2311.

Corporación Autónoma Regional del Cesar [Corpocesar]. (2022a, 07 de febrero). Corpocesar realizó rescate de Oso Andino [Boletín de prensa]. <https://www.corpocesar.gov.co/files/2022/02/COMUNICACIONES/BoletinPrensa-071-07-02-2022.pdf>.

_____. (2022b, 02 de abril). En Chimichagua Corpocesar verificó varias situaciones de infracción ambiental [Boletín de prensa]. <https://www.corpocesar.gov.co/files/2022/04/COMUNICACIONES/BoletinPrensa-076-02-04-2022.pdf>.

_____. (2022c, 13 de abril). Con el apoyo de la Policía Ambiental, Corpocesar lideró operativo contra el tráfico y consumo de fauna silvestre [Boletín de prensa]. <https://www.corpocesar.gov.co/files/2022/04/COMUNICACIONES/BoletinPrensa-078-18-04-2022.pdf>.

_____. (2022d, 25 de mayo). Corpocesar suspendió actividades de explotación de material en La Gloria [Boletín de prensa]. <https://www.corpocesar.gov.co/files/2022/05/COMUNICACIONES/BoletinPrensa-082-25-05-2022.pdf>.

Corporación Autónoma Regional de La Guajira [Corpoguajira]. (2022a, 19 de septiembre). Corpoguajira libera siete monos aulladores. <https://corpoguajira.gov.co/noticias/corpoguajira-libera-siete-monos-aulladores/>.

_____. (2022b, 07 de octubre). Lluvias provocan aumento de poblaciones de caracol gigante africano. <https://corpoguajira.gov.co/noticias/lluvias-provocan-aumento-de-poblaciones-decaracol-gigante-africano/>

2.3 Referencias

_____. (2022c, 15 de noviembre). Laboratorio ambiental de Corpoguajira monitorea las aguas superficiales y marinas de La Guajira. <https://corpoguajira.gov.co/noticias/laboratorio-ambiental-de-corpoguajira-monitorea-las-aguas-superficiales-y-marinas-de-la-guajira/>.

_____. (2022d, 02 de diciembre). Corpoguajira, Promigas y comunidades indígenas suscriben acuerdo para conservar el arroyo Aguas Blancas. <https://corpoguajira.gov.co/noticias/corpoguajira-promigas-y-comunidades-indigenas-suscriben-acuerdo-para-conservar-el-arroyo-aguas-blancas/>.

Corporación Autónoma Regional de Nariño [Corponariño]. (2022). Corporación Autónoma Regional de Nariño. <https://corponarino.gov.co/>.

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental [Corponor]. (2022). Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. <https://corponor.gov.co>.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá [Corpourabá]. (2022). Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá. <https://corpouraba.gov.co/>.

Correa, J. A. (2022). Medición del cambio de la superficie glaciar usando como referencia una baliza o estaca fija anclada al hielo. Glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, Parque Nacional Natural El Cocuy. Ideam.

Correa, D. F., Stevenson, P. R., Umaña, M. N. ... Cárdenas, D., N. Castaño...et al. (2022). Geographic patterns of tree dispersal modes in Amazonia and their ecological correlates. *Global Ecology and Biogeography*, 32(1), 49-69. DOI: 10.1111/geb.13596.

Correa-Helbrum, J., Cuello, F., Mármol, D., Fonseca, S., Zuñiga, H., Zambrano, E. Altamar, J. y Jiménez, S. (2022). Composición de las capturas e indicadores biológico-pesqueros estimados a partir de muestreos a bordo de las principales flotas que operan en el Pacífico y el Caribe colombiano. <http://sepec.aunap.gov.co/Home/VerPdf/114>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima [Cortolima]. (2022a, 06 de enero). Cortolima investiga el caso de muerte de peces en Chucuní. <https://cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3412-cortolima-investiga-el-caso-de-muerte-de-peces-en-chucuni>.

_____. (2022b, 27 de enero). Capturadas 7 personas por minería ilegal en el municipio de Ataco. <https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3416-capturadas-7-personas-por-mineria-ilegal-en-el-municipio-de-ataco>.

_____. (2022c, 16 de febrero). Cortolima inició la construcción de un reservorio de agua en el Resguardo Indígena de Nataroco en Natagaima. <https://>

2.3 Referencias

cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3434-cortolima-inicio-la-construccion-de-un-reservorio-de-agua-en-el-resguardo-indigena-de-nataro-co-en-natagaima.

_____. (2022d, 22 de marzo). En el día mundial del agua, Cortolima inició la entrega de 50 sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR): <https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3465-en-el-dia-mundial-del-agua-cortolima-inicio-la-entrega-50-sistemas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-star>.

_____. (2022e, 31 de marzo). ¡Inaudito! Cazadores habrían matado más de 300 águilas cuasmeras en Falan. <https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/territoriales/3481-inaudito-cazadores-mataron-mas-de-300-aguilas-cuasmeras-en-falan>.

_____. (2022f, 27 de junio). Cortolima declara en Cerro Machín nueva área protegida. <https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3540-cortolima-declara-en-cerro-machin-nueva-area-protegida>.

_____. (2022g, 25 de agosto). Cortolima brindó recomendaciones a Roncesvalles sobre mitigación del riesgo. <https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3591-cortolima-brindo-recomendaciones-a-roncesvalles-sobre-mitigacion-del-riesgo>.

_____. (2022h, 11 de mayo). Por aprovechamiento ilícito de madera, habitantes de Coello- Cócora pagarán \$30 millones de multa a Cortolima. <https://cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3523-por-aprovechamiento-ilicito-de-madera-habitantes-de-coello-cocora-pagaran-30-millones-de-multa-a-cortolima>.

CLIMATE Prediction Center [CPC]. (junio, 2023). Cold & Warm Episodes by Season. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico [CRA]. (2022a, 02 de febrero). C.R.A., Grupo Argos y ONG Conservación Internacional, lideran iniciativa con comunidades para uso sostenible de la Ciénaga de Mallorquín. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-grupo-argos-y-ong-conservacion-internacional-lideran-iniciativa-con-comunidades-para-uso-sostenible-de-la-cienaga-de-mallorquin>.

_____. (2022b, 17 de febrero). Avanza intervención de C.R.A en zonas críticas de arroyos Ancla, Rosita y Salgar, en Puerto Colombia. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/avanza-intervencion-de-c-r-a-en-zonas-criticas-de-arroyos-ancla-rosita-y-salgar-en-puerto-colombia>.

_____. (2022c, 16 de mayo). Ideam capacitó a miembros del Comité de Gestión del Riesgo del Atlántico. <https://www.crautonomia.gov.co/pren->

2.3 Referencias

[sa/noticias/ideam-capacito-a-miembros-del-comite-de-gestion-del-riesgo-del-atlantico](https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/ideam-capacito-a-miembros-del-comite-de-gestion-del-riesgo-del-atlantico).

_____. (2022d, 16 de mayo). C.R.A acompaña construcción del eco-parque Ciénaga de Mallorquín, con proyectos para mejorar calidad del agua. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-acompana-construccion-del-ecoparque-cienaga-de-mallorquin-con-proyectos-para-mejorar-calidad-del-agua>.

_____. (2022e, 24 de mayo). C.R.A participa en proyecto del did, para aprovechamiento del biogás generado en rellenos sanitarios. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-participa-en-proyecto-del-did-para-aprovechamiento-del-biogas-generado-en-rellenos-sanitarios>.

_____. (2022f, 27 de mayo). PTAR de Juan de Acosta, evitará que aguas residuales contaminen ecosistemas de la región. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/ptar-de-juan-de-acosta-evitara-que-aguas-residuales-contaminen-ecosistemas-de-la-region>.

_____. (2022g, 06 de julio). C.R.A denuncia daños y prácticas extorsivas en el manejo del sistema de compuertas en el corregimiento El Porvenir, en El Guájaro. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-denuncia-danos>.

_____. (2022h, 17 de agosto). Empieza recuperación de las aguas de Mallorquín. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/empieza-recuperacion-de-las-aguas-de-mallorquin>.

_____. (2022i, 01 de septiembre). Recuperación de la hidrodinámica del embalse El Guájaro avanza en un 87,21%. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/recuperacion-de-la-hidrodinamica-del-embalse-el-guajaro-avanza-en-un-87-21>.

_____. (2022j, 11 de septiembre). Ante presidente Petro, director de C.R.A expuso la necesidad de modernizar las estructuras de las compuertas. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/ante-presidente-petro-director-de-c-r-a-expuso-la-necesidad-de-modernizar-las-estructuras-de-las-compuertas>.

_____. (2022k, 16 de septiembre). Nuestra visión sobre la crisis climática. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/nuestra-vision-sobre-la-crisis-climatica>.

_____. (2022l, 20 de septiembre). C.R.A financia intervenciones para prevenir riesgos en cuatro municipios del sur del Atlántico. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-financia-intervenciones-para-prevenir-riesgos-en-cuatro-municipios-del-sur-del-atlantico>.

2.3 Referencias

_____. (2022m, 22 de septiembre). En un 93% avanzan obras de canalización de arroyo El Salao en Soledad. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/en-un-93-avanzan-obras-de-canalizacion-de-arroyo-el-salao-en-soledad>.

_____. (2022n, 02 de noviembre). C.R.A interviene arroyo El Pantano, en Manatí. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-interviene-arroyo-el-pantano-en-manati>.

_____. (2022ñ, 03 de noviembre). Con proyecto piloto, c.r.a busca fortalecer y proteger ecosistema de manglar en Ciénaga de Mallorquín. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/con-proyecto-piloto-c-r-a-busca-fortalecer-y-proteger-ecosistema-de-manglar-en-cienaga-de-mallorquin>.

_____. (2022o, 06 de noviembre). C.R.A. acompaña atención de emergencia en Piojó. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-acompana-atencion-de-emergencia-en-piojo>.

_____. (2022p, 08 de noviembre). C.R.A. identifica 15 puntos críticos de riesgos, tras jornadas de inspección y monitoreo por fuertes lluvias en el departamento. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-identifica-15-puntos-criticos-de-riesgos-tras-jornadas-de-inspeccion-y-monitoreo-por-fuertes-lluvias-en-el-departamento>.

_____. (2022q, 11 de noviembre). Instaladas compuertas de puente militar: C.R.A. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/instaladas-compuertas-de-puente-militar-c-r-a>.

_____. (2022r, 06 de diciembre). C.R.A. y Conservación Internacional confirman presencia de ecosistemas de corales en el Atlántico. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-y-conservacion-internacional-confirman-presencia-de-ecosistemas-de-corales-en-el-atlantico>.

_____. (2022s, 22 de diciembre). C.R.A. mantiene monitoreo por emergencia en Bravo Petroleum. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/c-r-a-mantiene-monitoreo-por-emergencia-en-bravo-petroleum>.

_____. (2022t, 28 de diciembre). Para disminuir niveles del embalse El Gúajaro, C.R.A. abrió dos compuertas del Porvenir. <https://www.crautonomia.gov.co/prensa/noticias/para-disminuir-niveles-del-embalse-el-guajaro-c-r-a-abrio-dos-compuertas-del-porvenir>.

Corporación Autónoma Regional del Cauca [CRC]. (2022a, 05 de mayo). Comunidades del municipio de Puracé se benefician con la entrega de estufas ecoeficientes. <https://crc.gov.co/comunidades-del-municipio-de-purace-se-benefician-con-la-entrega-de-estufas-ecoeficientes/>.

2.3 Referencias

_____. (2022b, 05 de mayo). Con un trabajo articulado CRC adelanta acciones de protección del oso andino en el municipio de Sotará. <https://crc.gov.co/con-un-trabajo-articulado-crc-adelanta-acciones-de-proteccion-del-oso-andino-en-el-municipio-de-sotara/>.

_____. (2022c, 08 de junio). CRC socializó los estudios básicos para la zonificación de amenazas por movimientos en masa del municipio de Popayán. <https://crc.gov.co/crc-socializo-los-estudios-basicos-para-la-zonificacion-de-amenazas-por-movimientos-en-masa-del-municipio-de-popayan/>.

_____. (2022d, 15 de junio). CRC continua con acciones de conservación en humedales del Cauca. <https://crc.gov.co/crc-continua-con-acciones-de-conservacion-en-humedales-del-cauca/>.

_____. (2022e, 16 de agosto). CRC continúa desarrollando operativos contra la minería ilegal. <https://crc.gov.co/crc-continua-desarrollando-operativos-contra-la-mineria-ilegal/>.

_____. (2022f, 16 de agosto). Más de 50 individuos de 20 especies de fauna silvestre fueron incautados con el apoyo de la CRC. <https://crc.gov.co/mas-de-50-individuos-de-20-especies-de-fauna-silvestre-fueron-incautados-con-el-apoyo-de-la-crc/>.

_____. (2022g, 06 de septiembre). Páramos delimitados, fuente hídrica para la humanidad y una prioridad para la CRC. <https://crc.gov.co/paramos-delimitados-fuente-hidrica-para-la-humanidad-y-una-prioridad-para-la-crc/>.

_____. (2022h, 12 de septiembre). CRC acompaña a los damnificados de la avalancha en Inzá. <https://crc.gov.co/crc-acompana-a-los-damnificados-de-la-avalancha-en-inza/>.

Cronberg, G. y Annodotter, H. (2006). Manual on aquatic cyanobacteria: A photo guide and synopsis of their toxicology. *International Society for the Study of Harmful Algae; Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO*. <https://search.worldcat.org/es/title/Manual-on-aquatic-cyanobacteria-a-photo-guide-and-a-synopsis-of-their-toxicology/oclc/759726937>.

Corporación Autónoma Regional del Quindío [CRQ]. (2022a, 11 de enero). Inicia seguimiento a actividades de minería artesanal en el Quindío. https://crq.gov.co/?s=oro+artesanal&post_date=2022-01-10+2022-01-13.

_____. (2022b, 12 de enero). En operativo de la CRQ se incautan aves de la fauna silvestre en finca turística de Quimbaya. <https://crq.gov.co/2022/01/12/en-operativo-de-la-crq-se-incautan-aves-de-la-fauna-silvestre-en-finca-turistica-de-quimbaya/>.

_____. (2022c, 10 de febrero). En medios nacionales se destaca la san-

2.3 Referencias

ción contra una aguacatera que causó daños ambientales en zona rural de Salento, acciones que la CRQ adelanta en la protección del patrimonio ambiental de los quindianos [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/CRQ.CorporacionAutonomaRegionalDelQuindio/videos/1103810220418295>.

_____. (2022d, 09 de marzo). La CRQ buscará regularizar la actividad de aprovechamiento y manejo silvicultural de los guaduales. <https://crq.gov.co/2022/03/09/la-crq-buscara-regularizar-la-actividad-de-aprovechamiento-y-manejo-silvicultural-de-los-guaduales/>.

_____. (2022e, 9 de marzo). CRQ, EPA y OMGERD determinan medidas de mitigación por colapso de muro de contención en la bocatoma en Boquía. <https://crq.gov.co/2022/03/09/crq-epa-y-omgerd-determinan-medidas-de-mitigacion-por-colapso-de-muro-de-contencion-en-la-bocato-ma-en-boquia/>.

_____. (2022f, 25 de marzo). El rescate de varios flamencos que junto a la Policía de Carabineros realizamos en carreteras del Quindío. <https://crq.gov.co/2022/03/25/el-rescate-de-varios-flamencos-que-junto-a-la-policia-de-carabineros-realizamos-en-carreteras-del-quindio/>.

_____. (2022g, 08 de abril). Autoridad ambiental detuvo ampliación de un cultivo de aguacate Hass y tala de árboles en Calarcá. <https://crq.gov.co/2022/04/08/autoridad-ambiental-detuvo-ampliacion-de-un-cultivo-de-aguacate-hass-y-tala-de-arboles-en-calarca/>.

_____. (2022h, 15 de abril). Atención Capturado un ciudadano con cargamento de 2.047 tortugas que transportaba en un bus de servicio público. <https://crq.gov.co/2022/04/15/atencion-capturado-un-ciudadano-con-cargamento-de-2-047-tortugas-que-transportaba-en-un-bus-de-servicio-publico/>.

_____. (2022i, 19 de abril). Equipo técnico de la CRQ hace seguimiento al riesgo por lluvias en Calarcá. <https://crq.gov.co/2022/04/19/equipo-tecnico-de-la-crq-hace-seguimiento-al-riesgo-por-lluvias-en-calarca/>.

_____. (2022j, 21 de abril). Con el propósito de resolver inquietudes frente a las actividades que desarrollan los areneros en el departamento... <https://crq.gov.co/2022/04/21/con-el-proposito-de-resolver-inquietudes-frente-a-las-actividades-que-desarrollan-los-areneros-en-el-departamento/>.

_____. (2022k, 25 de abril). En el último trimestre del año iniciará la descontaminación de las aguas residuales del casco urbano de Salento. <https://crq.gov.co/2022/04/25/en-el-ultimo-trimestre-del-ano-iniciara-la-descontaminacion-de-las-aguas-residuales-del-casco-urbano-de-salento/>.

_____. (2022l, 01 de junio). CRQ-Ideam se unen para combatir la deforestación en el Quindío. <https://crq.gov.co/2022/06/01/crq-ideam-se-unen->

2.3 Referencias

[para-combatir-la-deforestacion-en-el-quindio/](#).

_____. (2022m, 07 de junio). La autoridad ambiental en el Quindío entrega un diagnóstico sobre los sectores afectados por eventos hidrometeorológicos en el municipio de Génova. <https://crq.gov.co/2022/06/07/la-autoridad-ambiental-en-el-quindio-entrega-un-diagnostico-sobre-los-sectores-afectados-por-eventos-hidrometeorologicos-en-el-municipio-de-genova/>.

_____. (2022n, 21 de junio). Autoridad ambiental suspendió dos actividades de extracción de material pétreo en los sectores de Espartillar y río. <https://crq.gov.co/2022/06/21/autoridad-ambiental-suspendio-dos-actividades-de-extraccion-de-material-petreo-en-los-sectores-de-espartillar/>.

_____. (2022ñ, 18 de julio). “Los volqueteros están pidiendo solución definitiva para un problema que desbordó lo ambiental y pasó a lo social...”. <https://crq.gov.co/2022/07/18/los-volqueteros-estan-pidiendo-solucion-definitiva-para-un-problema-que-desbordo-lo-ambiental-y-paso-a-lo-social/>.

_____. (2022o, 21 de octubre). ‘Campaña de recolección de residuos posconsumo’ del municipio de Pijao. <https://crq.gov.co/2022/10/21/campana-de-recoleccion-de-residuos-posconsumo-del-municipio-de-pijao/>.

_____. (2022p, 27 de octubre). 650 vehículos inspeccionados en operativos móviles. <https://crq.gov.co/2022/10/27/650-vehiculos-inspeccionados-en-operativos-moviles/>.

_____. (2022q, 31 de octubre). CRQ Registra incremento del caudal del río Quindío. <https://crq.gov.co/2022/10/31/crq-registra-incremento-del-caudal-del-rio-quindio/>.

_____. (2022r, 23 de noviembre). Alarmante cifra de recolección de caracol gigante africano en el departamento. <https://crq.gov.co/2022/11/23/desde-hace-34-anos-este-importante-centro-unico-en-latinoamerica-a-distribuido-los-chusquines-o-plantulas-para-uso-nacional-e-internacional-ademas-ha-permitido-establecer-alianzas-entre-la-crq-y-dif-2/>.

_____. (2022s, 28 de noviembre). 179 especies de fauna silvestre han sido identificadas en el barrio La Esmeralda de Armenia. <https://crq.gov.co/2022/11/28/179-especies-de-fauna-silvestre-han-sido-identificadas-en-el-barrio-la-esmeralda-de-armenia/>.

_____. (2022t, 28 de noviembre). CRQ liderará trabajos para mitigar afectación por deslizamiento en la vía Barragán-Génova. <https://crq.gov.co/2022/11/28/crq-liderara-trabajos-para-mitigar-afectacion-por-deslizamiento-en-la-via-barragan-genova/>.

_____. (2022u, 29 de noviembre). Sedimentación sobre el río Navarco pasó de 60 miligramos por litro a solo cinco gracias a intervención de

2.3 Referencias

la CRQ en 22 hectáreas de suelo en zona rural de Salento. <https://crq.gov.co/2022/11/29/sedimentacion-sobre-el-rio-navarco-paso-de-60-miligramos-por-litro-a-solo-cinco-gracias-a-intervencion-de-la-crq-en-22-hectareas-de-suelo-en-zona-rural-de-salento/>.

_____. (2022v, 12 de diciembre). Suelos fértiles y sostenibles una estrategia de adaptación al cambio climático, unidos con Porkcolombia avanzamos en la implementación de procesos en pro de la conservación de los suelos y la sostenibilidad de la porcicultura en el departamento. <https://crq.gov.co/2022/12/12/suelos-fertiles-y-sostenibles-una-estrategia-de-adaptacion-al-cambio-climatico-unidos-con-porkcolombia-avanzamos-en-la-implementacion-de-procesos-en-pro-de-la-conservacion-de-los-suelos-y-la-sostenib/>.

_____. (2022w, 15 de diciembre). La calidad del aire de la ciudad de Armenia es buena. <https://crq.gov.co/2022/12/15/la-calidad-del-aire-de-la-ciudad-de-armenia-es-buena/>.

_____. (2022x, 20 de diciembre). 100 eventos de mayor afectación en el Quindío fueron atendidos durante el 2022 por el área de gestión del riesgo. <https://crq.gov.co/2022/12/20/100-eventos-de-mayor-afectacion-en-el-quindio-fueron-atendidos-durante-el-2022-por-el-area-de-gestion-del-riesgo/>.

_____. (2022y, 29 de diciembre). Hasta los primeros días del mes de diciembre habían sido recuperados 2.993 animales gracias a los más de 780 operativos realizados por el grupo de Fauna Silvestre de la Corporación Autónoma Regional del Quindío en todo el departamento, trabajos que son apoyados por el Comité interinstitucional de control al tráfico de fauna silvestre, como la Policía Nacional, el Ejército y varias autoridades departamentales. <https://crq.gov.co/2022/12/22/hasta-los-primeros-dias-del-mes-de-diciembre-habian-sido-recuperados-2-993-animales-gracias-a-los-mas-de-780-operativos-realizados-por-el-grupo-de-fauna-silvestre-de-la-corporacion-autonoma-regional-d/>.

Currie, D. C. y Adler, P. H. (2008). Global diversity of black flies (Diptera: Simuliidae) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 469-475. DOI:10.1007/s10750-007-9114-1.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca [CVC]. (2022a, 04 de enero). Quebrada El Lázaro, en Toro, está siendo descolmatada. <https://cvc.gov.co/boletin-prensa-001-2022>.

_____. (2022b, 03 de febrero). La CVC inició proceso sancionatorio a ingenio azucarero por quema de caña en zona prohibida. <https://cvc.gov.co/boletin-prensa-014-2022>.

_____. (2022c, 21 de febrero). 730 kilos de envases de agroquímicos y

2.3 Referencias

bolsas de plátano fueron recogidas en el municipio de El Águila. <https://www.cvc.gov.co/node/15149>.

_____. (2022d, 25 de febrero). CVC hace recomendaciones técnicas para afrontar temporada de lluvias en Pradera. <https://www.cvc.gov.co/node/15155>.

_____. (2022e, 18 de abril). Proliferación de caracoles africanos aumenta en temporada de lluvias. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-093-2022>.

_____. (2022f, 18 de abril). Obras de descolmatación en la unión han evitado inundaciones durante la época de lluvias. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-094-2022>.

_____. (2022g, 19 de abril). La CVC impone medida preventiva que suspende disposición de residuos provenientes de dos municipios en el relleno sanitario regional Presidente. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-091-2022>.

_____. (2022h, 04 de mayo). Con gigantesco biofiltro descontaminan laguna de Charco Azul. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-112-2022>.

_____. (2022i, 25 de mayo). Páramo del Duende se ampliará hacia Bolívar y tendrá 3577 hectáreas más. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-139-2022>.

_____. (2022j, 06 de junio). La CVC y la Policía Ambiental decomisaron 42 alevinos de tiburón pangasius en Cartago. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-143-2022>.

_____. (2022k, 21 de julio). Fortalecimiento de dique en Cartago se hace para salvar vidas y bienes. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-183-2022>.

_____. (2022l, 23 de julio). El Pacífico vallecaucano adoptó el primer plan de ordenamiento costero en Colombia. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-186-2022>.

_____. (2022m, 04 de agosto). Se realizó siembra masiva de mangle en Buenaventura. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-193-2022>.

_____. (2022n, 24 de agosto). Pronto estará lista la primera fase de la PTAR de Jamundí. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-223-2022>.

_____. (2022ñ, 24 de agosto). Inició el trabajo de recuperación ambiental para salvar al río Aguacatal. <https://cvc.gov.co/boletin-prensa-213-2022>.

_____. (2022o, 10 de octubre). Más de una tonelada de envases de agroquímicos y bolsas de plátano fueron recolectadas en El Águila. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-213-2022>.

2.3 Referencias

cvc.gov.co/boletin-prensa-266-2022.

_____. (2022p, 18 de octubre). 96 toneladas de carga contaminante de Yumbo dejarán de ir al río Cauca. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-283-2022>.

_____. (2022q, 01 de noviembre). CVC trabaja en la prevención y control de la calidad del aire. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-302-2022>.

_____. (2022r, 01 de noviembre). Embalse Guacas, en Bolívar, se encuentra en su nivel máximo. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-304-2022>.

_____. (2022s, 12 de diciembre). Bombardeo de semillas para recuperar la franja forestal protectora del río La Vieja. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-330-2022>.

_____. (2022t, 14 de diciembre). La Policía Ambiental de Cartago suspendió una quema ilegal de carbón vegetal en Ansermanuevo. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-335-2022>.

_____. (2022u, 19 de diciembre). La CVC lideró monitoreo a la calidad del aire en Ansermanuevo. <https://www.cvc.gov.co/boletin-prensa-346-2022>
Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge [CVS]. (2022). *Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge*. <https://cvs.gov.co/>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2014). *Informe de Coyuntura Económica – ICER. Villavicencio, Meta, 2014*. https://www.dane.gov.co/files/icer/2014/ICER_Meta2014.pdf.

_____. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>.

Dangles, O. y Casas, J. (2019). Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. *Ecosystem Services*, 35, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.002>.

Davison, J., Moora, M., Öpik, M., Adholeya, A., Ainsaar, L., Bâ, 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., ... y Zobel, M. (2015). Global assessment of arbuscular mycorrhizal fungus diversity reveals very low endemism. *Science*, 349(6251), 970–973. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAB1161/SUPPL_FILE/AAB1161-DAVISON-SM.PDF.

Decaëns, T., Lavelle, P., Jimenez, J., Rippstein, G. y Escobar, G. (1994). Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. *European Journal of Soil Biology*, 30(4), 157–168.

2.3 Referencias

Decreto 1594 de 1984 (26 de junio), por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Presidencia de la República de Colombia. Diario Oficial No. 36.700. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18617>.

Decreto 1323 de 2007 (19 de abril), por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH-. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Diario Oficial No. 46.604. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1323-de-2007/>.

Decreto 3930 de 2010 (25 de octubre), por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Presidencia de la República de Colombia. Diario Oficial No. 47.873. https://www.redjurista.com/Documents/decreto_3930_de_2010_ministerio_de_ambiente,_vivienda_y_desarrollo_territorial.aspx#/.

Decreto 1946 de 2013 (9 de septiembre), por medio del cual se reglamentan los artículos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º y 9º de la Ley 10 de 1978, y 2º y 3º de la Ley 47 de 1993 en lo concerniente al mar territorial, la zona contigua, algunos aspectos de la plataforma continental de los territorios insulares colombianos en el mar Caribe occidental y a la integridad del departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Diario Oficial No. 48.908. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=54540>.

Decreto 1076 de 2015 (26 de mayo), por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial No. 49.523. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>.

Defensoría del Pueblo. (2022). Boletín de Movilidad Humana Forzada. https://www.defensoria.gov.co/documents/20123/1657076/INFORME_MOVILIDAD_FORZADA_DIGITAL_2023.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., ... Cunha, L. (noviembre, 2020). A “Dirty” Footprint: Macroinvertebrate diversity in Amazonian Anthropogenic Soils. *Global Change Biology*, 27(19), 4575–4591. <https://doi.org/10.1111/gcb.15752>.

Deutsch, W., Ruiz-Cordova, S. y Duncan, B. (2010). Community-Based Water Monitoring: A Practical Model for Global Watershed Stewardship. Global Watershed Program. Auburn University.

2.3 Referencias

Díaz, D. Q. (2021, 28 de septiembre). A cinco años de la sentencia del río Atrato, muchos acuerdos y pocas acciones. *El Espectador*. <https://www.connectas.org/especiales/colombia-sentencias-ambientales-incumplidas/atrato-2.html>.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2023). Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>.

Departamento Nacional de Planeación [DNP] y Fondo Acción. (2022). Actualización de la Valoración económica de la contaminación del aire urbano 2015 y 2018. https://fondoaccion.org/wp-content/uploads/2023/05/ITCV_Valoracion-economica_v5.pdf.

Duke, N. C. (2020). A systematic revision of the vulnerable mangrove genus *Pelliciera* (Tetrameristaceae) in equatorial America. *Blumea - Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 65(2), 2020, 107-120. <https://doi.org/10.3767/blumea.2020.65.02.04>.

Duque, A. J., Muller-Landau, H.C., Valencia, R. y Cardenas, D. (2017). Insights into regional patterns of Amazonian forest structure, diversity, and dominance from three large terra-firme forest dynamics plots. *Biodiversity and Conservation* 26(3), 669–686. DOI:10.1007/s10531-016-1265-9.

Entry, J. A., Rygielwicz, P. T., Watrud, L. S. y Donnelly, P. K. (2002). Influence of adverse soil conditions on the formation and function of Arbuscular mycorrhizas. *Advances in Environmental Research*, 7(1), 123–138. [https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(01\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(01)00109-5).

Escobar, F., Álvarez, J., Girón, A., Viloria, E., Viaña, J., Romero, J., . . . Rueda, M. (2022). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar].

Escobar, F., Álvarez, J., Girón, A., Viloria, E., Viaña, J., Romero, J., . . . Rueda, M. (2023). Causas y tensiones del cambio en los ecosistemas marinos y costeros y sus servicios: Indicadores de presión. En Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia 2022 (Vol. 3), (pp. 131-160). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar].

FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Versión resumida. <https://doi.org/10.4060/cc0463es>.

Fernandez-Gimenez, M., Ballard, H. y Sturtevant, V. (2008). Adaptive Management and Social Learning in Collaborative and Community-Based Monitoring: A Study of Five Community-Based Forestry Organizations in the Western USA. *Ecology and Society*, 13(2), 4. DOI:10.5751/ES-02400-130204

2.3 Referencias

Flores-Díaz, A., Ramos-Escobedo, M., Ruiz-Córdova, S., Manson, R., Aranda, E. y Deutsch, W. (2013). Monitoreo comunitario del agua: retos y aprendizaje desde la perspectiva de Global Water Watch-Mexico. *GWW*.

Fundación Malpelo. (2022, 28 de junio). Colombia tiene el 30% de sus áreas marinas protegidas: ¿Cuáles son? <https://www.fundacionmalpelo.org/colombia-tiene-el-30-de-sus-areas-marinhas-protectidas/>.

Fundesarrollo. (2019). Fundesarrollo. <https://www.fundesarrollo.org.co/2019/11/25/inseguridad-alimentaria-afecta-al-65-de-la-costa-fundesarrollo-2/#:~:text=Una%20compleja%20situaci%C3%B3n%20se%20vive%20en%20el%2065%25,como%20para%20llevar%20una%20vida%20activa%20y%20sana>.

Gaitán, J. (2007). Ictiotoxicismo por consumo de barracuda (*Sphyrna barracuda*) y morena manchada (*Gymnothorax moringa*) en la comunidad de pescadores artesanales de Tasajera, Caribe colombiano. *Duazary*, 4(2), 160-167. <https://doi.org/10.21676/2389783X.656>.

Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L., Pereira, R. y Muniz, M. (2020). Impact of tourism activity on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111558>.

Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L., Costa Muniz, M., Salles Pereira, L. y Meigikos dos Anjos. (2021). Abundance, distribution, and characteristics of microplastics in coastal surface Waters of the Colombian Caribbean and Pacific. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 4341-43442. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13723-x>.

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), 1-34.

Gianoli, A., Hung, A., & Shiva, C. (2019). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016- 2017. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 6(2), 62. <https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3460>.

Girón, A., Rueda, M., Eraso-Ordoñez, J. y Rodríguez-Jiménez, 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.

Get up and Goals. (2019, 22 de agosto). Amazonia, el pulmón del planeta. <https://getupandgoals.es/amazonia-el-pulmon-del-planeta/>.

Gobernación de Guainía. (2023). Las principales actividades productivas del

2.3 Referencias

Departamento son: La explotación agrícola, la explotación pecuaria, la explotación de otros recursos como forestales, flora, minería, pesca ornamental y de consumo, principalmente. <https://www.guainia.gov.co/documentos-sobre-el-municipio/las-principales-actividades-productivas-del-departamento>.

Gobernación de Putumayo. (2023). Información general del departamento de Putumayo. <https://www.putumayo.gov.co/index.php/mi-departamento/presentacion#:~:text=Las%20actividades%20econ%C3%B3micas%20de%20mayor,%2C%20%C3%B1ame%2C%20hortalizas%20y%20fr%C3%ADjol>.

Goldberg, L., Lagomasino, N. T. y Fatoyinbo, T. (2020). Global Declines in Human-Driven Mangrove Loss. *Global Change Biology*, 5844-5855.

Gómez, M. R. (2021). Convenio interadministrativo 671 de 2021. AMVA-PC-JIC. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Informe-Final-Characterizacion-Fase-IV.pdf>.

Gómez-López, D. I., Navarrete- Ramírez, S. M., Navas-Camacho, R., C. Díaz-Sánchez, M., Muñoz-Escobar, L. y Galeano, E. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICTPM). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). <http://cinto.invemar.org.co/samp/portfolio-view/protocolo-indicador-condicion-tendencia-praderas-de-pastos-marinos-ictpm/>.

González, J. M. (2010). La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.). Scielo. González-Córdoba, M., Zúñiga, M. C., Manzo, V., Granados-Martínez, C. y Panche, J. (2019). Nuevos registros y datos de distribución de diez especies y cuatro géneros de élmidos (Coleoptera: Elmidae) para Colombia. *Bol. Cient. Mus. His. Nat.*, 23(1), 247-266.

_____. (2020). La familia Elmidae (Insecta: Coleoptera: Byrrhoidea) en Colombia: riqueza taxonómica y distribución. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 44(171), 522-553. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1062>.

Granados, C. (2013). Análisis de la dieta de los macroinvertebrados bentónicos en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia) [tesis de maestría, Universidad del Zulia]. https://www.researchgate.net/publication/293653262_ANALISIS_DE_LA_DIETA_DE_LOS_MACROINVERTEBRADOS_BENTONICOS_EN_UN_GRADIENTE_ALTITUDINAL_DE_LA_CUENCA_DEL_RIO_GAIRA_SIERRA_NEVADA_DE_SANTA_MARTA_-_COLOMBIA.

Guerrero, O. C. y Galán, I. (2022, 30 de noviembre). Las islas del Caribe colombiano que desaparecen por el cambio climático. *El País*. <https://elpais.com/america-futura/2022-11-30/las-islas-del-caribe-colombiano-que-desaparecen-por-el-cambio-climatico.html>.

2.3 Referencias

Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo, 2014[TR9] Guzmán-Soto, C., Tamaris-Turizo, C. (2014). Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media de un río tropical de montaña. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 169-178.

Hallegraeff, G., Anderson, D. y Cembell, A. (2004). Manual on harmful marine microalgae. Monographs on Oceanographic Methodology. UNESCO Publishing, 793.

Hernández, R. (2023, 24 de marzo). Organización Meteorológica Mundial (OMM). Prezi. <https://prezi.com/p/fbxbvq31esps/omm/>.

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J. y Thépaut, J. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999-2049. DOI:10.1002/qj.3803.

Hobohm, C. y Tucker, C. (2014). How to quantify endemism. *Endemism in Vascular Plants*, 11-48.

Hoppenrath, M. (2023, 13 de septiembre). IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. <https://www.marinespecies.org/hab>.

Hoz, J. V. (2007). Economía del Departamento de Nariño: Ruralidad y Aislamiento Geográfico. Banco de la República.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2011). Índice de calidad de agua en corrientes superficiales (ICA). Formato Común – Hoja Metodológica. http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d-28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031.

_____. (2012). Proporción de la superficie afectada por deficiencias de precipitación (PADP). http://www.ideam.gov.co/documents/24155/123679/25-1.09_HM_Proporcion_deficiencias_precipitacion_3_FI.pdf/c89688b1-8a42-4a3e-8cc4-311bdbcf2a18.

_____. (2014). Índice de Calidad de Agua en corrientes superficiales. Formato Común Hoja Metodológica. http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d-28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031.

_____. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125687715?_110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw_redirect=http%3A%2F%2Fwww.ideam.gov.co%2Fweb%2Fagua%2Festudio-nacional-del-agua%3Fp_id%3D110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3D-

2.3 Referencias

normal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2.

_____. (2019). Protocolo de Degradación de Suelos y Tierras por Desertificación. http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/monitoreo-seguimiento-estado-calidad-suelos/-/document_library_display/9mDFEmPP-fxAk/view/95764904.

_____. (2020a). Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos en Colombia 2020. http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/informes-nacionales1/-/document_library_display/415KFM4VekFU/view/120063715?_110_INSTANCE_415KFM4VekFU_redirect=http%3A%2F%2Fwww.ideam.gov.co%2Fweb%2Fcontaminacion-y-calidad-ambiental%2Finformes-nacionales1%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_415KFM4VekFU%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2.

_____. (2020b). Hoja metodológica del indicador índice de precipitación.

_____. (2021). Programa de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos en Colombia [Documento inédito]. Ideam.

_____. (2022a). Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/informes-del-estado-de-la-calidad-del-aire-en-colombia>.

_____. (enero, 2022b). Boletín Climatológico enero 2022. http://www.ideam.gov.co/documents/21021/122201016/01_Bolet%C3%ADn_Climatol%C3%B3gico_Enero_2022.pdf/04b3f76e-222a-462e-80e0-0260b9531819?version=1.0.

_____. (febrero, 2022c). Boletín Climatológico febrero 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (marzo, 2022d). Boletín Climatológico marzo 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (abril, 2022e). Boletín Climatológico abril 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (mayo, 2022f). Boletín Climatológico mayo 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

2.3 Referencias

_____. (junio, 2022g). Boletín Climatológico junio 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (julio, 2022h). Boletín Climatológico julio 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (agosto, 2022i). Boletín Climatológico agosto 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (septiembre, 2022j). Boletín Climatológico septiembre 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (octubre, 2022k). Boletín Climatológico octubre 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (noviembre, 2022l). Boletín Climatológico noviembre 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (diciembre, 2022m). Boletín Meteorológico diciembre 2022. http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/122201016.

_____. (2022n). Gráficos de seguimiento diario de precipitación – principales ciudades. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/graficos-seguimiento-diario-precipitacion-principales-ciudades>.

_____. (2022ñ). Mapa de la degradación actual de suelos por desertificación en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina a escala 1:10.000 [Informe técnico].

_____. (2022o). Zonas Potencialmente Inundables y Ecosistemas Acuáticos Lénticos y Lóticos. En M. y. Instituto de Hidrología, Estudio Nacional del Agua 2022 (págs. 126-140). Bogotá.

_____. (2023a). Estudio Nacional del Agua 2022. https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20Nacional%20del%20Agua%202022_compressed_638258123894912152.pdf.

_____. (2023b). Tiempo y clima. Clima. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>.

_____. (2023c). ¿Qué es el SIRH? <http://www.ideam.gov.co/web/siac/sirh>.

2.3 Referencias

- _____. (2023d). Sistema de Información sobre la Calidad del Aire (SI-SAIRE). <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/>.
- _____. (2023e). Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF). <http://snif.ideam.gov.co/ideam-snif-web/>.
- _____. (2023f). Informe Nacional del Registro Único Ambiental Manufacturero de Colombia – RUA MF, 2022.: <https://drive.google.com/drive/folders/1FjIOSyT5gbr0Y4RjliGe2ppWziLU4X1D>.
- _____. (2023g). Informe Nacional de Residuos o desechos peligrosos 2022. <https://drive.google.com/drive/folders/17T-gdFX6xavGV1OXFVbyiP-N6pdH--L-Q>.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. (2014). Informe Técnico Final experiencia piloto de Tarapacá (2010 – 2014). Proyecto “Incorporación del conocimiento tradicional asociado a la agrobiodiversidad en agroecosistemas colombianos 74406 PNUD - GEF – MADS”. [Documento inédito].
- _____. (2015). Apoyo para el Fortalecimiento de la Capacidad de Investigación del Instituto Amazónico de Investigaciones Científica Sinchi - BPIN No. 2011011000559 Crosskey, 1990.
- _____. (2020). Flora de la Amazonia Colombiana. <https://ierna.sinchi.org.co/informe/01-flora-de-la-amazonia-colombiana-2020/>.
- _____. (2021). Guía metodológica: taller para el diagnóstico sobre las necesidades de protección de los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas de los departamentos de Amazonas, Guainía y Vaupés. <https://ierna.sinchi.org.co/informe/9-desarrollo-de-una-guia-para-proteccion-y-salvaguardia-de-los-conocimientos-tradicionales-de-los-pueblos-indigenas-de-la-amazonia-colombiana-2022/>.
- _____. (2022a). Módulo de seguimiento al cumplimiento de los acuerdos locales de conservación del bosque (MoSCAL). <https://siatac.co/moscal/>.
- _____. (octubre, 2022b). Abordaje metodológico para la gestión en las ciudades capitales departamentales de la Amazonia colombiana [Documento inédito].
- _____. (2022c). Acciones para la gestión de servicios ecosistémicos urbanos (SEU) en la planificación urbana. San José del Guaviare, Colombia.
- _____. (2022d). Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC. <https://siatac.co/>.
- _____. (2022e). Visión de Leticia biodiversidad, Ciudad que cuida

2.3 Referencias

- la vida. <https://ierna.sinchi.org.co/informe/04-vision-de-leticia-biodiversidad-2021/#:~:text=Desde%20all%C3%AD%20se%20considera%20que,es%20activa%2C%20directa%20y%20comprometida>.
- _____. (2022f). Colecciones biológicas de las Amazonia colombiana. <https://www.sinchi.org.co/colecciones-biologicas-de-la-amazonia-colombiana>.
- _____. (2022g). Proyecto Centros Regionales de Diálogo Ambiental. <https://sinchi.org.co/files/SUBDIRECCION%20CIENTIFICA/ECOSISTEMAS/2022/ERN/22%20Centros%20regionales%20de%20dialogo%20ambiental%20en%20el%20marco%20de%20la%20resolucion%202035%20de%202018%20en%20la%20macrocuencia%20Amazonas%20atlas%20de%20conflictos%20socioambientales%20presiones%20socioambientales.pdf>.
- _____. (2022h). Indicador de captura de peces comerciales en Amazonia por debajo de las tallas reglamentarias. <https://www.sinchi.org.co/ciacol/indicador-de-captura-de-peces-comerciales-en-amazonia-por-debajo-de-las-tallas-reglamentarias>.
- _____. (2023a). Atlas de Conflictos Socioambientales de la Amazonia colombiana. <https://siatac.co/atlas-conflictos-socioambientales/>.
- _____. (2023b, 24 de marzo). Registros de hormigas y termitas de suelo colectadas en la Amazonia colombiana. https://ipt.biodiversidad.co/sinchi/resource?r=sinchi_amazon_ants_termites.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar]. (2014). Concepto técnico sobre la mortandad de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta-octubre 2014.
- _____. (2015a). Concepto técnico sobre la mortandad de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta (sector Tasajera), Magdalena, ocurrida en junio de 2015. CPT-CAM-0-11. <https://alfresco.invemar.org.co/share/s/OgF-TvwHGQxWniabcjbl08Q>.
- _____. (2015b). Concepto técnico sobre la mortandad de peces en el sector Pajara, Ciénaga Grande de Santa Marta, Magdalena, en julio de 2015. CPT-CAM-015-15. <https://alfresco.invemar.org.co/share/s/H6wMW-VzDQx6EqzcSAbV5-A>.
- _____. (2015c). Concepto técnico sobre mortandad de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta (sector Caño Grande - Pajarales), ocurrida en noviembre de 2015. CPT-CAM-022-15. <https://alfresco.invemar.org.co/share/s/Va0Cvmi2Ra6ZgNGF1YmG0g>.
- _____. (2015d). Variabilidad oceanográfica y climática en la bahía de

2.3 Referencias

Santa Marta, ensenada de Gaira y zona de puertos (Caribe colombiano) y su relación con la dinámica del carbón. Invemar.

_____. (2016). Dinámica oceanográfica en la franja Taganga-río Córdoba (Caribe Colombiano) y su relación con la variabilidad natural y antrópica de sector. Invemar.

_____. (2017). Dinámica meteo-marina de alta y baja frecuencia en la franja costera Taganga-río Córdoba (departamento del Magdalena). Invemar.

_____. (2018). Dinámica meteo-marina de alta y baja frecuencia en la franja costera Taganga-río Córdoba (departamento del Magdalena)-Fase II. Invemar.

_____. (2019). Dinámica meteo-marina de alta y baja frecuencia en las bahías de Taganga, Santa Marta y El Rodadero (departamento del Magdalena). Invemar.

_____. (2020a). Avances en el conocimiento de microalgas potencialmente nocivas y floraciones algales en Colombia. Informe Técnico Final. Invemar.

_____. (2020b). Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. Informe Técnico 2019. Serie de publicaciones periódicas (4). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia [Redcam].

_____. (2020c). Variabilidad estacional de la clorofila y su relación con dinámica oceanográfica en la franja costera del Rodadero, Manzaneros y Taganga (departamento del Magdalena). Invemar.

_____. (2020d). Informe técnico 2019. Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. Informe técnico 2019. https://www.crautonomia.gov.co/documentos/Monitoreos%20de%20calidad%20de%20agua/Informe%20REDCAM_2019_VF_2abrl.pdf.

_____. (2021a). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia 2020. Serie de Publicaciones Periódicas, (3). <https://www.invemar.org.co/documents/37438/87413/Informe+del+estado+de+los+ambientes+marinos+y+costeros+2020.pdf/15cde098-bb74-a083-1bbc-e6a5f5c8deb0?t=1671633174436>.

_____. (2021b). 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. Invemar.

_____. (2022a). Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos -

2.3 Referencias

BEM. <https://www.invemar.org.co/biodiversidad-y-ecosistemas-marinos>.

_____. (2022b). Dinámica oceanográfica en la franja costera del departamento de Magdalena. Invemar.

_____. (2022c). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros de Colombia 2022. Serie de Publicaciones Periódicas, (3). <https://www.invemar.org.co/documents/37438/87413/Informe+del+estado+de+los+ambientes+marinos+y+costeros+2021.pdf/48e33fe7-3a3c-e745-b6c8-95953e05e201?t=1671633180395>.

_____. (2022d). Laboratorio de Servicios de Información - Labsis. <http://www.invemar.org.co/descripcion-gez>.

_____. (2022e). Morfodinámica de playas del Pacífico colombiano (La Bocana, Pianguita y Punta Soldado, Buenaventura). Invemar.

_____. (2022f). Programa de Geociencias Marinas y Costeras - GEO. <http://www.invemar.org.co/descripcion-geo>.

_____. (2022g). Representación del índice de calidad de aguas marinas y costeras - ICAM evaluado en los departamentos costeros de los litorales Caribe y Pacífico colombianos en el año 2022. Invemar.

_____. (2022h). Seguimiento de las condiciones ambientales de las playas con énfasis en la erosión costera en los municipios del departamento de Córdoba. Monitoreo de erosión costera y áreas potenciales para la recuperación desde la estructura ecológica. Informe técnico. Convenio de cooperación CVS - INVEMAR 018 - 2022. Invemar.

_____. (2022i). Sistema de Información Ambiental Marina (Sismac) - Indicadores. <https://siam.invemar.org.co/sismac-indicadores>.

_____. (2022j). Sistema de Información para la Gestión de los Manglares en Colombia (Sigma) - geovisor. <http://a.invemar.org.co/geovisor/>.

_____. (2022k). Metodología de la operación estadística. Índice de la calidad de aguas marinas y costeras - OE - ICAM. <https://icam-invemar.opendata.arcgis.com/documents/documento-metodol%C3%B3gico-del-icam/explore>.

_____. (2022l). Geovisor. Índice de la calidad de aguas marinas y costeras ICAM. <https://experience.arcgis.com/experience/dbbec-24c96054e199a25b8709dc7099a/>.

_____. (2023). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia 2022. Serie de Publicaciones Periódicas, (3). https://www.researchgate.net/publication/373159054_Informe_del_estado_de_

2.3 Referencias

[los_ambientes_y_recursos_marinos_y_costeros_de_Colombia_2022](#).

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar] y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2019). Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico. Componente Marino Costero. Informe Técnico Final. Actividad 3. Convenio 480-2019.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar] y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina [Coralina]. (2022). Estimación de las existencias de carbono azul en ecosistema de manglar del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Informe Técnico Final Convenio 001-2021 (p. 78).

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar] y Corporación Autónoma Regional del Magdalena [Corpamag]. (2023). Informe Técnico Final del monitoreo hidrosedimentológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta 2018-2030. Fase 2022. Convenio Interadministrativo 317 de 2018 (p. 73).

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente], Dirección General Marítima [Dimar] y Comisión Colombiana del Océano [CCO]. (2021). Seaflower Plus 2021: Ecosistemas marinos someros de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Roncador, Serrana y Quitasueño. C. I.-2. MinAmbiente-IAvH-IDEAM-Invemar, Informe Técnico Final (p. 112 + 8 anexos).

Islebe, G. A.-V.-H.-N. (2009). Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana Roo, Mexico. *Foresta Veracruzana*, 11(1), 1-6. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49711999001>.

ISO. (2001). Calidad del agua. Detección y recuento de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración de membrana. ISO 7899-2:2001.

Jiménez, G., Echeverry, D., Baptiste Espinosa, M. P., Isacacs-Cubides, P. y García, L. M. (2018). Hipopótamos en Colombia. El proceso de invasión, avances de la investigación y necesidades de gestión. *Biodiversidad – Instituto Humboldt*. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2018/cap2/205/#seccion8>.

Jordan, C. F. (1982). The nutrient balance of an Amazonian rain forest. *Ecology*, 63(3), 647–654. <https://doi.org/10.2307/1936784>.

Johgom, J. (2020, 11 de abril). Emergencia por cuarentena en la isla más densamente poblada del mundo. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/coronavirus-en-santa-cruz-del-islote-viven-cuarentena-en-medio-del-hacinamiento-481440>

2.3 Referencias

Kücklick, M. (1987). Biomasa del fitoplancton y contenido del seston en un estuario de manglar (Ciénaga Grande de Santa Marta) [tesis de pregrado, Universität Stuttgart-Hohenheim].

Labropoulou, M. y Papaconstantinou, C. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: The role of fishery. *Scientia Marina*, 68, 215-226.

Lee, J. (1996). Bioactive components from the red tide plankton *Cochlodinium polykrikoides*. *Korean Fish. Soc.*, 29, 165-173.

Lundholm, N. (2023). Bacillariophyta. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae.: <https://www.marinespecies.org/hab>.

Lundholm, N., Churro, C., Escalera, L., Fraga, S., Hoppenrath, M., Iwataki, M., ... Zingone, A. (2009). IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. <https://www.marinespecies.org/hab>.

Malmqvist, B. y Sackmann, B. (1996). Changing risk or predation for a filter-feeding insect along a current velocity gradient. *Oecologia*, 108, 450-458.

Mancera, J. y Vidal, L. (1994). Florecimiento de microalgas relacionado con mortandad masiva de peces en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betin*, 23. <http://hdl.handle.net/1834/3787>.

Manohar, M., Atanacio, A., Button, D. y Cohen, D. (2021). MABI - A multi-wavelength absorption black carbon instrument for the measurement of fine light absorbing carbon particles. *Atmospheric Pollution Research*, 12(4), 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2021.02.009>.

Manzo, V. (2013). Los élmidos de la región Neotropical (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae): diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 72(3-4), 199-212.

Marca-Zeballos, M., Moulattet, G.M., Sousa, T. R. ... Castaño, N. y Cárdenas, D. (2022). Local hydrological conditions influence tree diversity and composition across the Amazon basin. *Ecography*, 2022(11). doi: 10.1111/ecog.06125.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial [Mavdt]. (19 de abril de 2007). Decreto 1323 de 2007, "por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- ". <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/decreto-1323-de-2007.pdf>.

McField, M., Kramer, P., Petersen, A. G., Soto, M., Drysdale, I., Craig, N. y Rueda Flores, M. (2020). Mesoamerican Reef Report Card. https://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2020/02/2020_Report_Card_MAR.pdf.

2.3 Referencias

Méndez-Espinosa, J., Belalcazar, L. y Morales-Betancourt, R. (2020). Regional air quality impact of northern South America biomass burning emissions. *Atmos Environ*, 203, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.01.042>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2016). Política para la gestión sostenible del suelo. https://www.andi.com.co/Uploads/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf.

_____. (2022a, 11 de marzo). El Gobierno visiona a San Andrés, Providencia y Santa Catalina como un modelo sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/el-gobierno-visiona-a-san-andres-providencia-y-santa-catalina-como-un-modelo-sostenible/>.

_____. (2022b). Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos y Plan de Acción 2022-2030 [Infografías]. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/11/Folleto_Politica_Ambiental_RESPEL.pdf.

_____. (2023a). Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH). <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/gobernanza-del-agua/investigacion-y-gestion-de-la-informacion-de-recurso-hidrico/sistema-de-informacion-del-recurso-hidrico-sirh>
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022). Plan Sectorial de Turismo 2022 – 2026. Turismo en armonía con la vida. <https://www.mincit.gov.co/participa/consulta-ciudadana/20-12-2022-plan-sectorial-de-turismo-vfpp.aspx>.

_____. (junio, 2023). Perfiles económicos departamentales. Departamento de Guaviare. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/80427431-9da3-41c1-a063-9533854cfd14/Guaviare.aspx>.

Ministerio de Minas y Energía. (2015). Glosario Técnico Minero. https://xper.ta.legis.co/visor/legcol/legcol_7e0d4f341fc1458d9d537c1e1c0a60a9
Ministerio de Trabajo. (s. f.). Ficha técnica trabajo infantil departamento de Caquetá. <https://app2.mintrabajo.gov.co/siriti/info/fichas-tecnicas/Caqueta.pdf>.

Moreira-González, A., Fernandes, L., Bilien, G., Uesugi, A., Suzuki, T., Chomérat, N., . . . Uchida, H. (2019). Variations in morphology, growth, and toxicity among strains of the *Prorocentrum lima* species complex isolated from Cuba and Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 31(1). DOI:10.1007/s10811-018-1587-y.

Muñoz-García, L. (2015). Evaluación del estado fitosanitario del bosque de manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta [tesis de pregrado inédita]. Universidad del Magdalena.

2.3 Referencias

Murillo-Sandoval, P., Fatoyinbo, L. y Simard, M. (2022). Mangroves Cover Change Trajectories 1984-2020: The Gradual Decrease of Mangroves in Colombia. *Frontiers in Marine Science*, 9, 892-946. DOI:10.3389/fmars.2022.892946.

Narvéez Barandica, J., Maestre, J., Blanco, J., Bolívar, F., Rivera, R., Álvarez, T., Mora, A. y Riascos, O. (2013). Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces comerciales de Colombia. Universidad del Magdalena y Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca [Aunap].

National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]. (2022, 6 de septiembre). Description of changes to ocean Niño index (ONI). https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_change.shtml.

Nocua, Y. (2022). Glaciar Otún Norte. Ideam.

_____. (2022). Cámara de fotoseguimiento glaciar. Glaciar Santa Isabel, sector glaciar Conejeras. Parque Nacional Natural Los Nevados. Ideam.

Noriega, J. A., Hortal, J., Azcárate, F. M., Berg, M. P., Bonada, N., Briones, M. J. I., Del Toro, I., Goulson, D., Ibanez, S., Landis, D. A., Moretti, M., Potts, S. G., Slade, E. M., Stout, J. C., Ulyshen, M. D., Wackers, F. L., Woodcock, B. A. y Santos, A. M. C. (2018). Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*, 26, 8-23. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.006>.

Núñez-Avellaneda, M. y Duque, S. R. (2001). Estudio del fitoplancton en ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. En: C. Franky y C. Zarate (Eds.), IMANI MUNDO, estudios en la Amazonia colombiana (pp. 305-335). Universidad Nacional de Colombia, Instituto Amazónico de Investigaciones [IMANI] y Editorial Unibiblos.

Laython, M. A. (2017). Los Coleópteros Acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia, Distribución y Taxonomía [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62323/Laython%202017%20Cole%C3%B3pteros%20Acu%C3%A1ticos%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Organización Meteorológica Mundial [OMM]. (2017). Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normas climáticas. <https://wmo.int/topics/weather>.

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021, 22 de septiembre). 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 [Comunicado de prensa]. <https://www.who.int/es/news/item/22-09->

2.3 Referencias

2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution.

Organización de las naciones unidas [ONU]. (2023). Programa para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/pastos-marinos-un-arma-secreta-en-la-lucha-contra-el-cambio>.

Öpik, M., Davison, J., Moora, M. y Zobel, M. (septiembre, 2014). DNA-based detection and identification of Glomeromycota: the virtual taxonomy of environmental sequences. *Botany*, 92(2), 135–147. <https://doi.org/10.1139/cjb-2013-0110>.

Öpik, M. y 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>.

Otálvaro-Marín, B., Parra-López, M. y Klinger-Cundumí, E. (mayo, 2023). Análisis de las injusticias sociales, ambientales y territoriales del departamento del Chocó, Colombia. *Prospectiva*. <https://revistapropectiva.univalle.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/12476/15867#info>.

Osorio, C. (2022, 8 de octubre). El huracán 'Julia' golpea la isla colombiana de San Andrés. *El País*. <https://elpais.com/america-colombia/2022-10-07/la-tormenta-tropical-julia-amenaza-a-san-andres-providencia-y-santa-catalina.html>.

Paramo, J., Pérez, D. y Wolf, M. (2014). Reproduction of the pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* (Decapoda: Penaeidae) in the Colombian Caribbean. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 513–521. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i2.11650>.

Passos, M. I. S., Miranda, G. S. y Nessimian, J. L. (2015). Three new species of *Macrelmis* Motschulsky (Coleoptera: Elmidae: Elminae) from Southeastern Brazil with new definition of species groups to the genus. *Zootaxa*, 4058(2), 195–210. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4058.2.3>.

Peters, T. M. (1980). A new species of *Dixella* (Diptera: Dixidae) from Honduras, Central America. *Proceedings of the Entomology Society of Washington*, 82, 681–684.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2019, 1 de noviembre). Pastos marinos: un arma secreta en la lucha contra el cambio climático. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/pastos-marinos-un-arma-secreta-en-la-lucha-contra-el-cambio>.

_____. (2021). De la contaminación a la solución: una evaluación global de la basura marina y la contaminación por plásticos. <https://www.unep.org/es/resources/de-la-contaminacion-la-solucion-una-evaluacion-global-de-la-basura-marina-y-la>

2.3 Referencias

Polichetti, G., Cocco, S., Spinali, A., Trimarco, V. y Nunziata, A. (2009). Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system. *Toxicology*, 261(1–2), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2009.04.035>.

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., Dezzeo, N., Erwin, T., di Fiore, A., Higuchi, N., Honorio Coronado, E., Jimenez, E. M., Killeen, 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. y Lloyd, J. (2012). Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate. *Biogeosciences*, 9(6), 2203–2246. <https://doi.org/10.5194/bg-9-2203-2012>, 2012.

Quindío Noticias. (2022, 15 de febrero). Suspendidas intervenciones forestales ilegales en zona rural de Filandia y Circasia. <https://quindionoticias.com/suspendidas-intervenciones-forestales-ilegales-en-zona-rural-de-filandia-y-circasia/>.

Ramsar. (2023). La Convención sobre los Humedales. <https://www.ramsar.org/es/nuestro-trabajo/los-humedales-de-importancia-internacional>.

Reguera, B. A. (2011). Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. En *IOC Manuals and Guides* 59. COI de Unesco y OIEA.

República de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia.

Resolución 909 de 2008 (5 de junio), 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. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527650/Resolucion+909+de+2008.pdf/a3bcdf0d-f1ee-4871-91b9-18eac-559dbd9>.

Resolución 1023 de 2010 (28 de mayo), 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. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/525775/Resolucion+1023+de+2010.pdf/c0a0c06f-4e06-4ac4-a76a-f20edbb73b1a>.

Resolución 2254 de 2017 (1 de noviembre), por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/2.+Resoluci%C3%B3n+2254+de+2017+-+Niveles+Calidad+del+Aire..pdf/c22a285e-058e-42b6-aa88-2745fafad39f>.

2.3 Referencias

Shirk, J., Ballard, H., Wilderman, C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R., . . . Bonney, R. (2012). Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design. *Ecology and Society*, 17(2),29-48.

Slik, JWF, Arroyo-Rodríguez, V., Aiba, S.-I., Alvarez-Loayza, P., Alves, LF, Ashton, P., Balvanera, P., Bastian, ML, Bellingham, PJ, van den Berg, E., Bernacci, L., da Conceição Bispo, P., Blanc, L., Böhning-Gaese, K., Boeckx, P., Bongers, F., Boyle, B., Bradford, M., Brearley, FQ,... Venticinque, EM (2015). An estimate of the number of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi: 10.1073/pnas.1423147112.

Sociedad Geográfica de Colombia. (2023). Espacio continental o macrorregión: espacio Pacífico. https://sogeocol.edu.co/Ova/fronteras_colombia/fronteras/pacifico/pacifico_territorio_macrorregiones.html.

Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). *World atlas of mangroves*. London: UK: Earthscan.

Stearns, S. (1992). *The evolution of life histories*. Oxford University Press.

Sullivan, M. J. P., Talbot, J., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Qie, L., Begne, S. K., ... Lopez-Gonzalez, G. (2017). Diversity and carbon storage across the tropical forest biome. *Scientific Reports*, 7, 39102.

The Archipiélago Press. (2022, 11 de marzo). Incendios forestales en Providencia llamado a la comunidad. <https://thearchipelagopress.co/incendios-forestales-en-providencia-llamado-a-la-comunidad/>.

Tomlinson, P. (1986). *The botany of mangroves*. Cambridge Tropical Biology Series, 419.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD]. (2018). *Erosión Costera en Colombia*. http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32760/ErosionCostera_articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

_____. (2022). Consolidado anual de emergencias. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx>.

Unión Europea. (2006, 4 de marzo). 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.

Universidad Nacional de Colombia. (2022). Protocolo de evaluación y restauración de ecosistemas después de eventos climáticos extremos caso huracanes, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. RB SEAFLOWER.

2.3 Referencias

Vélez-Castaño, J., Betancourth-Montes, G. y Cañon-Barriga, J. (2021). Erosion and Progradation in the Atrato River delta: A Spatiotemporal Analysis with Google Earth Engine. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia – Redin*, (99), 83-98. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200688>.

Vidal, L., Sandoval, A. E. M., y Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar*, 50(2), 113-132. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1032>.

Vivas-Aguas, L. (2011). Formulación del índice de calidad de aguas costeras (ICAM) para los países del Pacífico Sudeste. Documento Metodológico. Invemar.

Vivas-Aguas, J., Vargas-Morales, K., Guillen Oñate, M., Villarraga, M. y Sánchez, D. (2014). Vulnerabilidad de la población costera frente a la contaminación orgánica y microbiológica en la bahía de Buenaventura. *Publicaciones generales Invemar*, (76), 24.

Vivas-Aguas, L., Obando-Madera, P., Córdoba-Meza, T. L., Castillo-Viana, M. J. y Espinosa, L. F. (2021). Boletín Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – ICAM. Reporte año 2020. <https://www.invemar.org.co/documentos/10182/0/Informe+REDCAM+2020/b23d55d9-3d4d-4317-b38a-61e1b34528ac>.

Wagner, R., Barta'k, M., Borkent, A., Courtney, G., Goddeeris, B., Haenni, J.P., Knutson, L., Pont, A., Rotheray, G.E., Rozknošny, R., Sinclair, B., Woodley, N., Zatwarnicki, T. y Zwick, P. (2008). Global diversity of dipteran families (Insecta Diptera) in freshwater (excluding Simuliidae, Culicidae, Chironomidae, Tipulidae and Tabanidae). *Hydrobiologia*, 595, 489-519.

Wang, C., Lee, S. y Enfield, D. (2007). Impact of the Atlantic Warm Pool on the Summer Climate of the Western Hemisphere. *J Climate*, 20(20), 5021-5040. <https://doi.org/10.1175/JCLI4304.1>.

Watts-Williams, S. J., Patti, A. F. y Cavagnaro, T. R. (2013). Arbuscular mycorrhizas are beneficial under both deficient and toxic soil zinc conditions. *Plant and Soil*, 371(1-2), 299-312. <https://doi.org/10.1007/S11104-013-1670-8>.

Whigham, D. F. C. (1991). The impact of hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in dry tropical forest in the northeastern Yucatan peninsula. *Biotropica*, 434-441.

Williams, F. X. (1939). Biological studies in Hawaiian water-loving insects. Part III. Diptera of flies. B. Asteiidae, Syrphidae, Dolichopodidae. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 10, 281-315.

2.3 Referencias

World Meteorological Organization [WMO]. (2023). Weather - World Meteorological Organization – WMO [sitio web]. <https://wmo.int/topics/weather>.

Wotton R. S., Joicey, C. R. y Malmqvist, B. (1996). Spiralling of particles by suspension feeders in a small lake-outlet stream. *Canadian Journal of Zoology*, 74, 758-761.

Wotton R. S., Malmqvist, B. y Ashelford, K. (1995). The retention of particles intercepted by a dense aggregation of lake-outlet suspension feeders. *Hydrobiologia*, 306, 125-129.

Wu, C., Liu, X., Lin, Z., Rahimi-Esfariani, S. y Lu, Z. (2018). Impacts of absorbing aerosol deposition on snowpack and hydrologic cycle in the Rocky Mountain region based on variable-resolution CESM (VR-CESM) simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18, 511–533. <https://doi.org/10.5194/acp-18-511-2018>.

Ximenes, A., Cavanaugh, K., Arvor, D., Murdiyarsa, D., Thomas, N., Arcoverde, G., Van der Stocken, T. (2022). A comparison of global mangrove maps: Assessing spatial and bioclimatic discrepancies at poleward range limits. *Sci. Total Environ*, 860. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160380>.

Xu, M., Liu, Z., Hu, B., Yan, G., Zou, J., Zhao, S., . . . Zhang, Y. (2022). Chemical characterization and source identification of PM2.5 in Luoyang after the clean air actions. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 115, 265-276. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.06.021>.

Ye, Y., Alsaffar, A. y Mohammed, H. (2000). Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. *Fisheries Research*, 45, 9-19.

Zhang, F., Wan, M., Pang, X., Yao, L., Fu, Y., Jiang, W., . . . Zhang, C. (2022). Chemical Characterization, Source Identification, and Health Risk Assessment of Atmospheric Fine Particulate Matter in Winter in Hangzhou Bay. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19), 12175. <https://doi.org/10.3390/su141912175>.

Zuleta, D., Muller-Landau, H. C., Duque, A. J. Cárdenas, D., Castaño, N., León-Peláez, J. D. y Feeley, K. J. (2022). Interspecific and intraspecific variation of tree branch, leaf and stomatal traits in relation to topography in an aseasonal Amazona forest. *Functional Ecology*, 36(12), 2955-2968. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14199>.

3. Recomendaciones del Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IEARNR 2022)

3.1 Responsabilidad en el reporte y entrega oportuna de datos en los sistemas definidos

La importancia para el país de contar con informes, revistas y publicaciones de carácter científico, en los que se den a conocer resultados de investigaciones y análisis realizados a los datos recopilados por los institutos que componen al Sistema Nacional Ambiental - SINA, entre otras entidades, radica en que son insumos fundamentados en conocimientos científicos para la toma de decisiones en los diferentes territorios y a nivel nacional.

Por ello, documentos como el Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales, el Estudio Nacional del Agua (ENA), el Reporte BIO, la revista Biot Colombia, el Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, el Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia, la revista Colombia Amazónica, el Informe del Estado y Tendencias de los Recursos Naturales de la Amazonia colombiana y la revista Bioetnia; por nombrar algunos, son publicaciones que, en pro de la democratización de la información, deben ser accesibles para la comunidad, en términos de oportunidad, puesto que, como se mencionó anteriormente, constituyen una base para toma de decisiones informadas.

No obstante, la oportunidad de los informes se ve comprometida cuando las entidades encargadas de recolectar los datos y transmitir la información para su verificación, análisis, procesamiento e inclusión en los informes, no se realiza en los tiempos establecidos y necesarios para asegurar la calidad de los datos, o incluso simplemente no es transmitida. Dicha situación se presenta, por ejemplo, con la información que debe ser reportada por las autoridades ambientales en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), con la ocurrencia de incendios forestales y que permite el monitoreo de coberturas vegetales y los ecosistemas afectados por estas conflagraciones, sus orígenes, ubicación y causas. Algo similar sucede con los reportes de las estaciones de monitoreo de calidad del aire que componen las redes de calidad del aire de las autoridades ambientales, aunado a las complicaciones tecnológicas e informáticas que presenta la intermitencia de las plataformas establecidas por Ideam.

De lo anterior se concluye y recomienda incrementar los esfuerzos por parte de las autoridades ambientales para dar cumplimiento a las obligaciones asociadas al reporte de datos, en las plataformas tales como Sisaire y SNIF, así como por parte del Ideam. En ese sentido,

es clave el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica necesaria para asegurar la estabilidad de estas herramientas de reporte, e incluso la descarga y acceso a la información reportada por otras entidades. Igual pasa con el SIRH, el cual es un sistema dinámico donde las autoridades ambientales tienen la posibilidad de realizar una actualización permanente de los datos allí dispuestos. Los análisis que se realizan con base en esta herramienta parten de la información suministrada. Ello significa que, al ser una herramienta para la toma de decisiones, su confiabilidad y certeza dependen del insumo del reporte y diligenciamiento de tal información por parte de las autoridades ambientales y el resultado de sus gestiones en el territorio, frente al control y la administración del recurso hídrico.

3.2 Recomendaciones en la ampliación de la cobertura de seguimiento, control y análisis de información

En cumplimiento de los compromisos definidos ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Acuerdo de Escazú, se requiere la implementación de registros ambientales de todos los sectores, además del manufacturero. Esto permite un análisis detallado de las presiones generadas sobre los recursos naturales, y facilita la evaluación, el seguimiento y control que deben realizar las autoridades ambientales, convirtiéndose en soporte para la toma de decisiones informadas.

También es necesario incluir estaciones de monitoreo de calidad del aire en la zona sur del país, con el fin de lograr datos de medición directa de todas las áreas del territorio y configurar una red de monitoreo nacional. En caso de persistir las condiciones de seguridad que dificultan la instalación física, se debe estudiar la validación y uso de datos de monitoreo de programas espaciales, teniendo en cuenta las restricciones que estos tienen.

Las áreas insulares tienen particularidades y condiciones que las diferencian del resto de áreas del país, incluso el seguimiento al estado de los recursos naturales no tiene características comunes con las cinco áreas hidrográficas ubicadas al interior del continente por lo que sus prioridades también difieren de las del resto. No obstante, es notable la falta de información ambiental. Y, aunque se contaron algunos datos de las islas de San Andrés y Providencia ubicadas en el Caribe, no es una información amplia y suficiente. Sin embargo, la existente es de gran importancia, a diferencia

de las áreas insulares del Pacífico, donde no se tiene ningún tipo de información.

Este informe buscó realizar un análisis integrado de las diferentes interacciones de tipo ambiental y social desde los diferentes componentes. Para ello, utilizó como unidad de análisis las cinco áreas hidrográficas (Amazonía, Orinoquia, Pacífico, Magdalena-Cauca y Caribe), además de las áreas insulares, de las cuales, como se mencionó arriba, aun se carece de información a pesar de su importancia en recursos naturales. Un inconveniente identificado es la dificultad de realizar análisis integrados por la diversidad en las unidades de análisis, teniendo en cuenta que las divisiones político-administrativas (útiles para análisis sociales y económicos), no se ajustan a los análisis de tipo ambiental. Estas, a su vez, también difieren, por ejemplo, en cuanto a las áreas naturales y ecosistémicas. Si bien obedecen y se asocian a las condiciones climáticas, topográficas e hidrográficas, su ajuste no es perfecto con la unidad de análisis que se tiene desde la hidrología del país o los fenómenos meteorológicos, entre otros. A pesar de esta dificultad, se debe continuar trabajando en el desarrollo de este tipo de análisis que permita el entendimiento y toma de decisiones, incluyendo la totalidad de los aspectos y variables que inciden en los recursos naturales y las comunidades.

3.3 Recomendaciones frente a las condiciones meteorológicas y climatológicas del año 2022

Frente a las condiciones climáticas y meteorológicas de 2022, se pudo concluir que fue un año con características pertenecientes al fenómeno de La Niña, de altas precipitaciones.

Ahora bien, en gran parte de la Amazonia, la Orinoquia, los sectores del norte y sur de la región Andina, el centro y sur de la Pacífica y el sur de la región Caribe, el comportamiento de las precipitaciones fue cercano a lo normal. No obstante, durante gran parte del año se generaron lluvias por encima de lo normal, en amplios sectores del norte y centro de la región Caribe, la Andina y en el norte y centro de la Pacífica.

En 2022 llovió más que en 2021, en gran parte del país, generando condiciones de riesgo asociadas a fenómenos derivados de las fuertes lluvias que requirieron de la preparación y la atención de emergencias asociadas a inundaciones, deslizamientos de tierra, entre otros. Sin embargo, estos dos fenómenos fueron los de mayores afectaciones a la infraestructura nacional y de mayor ocurrencia. A su vez, dichas situaciones

permitieron la identificación y/o confirmación de los sitios donde se presentan los eventos asociados, un conocimiento que también le facilitó a los organismos de atención de emergencias, autoridades ambientales y entidades territoriales la implementación de acciones y ejecución de obras que evitaron en algunos puntos críticos mayores afectaciones.

Los eventos naturales que produjeron emergencias en 2022 están asociados a altas precipitaciones. Para el caso específico del área hidrográfica de la Amazonia se registraron 102 emergencias en la UNGRD, de las cuales el 41 % fueron inundaciones y el 37 % movimientos de tierras, además de otros eventos de menor ocurrencia.

En el área hidrográfica Magdalena-Cauca, se presentó el mayor impacto de las precipitaciones, esto no solo asociado a la cantidad de lluvias que, además, se vio reflejado en el comportamiento de la escorrentía superficial que se mantuvo en un rango histórico alto; sino también a condiciones relacionadas a las pendientes generadas por las cadenas montañosas del sistema de cordilleras. Por lo anterior, en esta área tuvieron lugar 2.420 situaciones de emergencias, como avenidas torrenciales, tormentas, crecientes súbitas, granizadas, inundaciones, lluvias, movimientos en masa, temporales y vendavales. Los fenómenos con mayor cantidad de eventos fueron los movimientos en masa (44 %), las inundaciones (28 %) y las crecientes súbitas (10 %), entre otros.

En el área hidrográfica del Pacífico, se presentaron precipitaciones durante todo el año, con comportamientos diferenciados en algunas zonas y departamentos puntuales, en algunos meses del año. No obstante, la condición predominante fue la de altas precipitaciones. A pesar de que esta área hidrográfica es la de menor cantidad de extensión de las zonas potencialmente inundables (ZPI) del país, con un 5,9 % del total del territorio nacional, las emergencias asociadas a las precipitaciones ocurridas fueron, en un 54 %, movimientos de tierra; un 34 %, inundaciones; y un 5 %, avenidas torrenciales, por mencionar los eventos más frecuentes. Uno de los sitios donde se presentaron inundaciones en noviembre fue el corregimiento de Doña Josefa, municipio de Atrato (Chocó), donde el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) realizó modelaciones para predecir las afectaciones de las viviendas ubicadas en el área inundable, y cuyos valores estimados se cumplieron en el evento de inundación del 4 de noviembre de 2022.

En el área hidrográfica de la Orinoquia, las condiciones climáticas y de precipitaciones, presentaron valores de normalidad. Sin embargo, en 2022, se suscitaron

emergencias asociadas a estos fenómenos naturales, de las cuales el 35 % fueron inundaciones; el 32 % crecientes súbitas; y el 18 %, movimientos de tierra, por mencionar aquellos de mayor ocurrencia. La Orinoquia es la que más riesgo presenta por acontecimientos de inundaciones, ya que en ella se encuentra la mayor cantidad de área de las ZPI del país (56,3 %), y en donde se encuentra la mayor cantidad de estas intervenidas por acciones humanas (39 %).

Por otra parte dadas las condiciones en la mayor parte del año, disminuyeron efectos asociados a los fenómenos de las heladas, que se presentan en las temporadas de poca nubosidad, vientos en calma y poca lluvia. Dichos fenómenos se presentan, en mayor medida, en los primeros meses del año y cuyos efectos son conocidos por las pérdidas que generan en las cosechas de las sábanas, además del lavado de la atmósfera de sustancias contaminantes. Ahora bien, en cuanto a las temperaturas, las condiciones presentadas durante la mayor parte del año y en la mayor parte del territorio llevaron a que se presentaran anomalías considerables dentro de lo normal, es decir, entre -0,5 °C y +0,5 °C.

A pesar del comportamiento de las precipitaciones, diciembre de 2021 y los tres primeros meses de 2022 fueron en los que más se presentaron incendios forestales (los más cálidos del año y de menor cantidad de precipitaciones). Esta temporada, en particular, es aprovechada por personas conocedoras del comportamiento climático en su territorio, para realizar actividades como tala y quema de bosques para siembra de cultivos, uso de tierra para ganadería, e incluso la siembra de cultivos ilícitos. Por ello, es relevante que, para las fechas identificadas, se incrementen los esfuerzos de preparación y disponibilidad no solo de los organismos que atienden las emergencias, sino también para aquellos que realizan campañas preventivas de educación ambiental y las entidades que ejercen el control de las actividades que generan deforestación.

Por las situaciones antes mencionadas, se recomienda verificar que los instrumentos para la gestión del riesgo y atención de emergencias se encuentren ajustados, implementados y cuenten con los recursos necesarios para su ejecución, acorde con los riesgos existentes y de mayor exposición en los territorios.

3.4 Recomendaciones frente a los incendios forestales y la deforestación

Los incendios forestales pueden ser de origen natural o antrópico. Los primeros son generados por condiciones climáticas, las cuales no solo favorecen que se

inicien los incendios forestales, sino que también dificultan su extinción y control.

En los meses de enero, febrero, marzo y diciembre de 2022, en la mayor parte del territorio, se presentaron condiciones climáticas de pocas precipitaciones, alta radiación y temperatura, además de otros factores como de humedad y viento. En la Amazonia y la Orinoquia, se presentaron incendios forestales en dichas temporadas. Para el caso de la Amazonia, en diciembre, el Instituto Sinchi realizó reportes de los incendios presentados en 2022, identificando que los puntos de calor se localizaron en la frontera agropecuaria, en mayor medida en Vichada, Meta y Guaviare, donde se encuentra el 80% del área de cicatrices de quema. Tal información ha sido reportada por el Instituto Sinchi en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (Siatac). Es importante tener en cuenta que existen varios sistemas de información ambiental que registran información común, por lo que se debe buscar la interoperabilidad de todos estos sistemas, favoreciendo la uniformidad de la información y consolidando los puntos o sitios de consulta, además de evitar la duplicidad de esfuerzos.

En el área hidrográfica de la Amazonia, se puede apreciar una disminución en la superficie de los bosques y aumento de los pastos, de acuerdo con las investigaciones del Instituto Sinchi. Una de las acciones utilizadas para frenar la deforestación de áreas de bosques, es la suscripción de acuerdos de conservación, que se han visto disminuidos desde el año 2017. De manera inversa, en este mismo periodo, se han incrementado las áreas de pastizales en esas áreas de los predios, incluidos en acuerdos de conservación.

Otra situación presentada en el territorio amazónico es el incremento de vías de acceso, que entre 2017 y 2022, se evidenció un incremento del 87 % en la longitud de vías construidas. Esto tuvo impactos ambientales directos en las coberturas, cuerpos de agua, calidad del aire, suelo, fauna y flora.

De la misma manera, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, los incendios forestales tienen una relación directa con los periodos de lluvia que, para el caso particular, obedece a un régimen bimodal de las precipitaciones. Por ello, entre los dos periodos secos, se presentó la mayor cantidad de incendios forestales, especialmente de enero a marzo y de agosto a septiembre.

En el área hidrográfica Pacífico, la mayor cantidad de incendios se reportaron en el mes de septiembre, considerablemente inferiores, en comparación con el resto de las áreas del país. Para esta área hidrográfica, se

deben tener presentes las condiciones climáticas que la caracterizan, particularmente las del año 2022, con precipitaciones durante el año, lo cual es un factor favorable para disminuir la cantidad de incendios que pueden darse a lugar. No obstante, es cabe mencionar que, infortunadamente, no todos los incendios son reportados en los sistemas de información, lo cual pudo tener efectos para esta área, especialmente en el departamento del Chocó, donde pudo no existir registros, a pesar de su posible ocurrencia.

Por parte del IIAP, se realizó un análisis de la sucesión vegetal de áreas que fueron afectadas por un incendio, en 2019, en el bajo Atrato. El análisis realizado mostró los efectos de las malas prácticas agropecuarias, que tienen efectos también en la recuperación natural de los ecosistemas, luego de estos eventos, pues los bosques densos presentaron una mejor recuperación y en menor tiempo.

En los meses de enero, febrero y marzo, en el área hidrográfica de la Orinoquía, se presentaron 484 incendios, el 67 % de los incendios del área durante todo el 2022. Estos representaron el 94,7% de las áreas afectadas. Entre estos se destaca el incendio del 18 de enero de 2022, en el Vichada, cuya afectación fue el 25 % de las áreas afectadas en toda la Orinoquia.

En el área hidrográfica Caribe, de la misma manera que en las otras, los tres primeros meses del año tuvieron la mayor cantidad de incendios forestales. Febrero fue el mes en el que se presentó la mayor área afectada. No obstante, al comparar con las otras áreas hidrográficas, observaron menores afectaciones.

Si bien las condiciones climáticas tienen relación directa con la generación y propagación de incendios forestales, como se puede evidenciar en este informe, es necesario tener muy presente que muchos incendios son generados por la acción humana, donde persisten la errada tradición de quemar pastos y vegetación con fines productivos; las quemadas en las áreas boscosas para, posteriormente, utilizarlas para alimentación de ganado, para prácticas de ganadería extensiva y, por tanto, no sustentables. También se quema para el uso del suelo de los bosques con fines de cultivos, ampliando la frontera agrícola y la ganadería extensiva. Aunque es innegable que estas prácticas son implementadas para la siembra de cultivos ilícitos en grandes extensiones de terreno. Por ende, es necesario tomar acciones en las áreas donde se desarrollan estas actividades, sobre todo en cercanías de áreas boscosas y de importancia ambiental. A esto debe sumarse la implementación de sellos verdes y mecanismos que permitan la trazabilidad de los productos ganaderos y que su origen asegure las buenas prácticas ambientales.



Aniba tronco - Fuente: Jhon Nieto (2017).

3.5 Recomendaciones frente al manejo y el estado del recurso agua

Como ya se indicó, es necesario que el resultado de la gestión de las autoridades ambientales frente al recurso hídrico se vea reflejado en la información reportada al SIRH, para que sea un soporte sólido en la toma de decisiones para los diferentes niveles del territorio. Ahora bien, frente a la información que fue reportada allí, para el año 2022, se pudo establecer que los registros están concentrados, en gran parte, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (88,8 %). Esta, además, corresponde a la región con el mayor porcentaje de caudal asignado (77,7 %) para captaciones de agua en el país. El principal tipo de fuente de captación sobre la cual se asignaron las concesiones es de fuentes superficiales (94,0 %). Sin embargo, en el área hidrográfica Caribe tanto las fuentes superficiales como subterráneas son utilizadas en porcentajes similares para los diferentes usos. Agua cuyo principal uso es con fines de abastecimiento doméstico (39,1 %).

En el año 2022, se encontraban vigentes permisos de vertimientos relacionados a reportes de 28 autoridades ambientales, concentrados, en su mayoría, en el área hidrográfica Magdalena-Cauca (84,6 %). Los cuerpos de agua superficiales lóticos fueron la principal fuente receptora de vertimientos (96,9 %), siendo las quebradas los cuerpos de agua más utilizados como receptores en un porcentaje del (49,6 %). En menor medida, se identificó que los vertimientos se hacen a fuentes superficiales lénticas (2,9 %), subterráneas (0,1 %), o incluso al mar (0,2 %). El tipo de vertimiento más frecuente correspondió al agua residual doméstica, con un 67,0 % de participación a nivel nacional.

Los análisis realizados también permitieron identificar que las actividades económicas realizadas en el país aún son principalmente de tipo agropecuario y su economía depende de manera directa de la abundancia del recurso hídrico, por lo que los fenómenos y las condiciones climáticas tienen implicaciones directas en la economía del país y el bienestar de los habitantes de todo el territorio.

En relación con el área hidrográfica de la Amazonia, los registros indicaron que los permisos de captación del recurso agua son, en su mayoría, del recurso superficial (89,3 %). Los restantes permisos son de fuentes subterráneas (10,7 %) y, con relación a los vertimientos, el total se realiza a ríos o quebradas. Los resultados del indicador de calidad del agua se mantuvieron categoría “Regular” sobre los puntos ubicados en la corriente del río Amazonas, mientras que en los demás fue “Aceptable”. Por ello, se debe realizar un mayor control

de las actividades que deterioran los cuerpos de agua de esta área hidrográfica.

Si bien, para Colombia, 2022 fue un año de altas precipitaciones, en el área hidrográfica de la Amazonia las condiciones de precipitación fueron consideradas normales y la escorrentía superficial se mantuvo en caudales medios, con un comportamiento similar al promedio histórico (1984-2022). No obstante, aunque las precipitaciones fueron inferiores en comparación con las del resto del país, la Amazonia es la segunda área con mayor cantidad de zonas potencialmente inundables y la segunda zona hidrográfica con mayor superficie inundable con respecto al total de ZPI nacional (Cauquetá), de las cuales se resalta que se ha presentado disminución de la transformación por acciones antrópicas, sean para uso agrícola o de urbanización.

En relación con el riesgo de desabastecimiento, en la Amazonia se ubica el 9 % de los municipios identificados que están bajo ese riesgo, específicamente en los departamentos de Putumayo, Guainía, Guaviare, Cauquetá y otros departamentos ubicados dentro de esta área como son Meta y Nariño. Para el área hidrográfica Magdalena-Cauca, de acuerdo con el análisis realizado en el ENA 2022, existe un gran riesgo asociado al desabastecimiento en épocas de altas precipitaciones. Basado en los reportes de la UNGRD, se evidenció que municipios como Amagá, Ciudad Bolívar y San Andrés de Cuerquía, en Antioquia; La Vega, Morales, Sotará y Toribio, en Cauca; La Celia, Pueblo Rico y Santuario, en Risaralda, y Galán, de Santander, han tenido complicaciones en el suministro del servicio de agua por afectaciones en estructuras y presencia de material de arrastre, por lo que de los 254 municipios identificados como vulnerables al desabastecimiento en periodo de lluvias, el 51 % se encuentra de esos municipios se encuentran en el área hidrográfica Magdalena-Cauca.

A pesar de lo contradictorio que resulta el hecho que los periodos de altas precipitaciones se presenten emergencias asociadas a desabastecimiento de agua, es una situación sustentada en las afectaciones a las estructuras de captación de agua y al incremento de sólidos presentes en el agua, lo que tiene incidencia directa en los costos y sistemas de tratamiento y potabilización. Por esto, se deben tomar medidas que mejoren la susceptibilidad de dichas estructuras a las condiciones relacionadas con altas precipitaciones, así como buscar fuentes alternas de abastecimiento, previendo las condiciones presentadas en esas temporadas.

En relación con los análisis integrados realizados para el recurso agua, los cuales buscan correlacionar los diferentes índices e indicadores que definen las condiciones de este recurso en las áreas hidrográficas, en el

ENA se identificó que, para el área hidrográfica de la Amazonia, el índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE) dio resultados críticos en cinco subzonas hídricas, de las cuales dos están en el área hidrográfica del río Amazonas. Adicionalmente, seis subzonas clasifican con índice de presión hídrica de los ecosistemas “Alto”; uno, “Moderado”; nueve, “Bajo”; 35, “Muy bajo”, mientras que de cuatro no hay información. Por ello, es necesario considerar la competencia entre la oferta de agua y su uso en actividades agrícolas, aun cuando, de acuerdo con el análisis realizado de las actividades económicas que generan el producto interno bruto (PIB), en la Amazonía, la agricultura, la ganadería y la pesca ocupan el tercer lugar, después de la administración pública y las actividades asociadas al comercio, la hotelería y el turismo. No obstante, los permisos registrados en el SIRH muestran las mayores demandas en los sectores pecuario, piscícola, doméstico y agrícola, entre otros.

Frente a las actividades que se realizan en el área hidrográfica de la Amazonía, el Instituto Sinchi identificó los conflictos socioambientales presentes, mencionando además los sitios específicos donde se presentaron. Aquí se listaron las actividades mineras de oro, cobre y otros minerales, así como la contaminación derivada del desarrollo de esas actividades y también las asociadas con la exploración de petróleo, entre otros conflictos. En relación con la información registrada en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), de las industrias manufactureras, se obtuvo que el área hidrográfica Amazonas es aquella que demanda la menor cantidad de agua y energía, y genera la menor cantidad de agua residuales y emisiones atmosféricas (SO₂, NO₂ y PST). En relación con la información registrada sobre cómo generan residuos peligrosos (Respel), en 2022, el área hidrográfica Amazonas tuvo un aporte importante asociado a las actividades de generación de hidrocarburos, principalmente petróleo que, como se pudo evidenciar, es la actividad que más genera y reporta la producción de estos residuos, encontrándose en el cuarto lugar, después de Magdalena-Cauca, Orinoquia y Caribe, con un aporte del 2 % de generación de Respel a nivel nacional. Además, de los cuales, el 92 % de los residuos generados fueron objeto de tratamiento, un 4 % aprovechamiento y 4 % disposición final.

Por su parte, el Instituto Sinchi realizó investigaciones asociadas al uso de mercurio en las actividades mineras auríferas y los efectos en los ecosistemas amazónicos, sustentada en análisis de muestras de mercurio realizado en sedimentos y agua, con resultados que demuestran presencia de este contaminante en concentraciones que superan los límites permisibles, por ejemplo, de los suelos para usos agrícolas. Asimismo,

se tomaron y analizaron muestras en especies de peces, las cuales confirman la presencia del metal en peces, principalmente de tipo carnívoro, característico de procesos de bioacumulación y biomagnificación en la cadena trófica. Esta última, situación relevante, teniendo en cuenta que el instituto confirmó la pesca y el consumo de peces como base alimenticia de varias comunidades ubicadas en el área.

Estos importantes resultados demuestran la necesidad de continuar realizando investigaciones como esa y su ampliación a las demás fuentes hídricas, y no solo de esta área hidrográfica. La idea es que, base en la información generada, se puedan implementar las acciones de control y vigilancia a las actividades que hacen uso de este metal y, en especial, a las rutas de comercialización y medios por los cuales llegan al país. Máxime, cuando Colombia ha buscado regular y controlar el uso del mercurio mediante la expedición de la Ley 1658 de 15 de julio de 2013, “por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones.” (Ley 1658, 2013). Y la Ley 1892 de 11 de mayo 2018, “por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Minamata sobre el Mercurio”, hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013” (Ley 1892, 2018), así como el Decreto 419 del 22 de abril de 2021, “por el cual se da cumplimiento a los compromisos adquiridos por Colombia relacionados con el Anexo A - Parte I del Convenio de Minamata sobre el Mercurio y se adoptan otras disposiciones” (Decreto 419, 2021).

El área hidrográfica Magdalena-Cauca, por su parte, se caracteriza por ser el área donde se realiza la mayor cantidad y diversidad de actividades productivas, por lo que el análisis integral del agua mostró que son relevantes el índice de uso de agua (IUA), el índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE), el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) y el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento. El análisis realizado en el ENA permitió concluir que el área hidrográfica Magdalena-Cauca tiene los mayores riesgos, por su relación directa con la concentración de actividades antrópicas y, por ende, las altas demandas del recurso, así como la generación de residuos líquidos – vertimientos. La situación mencionada concuerda con la identificación de las actividades que generan el PIB del área hidrográfica, donde se encuentran, de primero, las actividades agrícolas y de generación de energía.

En relación con los registros realizados en los subsistemas de información ambiental RUA Manufacturero y Respel, la mayor cantidad de registros se generan



Laguna negra - Fuente: Johan Luna (2022).

en esta área, situación que también se relaciona con el mayor control que ejercen las autoridades ambientales, incluidas en el territorio del área hidrográfica. Por ello, Magdalena-Cauca genera una demanda de agua del 90,61 %; el 89,36 % de la energía del total nacional, por supuesto, por el sector manufacturero. Asimismo, en esta área es donde se encuentra la mayor cantidad de vertimientos de aguas residuales, con un valor del 97,75 % del total nacional. De la misma manera, es el área hidrográfica con mayor cantidad de emisiones atmosféricas de SO₂ y NO₂, y ocupa el segundo lugar en emisiones de PST. En relación con la generación de residuos peligrosos, Magdalena-Cauca produce el 68 % de los residuos peligrosos generados y reportados, de los cuales el 62 % son objeto de tratamiento; un 16 %, de aprovechamiento y un 22% va a disposición final. Frente a la calidad del agua y resultado de los análisis realizados en los ríos Cauca, Magdalena, Bogotá, D. C. y Chicamocha, donde se presentaron valores aceptables, regulares y malos, permitieron establecer el impacto que generan los vertimientos de aguas residuales domésticas, por lo que es necesario continuar con las actividades de saneamiento básico y tratamiento de las aguas residuales provenientes de los municipios y ciudades, pero también a las aguas residuales no domésticas, a las que las autoridades ambientales realizan un mayor control.

Por su parte, de acuerdo con el análisis realizado en el ENA, para el área hidrográfica del Pacífico hay un riesgo de desabastecimiento en temporadas de altas precipitaciones, ya que el 12 % de los municipios con este riesgo, se encuentran en esta área. Así pues, el análisis integrado del agua realizado en el ENA para el Pacífico concluyó que, de las 35 subzonas hídricas (SZH) que la componen, tres tienen categoría “Muy alta”; dos SZH, en categoría “Alta”; tres, en categoría “Media”; 24, en “Baja” y 3, en “Muy baja” de las 35 subzonas que la componen.

En relación con la calidad del agua y resultado de los análisis realizados en los ríos Pasto, Patía, Guaitara y Mira, se presentaron valores “Regulares” y “Malos”. Por su parte el IIAP desarrolló monitoreos fisicoquímicos en aguas costeras de los municipios de Nuquí y Bahía Solano, cuyos resultados mostraron altas concentraciones de contaminantes, como coliformes fecales y fosfatos, asociados a vertimientos de aguas residuales domésticas. De la misma manera, se realizaron monitoreos en aguas costeras en la bahía de Turbo y Caño Waffe, donde los resultados evidenciaron también un ambiente eutrofizado por efecto de las aguas residuales domésticas.

Las actividades económicas identificadas que más aportan en el PIB del área hidrográfica del Pacífico son, en su mayoría, la administración pública y defensa, seguido de actividades de agricultura, ganadería y pesca. En tercer puesto, se encuentran actividades de comercio, hoteles y reparación y, en relación con la información reportada en el SIRH, se refleja que las demandas de agua están dadas, mayoritariamente, por las actividades agrícolas y la generación de energía y uso doméstico. En relación con los registros realizados, en los subsistemas de información ambiental RUA Manufacturero, esta área hidrográfica, después de Magdalena-Cauca, es la que genera mayor demanda de agua en las actividades manufactureras, representando un 6,28 % del consumo de agua nacional para este sector, pero frente al consumo de energía, al lado del Amazonas, representa una demanda del 0,93 % del consumo nacional. Y es que, entre las áreas hidrográficas Orinoquia, Amazonas y Pacífico, se produjo el 0,54 % de las aguas residuales del sector manufacturero. Del mismo modo sucedió con las emisiones atmosféricas en 2022, de las cuales es responsable del 0,019 % de SO₂, el 0,02 % de NO₂, y del 14,7 % en términos de PST. Ahora bien, con respecto a la generación de residuos peligrosos, el área hidrográfica reportó una generación del 0,5 % del total a nivel nacional. El 58 %

de estos son tratados, el 25% van a disposición final y el 17% se aprovecharon.

En el área hidrográfica de la Orinoquia existe un riesgo por desabastecimiento en periodos invernales, en la que se encuentra el 12 % de los municipios identificados con este riesgo en el ENA, entre los que menciona a Acacías y El Calvario, como municipios que han reportado ante la UNGRD eventos de este tipo.

Frente al análisis integrado del agua que se hizo en el ENA, el índice de presión hídrica es el de mayor relevancia, por las actividades agropecuarias que se realizan. Así pues, de las 94 SZH donde se presenta competencia en categoría “Muy alta” y “Alta”, el 22 % de ellas se encuentra en el área hidrográfica de la Orinoquia.

En relación con las actividades productivas de esta área hidrográfica que aportan al PIB, las que más se realizan ponen, en primer lugar, a las actividades mineras relacionadas con los hidrocarburos, mientras que la agricultura y la ganadería se ubican en segundo lugar, seguidas del comercio, hoteles y reparación.

En relación con los registros realizados en los subsistemas de información ambiental RUA, se identificó una demanda de agua del 0,63 % del total nacional, sumada al consumo del área hidrográfica Amazonas. En términos de energía, se presenta una situación similar con un consumo de 0,93 % del total nacional en este sector, aunado con el de Amazonas. En relación con la generación de vertimientos aunada a la generación de las áreas hidrográficas de Pacífico y Amazonas, tiene un porcentaje de 0,54 % del total nacional y en emisiones atmosféricas ocupa el último lugar, con emisiones del 0,019 % de SO₂; 0,02 % de NO₂ junto con el de Amazonas. No obstante, la Orinoquia es el área hidrográfica de mayor emisión de PST, con un valor de 60,72 %. En cuanto a la generación de residuos peligrosos, esta área hidrográfica reportó reportó el 22 %, siendo el segundo lugar de generación de estos residuos, los cuales son manejados en un 83 % mediante tratamiento, 9 % van para aprovechamiento, y otro 9 %, a disposición final.

En relación con la calidad del agua, se monitorearon 16 puntos entre 2021 y 2022, con valores de calidad “Regular” y “Malos”. Para esta área hidrográfica, la demanda de agua asociada a las concesiones de agua registradas en el SIRH, la de mayor demanda y primer lugar es agrícola, con un 55 %; le siguen energía (16 %) y piscícola (14 %). En cuanto a las actividades de hidrocarburos, que presentan las más importantes frente al PIB generado, estas representan un 5 % de la demanda de agua.

Para el área hidrográfica Caribe, el comportamiento hídrico en 2022 mostró que las precipitaciones se mantuvieron en valores por encima del promedio generado entre 1984 - 2022 y también del año inmediatamente anterior (2021), con excepción de los meses de enero y diciembre. No obstante, esta área al igual que la del Pacífico, son las de menor cantidad de Zonas Potencialmente Inundables ZPI, con un valor de 7,4 % de áreas a nivel nacional, en relación con el riesgo de desabastecimiento, en el ENA se identificó que, en esta área hidrográfica, se ubica el 16% de los municipios con este tipo de riesgo asociado y que el departamento de Norte de Santander esta entre los primeros 5 departamentos con eventos de este tipo. El análisis integrado del agua en el AH Caribe, muestra los análisis realizados a los índices de Uso de Agua – IUA; Presión Hídrica a los Ecosistemas – IPHE; Alteración Potencial De La Calidad Del Agua IACAL y Vulnerabilidad Hídrica – IVH por desabastecimiento. El resultado del análisis integral el área hidrográfica Caribe después del AH Magdalena Cauca tiene las mayores cantidades de SZH con categoría de riesgo “Muy Alta” y “Alta”.

Las actividades que más aportan al PIB y que podrían asociarse con las que más se realizan en el área hidrográfica Caribe son las de administración pública y de defensa, seguida de comercio, hoteles y reparación y la agricultura ganadería y pesca. En relación con los registros realizados, para el RUA Manufacturero se obtuvo que, por el sector manufacturero, esta área hidrográfica demanda agua en un porcentaje de 6,28 % del total nacional, y ocupa el tercer lugar en consumo de agua. Adicionalmente, es segundo lugar con 9,71 % de consumo de energía eléctrica y es también la segunda generadora de vertimientos de aguas residuales de este sector a nivel nacional (1,70 %). Asimismo, en términos de emisiones atmosféricas, esta área hidrográfica ocupa el segundo lugar, con un porcentaje de 2,38 % de emisiones de SO₂, 0,74 % de PST, sumado a las emisiones de Amazonas (en el último lugar), y un segundo lugar en emisiones de NO₂, aun así, con un porcentaje de 0,73 % de las emisiones a nivel nacional por esta industria. En cuanto a la generación de residuos peligrosos, esta área hidrográfica genera el 7 % del total nacional y ocupa el tercer lugar después de Magdalena-Cauca y Orinoquia, de los cuales el 60 % son tratados, el 24 % son llevados a disposición final y el 16 %, aprovechados.

Frente a la calidad del agua, en el área hidrográfica Caribe, se monitorearon ocho puntos en 2021 y nueve puntos en 2022, incluyendo el río Ranchería, obteniendo resultados de calidad de agua categorizados como “Malo”. Frente a los usos de agua asociados con los permisos registrados en el SIRH, estos fueron, en su

mayoría, para usos agrícolas, seguidos del uso para generación de energía.

Las situaciones descritas demuestran la necesidad de realizar un mayor control a los consumos de agua, la generación de vertimientos y la implementación de planes y programas de ahorro y uso eficiente del agua. A esto se suma la importancia de las acciones de control que son competencia de las autoridades ambientales, basadas en análisis de datos y modelación, para una correcta administración del recurso hídrico.

3.6 Recomendaciones frente al manejo y el estado del recurso aire

Como se mencionó antes, los meses secos se relacionan con eventos de incendios forestales de gran magnitud (algunos de origen natural, pero también, y en gran medida, antropogénico). Algunos de los incendios se generaron en el sur (Amazonia) y el oriente (Orinoquia) del territorio, pero también en el país vecino de Venezuela. Estos incendios que se presentaron en los primeros meses del año tuvieron efectos sobre la calidad del aire, principalmente de las ciudades ubicadas en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, donde, sumado con las condiciones meteorológicas y las emisiones atmosféricas producto de las fuentes móviles y fijas de las ciudades, resultaron en condiciones adversas para la salud de los habitantes. Por ello, se considera que la mayor cantidad de acciones (tanto preventivas como de control y vigilancia) que implementan las autoridades ambientales, deben realizarse en las fechas identificadas. Asimismo, por condiciones meteorológicas como las de inversión térmica, resultan en la declaratoria de emergencia en ciudades como Medellín y Bogotá, D. C.. Al respecto, es necesario continuar con estudios como los realizados por la academia, los cuales buscan definir y concluir acerca del posible impacto directo que generan estos eventos, en la calidad del aire de las ciudades y los municipios.

En el área hidrográfica de la Amazonia, no hay estaciones de monitoreo, por lo que se realizaron seguimientos a través de sistemas satelitales. Esto, idealmente, deberían ser complementados con resultados de mediciones directas. No obstante, dichos seguimientos muestran efectos posiblemente generados por los incendios en esta área hidrográfica, así como la de la Orinoquia, los cuales deben generar efectos en el ambiente y en la salud de las comunidades aledañas, en primera medida, y por arrastre, en otras áreas del país.

Por el contrario, la mayor cantidad de estaciones de monitoreo que reportan en el Sisaire, se encuentran

en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, donde, de acuerdo con los estudios y mediciones realizadas, el contaminante criterio que más genera impactos ambientales en las principales ciudades es el material particulado en tamaños inferiores a 10 micras (PM₁₀) y 2,5 micras (PM_{2.5}). Aun así, en las ciudades de Bogotá, D. C., Cali, Medellín, Cartagena y Barranquilla, los óxidos de nitrógeno (NO₂) presentan las mayores concentraciones, por efectos de fuentes fijas y móviles de emisiones y, por ende, se afecta también las concentraciones de ozono troposférico, siendo el primero un precursor del segundo. En el área hidrográfica Pacífico, se confirmó que se requiere implementar una mayor cantidad de estaciones de monitoreo, complementarla o ponerlas en funcionamiento, así como ampliar la cantidad de parámetros y contaminantes a verificar.

Lo anterior muestra la necesidad de dar continuidad a las actividades de control y vigilancia de las fuentes de emisiones atmosféricas, especialmente aquellas relacionadas con el uso de diésel y carbón que emiten la mayor cantidad de material particulado. Asimismo, es clave continuar con medidas de manejo que mejoren la calidad de los combustibles, la transición energética y la implementación de acciones y mecanismos de producción más limpios, además de la ampliación de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA).

Las cifras, principalmente en términos de PM_{2.5}, resaltan la importancia de que las respectivas autoridades ambientales aúnen esfuerzos intersectoriales para la implementación o fortalecimiento de sus planes y programas de reducción de la contaminación, identificando acciones y medidas que aporten al mejoramiento de la calidad del aire dentro de su jurisdicción.

3.7 Recomendaciones frente al manejo y el estado del recurso suelo

En relación con las coberturas para la Amazonia, el Instituto Sinchi estableció, de manera preliminar, que el 81,1 % aun corresponde a bosques naturales y el 9,35 % son coberturas transformadas, lo que significa un incremento del 7 % de pastos y una disminución del 0,7 % de la cobertura boscosa. Aunque es una información que está en proceso de validación, demuestra el riesgo de los bosques y la necesidad de incrementar las medidas para frenar la deforestación de la Amazonia, como, por ejemplo, los acuerdos con comunidades y las inversiones en desarrollo agroambiental, restauración, manejo forestal y monitoreo (que se desarrollaron en 2022).

3.8 Recomendaciones frente al manejo y el estado de los recursos bióticos y los ecosistemas

En 2022, el Instituto Sinchi realizó el registro de 1937 especies de flora y fauna que fortalecieron cinco colecciones biológicas del Instituto. De esta manera, se lograron 108 nuevos reportes de especies para Colombia, permitiendo identificar e inventariar las especies de flora y fauna presentes en la Amazonia, muchas de ellas especies endémicas.

En relación con la flora, el Instituto Sinchi ha consolidado el Herbario Amazónico, el cual, a diciembre de 2022, contaba con 126.057 registros y 9.631 especies, de las cuales 217 de estas especies de flora son endémicas, es decir, especies que se encuentran exclusivamente en este lugar.

Frente a la fauna amazónica, el Instituto Sinchi continuó realizando actividades para seguir alimentando el Inventario Nacional de Biodiversidad, con cinco salidas que permitieron la recolección e identificación de especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. En relación con especies de peces, las actividades realizadas por el Instituto Sinchi facilitaron el ingreso nuevo de 398 especies.

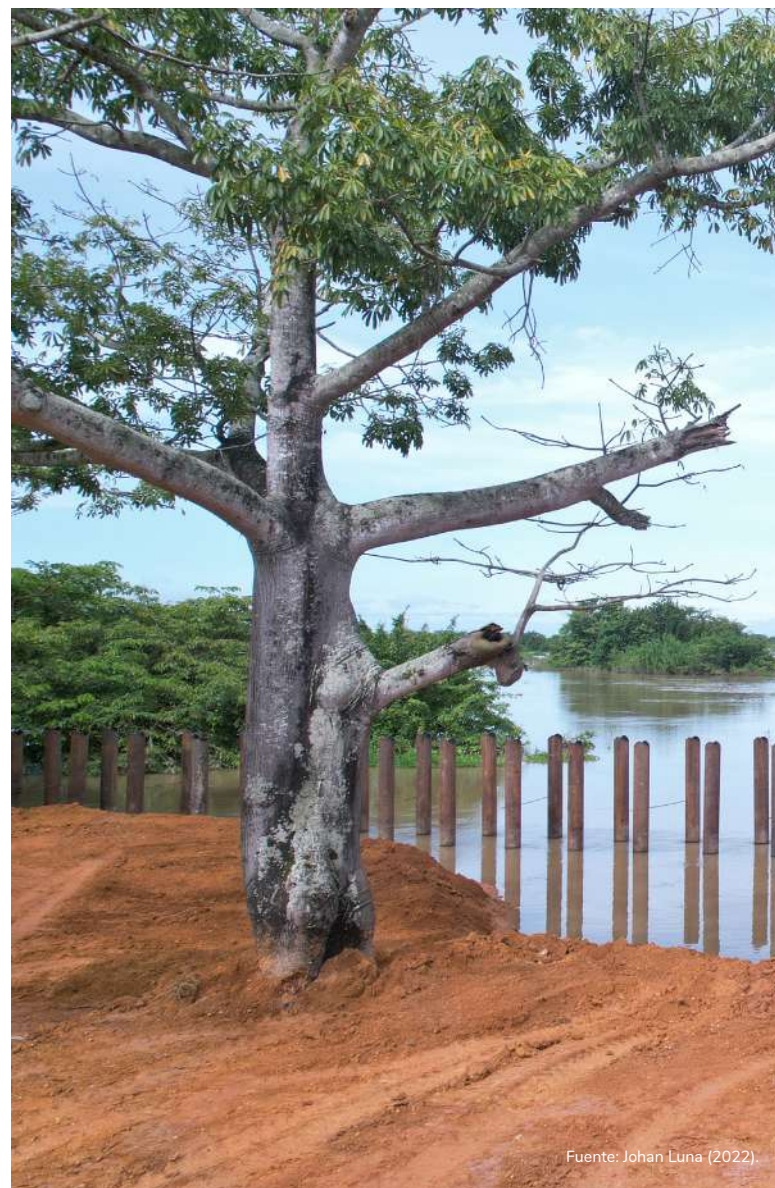
Es necesario continuar avanzando en investigaciones no solo para la identificación sino el seguimiento de las especies, así como la identificación de especies, en algún grado de riesgo de extinción. En términos estrictos de especies amazónicas, se reportaron 65 especies amenazadas, en diferentes niveles, para lo cual también es clave seguir implementando proyectos para su conservación.

3.9 Recomendaciones asociadas al cambio climático

Los efectos climáticos de 2022 se asocian al fenómeno ENOS de La Niña, por las altas precipitaciones. No obstante, este fenómeno, al igual que el fenómeno de El Niño (sequía), se deben a las alteraciones de los movimientos de las masas del aire, por modificaciones en los patrones de calentamiento del océano Pacífico. Dichas alteraciones, que tiene relación directa con la variación climática y el calentamiento global, modifican el patrón de lluvias, por lo que hay excesos y defectos en las precipitaciones, además de la temporalidad en la que se presentan, con consecuencias en el agro, el abastecimiento de agua, la salud pública, entre otros.

Un efecto evidenciable del calentamiento global viene siendo monitoreado con la pérdida de masas glaciares que, para Colombia, el volcán Nevado Santa Isabel sigue siendo el glaciar más crítico. Su extinción total se estima en menos de una década, a pesar de que el año 2022 fue favorable para esta tendencia, por efectos de las lluvias y consecuentes efectos en las temperaturas.

Por lo anterior, se entiende la necesidad de dar continuidad a las actividades de seguimiento y registro a las masas glaciares existentes en Colombia, además de continuar en la descarbonización y transición energética, y con la participación del país en los escenarios internacionales donde se discuten los avances, metas y compromisos que hace el mundo frente al cambio climático.



Fuente: Johan Luna (2022).

3.10 Recomendaciones frente a la presión sobre el ambiente en las áreas hidrográficas

El análisis que se realizó en las cinco áreas hidrográficas del país y las áreas insulares se basó en la revisión de las publicaciones realizadas por las autoridades ambientales, en los portales web de cada una de las entidades, que reflejan las situaciones y acciones que requirieron atención en el territorio durante el año 2022. Resultado de esa revisión, este informe estableció acciones comunes en las cuales trabajaron las corporaciones autónomas regionales. Al respecto, cabe aclarar que algunas de ellas no tienen suficiente información publicada en línea, o tienen tiempos de publicación de la información que no permitieron su consulta, en el tiempo de elaboración del informe.

Los temas comunes abordados desde las corporaciones autónomas, durante 2022, fueron:

3.10.1 Control a la minería ilegal

En general, la minería, pero, sobre todo, la de tipo ilegal genera impactos ambientales no controlados que incluyen afectaciones al suelo, el aire, la cobertura vegetal, la flora y la fauna, además del ecosistema donde se realiza. Los cuerpos de agua son los más impactados por el arrastre de sedimentos y los vertimientos de aguas con contenidos de metales pesados como el mercurio. Para la práctica de actividades mineras, se requiere contar con permisos de tipo ambiental y/o licencia ambiental, otorgados por la autoridad ambiental competente y el correspondiente título minero, entre otros requisitos. Estos permisos no son otorgados bajo un concepto meramente burocrático, sino que obedecen a la exigencia y garantía de asegurar y controlar todos los impactos y obligaciones como responsabilidades que la actividad genera. El realizar actividades mineras sin contar con los respetivos requisitos es tipificado como un delito y, por ello, las autoridades ambientales, junto con autoridades policiales, pueden iniciar procesos tanto administrativos sancionatorios, como la aplicar acciones policiales de incautación de los equipos utilizados, que van desde herramientas hasta maquinaria, así como también el material o producto obtenido con la actividad y la detención de las personas encontradas en flagrancia con cargos por delitos ambientales, entre otros, además de las sanciones aplicables, incluidas de tipo económico.

Por esto, en 2022, varias de las autoridades ambientales llevaron a cabo operativos que buscaban realizar acciones preventivas del deterioro ambiental e impo-

sición de sanciones aplicables a los infractores. Por lo que se deben reforzar las campañas de capacitación y concientización de gremios y personas que realizan estas actividades y no se debe dejar de realizar operativos que evitan las afectaciones ambientales.

3.10.2 Prevención y atención de emergencias asociadas a altas precipitaciones

El año 2022 se caracterizó por fuertes precipitaciones en la mayoría de las áreas hidrográficas, principalmente en Magdalena-Cauca, donde la mayor cantidad de emergencias reportadas se asociaron a movimientos de tierra e inundaciones, entre otras. Por ello, las autoridades ambientales, entidades de gestión del riesgo y atención de emergencias, gobernaciones y alcaldías municipales implementaron acciones de prevención como limpieza de cuerpos de agua, incluyendo residuos sólidos y sedimentos, además de la construcción de estructuras de contención como canales, jarillones y muros armados en cuerpos de agua, pero también en zonas de riesgo de deslizamientos.

Por parte de los departamentos ubicados en las áreas costeras y zonas insulares, también fue necesaria la atención y prevención de emergencias asociadas a fenómenos climáticos, lo cual incluyó, además de lluvias, fuertes vientos e incremento del oleaje, por lo que se ejecutaron acciones de limpieza de sistemas de ciénagas, con el fin de recuperar la navegabilidad para las comunidades pesqueras y mejorar el flujo de agua, evitando el desbordamiento del agua y la recuperación ambiental de los ecosistemas.

Las acciones que se sugieren tomar es continuar con la identificación de los riesgos asociados a estas emergencias, la actualización de planes de gestión del riesgo y planes para atención de emergencias, la inclusión de fenómenos asociados a cambio climático y la ejecución de las actividades y obras que mitiguen los efectos generados por los fenómenos climáticos. Asimismo, se debe buscar que sean preferiblemente procesos poco invasivos y propender por la disminución de la emisión de GEI en su construcción, así como la preparación y dotación de las autoridades y organismos que atienden estas emergencias y la identificación temprana de las áreas donde se presentan tales eventos.

3.10.3 Acciones de conservación y recuperación de cuerpos de agua

Las acciones para conservar y recuperar los cuerpos de agua y áreas de importancia para la conservación del recurso incluyeron la declaración y delimitación de

áreas protegidas, como reservas forestales y de importancia ambiental como páramos, humedales, zonas de recarga hídrica y zonas de importancia ambiental y de servicios ecosistémicos, entre otros. Además de realizar actividades de limpieza de ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos y áreas aledañas (como las zonas de manejo y preservación ambiental [ZMPA], las zonas de ronda hídrica y áreas costeras y manglares), también se incluyó el retiro de residuos sólidos y sedimentos.

Para realizar el seguimiento a la evolución de los cuerpos de agua, se desarrollaron campañas de monitoreo, algunos de ellos, incluso, reconocidos como objeto de derecho, por parte de sentencias realizadas por la rama judicial que instan a verificar la efectividad de las acciones implementadas para la recuperación de los sistemas lénticos y lóticos. Algunas de las acciones para la recuperación de los cuerpos de agua involucran restauración ambiental y sostenibilidad de los ecosistemas incorporaron la reforestación de áreas de importancia para los cuerpos de agua y con especies nativas. Para ello, además de otras acciones, estas se incluyeron en acuerdos, convenios, pagos por servicios ambientales y acuerdos de conservación que, en algunos casos, involucraron comunidades indígenas y afro.

3.10.4 Acciones de adaptación al cambio climático

Se ha establecido que las acciones para afrontar el cambio climático incluyen la adaptación y la mitigación de los efectos. No obstante, a pesar de que el cambio climático superó el punto para evitarlo, se implementan acciones que buscan el cumplimiento de la meta de evitar el incremento en 1,5 °C de la temperatura global. Por tal razón, algunas de las acciones seleccionadas por las corporaciones autónomas regionales en 2022 incluyeron la construcción de estufas coeficientes y la implementación de huertos leñeros, que buscan la disminución de la emisión de CO₂. Por un lado, incentivan el uso de sistemas más eficientes para la combustión de la leña utilizada aun en algunos municipios y áreas apartadas para la preparación de alimentos y, a su vez, buscan la disminución en el consumo de leña, también haciendo uso de los huertos leñeros como fuente del material vegetal y, así, evitar la tala de bosques para ese fin.

Otra apuesta realizada por las autoridades ambientales, con el apoyo de entidades gubernamentales y firmas de convenios con empresas privadas, es el uso de estructuras para recolección y almacenamiento de agua que sirve de suministro durante las épocas de sequía o carencia del recurso, conocido también como “cosechas de agua”.

Adicionalmente, otras acciones se dirigieron hacia la reforestación y recuperación de áreas afectadas y la implementación de medidas de manejo sostenibles en sectores productivos, con impactos en la emisión de GEI como la porcicultura, la ganadería y siembra de palma, donde se firmaron acuerdos y convenios con las agremiaciones.

Al respecto, es importante continuar la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, además de la diversificación de acciones.

3.10.5 Manejo de especies de fauna y acciones contra el tráfico ilegal

Un flagelo que pudo identificarse en todo el país está asociado al tráfico de fauna que atenta contra la biodiversidad y se configura en maltrato animal. Al respecto, se pudo identificar que las corporaciones, en colaboración con autoridades de Policía y Fiscalía, realizan operativos en contra de estas acciones y en los cuales se incautó y rescató individuos de diferentes especies, la mayoría de ellos encontrados en transportes tanto terrestres como fluviales. El tráfico de fauna y su tenencia está tipificado como delito, por lo que, en algunos de los operativos realizados, las personas infractoras fueron capturadas y se iniciaron procesos sancionatorios en su contra.

Estas especies son comercializadas, en muchos casos, para tenencia como mascotas y, un gran porcentaje, es comercializado para consumo. La situación se intensifica en la semana santa y es cuando las autoridades realizan acciones, no solo de vigilancia y control, sino también inspecciones en las terminales de transporte y plazas de mercado, donde también se imparte educación ambiental a las personas, como conductores de transporte público y se invita a la comunidad a realizar las denuncias de estas acciones.

Algunas personas practican la cacería con fines recreativos o para comercio de los individuos, pero, en todos los casos, los individuos resultan seriamente afectados, incluso perdiendo sus capacidades para sobrevivir en sus nichos y ecosistemas. En la mayoría de los casos, luego de ser recuperados, no pueden ser rehabilitados para su liberación al medio natural. Incluso suele requerirse, en muchos casos, del transporte de los individuos hasta otros departamentos, donde se encuentran los ecosistemas a los que pertenecen (el tráfico de especies implica también el traslado de grandes distancias por fuera del área de distribución de los individuos).

Al respecto, las actividades de las corporaciones también se enfocan en especies endémicas o con distribución en su territorio, como pasa con los manatíes, tortugas marinas, tiburones, aves, babillas, serpientes y el oso de anteojos, entre otros, presentes en gran parte del territorio colombiano. También son necesarias acciones para prevenir los conflictos entre los humanos y especies, como sucede con felinos y otras especies que buscan alimento en predios que invaden sus nichos.

Otra actividad que requiere la acción de las autoridades ambientales es el control de especies invasoras, las cuales han sido introducidas y tienen efectos en los ecosistemas. Dicha situación se observa con especies como el caracol gigante africano (para el que se observó acción de las autoridades en la mayor parte del territorio), pez león e hipopótamo, entre otros.

Por lo anterior es necesario implementar mayores acciones de control y vigilancia por parte de las autoridades y la aplicación de medidas preventivas contra este flagelo, así como las sanciones a los infractores. Pero, además debe hacerse hincapié en el control de todos los eslabones de la cadena de tráfico, desde los ofertantes de estos productos derivados del tráfico de fauna, en todos sus niveles hasta sus demandantes (o “consumidores”) y los mercados que permiten y facilitan el tráfico.

3.10.6 Acciones de evaluación control y vigilancia

Las actividades de control y vigilancia son diversas y su aplicación depende del componente ambiental. Sin embargo, los análisis realizados en este informe hicieron referencia a la imposición de medidas preventivas que, en su mayoría, fueron de suspensión de las actividades que generaban el o los impactos ambientales (como de disposición de residuos sólidos, realización de quemaduras abiertas, tala de árboles derivadas de obras o actividades, generación de vertimientos derivados de actividades productivas, etc.). Las ejecuciones de las medidas preventivas no exoneran a los infractores de la imposición de las sanciones definidas en la Ley 1333 de 2009 y se imponen, teniendo en cuenta que buscan evitar de manera inmediata el deterioro ambiental y la cesación de la causa del impacto.

3.10.7 Acciones contra la deforestación

Las acciones contra la deforestación incluyen el control del aprovechamiento de especies forestales y los productos resultantes de procesos en los cuales son

insumo, así como acciones que incluyen la evaluación y seguimiento a permisos de aprovechamiento forestal y el salvoconducto para transporte de productos derivados de dichos aprovechamientos forestales. Para ello, se realizan puestos de control dirigidos a vehículos que transportan maderas y productos de la madera, con el fin de verificar el cumplimiento de estos requisitos (salvoconducto). Asimismo, se realizan operativos para hacer seguimiento a permisos de aprovechamiento forestal y, en atención a quejas y peticiones asociadas a la tala y aprovechamiento de especies, así como actividades de deforestación, algunas con objetivo de ampliar la frontera agrícola y ganadera y que, en la mayoría de los casos, no cuentan con los permisos respectivos. En consecuencia, se impusieron las medidas que incluyeron el decomiso de los productos maderables y las herramientas como vehículos utilizados, así como la captura de las personas flagrantes.

Al igual que en el tráfico de fauna, es necesario continuar con estos operativos y la aplicación de las sanciones correspondientes, pero también es clave ampliar las acciones de educación y acercamiento con gremios y empresas que desarrollan dichas actividades.

3.10.8 Recolección de residuos sólidos especiales y residuos incluidos en planes posconsumo

Una acción que cobra gran importancia es facilitar la recolección y manejo de residuos especiales, muchos de ellos incluidos en planes posconsumo, en especial, en aquellas poblaciones alejadas de cabeceras municipales y que tienen gran relevancia en zonas rurales. Es en estas zonas donde se generan residuos asociados a las actividades agrícolas, como residuos de agroquímicos utilizados en gran cantidad y variedad y que, muchas veces, por no tener las condiciones para su manejo, resultan en cuerpos de agua, enterrados, incluidos como residuos ordinarios o incinerados, generando no solo impactos al ambiente sino a la salud. Tal es el caso de residuos como baterías y pilas, medicamentos, llantas usadas, bombillas y electrodomésticos, por mencionar algunos.

Aquellas actividades en las cuales se cuenta con el apoyo de empresas gestoras de estos residuos, gobernaciones y alcaldías municipales, deben ser mantenidas e incrementadas.

3.10.9 Tratamiento de aguas residuales

Infortunadamente, Colombia es un país donde aún los problemas de saneamiento básico no han sido resueltos, por lo que las autoridades ambientales ejercen

no solo acciones de evaluación, control y seguimiento, sino que, en muchos casos, deben realizar aportes para la implementación de sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, aun cuando esta responsabilidad recae en las entidades territoriales. Al respecto, las corporaciones realizan convenios y alianzas con dichos entes para su ejecución, que tienen gran relevancia en el mejoramiento de la calidad de los cuerpos de agua y suelo, recursos que resultan ser receptores de los vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas.

3.10.10 Acciones de monitoreo control y seguimiento de la calidad del aire

Teniendo en cuenta episodios como los sucedidos en Bogotá, D. C. y Medellín, en 2022, las ciudades y municipios realizan actividades como campañas de monitoreo para determinar la calidad del aire, y construyen sus redes de monitoreo. Para ello, es necesario implementar nuevas estaciones de monitoreo que permitan consolidar un sistema de vigilancia de la calidad del aire, en todos los niveles. Además, se debe implementar la medición de contaminantes y parámetros adicionales en dichos sistemas, sin dejar de lado la importancia de realizar el reporte de esta información en los sistemas respectivos como Sisaire, permitiendo la toma de decisiones soportadas en dicha información.

3.11 Recomendaciones frente a información del Registro Único Ambiental Manufacturero

El número de establecimientos objeto de reporte en el RUA Manufacturero se incrementó en 2,92 %. En 2002, la cifra de reportes ascendió a 3.282, mientras que, en 2021, se obtuvieron reportes de 3.186 establecimientos.

De acuerdo con la agregación de datos por áreas hidrográficas en los componentes ambientales analizados Magdalena-Cauca, esta área hidrográfica ocupa el primer lugar, considerando que allí se concentran la mayor cantidad de establecimientos manufactureros del país.

A nivel regional, la distribución nacional de los establecimientos, los departamentos con mayor número de establecimientos con reporte de información correspondieron, en primer lugar, a Antioquia, con 808 (24,62 % del total nacional); seguido de Bogotá, D. C. con 688 (20,96 %); en tercer lugar, se ubica el departamento del Valle del Cauca, con 515 (equivalente al

15,69 %). El cuarto lugar fue para Cundinamarca, con 377 (11,49 %); y, en quinto lugar, se ubica al Atlántico, con 181 que corresponde al 5,51 %. Finalmente, el 21,72 % restante de establecimientos se distribuye en 22 departamentos. Cabe aclarar que Bogotá, D. C. se incluye 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.

De acuerdo al análisis por componente ambiental, particularmente la demanda de agua, las actividades con mayor consumo del recurso correspondieron a: i) “Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)”, con 54,55 millones de metros cúbicos (Mm³) y que constituyen el 13,83 % del consumo respecto al total nacional, retomando el primer lugar, como ya había sucedido en los periodos 2019 y 2020; ii) “Elaboración y refinación de azúcar (1071)”, con una demanda correspondiente a 45,05 Mm³ (11,42 %); iii) “Tejeduría de productos textiles (1312)”, que reportó un consumo de 33,66 Mm³ (8,53 %); iv) “Elaboración de productos de molinería (1051)”, con un consumo de 23,66 Mm³ (6 %); y v) “Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel (1410)”, con un consumo de 22,50 Mm³ (7,71 %).

A nivel de vertimientos por actividad productiva, los siguientes CIU concentraron el 64,76 % del agua vertida a nivel nacional: i) se mantienen, al igual que en el periodo 2021, la “Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)”, vertiendo 48,39 Mm³, lo que corresponde al 25,23 % del total nacional; ii) “Elaboración y refinación de azúcar (1071)”, con un total de 31,87 Mm³ (16,61 %); “Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel (1410)”, con un volumen vertido de 22,28 Mm³ (11,62 %); iv) “Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (1011)”, equivalente a un total de 11,11 Mm³ (5,79 %); y v) “Fabricación de productos de la refinación del petróleo (1921)”, con el vertimiento de 10,54 Mm³ (5,49 %).

En relación con el consumo de energía eléctrica, se evidenciaron cambios en las primeras industrias con mayor consumo respecto la vigencia 2021, posicionándose, en primer lugar, la “Fabricación de cemento, cal y yeso (2394)” con 31.246,91 GWh (representada en el 8,70 %). Le sigue la “Fabricación de artículos de plástico n.c.p. (2229)”, con 1.090,84 GWh (7,61 %). La siguiente posición es para las “Industrias básicas de hierro y de acero (2410)”, con 1.079 GWh (7,53 %). En cuarto lugar, está la “Elaboración y refinación de azúcar (1071)”, con 1.004,20 GWh (7 %). Y cierra la “Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701)”, con 808,72 GWh (5,64 %).

En cuanto al volumen total de residuos no peligrosos generados en el país, las principales actividades industriales son: Elaboración y refinación de azúcar (1071), con una generación de 699.573,07 t (16,61 %); seguido de la Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón (1701) de 568.249,34 t (13,49 %); le sigue Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas (1103) con 400.754,05 t (9,51 %). El cuarto puesto se lo lleva “Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (1011)”, con 380.399,03 t (9,03 %). Y, finalmente, la “Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso (2395)”, produjo 182.711,90 t de residuos no peligrosos (4,33 %).

Con base en esta información las recomendaciones aplicables son:

- La información suministrada por la industria manufacturera, como motor socioeconómico estratégico en el país, permite la planeación y toma de decisiones a nivel territorial, en las líneas articuladoras para el desarrollo del ordenamiento del territorio, planificación ambiental de recursos naturales y proyección económica.
- Dada la pluralidad de información agregada y analizada por Ideam del sector manufacturero, esto permite establecer líneas base para aplicar investigación en procesos productivos, con el objetivo de innovar y reinventar metodologías de producción más limpia; a su vez, ello facilita constituir acuerdos de cooperación interinstitucional del sector, para establecer simbiosis empresarial y potenciar la recirculación de residuos como materias primas a diversos procesos productivos.
- 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.

3.12 Recomendaciones frente a la generación y gestión de residuos peligrosos en Colombia 2022

En 2022, la generación y el manejo de residuos peligrosos en Colombia aumentó en un 8 %, de acuerdo con la información reportada en 2021. Esto, determinado por el aumento de la generación residuos peligrosos (Respel), especialmente del sector de hidrocarburos.

De las cinco áreas hidrográficas y los territorios insulares de Colombia, en donde se reportó la mayor generación de Respel durante la vigencia 2022 fue Magdalena-Cauca, con el 69 % y el 82 % de los establecimientos que reportaron. Mientras que, en último lugar, es decir, donde se reportó la menor generación, fue el área insular, con el 0,01 %.

Además, se observó que, de las seis áreas hidrográficas, en cuatro de ellas las actividades económicas que registraron la mayor generación Respel fueron las actividades de extracción de petróleo y de apoyo, lo cual es coherente con que el 58 % de la generación de Respel en el país estén relacionadas con el sector de hidrocarburos.

Igualmente, en cuatro de seis áreas hidrográficas, predominó la generación reportada por las actividades de hospitales y clínicas con internación. Tal tendencia se relaciona también con los tipos de Respel de mayor generación. Al respecto, los tres tipos de Respel de mayor generación en Colombia, en 2022, corresponden a mezclas y emulsiones con hidrocarburos (64 %). Le siguen los desechos clínicos (9 %) de la generación Respel, que presentaron una leve disminución con respecto al año anterior (2.493 t menos), debido a la normalización de la prestación de servicios de salud con respecto a la pandemia. Y, finalmente, se encuentran los desechos de aceite mineral (5 % del total de la generación Respel).

De acuerdo con las áreas hidrográficas, se observó que la zona de Magdalena-Cauca es en donde predomina la gestión de los Respel. Asimismo, en todas las áreas, predominó, en mayor porcentaje, el tratamiento sobre la disposición final y el aprovechamiento, con excepción de la zona insular, en la que los Respel generados se gestionaron en un 90 % por tratamiento.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado es pertinente recomendar:

- Las estrategias que buscan promover la minimización de generación de Respel deben ser dirigidas, especialmente, a los sectores de explotación de minas y canteras, así como a actividades de atención en salud, en el área hidrográfica de Magdalena-Cauca, donde se generó el 68 % de los Respel del país, en 2022.
- Es importante promover la investigación sobre posibles opciones de reciclaje o de recuperación 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, y en cuatro de las seis áreas hidrográficas.

- Teniendo en cuenta la responsabilidad solidaria que establece la normatividad ambiental para que el generador se haga cargo del residuo peligroso hasta su adecuada gestión, es clave que ellos 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 que realmente realizan a los residuos entregados por los establecimientos.

3.13 Recomendaciones frente al manejo de océanos

3.13.1 Efectos de los fenómenos climáticos en los océanos

El presente informe recomienda continuar el monitoreo oceanográfico, para consolidar una base de datos histórica que permita entender y captar las variaciones temporales en el largo plazo, incluyendo eventos extremos y oscilaciones climáticas como el fenómeno de El Niño y Madden Julian.

Dentro del marco del Convenio 317 de 2018, el programa de Geociencias Marinas y Costeras del Invermar ha venido realizando el monitoreo hidrosedimentológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), con el fin de generar información para describir los flujos hídricos, el comportamiento de la salinidad y la influencia de los fenómenos climáticos sobre estos parámetros en la ciénaga. Para este reporte, se analizó la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS, por sus siglas en inglés) y el viento sobre el caudal y la salinidad de la CGSM durante el periodo 2021-2022. Para ello, se utilizaron los datos del índice de Niño Oceánico (ONI) de la NOAA, la magnitud del viento local procedente del reanálisis ERA5, así como el caudal y salinidad procedente de mediciones directas realizadas al interior de la CGSM. El ONI evidenció anomalías negativas durante ambos periodos, atribuibles al fenómeno de La Niña. La magnitud de la velocidad del viento, el caudal y la salinidad fueron consistentes con el chorro de bajo nivel del Caribe (CLLJ, por sus siglas en inglés), el rango mareal, la descarga de los ríos adyacentes y el fenómeno de La Niña, cuya intensificación se observó notablemente en la CGSM, durante 2022.

Así pues, como recomendaciones basadas en los resultados, se sugiere seguir el monitoreo

hidrosedimentológico de la CGSM, para consolidar una base de datos histórica que permita entender la influencia de la variabilidad climática sobre el balance hídrico y los flujos al interior de este humedal. Esto, además, permitirá validar modelos climáticos locales.

3.13.2 Con base en los resultados del índice de la calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)

La calidad del agua marina y costera de Colombia se determinó mediante el cálculo del índice de calidad de las aguas marinas y costeras (ICAM), herramienta que brinda información sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico marino costero, permitiendo hacerle seguimiento y favoreciendo la gestión ambiental de las autoridades competentes en las zonas costeras del país.

En Colombia, el 75,0 % de las aguas marinas y costeras de los sitios evaluados en 2022 presentaron excelente calidad y buenas condiciones para la preservación de flora y fauna.

El 73,7 % de los sitios de muestreo en el Pacífico se encontraron en las categorías “Óptima” y “Adecuada calidad”, mostrando mejores características del agua marina, en comparación con el Caribe, región que solo obtuvo un 54,2 % de los sitios de muestreos en las mismas categorías.

Los ICAM que representan las mejores condiciones de calidad del agua se registraron en los departamentos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (83,70 ±7,75), en el Caribe insular; Sucre (79,59 ±15,65), en el Caribe continental; y Cauca (79,50 ±11,45), en el Pacífico. En contraste con el departamento del Atlántico (49,91 ±21,32), en el Caribe, donde se presentaron más sitios con ICAM en categorías “Inadecuada” y “Pésima” para la preservación de la vida acuática marina.

A partir de los resultados del ICAM, se recomienda a las autoridades ambientales competentes la implementación de las acciones señaladas en el módulo de gestión ambiental de la herramienta web ICAM (Invermar, 2022), que contribuyan al mejoramiento de la calidad de las aguas marinas y costeras. Como alternativas de control y seguimiento, se propone adoptar las medidas descritas en la Tabla 3.1, para identificar la posible causa y la fuente del deterioro de la calidad del agua, de manera que sirva para diseñar las medidas de reducción de presiones sobre los ecosistemas que estén siendo afectados.

► **Tabla 3.1.** Opciones de medidas de seguimiento que se puedan adoptar, según la valoración del índice ICAM

Escala	Rango	Descripción
Óptima	100-90	Continuar con el monitoreo.
Adecuada	90-70	Caracterización, diagnóstico, verificación.
Aceptable	70-50	Monitoreo y evaluación: fisicoquímicos y tóxicos semestral.
Inadecuada	50-25	Monitoreo trimestral /bioensayos/ medidas de control y vigilancia. Evaluación: fisicoquímicos y tóxicos plan de contingencia
Pésima	25-0	Monitoreo y seguimiento trimestral / bioensayos/ evaluación: fisicoquímicos y tóxicos /plan de contingencia/ aplicación de medidas de manejo.

Fuente: Vivas-Aguas (2011).

3.13.3 Recomendaciones en relación con la presencia de microplásticos en las playas

Las playas con mayor nivel de contaminación por microplásticos se encontraron en los departamentos del Valle del Cauca, Antioquia, Magdalena y Bolívar. La abundancia de microplásticos osciló entre 0 y 182 ítems/m², en las muestras de arena de playa recopiladas en el Caribe y Pacífico colombianos. Los tipos de microplásticos más comunes en arena de playas fueron de origen secundario; mientras que las formas de microplásticos más abundantes, los fragmentos.

A partir de los resultados de contaminación por microplásticos, se hace evidente la necesidad de implementación de acciones para una gestión sostenible que facilite abordar la contaminación por plásticos en las playas colombianas. Esto incluye la reducción del uso de plásticos de un solo uso y una gestión más eficiente de la recolección y acopio de los residuos. Además, se resalta la importancia de la educación ambiental para sensibilizar a la población sobre los riesgos de la contaminación marina. El monitoreo continuo de microplásticos en playas proporciona datos esenciales para la toma de decisiones basadas en evidencia científica, por lo cual se necesita de investigación continua y colaboración a nivel regional, como también la cooperación entre comunidades locales y autoridades

estatales, junto con una legislación ambiental más sólida. Todo ello, junto, permitirá fortalecer la gobernanza y la aplicación de medidas efectivas.

3.13.4 Recomendaciones en relación con la calidad microbiológica del agua en las playas

La calidad sanitaria de las aguas marinas y costeras se ve afectada por contaminación de origen fecal. Para evaluar esta contaminación, se utilizan comúnmente dos indicadores microbianos: los coliformes termotolerantes (CTE) y los enterococos fecales (EFE), debido a que se encuentran en altas concentraciones en el tracto intestinal de seres humanos y animales homeotermos, lo que facilita su detección y seguimiento.

El 55 % de las 76 playas evaluadas en 2022 cumplieron con el criterio de calidad para el uso recreativo de contacto primario (aguas de baño, actividades recreativas, uso turístico, entre otras), en términos de coliformes termotolerantes (<200 NMP/100 mL CTE) (Minambiente, 2015).

Asimismo, el 85 % de las 53 playas monitoreadas en 2022 cumplieron con el valor de referencia para galardón bandera azul (<100 UFC/100 mL EFE) (Unión Europea, 2006).

La mayor proporción de playas con aguas aptas para uso recreativo se reportó en los departamentos de Bolívar y Córdoba, mientras que los departamentos del Magdalena, Atlántico y Sucre presentaron mayor incumplimiento de los criterios de calidad para CTE y EFE.

Es fundamental mantener un seguimiento continuo a la evaluación de las condiciones microbiológicas de las playas que permita, por un lado, identificar áreas críticas, pero, además, facilite la información necesaria para la formulación de medidas de prevención de los factores que representan un riesgo para la salud pública. Además, se deben tomar acciones que contribuyan a promover un ambiente saludable para el uso recreativo de las playas, debido especialmente a su potencial turístico y a la importancia del turismo en la economía nacional.

3.13.5 Recomendaciones en relación con la presencia de microalgas nocivas en las playas

En las estaciones de la bahía de Santa Marta y Bahía Chengue, típicas de ambientes marinos y costeros, las diatomeas fueron el grupo predominante, en términos de abundancia relativa y densidad; mientras que para la boca de Barra y ciénaga La Luna (en la CGSM, con ambientes estuarinos) fueron las cianobacterias.

En todas las estaciones, se encontraron géneros con especies potencialmente nocivas, destacándose por mayor persistencia y abundancia los géneros con especies productoras de biotoxinas *Anabaenopsis* y *Nitzschia*, para LBA; *Anabaenopsis*, *Raphidiopsis* y *Nitzschia*, para CLU; y *Pseudo-nitzschia*, para BCH y Boya2.

En cuanto a densidades celulares para todos los sitios, los valores más altos estuvieron dentro del rango reportado, en los monitoreos realizados entre 2016 y 2020.

Debido a la presencia permanente de organismos potencialmente nocivos, se recomienda continuar con los monitoreos que se vienen adelantando. Esto también es aplicable a los monitoreos de dinoflagelados bentónicos por la presencia permanente de varias especies toxigénicas de los géneros *Ostreopsis* y *Prorocentrum*, con el fin de generar información que permita su mayor conocimiento y prevenir sus impactos.

También es fundamental mantener un seguimiento continuo del comportamiento de las microalgas plantónicas como bentónicas, debido a la presencia permanente de géneros con especies potencialmente nocivas. Sin duda, esto contribuirá a su mayor conocimiento, y facilitará prevenir sus impactos, en el futuro.

3.13.6 Recomendaciones frente a los procesos de erosión costera

El país debe seguir avanzando en el conocimiento y seguimiento de los procesos de erosión costera, el fortalecimiento de herramientas que garanticen un fácil acceso de los usuarios que demandan la información para la toma de decisiones.

Se recomienda seguir con la implementación de iniciativas del Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y medidas de adaptación basadas en ecosistemas (MAbE), como estrategia de adaptación al cambio climático, así como fortalecer el acompañamiento institucional y monitoreo participativo con las comunidades.

3.13.7 Frente al estado de los pastos marinos

Los resultados presentados corresponden a datos del monitoreo a los obtenidos de los monitoreos históricos, en cada una de las siguientes áreas marinas: Caribe continental Parque Nacional Natural (PNN) Tayrona y PNN Corales del Rosario y San Bernardo, Chocó Darién y La Guajira.

Para el 2022, solo en el Tayrona y en el Chocó se registraron estaciones en estado “Deseable”, mientras que el resto presentó estados de “Regular” a “Alerta”. Además, únicamente en Chocó se perdió totalmente una estación.

En relación con la presencia del hongo *Labyrinthula* spp, se registró en estado “Deseable” para todas las estaciones.

La condición de los pastos marinos en el PNN Tayrona se ha mantenido estable en los últimos años, reportándose “Buena”.

La tendencia de las praderas del PNN Tayrona se observa, en general, entre un estado “Deseable” y “Bueno”.

En el sector del PNN Portete Kaurrele aún se registran bajos valores de densidad, probablemente porque no se han podido recuperar las condiciones, ya que el ambiente acuático no lo ha permitido.

En las estaciones de La Guajira Media, se observó una mejora a estado “Regular”, luego de que, en los últimos años, se había registrado en “Alerta”, por el coletazo del huracán Mathew (2016).

El huracán Julia, a su paso por las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, no dejó daños considerables en los pastos marinos, a excepción de algunos sepultamientos y pérdida de densidad, en algunos parches de las islas.

3.13.8 Frente al estado de los corales

Se presentan los resultados promedio del estado de la condición de las estaciones de monitoreo coralino en el Caribe así: en Providencia, en el PNN Old Providence McBean Lagoon fue “Buena”, igual que para Tayrona y Chocó Darién. Por su parte, el PNN Corales del Rosario y San Bernardo mostró una condición “Regular”. En el Pacífico, en los PNN Gorgona y Utría, se reportó también una condición “Buena”, con estaciones en “Deseable”, mientras que el SFF Malpelo presentó una condición general “Buena”.

La tendencia general de las estaciones del Caribe es a mantenerse en buena condición, mientras que las del Pacífico están entre “Buena” y “Deseable”.

En las estaciones del Pacífico (Gorgona y Utría), se observó alta cobertura de macroalgas y una baja sustancial de cobertura coralina viva. Sin embargo, su condición fue “Buena”.

Aunque las variables (macroalgas y carnívoros), al ser analizadas individualmente pueden presentar estados bajos (“Regular”, “Alerta” o “No Deseable”), en algunos casos, como los de cobertura coralina y de herbívoros, han sido tan altos en la mayoría de las estaciones que integralmente suben el promedio, haciendo que, en su contexto general, prevalezcan condiciones buenas, a pesar de los estresores que continuamente afectan el estado de los corales.

El paso del huracán Julia, por las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, no dejó daños sobre los corales, más allá de unos pocos volcamientos de colonias. Además, se registró recuperación del ecosistema desde el paso del huracán Iota, en 2020.

3.13.9 Frente al estado de los manglares en San Andrés, Providencia y Santa Catalina por acción de los huracanes

En las estaciones de monitoreo de la isla de San Andrés, se evidenció que el paso del huracán Julia no dejó un impacto grande en la isla, más allá de ramas partidas, defoliación en la copa de los árboles y en tres estaciones caída de árboles.

La apertura de espacio por el huracán Iota, en 2020, al defoliar copas y generar caída de árboles, favoreció la entrada de luz del sol, incentivando el crecimiento de plántulas de mangle en la estación de Sound Bay.

En las estaciones de Salt Creek, Cocoplum y Smith Channel fue más evidente el efecto del huracán Julia, debido a la caída de un total de 63 árboles (23 de *R. mangle*, y 40 de *L. racemosa*).

La defoliación de los árboles se evidenció, en mayor proporción, en Salt Creek y Smith Channel, donde se obtuvieron los mayores efectos por el huracán Julia (50 % y 46 %, respectivamente), seguidas de Cocoplum y Sound Bay (35 %) y El Cove (15 %).

En las estaciones de Providencia y Santa Catalina, en el suroeste, se registraron 28 árboles vivos de los 55 que habían quedado tras el paso del huracán Iota. De los 27 restantes, la caída de solo dos se registró como posiblemente causada por el huracán Julia. Asimismo, en los recorridos hacia la estación de monitoreo, se evidenció la presencia de propágulos, plantas y árboles jóvenes de *R. mangle*.

En la estación de manglar de Old Town, no se reportaron árboles vivos en 2022. Sin embargo, no se encontró evidencia de que hubiese sido a causa del huracán Julia. Igualmente, se identificó que hubo un bajo éxito de supervivencia de las plántulas sembradas en las actividades de restauración.

En el PNN McBean Lagoon, se registraron el mismo número de árboles de *L. racemosa* que se encontraron en el 2021; de hecho, se evidenciaron individuos jóvenes.

Cobertura de bosques de manglar en Colombia

La capa oficial de manglar generada a lo largo de los años ha sido el resultado de la compilación de diferentes proyectos con diferentes escalas, temporalidades e insumos primarios.

La extensión de manglares para Colombia entre los años 2019 y 2021 se estima en aproximadamente 280.000 ha.

En el Caribe colombiano el 36 % de los bosques de manglar se encuentran dentro de diferentes categorías de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y para el Pacífico el 38 %.

3.13.10 Frente al estado de las especies de camarones objeto de pesca

Las poblaciones de camarones en Colombia requieren mayor control de las medidas de manejo que permitan su recuperación, principalmente la del CAS¹. Aunque dichas medidas solo se han enfocado al establecimiento de cuotas de pesca, tanto globales como por permisionarios y que aplican solo a la flota industrial, es necesario realizar control sobre la selectividad de los artes, el mejoramiento de la tecnología de pesca y el establecimiento de nuevas vedas espaciotemporales, así como realizar acompañamiento a las existentes. Para el caso del CAS en el Pacífico, urge también el control sobre el esfuerzo y la selectividad de la pesca artesanal. Para el CAP², las medidas de manejo deben dirigirse a mantener niveles de esfuerzo por debajo del máximo rendimiento sostenible, las cuales permitan mantener el estado de explotación óptimo con el que hoy cuenta la flota.

3.13.10.1 Fauna acompañante

Las pesquerías de arrastre para camarón en Colombia, desde sus inicios en los años cincuenta, han utilizado artes de pesca con poca selectividad que no superan los $\frac{3}{4}$ de pulgada de tamaño de malla en el copo, donde debería escapar una fracción de los peces pequeños. Esto favorece la captura de altos niveles de descarte, sobre todo en aguas someras, dada la amplia variedad de especies que allí converge. Mantener dicha práctica pueden tener un efecto importante en la estructura de los ecosistemas (Rueda et al., 2006; Ye et al., 2000; Labropolou, 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 colombianos, la pesca de arrastre de camarón tiene un variado impacto sobre la biodiversidad marina. Actualmente, con

la implementación de nuevos diseños de redes más selectivas, se busca minimizar los impactos sobre los ecosistemas y el lecho marino (Escobar et al., 2020).

Para todas las flotas de pesca industrial por arrastre en Colombia, se recomienda implementar el uso obligatorio de dispositivos reductores de fauna acompañante para peces (Rueda et al., 2006), velar por el cumplimiento del excludor de tortugas, así como realizar ajustes en los tamaños de malla que sean diferenciales a lo largo del cuerpo de la red, para incrementar el escape de fauna acompañante. Estas constituyen medidas para reducir el impacto sobre la biodiversidad, promoviendo una pesca limpia y responsable en las pesquerías de camarón. La Resolución 2988 de 2021 de la AUNAP promueve la introducción gradual de redes de arrastre selectivas para el CAS³ y CAP⁴, producto del proyecto REBYC-II LAC. Este evaluó cambios en el material de las redes y tamaños de malla, y recomendó adoptar un dispositivo excludor de peces juveniles. El proyecto, en su alcance, llegó a modelos prototipos adoptados por la autoridad pesquera.

3.13.10.2 Talla media de captura (TMC): pesca de arrastre industrial nacional de camarón

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 (TMC), 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 y 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 et al., 2012). En este sentido, con base en la estructura de la talla de las poblaciones marinas, es muy útil como indicador para hacer el seguimiento de los cambios ecológicos y evaluar el desempeño del manejo pesquero desde un enfoque ecosistémico

(Jennings y Dulvy, 2005; Yemane et al., 2008). En las pesquerías de camarón, 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.

Se sugiere realizar evaluaciones de selectividad del arte para disminuir el riesgo de sobrepesca por crecimiento del camarón coliflor y del camarón Pink (Millar y Fryer, 1999), las cuales puedan apoyar la regulación de los tamaños de malla, en algunas secciones de la red de arrastre. Esto, de modo que pueda beneficiarse el recurso con un probable incremento en la TMC. Por otro lado, se debe limitar la captura y exportación de los individuos de la talla comercial 100-120, las cuales corresponden a los camarones más pequeños y constituyen el 60 % del volumen de capturas.

3.14 Recomendaciones frente al estado de los suelos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, luego del paso de los huracanes

3.14.1 Lineamientos para la restauración y adaptación a los procesos de degradación de suelos por desertificación

Al respecto, el presente informe recomienda:

- Definir consensuadamente (administración, propietarios, productores) los límites y restricciones frente al uso y aprovechamiento agroforestal, agropecuario, pesquero y urbano en las zonas de conservación, preservación y protección ambiental.
- Definir un plan de acción con los agricultores del archipiélago, para enfrentar con más información y herramientas los periodos de sequía y variabilidad climática.
- Definir concertadamente los límites y restricciones frente al uso y aprovechamiento para el turismo responsable, en las zonas de conservación, preservación y protección ambiental.
- Construir concertadamente e implementar un programa de socialización de las medidas de reglamentación especial, en cada una de las islas.

• Definir acciones, en conjunto con los agricultores del archipiélago, para diseñar prácticas de manejo que propendan por la recuperación de los suelos, a mediano y largo plazo.

• Definir en conjunto con la comunidad, los productores y la administración del archipiélago, con la información agroclimática disponible a la mano, las acciones y metas de adaptación bajo el contexto de las condiciones socioeconómicas del archipiélago, frente a los periodos de sequía y a los ciclones tropicales, asumiendo periodos de retorno de eventos extremos cada vez más frecuentes.

• Establecer y mantener cultivos de especies tolerantes a las sequías prolongadas, la salinidad y sodicidad, como mostaza, flor de Jamaica, caña de azúcar, girasol, yuca, cuatro filos, entre otros cultivos adaptados a los suelos de la zona.

¹ Camarón de aguas someras.

² Camarón de aguas profundas.

³ Camarón de aguas someras.

⁴ Camarón de aguas profundas.

3.15 Referencias

Caddy, J. y Mahon, R. (1995). Reference points for fisheries management. Fisheries Technical Paper, (347).

Cochrane, K. (2005). Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. Documento Técnico de Pesca FAO, (424).

Decreto 1076 de 2015 (26 de mayo), por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-1076-de-2015.pdf>

Decreto 419 de 2021 (22 de abril), por el cual se da cumplimiento a los compromisos adquiridos por Colombia relacionados con el Anexo A - Parte I del Convenio de Minamata sobre el Mercurio y se adoptan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.653. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/ecc1bb1a-c485-4c0e-b120-338ed7629b55/Decreto-419-del-22-de-abril-de-2021.aspx>

Escobar, F., Jaramillo, D., Bustos-Montes, D., Rubio-Lancheros, D. y Pardo, R. (2020). Plan de gestión de las capturas incidentales y los descartes en las pesquerías de arrastre de camarón en Colombia. Publicaciones Generales del Invemar, (113). <https://centrodocumentacion.invemar.org.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=21902>

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis [Invemar]. (2022). Herramienta Web ICAM Invemar 2022. Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – ICAM. <https://siam.invemar.org.co/redcam-icam-gestion>

Jennings, S. y Dulvy, N. (2005). Reference points and reference directions for size-based indicators of community structure. ICES Journal of Marine Science, 62(3), 397-404.

Labropoulou, M. y Papaconstantinou, C. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. Scientia Marina, 68(S1), 215-226. <https://scientiamarina.revistas.csic.es/index.php/scientiamarina/article/view/414>

Ley 1658 de 2013 (15 de julio), por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 48.852. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53781>

Ley 1892 de 2018 (11 de mayo), por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Minamata sobre el Mercurio”, hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013. Diario Oficial 52.625. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1892_2018.html

3.15 Referencias

Marín, B. (2001). Establecimiento de valores indicativos del grado de contaminación de tóxicos químicos y microorganismos de origen fecal, como base para la expedición de normativas de la calidad de las aguas marinas de Colombia. Informe Técnico Final de Proyecto. Invemar.

Millar, R. y Fryer, R. (1999). Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets, and hooks. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 9(1), 89-116.

Rodríguez, A., Rueda, M., Viaña, J., García, C., Rico, F., García, L. y Girón, A. (2012). Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012. Publicaciones Generales del Invemar, (56).

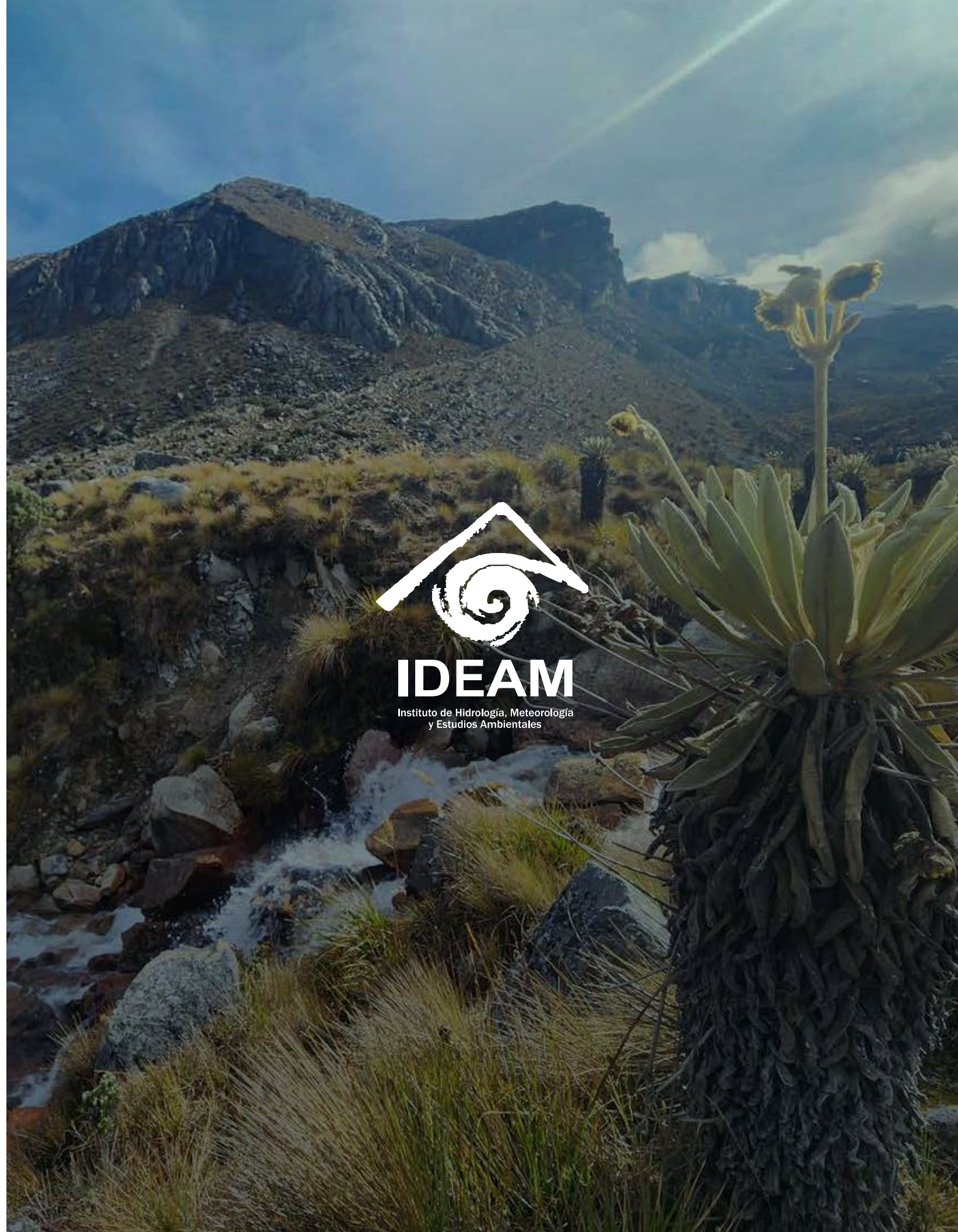
Rueda, M., Angulo, J., Madrid, M., Rico, F. y Girón, A. (2006). La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Invemar.

Unión Europea. (2006, 4 de marzo). 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. Unión Europea.

Vivas-Aguas, L. (2011). Formulación del índice de calidad de aguas costeras (ICAM) para los países del Pacífico Sudeste. Documento Metodológico. En P. SPINCAM. Santa Marta.

Ye, Y., Alsaffar, A. y Mohammed, H. (2000). Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. Fisheries Research, 45(1), 9-19. DOI:10.1016/S0165-7836(99)00105-8

Yemane, D., Field, J. y Leslie, R. (2008). Indicators of change in the size structure of fish communities: A case study from the south coast of South Africa. Fisheries Research, 93(1), 163-172. DOI:10.1016/j.fishres.2008.03.005



IDEAM

Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales