

# INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales



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



Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales

#### JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN

Presidente de la República de Colombia

#### LUIS GILBERTO MURILLO

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

#### CARLOS ALBERTO BOTERO LÓPEZ

Viceministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

#### OMAR FRANCO TORRES

Director General

Instituto de Hidrología, Meteorología

y Estudios Ambientales – IDEAM

#### DIANA MARCELA VARGAS GALVIS

Subdirectora de Estudios Ambientales – IDEAM

#### EDITORES

Ivon Maritza Casallas Martínez, Lucía del Pilar Cortés Guardiola,  
Yamile Andrea Moreno Saboya

#### COMITÉ EDITORIAL

Ivon Maritza Casallas Martínez, Lucía del Pilar Cortés Guardiola,  
Yamile Andrea Moreno Saboya

#### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Luis Carlos Delgado

Grupo de Comunicaciones IDEAM

#### FOTOGRAFÍA DE LA CARÁTULA

www.pixabay.com

#### Cítese como

IDEAM, INVEMAR, IIAI e IAvH 2016. Informe del Estado del  
Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2016.  
Bogotá, D.C., 2017.

Distribución Gratuita.

ISBN: 978-958-8067-87-2

2017, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios  
Ambientales – IDEAM. 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 IDEAM, INVEMAR, SINCHI, IIAI e IAvH.

Publicación aprobada por el IDEAM, Bogotá D.C., Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Instituto de Hidrología, Meteorología  
y Estudios Ambientales - IDEAM  
OMAR FRANCO TORRES  
Director General - IDEAM  
ADRIANA PORTILLO TRUJILLO  
Secretaria General - IDEAM

#### CONSEJO DIRECTIVO

LUIS GILBERTO MURILLO  
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
GERMAN CARDONA GUITERREZ  
Ministerio de Transporte  
LUIS FERNANDO MEJIA  
Director, Departamento Nacional de Planeación- DNP

MAURICIO PERFFETI DEL CORRAL

Director, Departamento Nacional de Estadísticas - DANE

JUAN PABLO RUIZ SOTO

Delegado, Presidencia de la República

RAMÓN LEAL LEAL

Director Ejecutivo. Asociación de Corporaciones

Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible –

ASOCARS

CESAR OCAMPO RODRIGUEZ

Director General, Departamento Administrativo de Ciencia

Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS

ADRIANA PORTILLO TRUJILLO

Secretaria Técnico del Consejo

#### DIRECTIVAS

DIANA MARCELA VARGAS GALVIS

Subdirectora de Estudios Ambientales – IDEAM

IVONNE MARITZA VARGAS PADILLA

Jefe Grupo de Comunicaciones

MARÍA TERESA BECERRA

Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

LEONARDO CÁRDENAS CHITIVA

Jefe Oficina de Informática

NELSON OMAR VARGAS MARTÍNEZ

Subdirector de Hidrología

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUAREZ

Jefe Oficina Asesora Jurídica

JOSE FRANKLIN RUIZ

Subdirector (E) de Meteorología

MARÍA EUGENIA PATIÑO JURADO

Jefe Oficina Control Interno

CHRISTIAN FELIPE EUSCATEGUI COLLAZOS

Jefe Oficina Pronósticos y Alertas

DIANA QUIMBAY VALENCIA

Jefe Oficina Cooperación Internacional

JUAN CARLOS ARTURO LOBO TORRES

Jefe Oficina Asesora de Planeación

#### Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

“Alexander von Humboldt” - IAvH

BRIGITTE BAPTISTE

Directora General

HERNANDO GARCÍA

Subdirector de Investigaciones

#### Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José

Benito Vives de Andrés” - Invemar

FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA

Director General

JESÚS ANTONO GARAY TINOCO

Subdirector Coordinación Científica

SANDRA RINCÓN CABAL

Subdirectora Recursos y Apoyo a la Investigación

#### Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon

Von Neuman - IIAI

WILLIAM KLINGER BRAHAN

Director General

GIOVANNY RAMÍREZ

Subdirector de Investigaciones

# ACRÓNIMOS

ACP Asociación Colombiana de  
Petróleos

AFOLU Agriculture, Forestry and Other  
Land Use (Agricultura, Silvicultura y  
otros Usos de la Tierra)

CAP: Captura en aguas profundas

CAS: Captura aguas Someras

CBD: Convenio sobre la Diversidad  
Biológica

CEPAL: Comisión Económica para  
América Latina y el Caribe

CFC Clorofluorocarbonos

CH4 Metano

CITES: Convención sobre el Comercio  
Internacional de Especies Amenazadas  
de Fauna y Flora Silvestres.

CIAT Centro Internacional de  
Agricultura Tropical

CMNUCC Convención Marco de las  
Naciones Unidas para el Cambio  
Climático

CO: Captura objetivo

CO2 Dióxido de Carbono

CO2eq. Dióxido de Carbono equivalente

CONPES: El Consejo Nacional de  
Política Económica y Social

CR: Peligro Crítico

CTE: Coliformes Termotolerantes

CPUE: Captura por unidad de esfuerzo  
DANE Departamento Administrativo  
Nacional de Estadística

DALY: Disability-adjusted life year; años  
de vida ajustados por discapacidad  
DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno  
para 5 días

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno

DD: Datos Insuficientes

DQO Demanda Química de Oxígeno

DRMI: Distrito Regional de Manejo  
Integrado

EDA: Enfermedad Diarreica Aguda

EN: En peligro

ENA: Estudio Nacional del Agua

EPA Environmental Protection Agency  
(Agencia de Protección Ambiental de  
los Estados Unidos)

EPM Empresas Públicas de Medellín  
E.I.C.E. E.S.P.

EPOC: Enfermedad cardiopulmonar  
obstructiva crónica

EVA Evaluaciones Agropecuarias

Municipales

FAO Food and Agriculture Organization  
of the United Nations (Organización  
de las Naciones Unidas para la  
Alimentación y la Agricultura)

GEI Gases de Efecto Invernadero

HFCs Hidrofluorocarbonos

ICA Instituto Colombiano Agropecuario

ICAU: Índice de Calidad Ambiental  
Urbana.

ICTAC: Índice de condición-tendencia de  
Arrecifes de Coral

ICAMPFF: Índice de Calidad de Agua  
Marina para la preservación de la flora  
y fauna

IGAC Instituto Geográfico Agustín  
Codazzi

IDEAM: Instituto de Hidrología,  
Meteorología y Estudios Ambientales  
INVEMAR: Instituto de Investigaciones  
Marinas y Costeras José Benito Vives de  
Andrés

IAvH: Instituto de Investigación de  
Recursos Biológicos “Alexander von  
Humboldt” - IAvH

IIAP: Instituto de Investigaciones  
Ambientales del Pacífico Jhon Von  
Neuman - IIAI

IRA: Infecciones Respiratorias Agudas

ILR: Índice de la Lista Roja

LC: Preocupación Menor

LRE: Lista Roja de Ecosistemas

MADR Ministerio de Agricultura y  
Desarrollo Rural

MADS Ministerio de Ambiente y  
Desarrollo Sostenible

MINMINAS Ministerio de Minas y  
Energía

MIZC: Manejo integrado de zonas  
costeras

mm e.a: Milímetros equivalentes de  
agua líquida

Mton Millones de toneladas

NE: No Evaluado

N2O Óxido Nitroso

NT: Nitrato Total

NT: Casi Amenazada

OCDE: Organización para la  
Cooperación y el Desarrollo  
Económicos

ODS: Objetivo de Desarrollo sostenible

OMS: Organización Mundial de la Salud  
OMM: Organización Meteorológica  
Mundial

OTEP: Oferta total de energía primaria

PIB Producto Interno Bruto

PM2.5: Material Particulado Menor de 2.5

PNUD Programa de Naciones Unidas

para el Desarrollo

PRL: Punto de referencia límite

PTAR Planta de Tratamiento de Aguas  
Residuales

REDD+ Reducing Emissions from  
Deforestation and Forest Degradation  
(Reducción de Emisiones por

Deforestación y Degradación de  
Bosques)

PT: Fosforo total

RESPEL Residuos Peligrosos

SAO Sustancias Agotadoras de la Capa  
de Ozono

SF Hexafluoruro de azufre

SIAM: Sistema de Información

Ambiental Marino

SIB: Sistema de Información sobre la  
Biodiversidad

SICOM Sistema de Información de  
Comercialización de Combustibles

SIMCO Sistema de Información Minero  
Colombiano

SINA: Sistema Nacional Ambiental.

SINCHI: Instituto Amazónico de  
Investigaciones Científicas

SMBYC Sistema de Monitoreo de  
Bosques y Carbono

SNIF Sistema Nacional de Información  
Forestal

SUI Sistema Único de Información de  
Servicios Públicos

TMC: Talla media de captura

TMM: Talla media de madurez sexual  
Ton Toneladas

SST: sólidos suspendidos totales

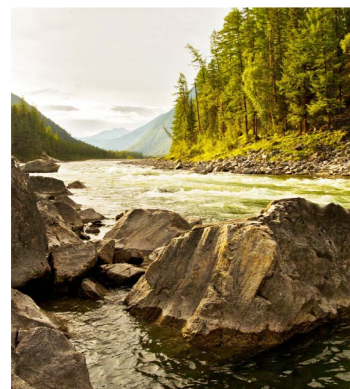
USDA US Department of Agriculture  
(Departamento de Agricultura de los  
Estados Unidos)

UICN: Unión Internacional para la  
Conservación de la Naturaleza

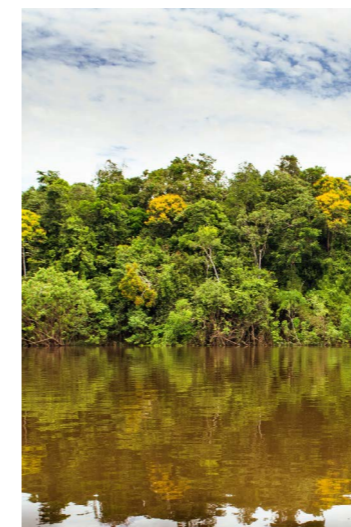
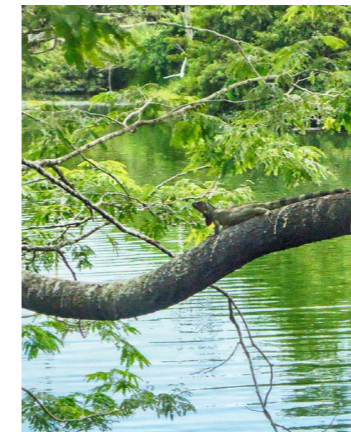
VU: Vulnerable

ZNI Zonas No Interconectadas

# CONTENIDO



<b>PRÓLOGO</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>AGUA</b>	<b>15</b>
Estado de la calidad del agua en Colombia	16
— Índice de Calidad del Agua (ICA)	16
— Comportamiento de los niveles de los ríos Magdalena, Cauca, Sinu y Atrato durante el 2016	22
Calidad de aguas marino-costeras	29
— Calidad de aguas superficiales marinas y costeras ICAMPFF	29
— Calidad del agua de la Ciénaga Grande de Santa Marta – CGSM	32
— Calidad de aguas en playas turísticas	34
Evaluación de la calidad fisicoquímica y ecológica de cuerpos de agua intervenidos con minería a cielo abierto en el Chocó	36
<b>AIRE</b>	<b>43</b>
Calidad de Aire	44
<b>VARIABLES METEOROLÓGICAS</b>	<b>49</b>
Anomalías de Temperatura Media	50
Anomalías de precipitación	54
Energías Renovables en Colombia	58
— Viento	59
— Radiación Solar	61
— Comportamiento del Brillo Solar en el año 2016	63
<b>ECOSISTEMAS</b>	<b>69</b>
Monitoreo de bosques y carbono para Colombia	70
Dinámica de cambio en coberturas de la tierra (periodos 2000-2002, 2005-2009 Y 2010-2012)	80
Incendios forestales una de las causas de degradación de los bosques del país (Principales cifras para el periodo 2002 – 2016).	84
Colombia avanza en la implementación de su Inventario Forestal Nacional - IFN	87
Los glaciares o nevados colombianos y su proceso de derretimiento 2015 – 2016	89
— Estudio de la Geometría Glaciar: El Cambio de superficie de los nevados	90
— Balance de masa: Las finanzas de los glaciares	93
Situación actual y problemática de las ciénagas del río Atrato - Chocó y Las Lagunas Costeras de Guapi - Cauca.	108
Situación actual y problemática de los páramos ubicados en la Cordillera Occidental Choco Biogeográfico	112



Monitoreo de ecosistemas marinos de importancia estratégica nacional	113
— Monitoreo de áreas coralinas: índice de condición tendencia ICTac	113
— Monitoreo de pastos marinos: índice de condición tendencia ICTpm	120
— Índice de integridad biológica de manglar IBIm: Una aplicación en la Ciénaga Grande de Santa Marta	123
Avances en el conocimiento de las especies que causan impacto en los ecosistemas marino-costeros	125
— Microalgas potencialmente nocivas: caso Magdalena	125
— Especies invasoras: densidad de la población de pez león en el Caribe colombiano	126
<b>CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>130</b>
Emissiones de Gases Efecto Invernadero en Colombia	132
<b>BIODIVERSIDAD</b>	<b>142</b>
Evaluación de Riesgo de Extinción en Colombia: 15 años de Libros Rojos.	144
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	<b>148</b>
Dinámica en la gestión de los residuos peligrosos en Colombia	150
Seguimiento a las existencias de equipos con PCB periodo de balance 2016	154
<b>RELACIONES</b>	<b>156</b>
Geoamenazas en el medio marino-costero	158
Amenaza y Vulnerabilidad por Erosión Costera	158
Indicador de amenaza y vulnerabilidad por erosión costera	160
Otras amenazas de origen meteomarinero	161
<b>SUBSISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL SIAC ADMINISTRADOS POR EL IDEAM</b>	<b>164</b>
Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH	166
Sistema Nacional de Información Forestal - SNIF	166
Sistema de Información de Calidad del Aire - SISAIRE	167
Sistema de Información sobre el Uso de los Recursos Naturales -SIUR	167
Registro de Residuos Peligrosos - RESPEL	167
Inventario de compuestos Bifenilos Policlorados - PCB	168
Registro Único Ambiental Manufacturero - RUA MF	168
Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono - SMBYC	168
Bibliografía	174



# PRÓLOGO

De acuerdo, con la definición de “diversidad biológica” dada en el Convenio sobre Diversidad Biológica –CDB– (ONU - Organización de las Naciones Unidas, 1992) y a los registros en la Infraestructura Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), Colombia comparte con Brasil el primer lugar a nivel mundial en términos de biodiversidad, y está identificado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente como uno de los 17 países megadiversos, que albergan 70% de la biodiversidad mundial en solo 10% del territorio (IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014), aspecto que es favorecido por la variedad de sus climas y las condiciones geográficas. Está ubicado entre dos océanos, cuenta con grandes áreas hidrográficas, catalogado como el primer país en biodiversidad de aves y orquídeas, segundo en plantas, anfibios, mariposas y peces dulce acuáticos, tercero en palmas y reptiles y cuarto en mamíferos; posee una extensa área considerada el pulmón del mundo, la Amazonia, la cual a nivel social, representa significativamente la gran diversidad ecosistémica y cultural del país, pues en ella convergen grupos étnicos que ofrecen pluralidad de tradiciones, cosmovisiones y costumbres.

En virtud de lo anterior y de las iniciativas nacionales e internacionales, que surgen bajo la necesidad de conservar y usar racionalmente los recursos naturales, Colombia ha avanzado en su conocimiento y monitoreo, a través de estudios que aportan cifras, variables e indicadores importantes a la hora de ver los

cambios que éstos sufren, en razón, entre otras, a las actividades socioeconómicas que generan impactos importantes, las cuales deben estar presentes cuando se hace la interpretación de la información ambiental del país y la lectura del estado de sus recursos naturales renovables.

El presente Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables que se realiza en cumplimiento de los Decretos 1277 de 1994, el cual establece las funciones del IDEAM y el 1076 de 2015, que compila, racionaliza y actualiza las normas preexistentes que reglamentan el sector ambiental, es elaborado en conjunto por los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los cuales hacen parte del SINA. Bajo este marco legal, el IDEAM, organiza y ordena la síntesis de información del estado de la calidad del aire, el agua, los bosques, el clima, los ecosistemas y sus servicios, entre otros. Además de los temas desarrollados por los Institutos, como parte de las investigaciones, caracterizaciones, monitoreo y seguimiento que realizan, para que los tomadores de decisiones tengan una visión general del estado de los recursos en el país, y sea éste un insumo, para el desarrollo de procesos de gestión ambiental, regional o nacional.

Este documento ha sido publicado desde 2004 bajo la coordinación del IDEAM, en diferentes períodos de tiempo (2010, 2011, 2012 a 2014 y 2015), mostrando estructuras que refieren el análisis de diversas temáticas. Para esta vigencia, se

presenta un cambio que responde a una manera más sintética y de carácter divulgativo, fundamentada en el análisis de indicadores, datos y variables como se mencionó, que son monitoreados de manera periódica y que dan cuenta del estado de los recursos naturales, permitiendo tener la trazabilidad de la información año a año, así como del avance y la gestión del conocimiento realizada por los diferentes Institutos en su jurisdicción y en el marco de sus funciones.

Las características de la información del país, planteadas en éste informe son diversas, dada la multiplicidad de funciones y actividades de cada Instituto que conforma el SINA y que contribuye con la elaboración del informe; entre ellas se encuentran las diferencias temporales, la complejidad técnica de los indicadores, así como diferencias espaciales y factores sociales, culturales y económicos de las comunidades de influencia sobre los territorios y jurisdicciones, donde se genera la información. De igual manera, este informe conjuga datos relevantes y concretos que no han perdido vigencia y que se deben tener en cuenta a la hora de hacer una lectura de las diferentes temáticas ambientales del país.

Finalmente y a través de este documento, el IDEAM pone a disposición la información ambiental sobre el estado de los recursos generada por los Institutos adscritos y vinculados al MinAmbiente, para que sea consultada por la academia, las autoridades ambientales y demás público.



# INTRODUCCIÓN

El Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, es un documento que presenta la información generada por los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente (IDEAM, IAVH, IIAP, INVEMAR y SINCHI), en relación con el estado, el comportamiento, la calidad y la cantidad de los recursos naturales renovables del país. Su objetivo es poner a disposición de diferentes públicos esta información, que utilizada de manera correcta puede ser un factor de cambio en la comprensión ambiental del territorio.

El informe está compuesto por indicadores, variables y datos que de manera sintética exponen los resultados de los procesos de investigación adelantados por los mencionados Institutos y se caracteriza por hacer un acercamiento a un proceso sistémico y representativo de la información generada en el país, como parte de una serie de ajustes metodológicos y de presentación que se desean realizar para tener un informe con un carácter más educativo y divulgativo

Este documento está compuesto por nueve secciones a saber: la primera está integrada por variables e índices asociados al recurso agua, tanto marina como continental superficial, que hablan de su estado, calidad y comportamiento y que son integrados en el Estudio Nacional del Agua y en el Informe

del Estado de los Recursos Marinos y Costeros. En la segunda sección se presenta el estado del recurso aire, fundamentalmente en lo relacionado con los contaminantes criterio y su comportamiento frente a los niveles establecidos en la normatividad Colombiana, temática para la cual anualmente se publica el Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia, que ofrece información más detallada. La tercera sección, relaciona el comportamiento registrado de las variables meteorológicas, algunos promedios mensuales y anomalías, de acuerdo con lo establecido por la Organización Meteorológica Mundial – OMM, así como las estimaciones de las energías renovables monitoreadas por el Ideam, que se suman a la información presentada en los boletines y atlas climatológicos, de viento y radiación, que resultan de utilidad en el conocimiento de áreas estratégicas para el desarrollo de actividades agrícolas, implementación de energías alternativas y en otras actividades socioeconómicas e incluso, en los análisis de calidad del aire. La cuarta sección, aborda los avances en la generación de información para la temática de Cambio Climático, específicamente en la estimación de las emisiones de gases efecto invernadero – GEI, índices de vulnerabilidad y riesgo, temas que también se tratan en las diferentes publicaciones realizadas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – CMNUCC. La quinta sección hace referencia al comportamiento y estado

de los ecosistemas de especial importancia para el desarrollo del país, incluyendo los denominados estratégicos localizados en las regiones Caribe y Pacífico, tanto en la zona continental como costera. La sexta sección corresponde a biodiversidad, donde se destacan las evaluaciones de riesgo de extinción de especies desarrolladas para Colombia por expertos, en línea con los estándares internacionales. Seguidamente, la séptima sección consolida información sobre los residuos peligrosos generados y gestionados del país y los datos reportados con relación a los Bifenilos Policlorados – PCBs, análisis que se complementan los presentados en el Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos y el Inventario Nacional de PCBs. La octava sección denominada “relaciones” desarrolla el tema de las geoamenazas y la vulnerabilidad en algunas regiones del país, a través de indicadores y cifras respecto a su clasificación en magnitud y frecuencia. Por último, la novena sección resalta el avance del registro y trasmisión de información a los Subsistemas de Información del SIAC, administrados por el IDEAM.

Finalmente, es de gran importancia reconocer el apoyo de los diferentes Institutos de Investigación adscritos al Minambiente quienes a partir del enfoque planteado para este informe, suministraron la información generada para la vigencia 2016 o en su defecto la más reciente.

# AGUA

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

La necesidad de conocer y estudiar la riqueza en agua del país, su uso y las medidas de protección de este elemento valioso, así como profundizar en esto más allá de los intereses sectoriales, ha sido uno de los motores principales de la creación de los Institutos de Investigación que monitorean este recurso. En este sentido, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM ha venido trabajando con el propósito de facilitar esta tarea (IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015), al igual que el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John Von Neumann"- IIAP, el cual aborda los sistemas naturales y culturales de la región, propendiendo el mejoramiento del bienestar de la población del pacífico colombiano (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2017). Por otra parte, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR realiza investigación básica y aplicada de los ecosistemas marinos de interés nacional encaminada al manejo sostenible de los recursos y la recuperación del medio ambiente marino y costero. (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017).

Como parte de los múltiples productos desarrollados por el IDEAM, se encuentra el Estudio Nacional de Agua - ENA, que es una evaluación del estado y la dinámica del agua en Colombia, cuya última versión se divulgó en el año 2014 y se espera una versión actualizada en el año 2018. Este estudio muestra los resultados correspondientes a variables e indicadores que dan cuenta del estado, la presión por uso sobre los sistemas hídricos, las afectaciones a los

regímenes hídricos y la calidad del agua, enfocado en aguas superficiales y subterráneas abordadas desde la integralidad del ciclo hidrológico. No obstante, cabe aclarar que no incluye el ámbito marino costero de cuyo estado y dinámica se ocupa por funciones y competencias el INVEMAR. Este a su vez realiza anualmente la publicación del Informe del Estado del Medio Ambiente y los Recursos Marinos y Costeros en Colombia, documento basado en datos, variables e indicadores bajo el esquema de estado, presión y respuesta, describiendo aquellos asuntos ambientales estratégicos que explican la situación actual y las tendencias de cambio de los ecosistemas marinos y costeros y sus servicios ecosistémicos, relacionándolos con las causas y factores que inciden de manera directa e indirecta sobre estos. Por otra parte, el IIAP realiza estudios específicos encaminados a buscar la singularidad del comportamiento del Chocó Biogeográfico, relacionando asuntos sociales, económicos y ambientales para la dinámica de los cuerpos de agua existentes en la región.

En consonancia con lo anterior, para la vigencia 2016 el esquema propuesto para el presente informe recurre a una estructura similar a la planteada por los Institutos de Investigación, con el objetivo de mostrar el comportamiento del recurso agua, en relación al monitoreo realizado para determinar el índice de calidad del agua en las áreas hidrográficas, el comportamiento de los niveles de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato, la calidad de aguas marino - costeras y la evaluación de la calidad físicoquímica y ecológica de cuerpos de agua intervenidos con minería a cielo abierto en el Chocó, llevados a cabo por el IDEAM, INVEMAR e IIAP.

# ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA

## ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

### Colaboradores:

**Claudia Nicol Tetay Botia,**  
Consultora  
**Nelson Omar Vargas Martínez,**  
Subdirector

**Fabio Andrés Bernal,**  
Profesional  
**Nury Alejandra Mesa Buitrago,**  
Profesional  
**Subdirección de Hidrología**  
**Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.**

El IDEAM realiza un seguimiento permanente de la calidad del agua en los principales ríos del país y reporta sus resultados en el Estudio Nacional del Agua cuya última actualización se publicó en el año 2014 (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015). Este monitoreo abarca cerca de 25 variables que dan cuenta de las concentraciones y cargas de metales pesados en sedimentos, nitrógeno amoniacal, porcentaje de saturación de oxígeno y desbalance de nutrientes. Adicionalmente, se estiman cargas contaminantes puntuales vertidas por sectores productivos que finalmente evidencian la afectación a la calidad por carga orgánica -DBO-, carga inorgánica -DQO-, sólidos suspendidos totales -SST-, Nitrógeno Total -NT- y Fósforo Total -PT-<sup>1</sup>. Cabe aclararse que el monitoreo se realizó sobre 107 corrientes superficiales correspondientes a 108 de las 316 subzonas hidrográficas en que se ha dividido al país. Esta muestra se considera representativa y permitió sacar conclusiones en el

En cumplimiento con el programa de monitoreo de calidad de agua del IDEAM, en el año 2016, se logró ampliar la cobertura de estaciones monitoreadas, para el análisis de la calidad del agua en diferentes puntos de la red, permitiendo recolectar una mayor cantidad de datos y aumentando la información para la evaluación del estado de la calidad del agua a través del ICA, en Colombia.

citado estudio, resaltándose que los problemas críticos de calidad de agua en el país se encuentran concentrados en aproximadamente 150 municipios de los cerca de 1100 que hay en todo el territorio nacional. Resalta además que algunos problemas asociados a actividades mineras e industriales se concentran en los municipios donde tradicionalmente se realizan actividades extractivas o vertimientos de químicos específicos. Tal es el caso del mercurio asociado a la explotación y beneficios de oro y plata cuyos focos se encuentran en el bajo Cauca antioqueño, sur de Bolívar, Chocó, Caldas y algunos municipios de Valle, Cauca y Antioquia (Tetay Botia, Orjuela, & García Herran, 2015)

En este informe se reportan los resultados del Índice de Calidad del Agua, que corresponde a un indicador que da cuenta del estado de la calidad, representado por categorías (buena, aceptable, regular, mala o muy mala) (ver Cuadro 1) a partir de la ponderación de seis variables: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica,

demanda química de oxígeno, sólidos totales en suspensión, pH y la relación entre nitrógeno total y fósforo total. Con relación a este indicador para el 2016 la información que se presenta corresponde a los monitoreos de la red básica de calidad de agua y del convenio Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) – Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena -CORMAGDALENA, en 192 puntos de observación (Mapa 1)

**Cuadro 1. Categorías Índice de Calidad del Agua IDEAM**

Escala de calidad	Color	Color
BUENO	0.91 – 1.00	
ACEPTABLE	0.71 – 0.90	
REGULAR	0.51 – 0.70	
MALO	0.26 – 0.50	
MUY MALO	0 – 0.25	



Fuente:  
(IDEAM, 2017)

1. Los resultados de calidad de agua en el Estudio Nacional del Agua ENA 2014, pueden consultarse en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/023080.html>.



Para el presente informe, el análisis del ICA se realiza en las cinco Áreas Hidrográficas – AH: Caribe, Magdalena – Cauca, Orinoco, Amazonas, Pacífico (Mapa 1). En el (AH) Magdalena – Cauca, el análisis se hará teniendo en cuenta cuatro de las corrientes principales, Magdalena, Bogotá, Chicamocha y Cauca, donde se encuentran el 77% de las estaciones o puntos monitoreados del año 2016, y donde se concentra el mayor porcentaje de la población de Colombia y produce cerca del 75% del Producto Interno Bruto - PIB nacional. Para el análisis en esta área, se iniciará un recorrido por la parte alta del río Magdalena y

a medida que avanza, se analizarán las corrientes que hacen parte de sus afluentes.

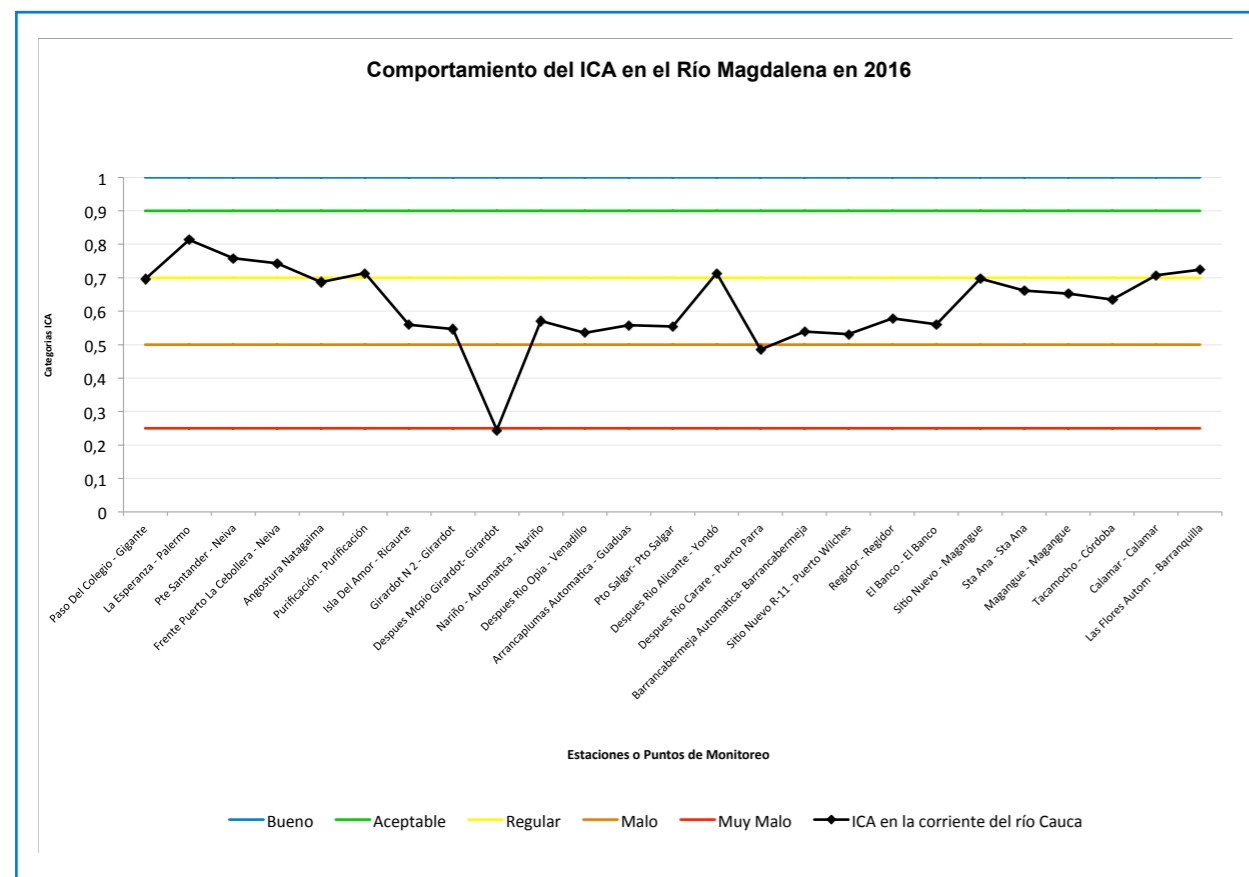
En cuanto a las otras cuatro áreas, el análisis se hará específico por el resultado del indicador en algunas de las estaciones o puntos de monitoreo.

### Área Hidrográfica Magdalena – Cauca

En el río Magdalena, se encuentran ubicadas 25 estaciones o puntos de monitoreo, como se observa en la Gráfica 1. Aguas arriba en la estación paso del colegio a la altura

del municipio de Gigante Huila, la condición de calidad del agua es de categoría “Regular” por valores altos en nutrientes. Esta condición se agrava aguas abajo, de tal manera que al pasar por ciudades como Ricaurte Cundinamarca, en la estación Isla del Amor, se alcanza una condición de categoría “Mala”, y al recibir afluentes como el río Bogotá, en el punto de monitoreo ubicado después del municipio de Girardot su condición llega a categoría “Muy Mala”, debido a la contaminación de vertimientos domésticos e industriales del Distrito Capital y municipios circundantes.

**Gráfica 1. Comportamiento del ICA lo largo del río Magdalena, en el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca, en el 2016.**



Fuente: (IDEAM, 2017)

En el río Bogotá, se encuentran ubicadas 8 estaciones de la red de monitoreo de calidad de agua, como se observa en la Gráfica 2. En la estación Punte Carretera, localizada 3 kilómetros aguas arriba del casco urbano de Villapinzón la condición de calidad de agua es de categoría “Aceptable”. Sin embargo, aguas abajo se observa como la calidad del agua se deteriora de tal manera que en la estación San Pedro, la condición de calidad es de categoría “Regular”, esta condición se hace evidente por la influencia de las curtiembres y actividad agrícola. Una leve recuperación a categoría “Regular” se registra aguas abajo en la estación Tulio Botero en el municipio de Tocancipá. Inmediatamente, comienza un deterioro de la calidad que se extiende hasta la estación Alicachin, localizada en el municipio de Sibaté, donde el ICA es calificado bajo la ca-

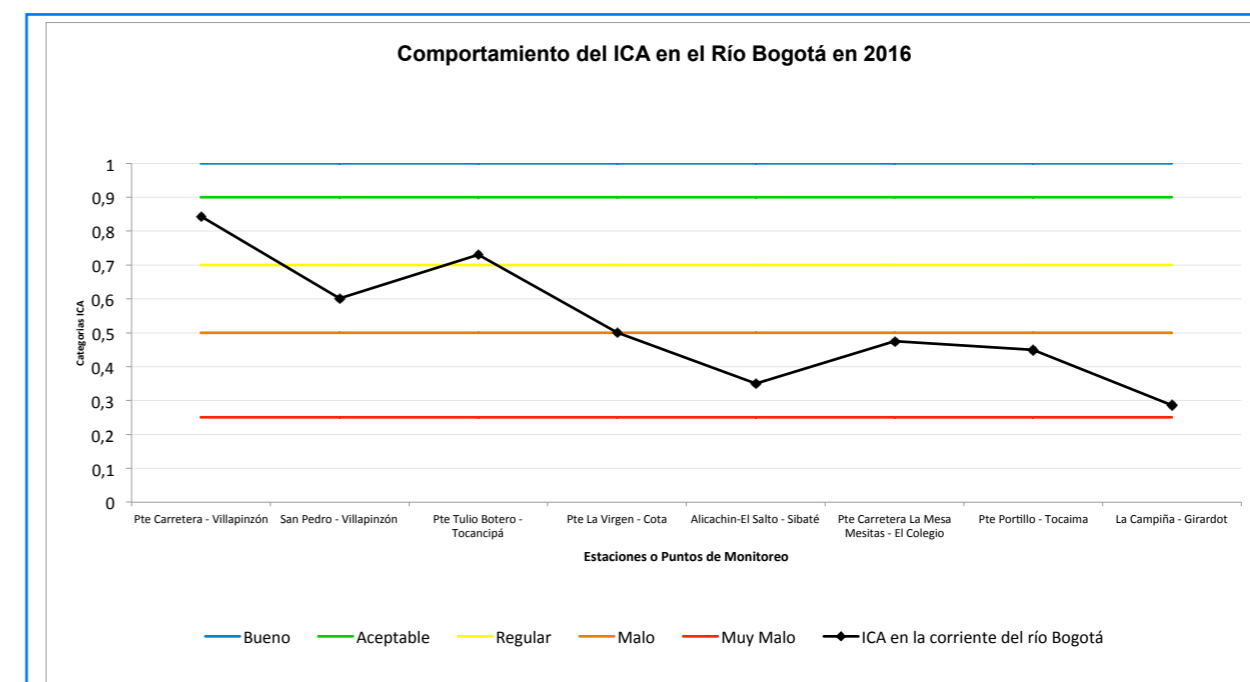
tegoría “Malo”, después de la ciudad de Bogotá. Luego de pasar el salto de Tequendama el río alcanza una leve recuperación aún con niveles de calidad con categoría “Mala” entre los municipios de la Mesa y Tocaima. En la estación la Campiña ubicada en la jurisdicción del municipio de Girardot, antes de la desembocadura del río Bogotá, prevalece la condición de calidad “Muy Mala”.

Volviendo nuevamente sobre el río Magdalena (Gráfica 1), la calidad de agua se recupera llegando a categoría “Aceptable” en el punto Después río Alicante, a la altura del municipio de Yondo en Antioquia, retomando su condición de categoría “Mala” en el municipio de Puerto Parra, Santander. La calificación da cuenta de afectaciones por cargas orgánicas y

sólidos suspendidos principalmente, derivados la población y de las actividades económicas en los departamentos de Boyacá, Antioquia y Santander.

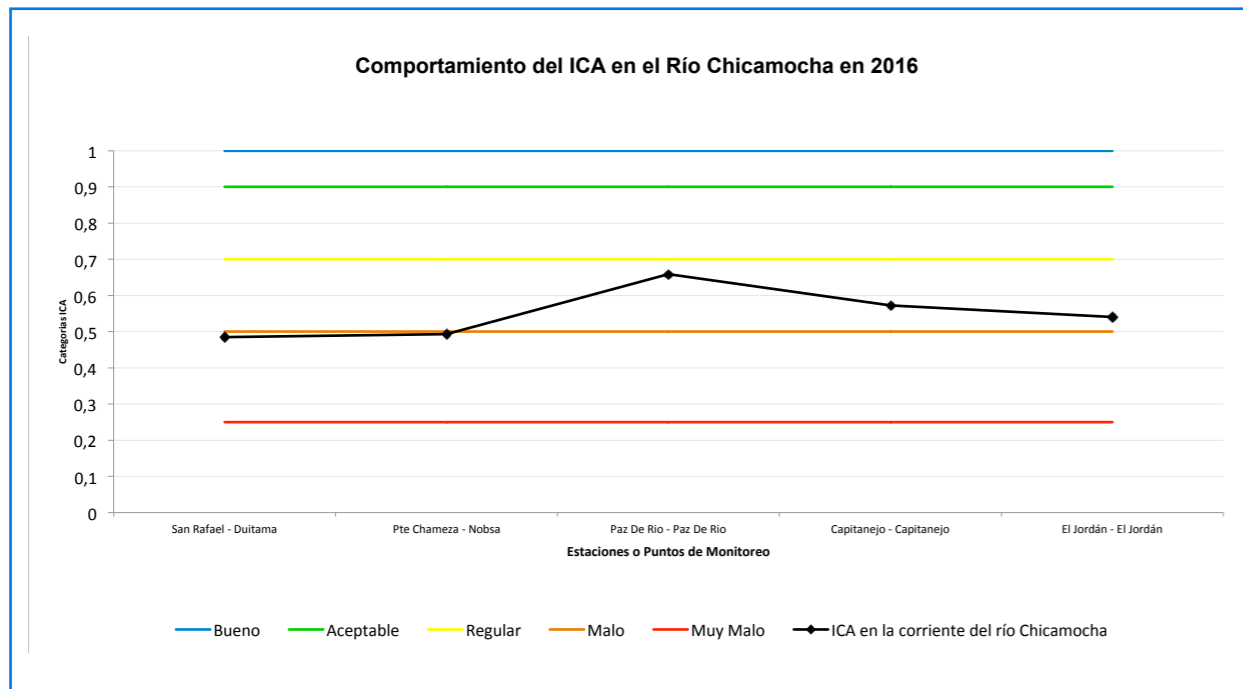
Sobre el río Chicamocha se encuentran ubicadas 5 estaciones o puntos de monitoreo (Gráfica 3). El nacimiento de esta corriente se ubica en el municipio de Tuta (Boyacá), al pasar por el municipio de Duitama en la estación San Rafael, su condición de calidad es de categoría “Mala” y se mantiene en la estación de monitoreo Punte Chameza. A la altura del municipio de Nobsa, recuperándose en la estación de Paz de Río, y deteriorándose nuevamente en la estación de Capitanejo, manteniéndose en esta condición hasta la estación El Jordán ubicada en el Municipio de Jordán Santander.

**Gráfica 2. Comportamiento del ICA lo largo del río Bogotá, en el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca, en el 2016**



Fuente: (IDEAM, 2017)

**Gráfica 3. Comportamiento del ICA lo largo del río Chicamocha, en el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca, en el 2016.**



Fuente: (IDEAM, 2017)

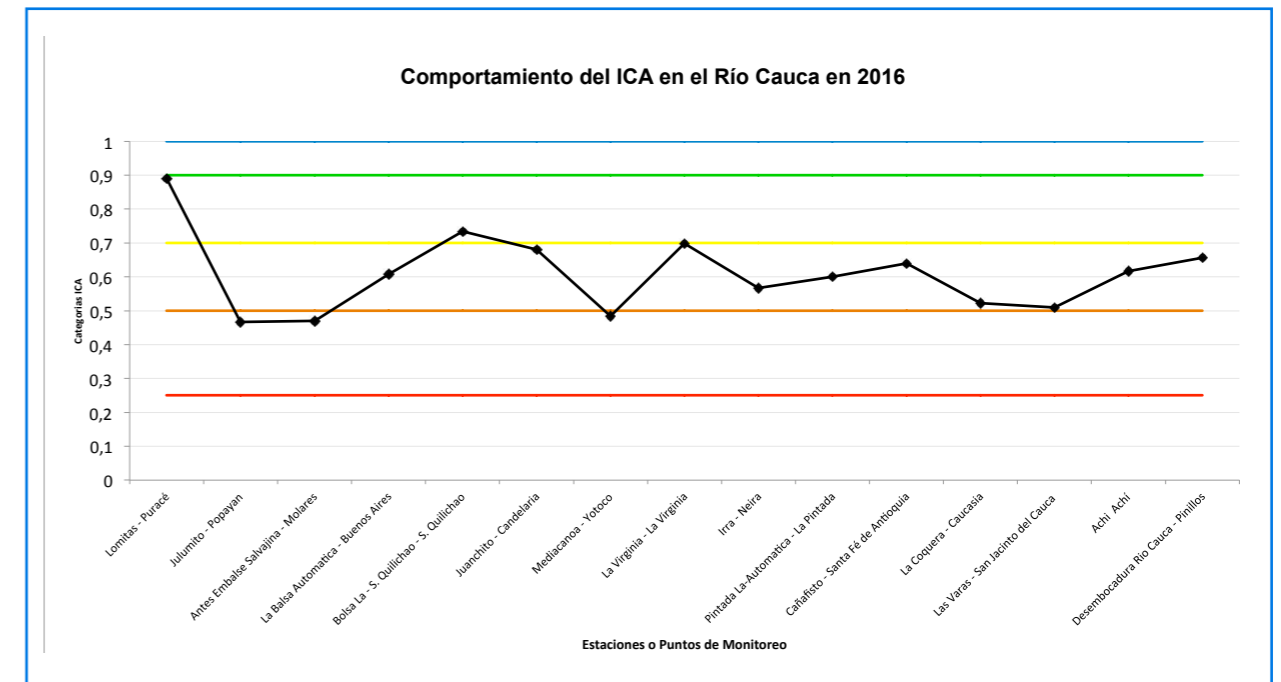
Continuando nuevamente por el río Magdalena (Gráfica 1), luego del aporte de los ríos Chicamocha y Lebrija, los cuales recogen vertimientos de los municipios de Covarachia, Nobsa, Lebrija, Girón y Sabana de Torres, entre otros, además de los aportes de los ríos Minero, Opón y Sogamoso, que recogen también vertimientos de municipios como San pablo de Borbur, Barrancabermeja, Sogamoso, Alicante, Yondo, Puente Nacional y la región del Carare; a la altura del municipio de Puerto Wilches Santander, en el punto de monitoreo Sitio Nuevo R-11, la condición del río se categoriza como "Mala", manteniéndose en esa categoría hasta la estación El Banco, ubicada en el municipio del Banco, Magdalena. Nuevamente

recupera su condición de calidad a categoría "Regular" en la estación Sitio Nuevo en el municipio de Magangué Bolívar, manteniéndose en esta categoría hasta llegar a la estación Las Flores localizada en el municipio de Barranquilla. En este punto de observación se incorporan afectaciones por ganadería, vertimientos municipales y minería del oro. Aquí se acumulan aporte de las cuencas de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena.

Sobre el río Cauca se encuentran ubicadas 15 estaciones o puntos de monitoreo (Gráfica 4). En la estación Lomitas, localizada en el municipio de Puracé (Coconuco) en el departamento del Cauca, se observa un estado de calidad "Aceptable". Sin embargo, dicha

condición desciende a "Mala" en la estación de Julumito, ubicada en la ciudad de Popayán, Cauca. Antes del embalse de Salvajina comienza una recuperación de la calidad hasta la estación La Bolsa en el municipio Santander de Quilichao donde se estima una condición de calidad "Regular". A partir de este punto de observación la calidad se deteriora hasta condición de categoría "Mala" en la estación Mediacañoa en el municipio de Yotoco, adelante del casco urbano de Cali, en el Valle del Cauca. A partir de ahí, la condición del río permanece en la categoría "Regular" en las estaciones de Virginia, Irrá, Pintada, Cañofisto, La Coquera, Las Varas, Achi y desembocadura, en el municipio del Pinillos, entre el río Nechí y el Brazo de Loba.

**Gráfica 4. Comportamiento del ICA lo largo del río Cauca, en el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca, en el 2016.**



Fuente: (IDEAM, 2017)

### Área Hidrográfica del Caribe

En el Área Hidrográfica del Caribe, en el río Pamplonita, la estación la Don Juana, ubicada a la altura del municipio de Chinacota y la estación Aguas Claras, ubicada en la ciudad de Cúcuta la condición de calidad del agua es de categoría "Regular", esta afectación está dada principalmente por los vertimientos domésticos.

En el río Ranchería en la estación ubicada a la altura del municipio de Albania en el departamento de la Guajira, la condición de calidad es de categoría "Muy Mala", por valores altos en sólidos suspendidos y conductividad eléctrica. En esta misma corriente, en la estación Puente Carretera Automática, ubicada a la altura del municipio de Riohacha en la Guajira la condición de categoría es "Mala", por valores altos en conductividad y nutrientes. En el río Sinú, en la estación

Montería ubicada a la altura del municipio de Montería, la condición de calidad es "Regular", por aportes altos en nutrientes, y en el río Atrato, en las estaciones el Siete y Quibdó, a la altura de los municipios de El Carmen y Quibdó en el Chocó respectivamente, la condición de calidad es "Regular", por aportes altos en sólidos y nutrientes (Mapa 1)

### Área hidrográfica del Orinoco

En el Área hidrográfica del Orinoco, se reconocen problemas asociados a la calidad del agua en la estación de Maní, sobre el río Cusiana con categoría "Mala". Otras estaciones sobre los ríos Ariari (Estación Puerto Rico), Casanare (Estación Cravo Norte), Cravo Sur (Estación Puente Yopal), y Meta (Estación Puente Lleras) presentan categoría "Regular" asociada a los vertimientos por ganadería, agricultura y domésticos (Mapa 1)

### Áreas Hidrográficas Pacífico y Amazonas

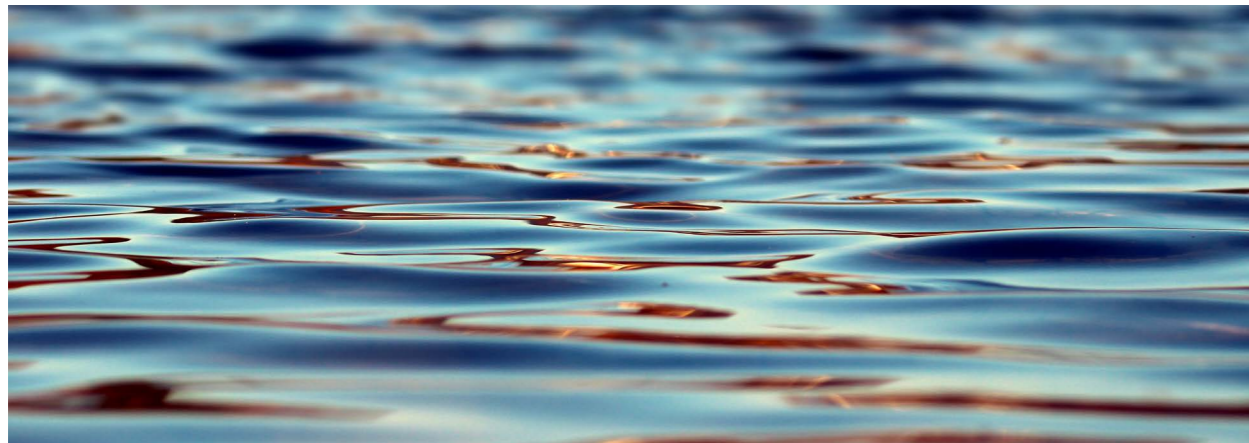
En las Áreas Hidrográficas Pacífico y Amazonas, en el río pasto a la altura de la ciudad de Pasto, en la estación Universidad, la condición de calidad es de categoría "Mala", esta condición se asocia principalmente a vertimientos domésticos. En las estaciones Providencia en el municipio Chachaguí en el río Pasto y Pte Pusmeo en el municipio Cumbitara, en el río Patía, la condición de calidad es "Regular", por aportes altos en sedimentos y nutrientes.

En la corriente Vaupés, en la estación Mitú, en el municipio de Mitú, la condición de calidad del agua es "Aceptable" (Mapa 1)



# COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE LOS RÍOS MAGDALENA, CAUCA, SINÚ Y ATRATO DURANTE EL 2016

María Constanza Rosero Mesa  
 Profesional  
 Subdirección de Hidrología  
 Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.



Las variaciones en los niveles del agua superficial y subterránea representan la dinámica temporal de los procesos hidrológicos. Estas fluctuaciones en el comportamiento de los niveles corresponden a la respuesta hidrológica a la variabilidad climática, la cual a su vez está determinada por los regímenes de precipitación y los eventos intranuales característicos de cada sistema hídrico.

En este sentido, las series históricas tienen niveles en rangos altos (característicos de condiciones húmedas o de alta pluviosidad), niveles medios y niveles bajos (asociados a condiciones secas o de baja pluviosidad).

Eventos extremos, como los denominados “Fenómeno del

Niño” y “Fenómeno de la Niña”, pueden generar cambios en el comportamiento típico de los niveles, acentuando los periodos secos y húmedos o prologando su duración. Estos cambios pueden ser de carácter significativo pues habitualmente causan inundaciones, crecientes lentas o súbitas y sequías hidrológicas que se extienden en el tiempo y el espacio produciendo afectaciones a la calidad de vida de las comunidades, infraestructura de sectores productivos y calidad de los ecosistemas.

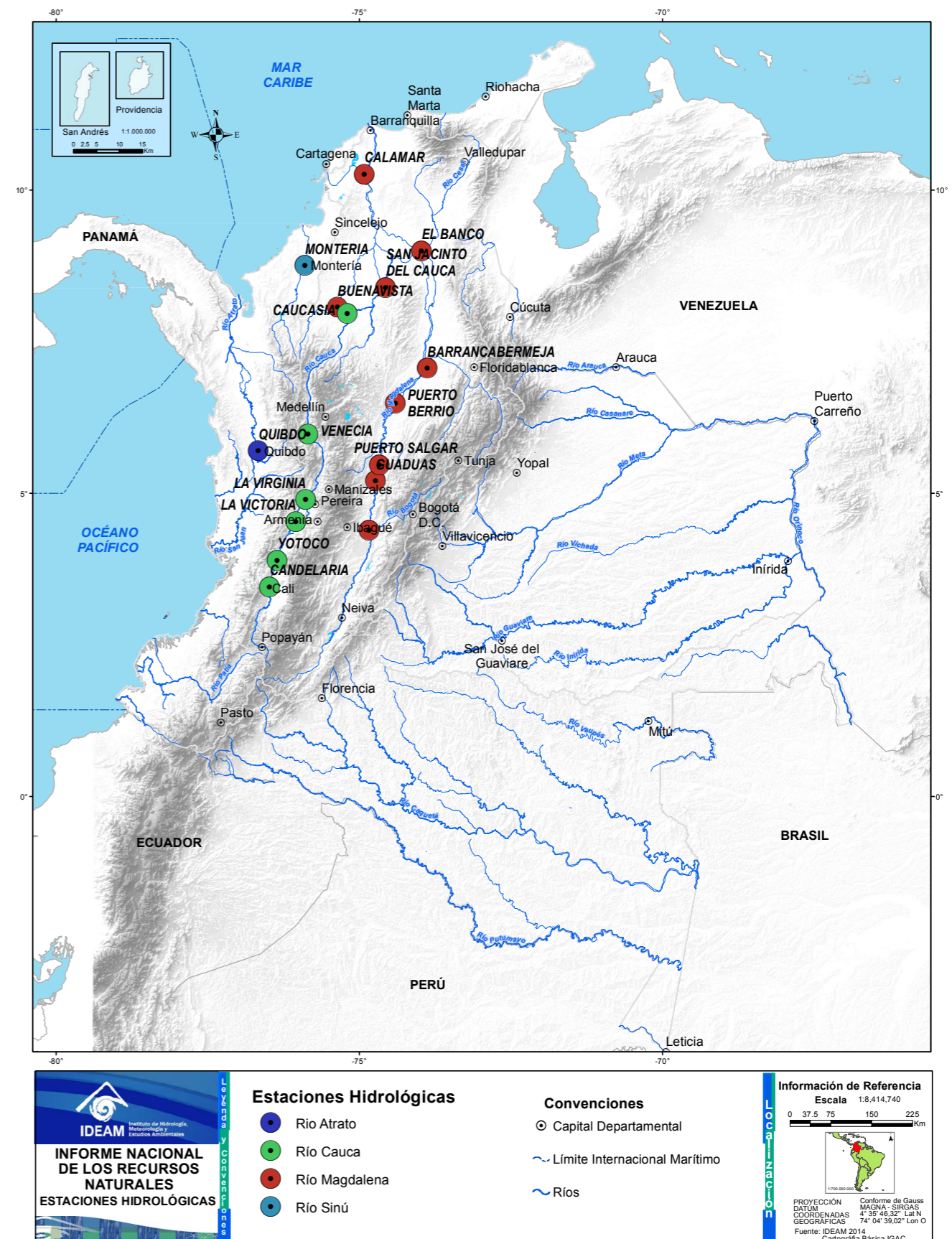
Los promedios mensuales multianuales de las series históricas de los niveles de los ríos representan las condiciones características normales, a partir de las cuales puede interpretarse el comportamiento a lo largo del tiempo. En este sentido, se definen

los umbrales o condiciones límites para niveles altos y niveles bajos. De esta manera, es posible realizar el análisis del comportamiento de un periodo de tiempo en relación con el comportamiento histórico de la serie analizada.

Con base en esta referencia, se analizan las variaciones en los valores de los niveles en el periodo 2015 y 2016 para los ríos Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato. Estas variaciones en este periodo de tiempo estuvieron influenciadas por eventos extremos (Fenómeno del Niño y Fenómeno de la Niña).

En este informe se presenta el comportamiento de los niveles de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú y Atrato durante el año 2016, referidas a las estaciones hidrológicas cuya localización se ilustra en el Mapa 2.

Mapa 2. Ubicación de las estaciones hidrológicas analizadas para los ríos Magdalena, Cauca, Atrato y Sinú (periodo 2015-2016)



Fuente: (IDEAM, 2017)

## Río Magdalena

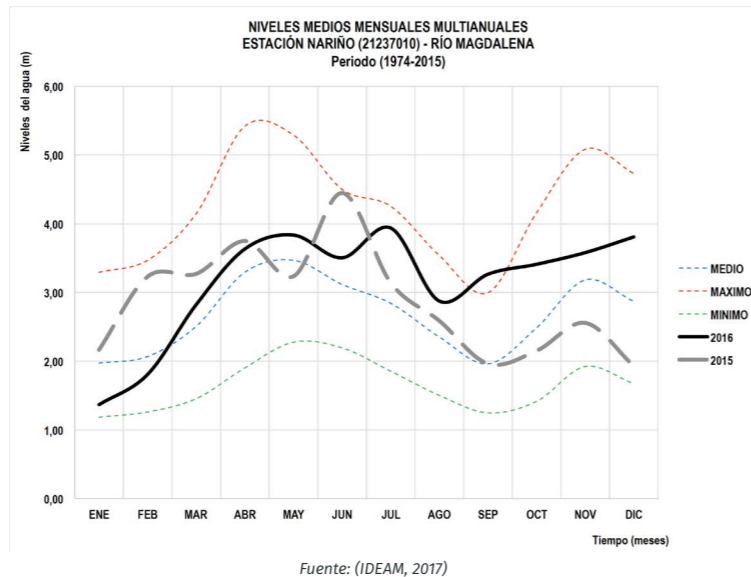
**A.** En la parte alta de la cuenca, a la altura del municipio de Nariño (Cundinamarca), el régimen del río Magdalena tiene habitualmente un régimen bimodal caracterizado por dos periodos de niveles altos y dos bajos (Gráfica 5). En el año 2016, a lo largo del primer semestre el comportamiento de los niveles estuvo influenciado por el Fenómeno del Niño y posteriormente en el segundo semestre hubo prevalencia del Fenómeno de la Niña. Esta dinámica climática se refleja en el comportamiento de los niveles que iniciaron con valores bajos y posteriormente a partir de marzo, luego de un aumento sostenido se mantuvieron por encima de los valores medios mensuales multianuales sin superar los promedios máximos históricos del periodo analizado (1974-2016).

Los niveles bajos al inicio del 2016 estuvieron condicionados por la reducción de las lluvias propias de esta época del año y por la fase cálida del ENSO en el año anterior, especialmente por el último trimestre del 2015 donde los niveles se mantuvieron por debajo de los promedios históricos. Situaciones similares se presentaron en los años 1987-1988, 1997-1998 y 2009-2010, donde los niveles al inicio del segundo año de cada periodo alcanzaron valores muy críticos, en algunos casos los más bajos registrados desde 1974 hasta la fecha.

A diferencia de los periodos citados anteriormente, la fase fría que inicia en el segundo semestre del 2016 termina al finalizar el año, mientras que en que los otros casos la fase fría se extiende hasta el año siguiente. Esta situación favoreció que los niveles en el 2016 lograran estar por encima de lo promedios sin llegar a valores críticos de desbordamiento.

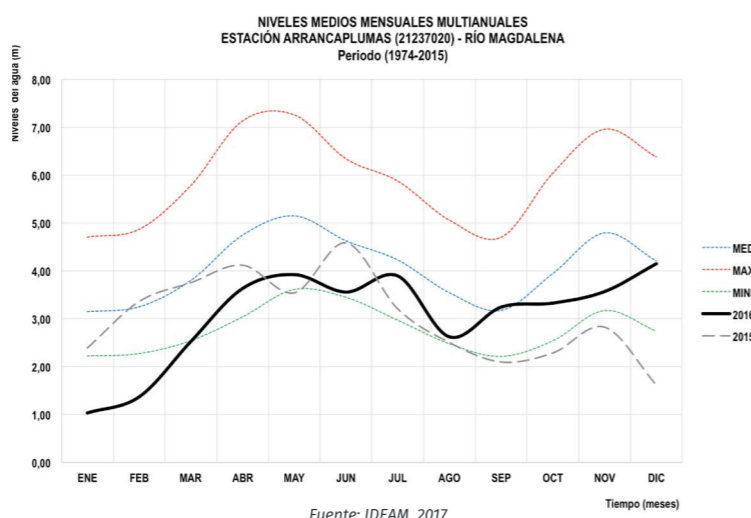
En el río Magdalena, en la estación arranca plumas a la altura de Puerto Bogotá, donde habitualmente se presentan dos periodos de niveles altos y dos de niveles bajos a lo largo del año, prevalecieron en el 2015 valores por debajo de los promedios históricos (Gráfica 6). La condición más crítica se registró en el último trimestre del año, cuando los niveles estuvieron por debajo de los promedios mínimos históricos. Esta situación se mantuvo durante el periodo enero - marzo de 2016, en el cual se presentaron los valores de nivel más bajos registrados desde 1974 hasta la fecha.

**Gráfica 5.** Comportamiento de niveles en la estación Nariño (Río Magdalena) y su relación con la serie histórica 1974-2015



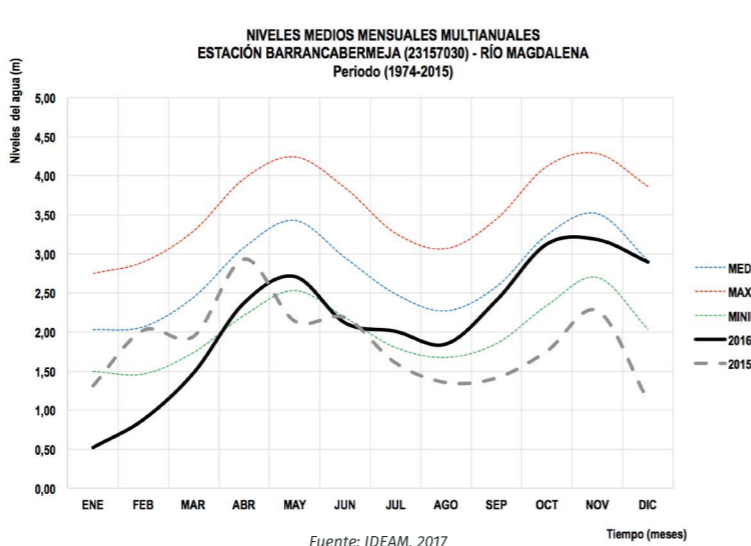
Fuente: IDEAM, 2017

**Gráfica 6.** Comportamiento de niveles en la estación Arranca Plumas (Río Magdalena) en el periodo 2015 y 2016 y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: IDEAM, 2017

**Gráfica 7.** Comportamiento de niveles en la estación Barrancabermeja (Río Magdalena) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: IDEAM, 2017

Los valores de niveles bajos registrados al inicio de 2016, en la cuenca alta del río Magdalena estuvieron condicionados por la reducción de las lluvias propias de esta época del año, acentuadas por la fase cálida del ENSO o Fenómeno del Niño que se presentó en el año anterior. La reducción de los niveles fue mayor en comparación a lo registrado en los periodos 1987-1988, 1997-1998 y 2009-2010.

La reducción de los niveles al inicio del 2016 fue tal que a pesar de presentarse una fase fría del ENSO en el segundo semestre, lo que favorece aumento de las precipitaciones en la cuenca, los niveles sólo lograron mantenerse por encima de los promedios mínimos, incluso en los periodos que regularmente son de niveles altos.

**B.** La cuenca media del Río Magdalena, en el sector comprendido entre Salgar (Cundinamarca) y Barrancabermeja (Santander), presenta habitualmente un régimen bimodal.

En el 2015 prevalecieron los valores por debajo de los promedios históricos en el segundo semestre. Esta situación se mantuvo durante el periodo enero a marzo de 2016, en el cual se presentaron los valores más bajos de nivel registrados desde 1974 hasta la fecha.

Durante el segundo semestre del 2016 se presentó la fase fría del ENSO, sin que los aportes de la precipitación fueran suficientes para superar los valores medios históricos a lo largo del año. De manera particular, durante el 2016 los niveles máximos se presentaron en el mes Diciembre, cuando habitualmente ocurren en el mes de noviembre.

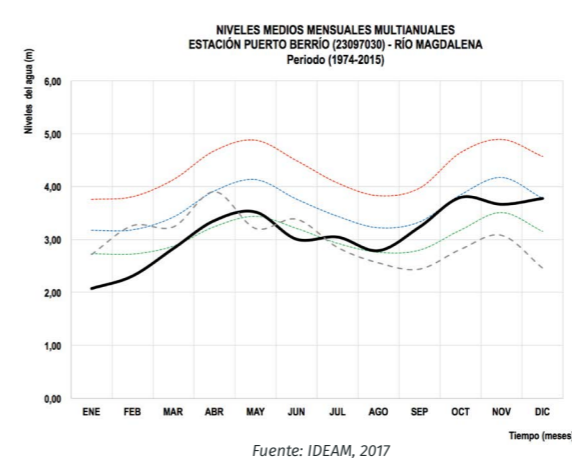
En términos generales, en la cuenca media del río Magdalena al inicio del 2016 los niveles estuvieron condicionados por la reducción de las lluvias propias de esta época del año, debido a la ocurrencia de la fase cálida del ENSO en el año anterior y la consecuente reducción de los aportes de la cuenca alta. Al comparar el comportamiento de estos niveles con los registrados en los periodos 1987-1988, 1997-1998 y 2009-2010 e (incluso en el año 1982-1983), que fueron precedidos por la fase cálida del ENSO, es claro que el año 2015 se caracterizó por mantener valores más bajos registrados desde 1974 hasta la actualidad.

**C.** En la cuenca baja del Río Magdalena, correspondiente al sector comprendido entre el municipio de El Banco (Magdalena) y Calamar (Bolívar), el régimen hidrológico es igualmente bimodal, con condiciones húmedas en el mes de noviembre y secas en el mes de febrero.

A la altura de El Banco (Magdalena), durante los meses de febrero a abril del 2015 los niveles estuvieron por encima de los niveles medios, luego los niveles descendieron significativamente manteniéndose por debajo o muy cerca de los promedios mínimos históricos, situación que continuó hasta agosto de 2016. Este descenso del nivel no es el más bajo registrado, pero hace parte de los ocho más significativos ocurridos en los últimos 42 años. A partir de agosto del 2016, el río inicia un ascenso paulatino del nivel a lo largo del segundo semestre del año alcanzando el máximo valor de 8.79m en el mes de diciembre, el cual superó los promedios máximos históricos y ocasionó afectaciones al superar la cota de afectación por el desbordamiento del río.

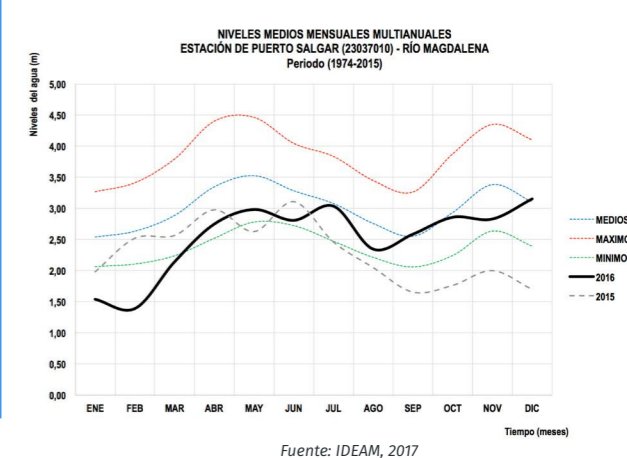
Aguas abajo, en vecindades del Municipio de Calamar (Bolívar), durante el 2015 prevalecieron los valores del nivel por debajo de los promedios históricos, e incluso a partir de mayo los niveles del río Magdalena se mantuvieron por debajo de los promedios mínimos históricos, situación que continuó hasta noviembre de 2016. El nivel mínimo alcanzado es uno de los menores registrados desde el año 1974.

**Gráfica 8.** Comportamiento de niveles en la estación Puerto Berrio (Río Magdalena) y su relación con la serie histórica 1974-2015



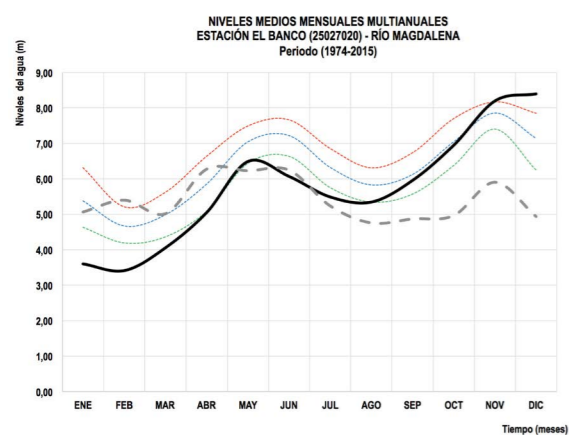
Fuente: IDEAM, 2017

**Gráfica 9.** Comportamiento de niveles en la estación Puerto Salgar (Río Magdalena) y su relación con la serie histórica 1974-2015



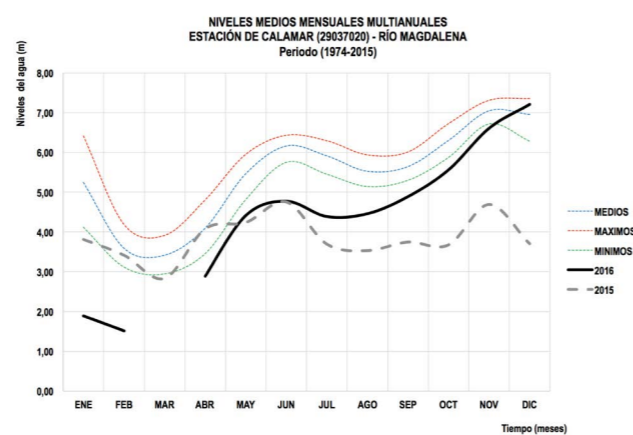
Fuente: IDEAM, 2017

**Gráfica 10.** Comportamiento de niveles en la estación El Banco (Río Magdalena) y su relación con la serie histórica 1974-2015



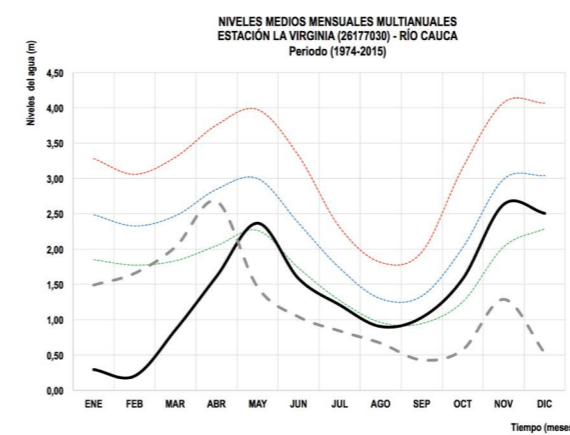
Fuente: IDEAM, 2017

**Gráfica 11.** Comportamiento de niveles en la estación Calamar (Río Magdalena) y su relación con la serie histórica 1974-2015



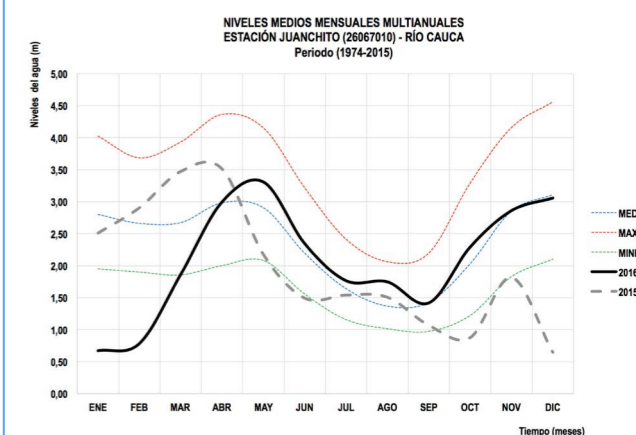
Fuente: IDEAM, 2017

**Gráfica 12.** Comportamiento de niveles en la estación La Virginia (Río Cauca) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: (IDEAM, 2017)

**Gráfica 13.** Comportamiento de niveles en la estación Juanchito (Río Cauca) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: (IDEAM, 2017)

## Río Cauca

**A)** En la parte alta de la cuenca, en el sector comprendido entre el municipio de Candelaria (Valle del Cauca) y La Virginia (Risaralda) el comportamiento de los niveles del río es bimodal, con niveles máximos en los meses de noviembre a diciembre y mínimos en los meses de agosto y septiembre.

En la estación ubicada en el municipio de Candelaria, prevalecieron valores del nivel por debajo de los promedios históricos. La condición más crítica se presentó en el último trimestre del año, en el cual los niveles estuvieron por debajo de promedios mínimos históricos. La recuperación de estos niveles se reconoció a partir de febrero de 2016. En mayo, luego del ascenso sostenido, se superan los valores medios históricos y esta condición se mantiene hasta diciembre de 2016. Un comportamiento similar se observa en la estación ubicada en el municipio de Virginia en Risaralda, aunque en esta estación no se alcanzaron los valores promedios mínimos históricos durante el 2015. Sólo a partir de febrero del 2016 el río inicia un ascenso paulatino, y en mayo del mismo año logra

alcanzar los valores medios mínimos históricos sin llegar a superar los valores promedio.

En la cuenca alta, en el sector comprendido entre el municipio de Candelaria y La Virginia, se registró un valor mínimo histórico en diciembre de 2015 cuando normalmente se espera que se presenten valores máximos del nivel. Esta situación junto con la reducción de la precipitación propia de los meses de enero y febrero, acentuaron el descenso del nivel en 2016 haciendo que el mínimo que normalmente ocurre en agosto se halla presentado en febrero. Los niveles bajos del río Cauca, en este sector, a finales del 2015 y al inicio del 2016 estuvieron también condicionados por a la fase cálida del ENSO en estos dos años. Al compararlo con lo ocurrido en los periodos 1987-1988, 1997-1998 y 2009-2010, se puede observar que durante el 2015-2016 los niveles mínimos alcanzados fueron similares a estos periodos y se encuentran entre los más bajos del registro.

**B)** En la parte media y baja de la cuenca, entre los municipios

de Venecia y Caucasia en el departamento de Antioquia, el comportamiento típico de los niveles del río es bimodal. A la altura de Venecia los valores máximos en el año habitualmente se presentan en el mes de noviembre y los más bajos en el mes de agosto. Por su parte, a la altura de Caucasia los máximos se presentan regularmente en el mes de diciembre y los mínimos en los meses de febrero y marzo.

A la altura del municipio de Venecia, en la estación Bolombolo, prevalecieron valores del nivel por debajo de los promedios históricos a partir de mayo de 2015 hasta junio de 2016, siendo la condición más crítica los meses de diciembre de 2015 a febrero de 2016 donde los niveles estuvieron por debajo de los promedios mínimos históricos. Sólo a partir de junio del 2016 los niveles superan los promedios históricos y se mantienen allí hasta diciembre de 2016.

Aguas abajo, a la altura del municipio de Caucasia, en la estación las Varas, en el año 2015 los niveles se mantuvieron oscilando entre los valores promedios y

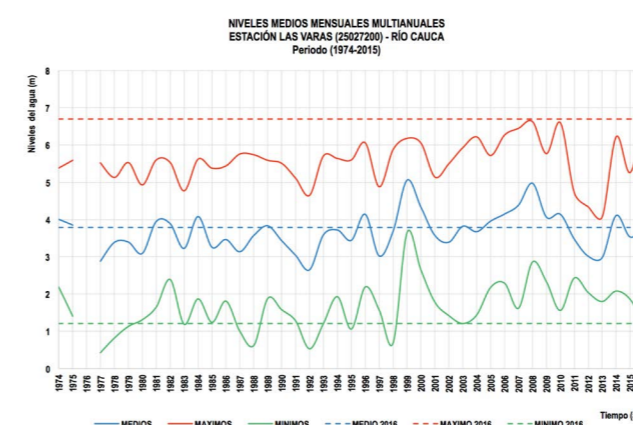
mínimos históricos. Al inicio del 2016 los niveles descienden por debajo de los promedios mínimos históricos y en febrero del mismo año los niveles inician su recuperación hasta alcanzar los niveles promedios en el mes de junio, los cuales son sobrepasados en octubre de 2016, cuando además se supera la cota de desbordamiento del río.

En la cuenca media y baja, en el sector comprendido entre el municipio de Venecia y Caucasia en el departamento de Antioquia, los niveles registrados no fueron tan bajos como en la cuenca alta, tanto en el 2015 como en el 2016. De tal formar que en el segundo semestre del 2016 los niveles en este sector sobrepasaron los medios e incluso superaron los promedios máximos.

Esta condición se observó también en el río Magdalena en la parte baja.

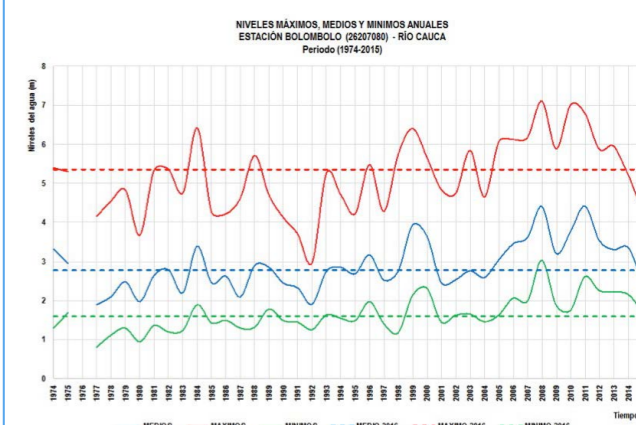
Esto permite considerar que la incidencia de la fase fría del ENSO en el 2016 fue mayor en la cuenca baja de los ríos Magdalena y Cauca, mientras que la fase cálida del 2015-2016 tuvo mayor incidencia en los niveles en la parte alta y media de estas cuencas.

**Gráfica 14.** Comportamiento de niveles en la estación Las Varas (Río Cauca) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: (IDEAM, 2017)

**Gráfica 15.** Comportamiento de niveles en la estación Bolombolo (Río Cauca) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: (IDEAM, 2017)

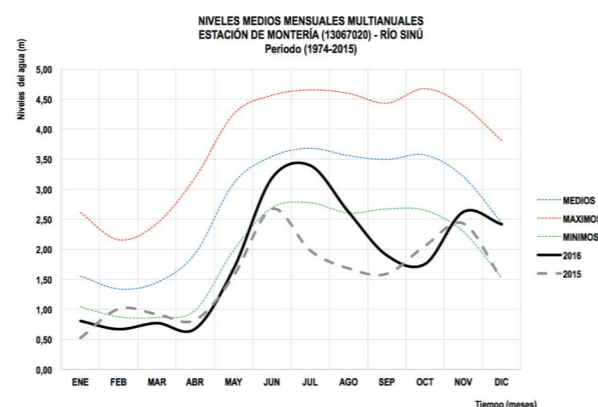
## Río Sinú

El río Sinú, en la ciudad de Montería (Córdoba), se caracteriza por un régimen monomodal en el cual los valores máximos se presentan en el mes de julio y los mínimos en el mes de febrero.

En el año 2015 prevalecieron los niveles por debajo de los promedios mínimos históricos, condición que persistió en el 2016. Solo en los meses de junio, julio, noviembre y diciembre de 2016 se superaron estos valores sin que se alcanzaran los valores medios mensuales multianuales.

A manera de síntesis puede colegirse que los niveles mínimos registrados en el 2015 corresponden a los más bajos en los últimos 42 años. Igual puede decirse de los valores promedio anual y el máximo anual registrados para los años 2015 y 2016.

**Gráfica 16.** Comportamiento de niveles en la estación Montería (Río Sinú) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: (IDEAM, 2017)

## Río Atrato

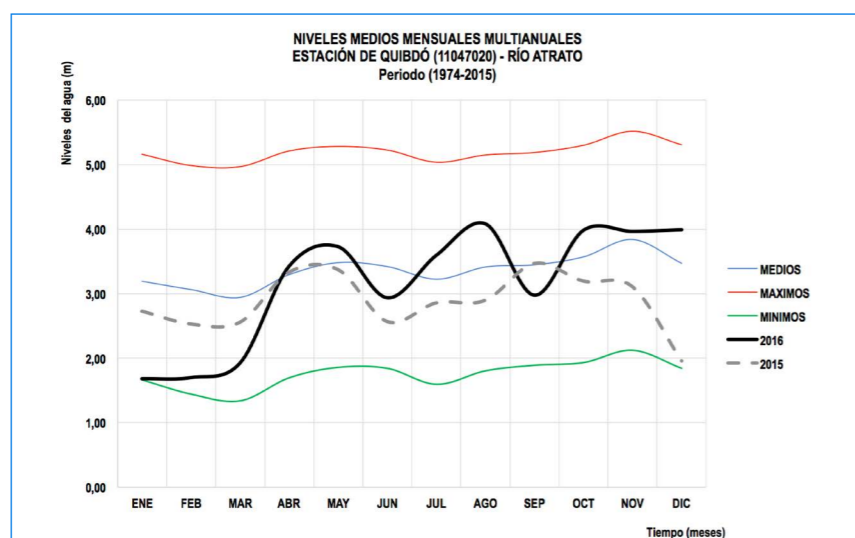
El río Atrato, a la altura del Quibdó en el departamento de Chocó, se caracteriza por presentar oscilaciones continuas del nivel, dentro de un régimen monomodal, donde los valores máximos en el año habitualmente se presentan en el mes de noviembre y los más bajos en el mes de marzo.

Durante enero a noviembre del 2015 los niveles se mantuvieron

ligeramente por debajo de los promedios históricos. De diciembre de 2015 a marzo de 2016 los niveles descendieron alcanzando valores ligeramente por encima de los promedios mínimos históricos. A partir de abril de 2016 los niveles comienzan a ascender manteniéndose el resto del año alrededor de los promedios históricos.

La fase cálida del ENSO en 2015 genera una ligera disminución de los niveles con respecto a los promedios históricos, mientras que durante la fase fría del ENSO en el segundo semestre del 2016 no se observan cambios significativos en el comportamiento de los niveles. Por otra parte, los niveles máximos y mínimos anuales están dentro de lo esperado de acuerdo a lo reportado desde 1974.

**Gráfica 17.** Comportamiento de niveles en la estación Quibdó (Río Atrato) y su relación con la serie histórica 1974-2015



Fuente: (IDEAM, 2017)

# CALIDAD DE AGUAS MARINO-COSTERAS

## CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES MARINAS Y COSTERAS ICAM<sub>PFF</sub>

**Paola Sofia Obando Madera,**  
Investigador Científico

**Lizbeth Janet Vivas-Aguas,**  
Jefe Línea Investigación

Programa Calidad Ambiental Marina – CAM

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR

La calidad de las aguas en las zonas marino-costeras de Colombia se encuentra influenciada por los procesos de interacción entre el mar y la tierra, siendo los tensores naturales y los antropogénicos (asociados con las fuentes terrestres y marinas de contaminación), los que alteran la calidad del recurso hídrico y ponen en riesgo la conservación de los ecosistemas asociados (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017) (Alonso, D., H. Barbosa,

M. Duque, I. Gil, M. Morales, S. Navarrete, M. Nieto, A. Ramírez, G. Sanclemente y J. Vásquez, 2015). El INVEMAR en el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia – REDCAM, desarrolló e implementó el índice de calidad de aguas marino-costeras para la preservación de flora y fauna (ICAMPFF), como una herramienta para interpretar y relacionar las variaciones y fluctuaciones de la calidad del agua superficial a una

escala nacional, regional y local. El ICAMPFF es un indicador de estado que integra la información de ocho variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termotolerantes) en una ecuación de promedio geométrico ponderado que permite interpretar las condiciones en una escala de valoración de cinco categorías definidas entre 0 y 100 (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras – ICAM.

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

Fuente: (Vivas-Aguas L. et al., 2011)



Con la información disponible de las estaciones REDCAM distribuidas en el Caribe y Pacífico colombiano, entre el 2001 al 2015 (Gráfica 18), se realizó un análisis de la evolución histórica de la calidad del agua marino-costera evaluada con el ICAMPFF que mostró una tendencia y variaciones interanuales marcadas, relacionadas a la dinámica espacio-temporal costera por el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos y a la ocurrencia de eventos climáticos como La Niña y El Niño.

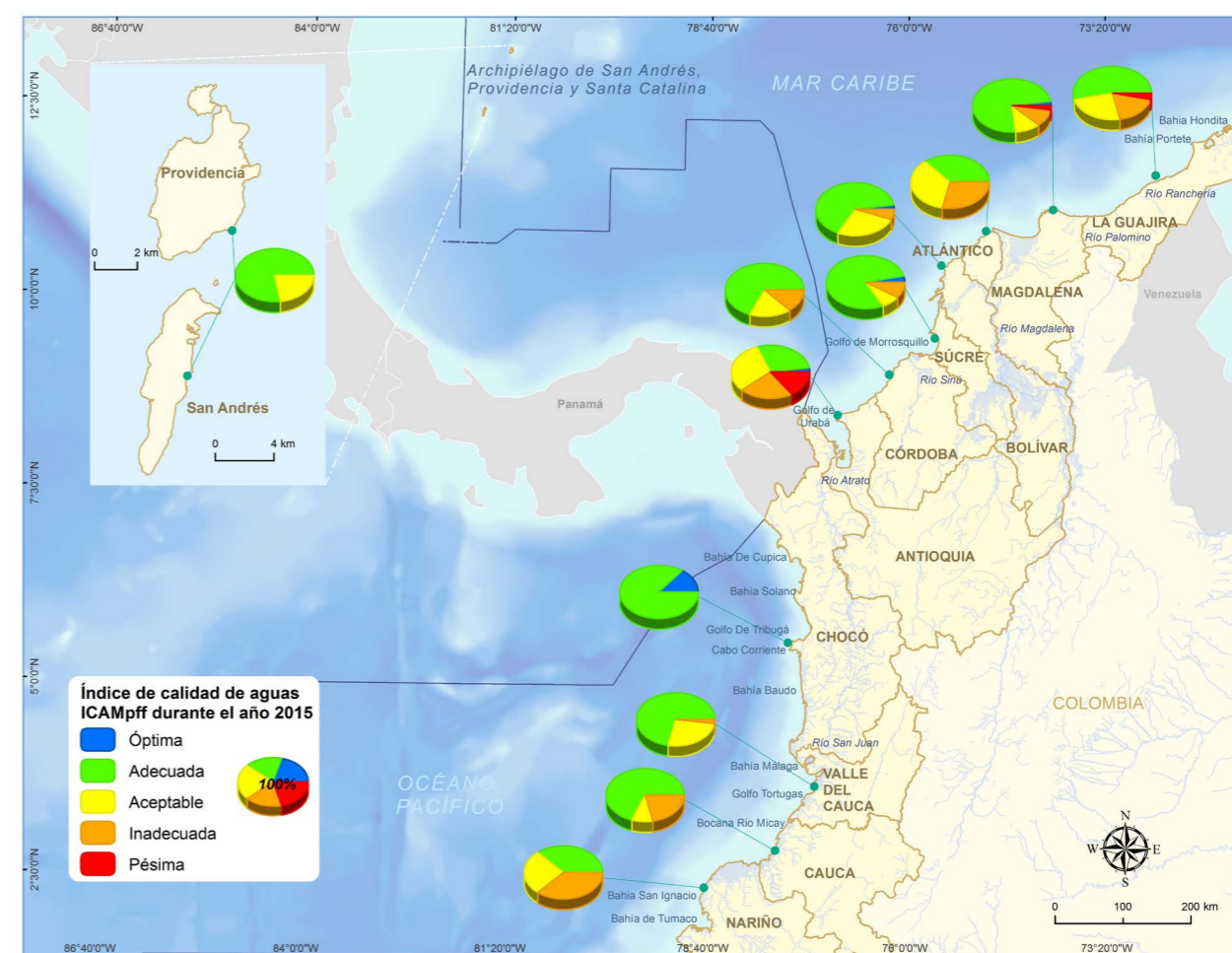
De manera general a partir del año 2006, se produjo un cambio en las condiciones, con un aumento hasta en el 7% de sitios de pésima calidad y la disminución de sitios con calidad adecuada y óptima, lo cual continuó entre 2007 y

2011 influenciado por las lluvias excesivas en el centro de la región Pacífico y norte de la región Caribe durante La Niña de intensidad fuerte años 2007-2008 y 2010-2011 (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014). Además a partir del año 2012 se inicia una intensificación de los periodos de sequía asociados a los eventos El Niño, marcando en 2014 un aumento hasta del 18 % de sitios con condiciones inadecuadas (Gráfica 18).

Para el año 2015 (Figura 1), las condiciones de calidad del agua estuvieron influenciadas por el periodo de sequía más fuerte de los últimos 35 años, por el evento El Niño que tuvo transición de moderado a fuerte (IDEAM - Instituto

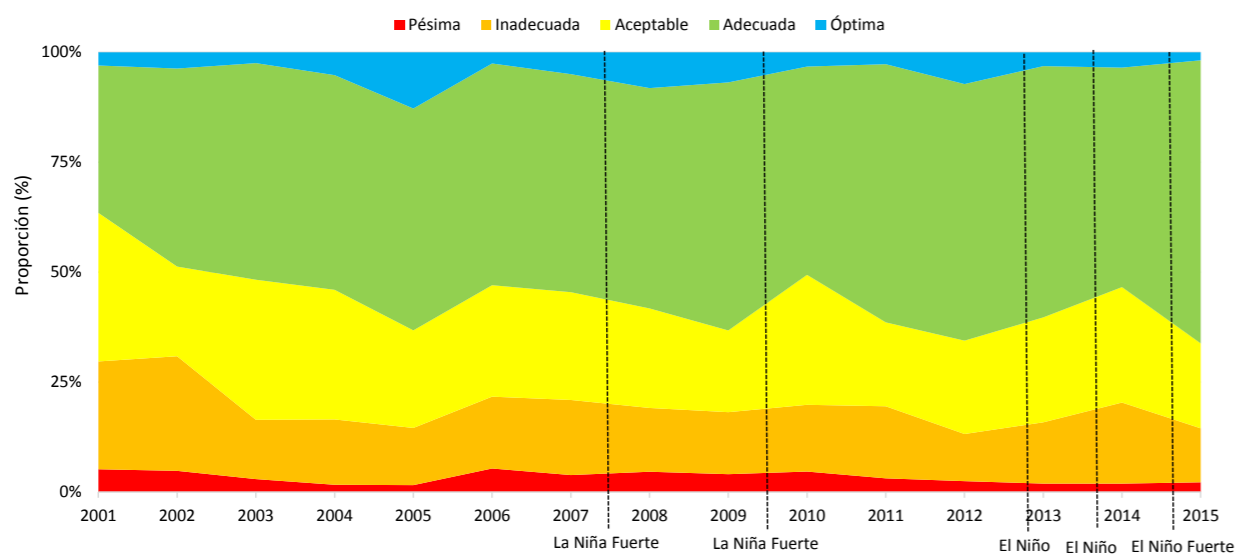
de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2016). En los departamentos de la costa Caribe la calidad del agua fluctuó entre óptima y pésima, en algunas estaciones de los departamentos de La Guajira, Magdalena y Antioquia. En los departamentos de la costa del Pacífico las condiciones estuvieron entre calidad óptima e inadecuada, en algunas estaciones en particular en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño. El descenso de la calidad del agua se debió a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto y las elevadas concentraciones de microorganismos de origen fecal, sólidos suspendidos totales, nitratos y ortofosfatos.

**Figura 1.** Estado de la calidad del agua marino-costera evaluada con el ICAMPFF en los departamentos costeros de las regiones Caribe y Pacífico colombianos, durante el año 2015



Fuente: (INVMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017)

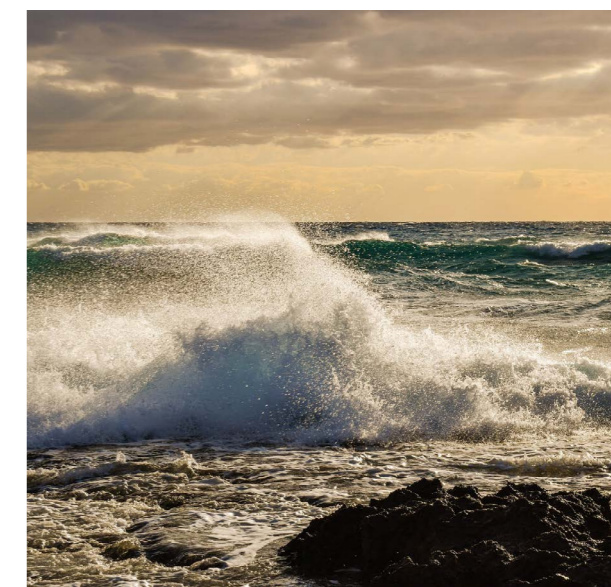
**Gráfica 18.** Evolución histórica de la calidad del agua marino-costera evaluada con el ICAMPFF en el periodo 2001 a 2015



Fuente: (INVMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017)

En particular en el año 2015, se presentó recurrencia de pésimas condiciones, haciendo evidente la falta de sistemas adecuados de manejo de residuos y tratamiento de aguas residuales y el crecimiento demográfico en las zonas costeras del país que generan altas concentraciones de microorganismos de origen fecal (coliformes termotolerantes), de nutrientes inorgánicos disueltos (nitratos), sólidos en suspensión y la disminución de la disponibilidad de oxígeno disuelto.

En síntesis, la calidad del agua superficial evaluada con el ICAMPFF mostró que las variaciones no solo están influenciadas por la presencia de los tensores de origen antropogénico, sino también la variabilidad climática que es más evidente en los eventos El Niño y La Niña.



# CALIDAD DEL AGUA DE LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA – CGSM<sup>2,3</sup>

**Mónica Rocío Bayona Arenas,**  
Jefe Línea Investigación,  
**Luisa Fernanda Espinosa Díaz,**  
Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina – CAM  
Programa Calidad Ambiental Marina – CAM  
Programa Calidad Ambiental Marina – CAM  
**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR**

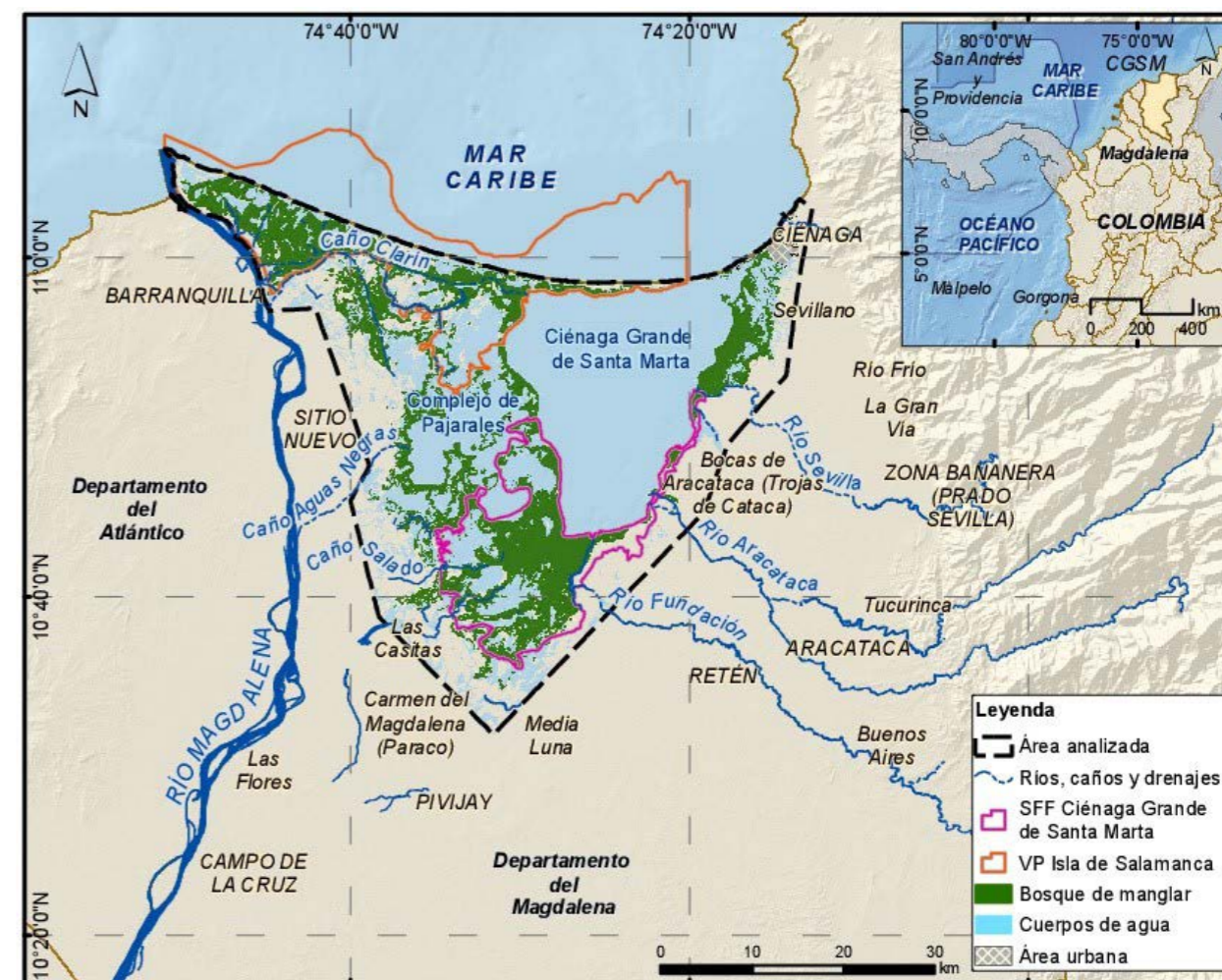
La Ciénaga Grande de Santa Marta – CGSM, localizada en el departamento del Magdalena, norte de Colombia (Figura 2), es uno de los sistemas estuarinos más importantes del país, presta una variedad de servicios ecosistémicos que brindan bienestar a las poblaciones aledañas como seguridad alimentaria, regulación de flujos hídricos e inundaciones y es un sumidero de carbono que genera beneficios a escala nacional y mundial (De la Peña A., C. Rojas y M. De la Peña., 2010). Sin embargo y debido a diversos factores antrópicos como la construcción de obras viales, el asentamiento de poblaciones alrededor y dentro del complejo lagunar que no tienen una adecuada disposición de residuos sólidos y vertimientos líquidos así como la presencia de actividades agropecuarias que vierten sus aguas a los ríos afluentes de la CGSM, entre otros, la calidad ambiental del ecosistema ha disminuido a lo largo del tiempo, generando impactos sobre la flora y fauna acuática y eventualmente afectaciones sobre la prestación de esos bienes y servicios ecosistémicos (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2015) (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas

y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2015) (Ibarra-Gutiérrez, K.P., T.L.Córdoba-Mesa, E. Arteaga-Sogamoso, A.J. Contreras-Guerrero y Nieto-Gil, 2016) (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017). Con el propósito de mejorar las condiciones ambientales de la CGSM, en 1993 se inició el proyecto “Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta (PRO-CIENAGA)”, que tuvo como propósito restablecer el régimen hídrico en algunas áreas de la CGSM para contribuir a la regeneración natural del bosque de manglar, el mejoramiento de la calidad del agua y la recuperación de los recursos pesqueros. Desde el año 1993, el INVEMAR con el apoyo de la Corporación Autónoma del departamento del Magdalena – CORPAMAG y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente, viene haciendo un seguimiento ambiental para evaluar el comportamiento del complejo lagunar frente a las intervenciones ejecutadas para su recuperación.

En los años 2015 y 2016 se realizaron diferentes estudios para evaluar la calidad del agua y los sedimentos y determinar contenidos de contaminantes en

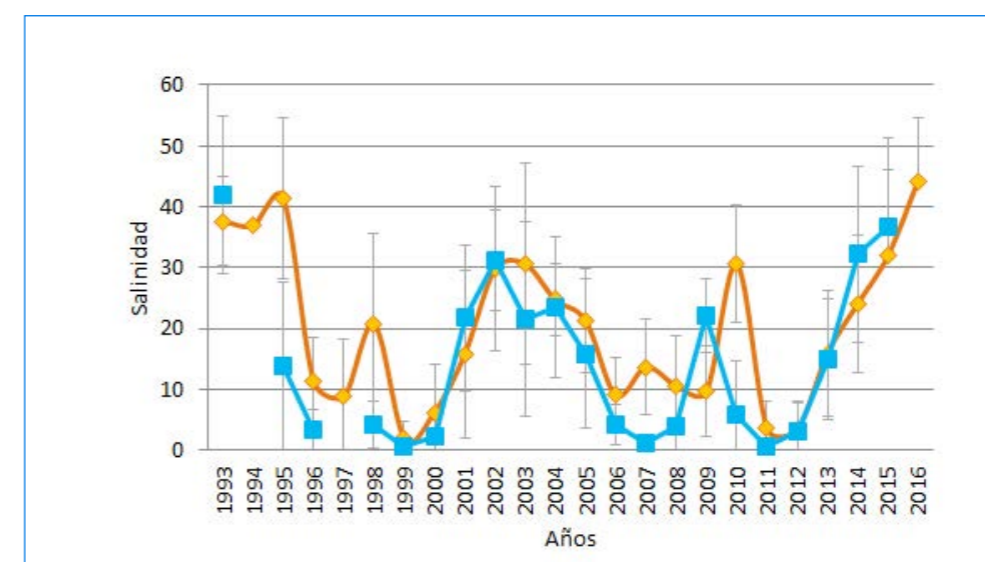
organismos (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017) (Arbeláez, N., C. Bernal, C. García y L. Espinosa., 2016) (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017). Los estudios mostraron un marcado deterioro de la calidad de sus aguas desde el segundo semestre de 2015, debido a la incorporación excesiva de nutrientes por los vertimientos provenientes de las comunidades asentadas y los tributarios procedentes de la Sierra Nevada de Santa Marta; el aumento drástico de la salinidad en varias zonas de la CGSM, especialmente el complejo de Pajarales, propiciado por altas temperaturas y disminución de entradas de agua dulce debido al Fenómeno de El Niño (Gráfica 19); y una baja diversidad del fitoplancton evidenciada en altas densidades de organismos pertenecientes a un solo grupo de microalgas (cianobacterias, género *Synechocystis*) (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017) (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017).

Figura 2. Sistema deltaico lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta



Fuente: (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2015)

Gráfica 19 Valores históricos (1993-2016) de salinidad del agua superficial en el complejo de Pajarales-CGSM. Las líneas naranjas representan la época seca y las líneas azules la época lluviosa. Las líneas verticales corresponden a la desviación estándar



Fuente: (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017).

<sup>2</sup> Disponible desde internet en: <http://www.invemar.org.co/-/resultados-preliminares-del-monitoreo-a-la-cienaga-grande-santa-marta>  
<sup>3</sup> Informes del Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta desde el año 2003 al 2016: <http://www.invemar.org.co/inf-cgsm>



El aumento de la concentración de nutrientes y las altas densidades del fitoplancton afectan las concentraciones de oxígeno en la columna de agua, generando aumentos en el día y disminuyendo las concentraciones, llegando a condiciones de hipoxia que son desfavorables para la biota acuática; debido al consumo excesivo por respiración del fitoplancton y por la degradación de materia orgánica en horas de la noche (Arbeláez, N., C. Bernal, C. García y L. Espinosa., 2016). Estos eventos de hipoxia han generado impactos severos sobre la fauna acuática en la CGSM, causantes de mortandades masivas de peces durante el año 2016. La evaluación realizada por INVEMAR (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017), permitió concluir que en la CGSM hay zonas que presentan mayor vulnerabilidad a estos eventos,

como lo son las ciénagas del sur Las Piedras, Conchal y Alfandoque, las cuales tienen menor entrada de agua dulce y menor circulación de agua.

En las áreas cercanas a entradas de ríos y caños (Aracataca, Aguas Negras) y asentamientos humanos (Isla del Rosario, Buenavista y Nueva Venecia) durante todo el año, se registraron condiciones de mala calidad sanitaria que generan riesgo para las poblaciones humanas, ligada al contacto permanente con el recurso hídrico y al consumo de recursos pesqueros provenientes de este sistema (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017).

La evaluación de metales pesados en agua y sedimentos mostró que estos contaminantes no representan un riesgo para la biota acuática, por encontrarse en niveles muy por

debajo de los valores de referencia propuestos por la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos NOAA (por sus siglas en inglés) (Buchman, M.F., 2008). No obstante, se identifica al río Magdalena como el principal aportante de metales, ya que las zonas más cercanas a este presentan los niveles más altos (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017).

Como recomendaciones generales al estado de la CGSM se propone la implementación de medidas de saneamiento básico en los municipios colindantes con la CGSM, como un paso hacia la recuperación de la calidad del agua y la reducción del riesgo de salud pública por la presencia de bacterias patógenas, así como la articulación de diferentes instrumentos de gestión para mejorar la calidad ambiental de la CGSM.

## CALIDAD DE AGUAS EN PLAYAS TURÍSTICAS

**Max Francisco Martínez Campo**

Investigador Científico

Programa Calidad Ambiental Marina – CAM

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR

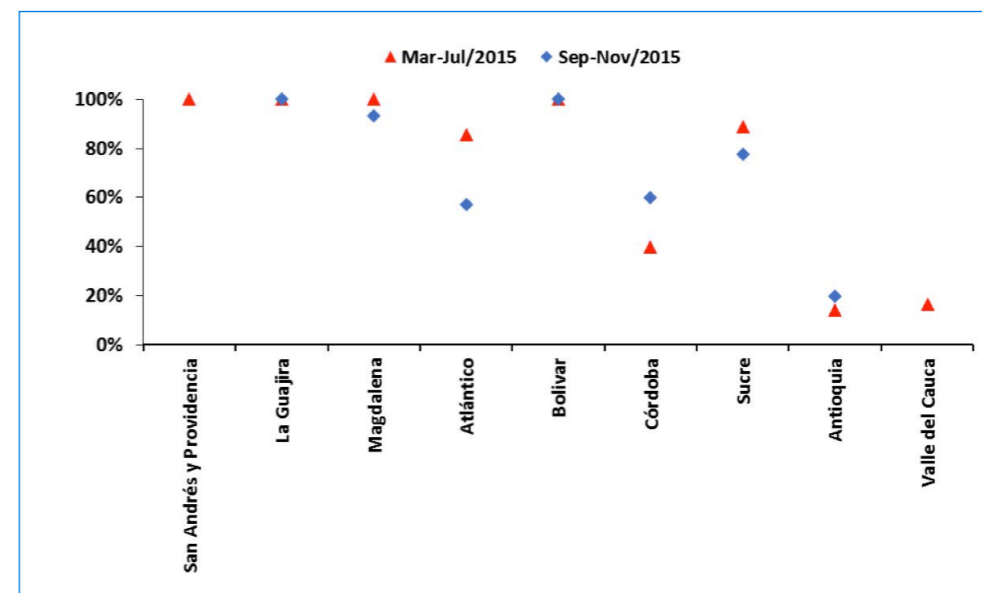
En el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia –REDCAM, el INVEMAR en conjunto con las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en zonas costeras, vienen evaluando la calidad microbiológica de playas para uso recreativo, por medio de indicadores de contaminación fecal, como los Coliformes termotolerantes - CTE, comparando con los criterios

de calidad establecidos en la legislación colombiana, en la cual valores menores de 200 NMP/100 mL se consideran aptos para uso por contacto primario como natación y buceo (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017).

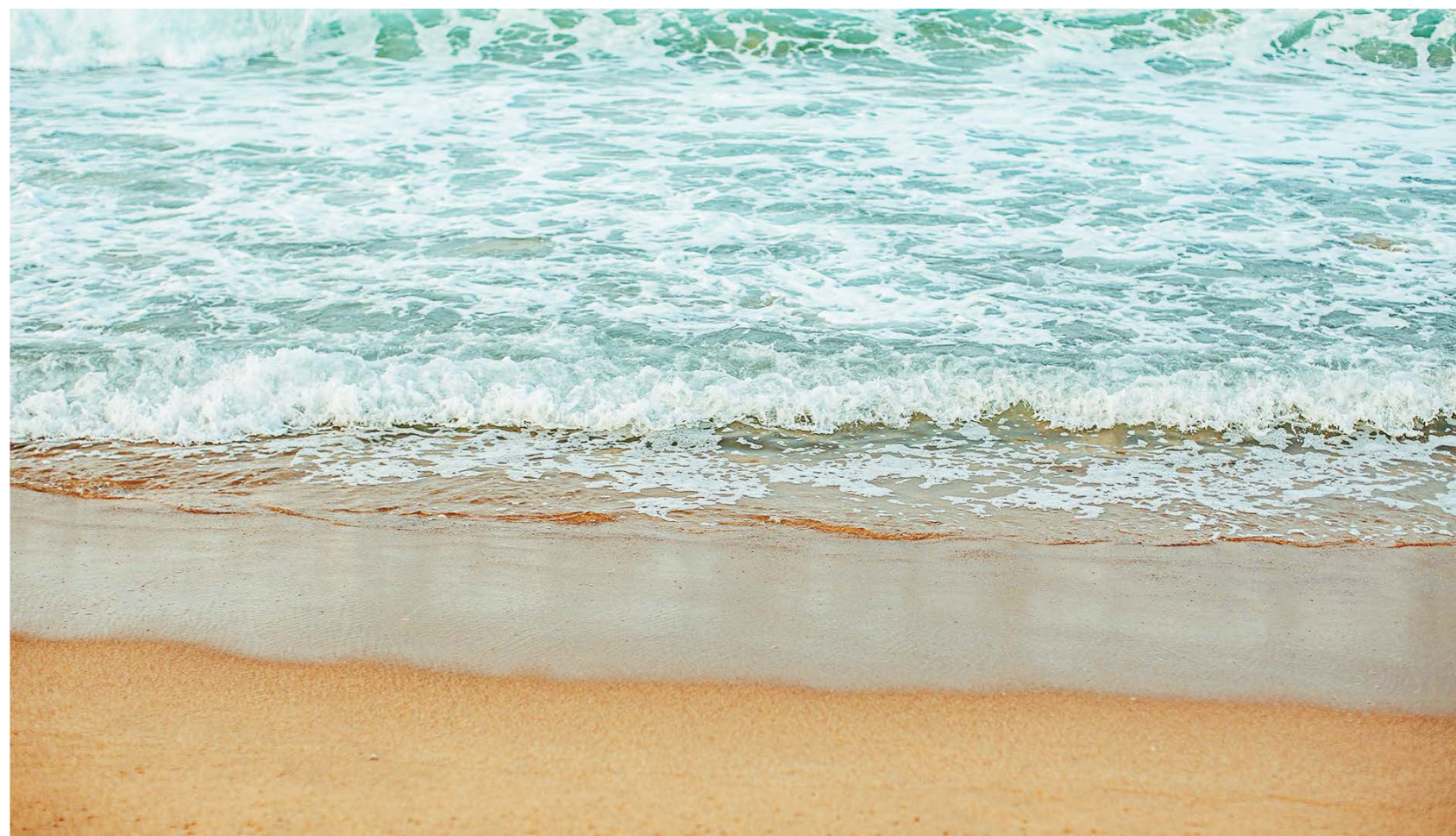
Durante el 2015, se evaluó la calidad microbiológica de las aguas superficiales de 70 playas. El análisis de la información mostró, que más del 90% de las playas de San Andrés, La Guajira, Magdalena

y Bolívar, fueron aptas para su uso durante los dos muestreos; mientras que en las playas de Antioquia y Valle del Cauca, solamente el 20% de las playas fueron aptas uso. En general se presentaron mejores condiciones en los muestreos realizados entre marzo y julio, correspondiente a época de bajas lluvias en el Caribe, lo cual indica que la calidad de estas playas se ve influenciada en cierta medida por la época climática disminuyendo la calidad en temporada de lluvias (Gráfica 20).

**Gráfica 20** Proporción de playas aptas para uso recreativo por contacto primario según el criterio de calidad para Coliformes termotolerantes (<200 NMP/100 ml) para los muestreos entre marzo y julio (rojo) y septiembre y noviembre (azul) del 2015.



Fuente: (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017)



# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y ECOLÓGICA DE CUERPOS DE AGUA INTERVENIDOS CON MINERÍA A CIELO ABIERTO EN EL CHOCÓ

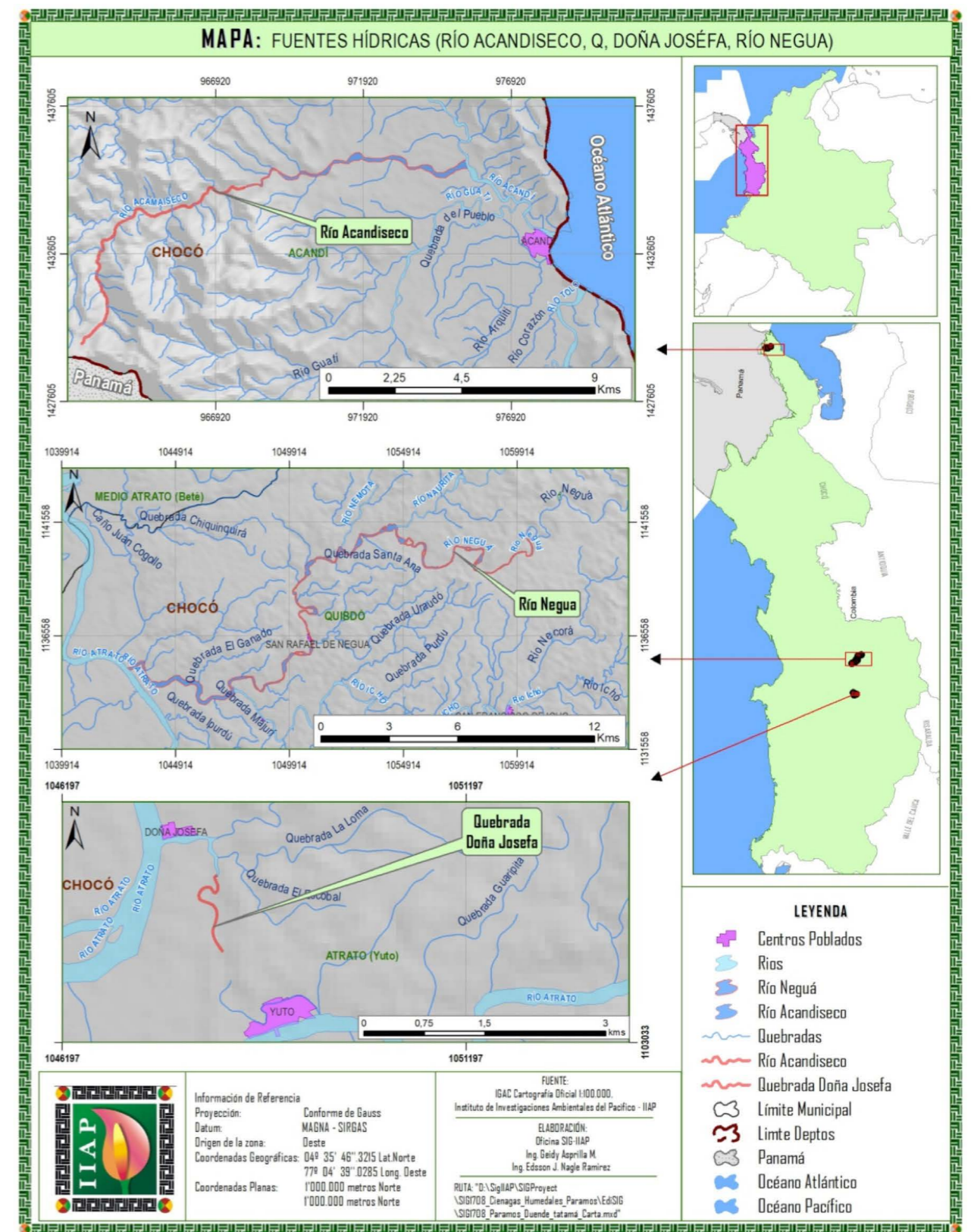
Consejo Comunitario COCOMASECO en Acandí, Chocó  
 Consejo Comunitario Local de Neguá, municipio de Quibdó  
 Consejo Comunitario Local de Doña Josefa en municipio de Atrato  
**Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)**

La minería mecanizada en el Chocó ha afectado la calidad físicoquímica y biológica de las fuentes hídricas debido al vertimiento de contaminantes orgánicos e inorgánicos, donde predominan los sedimentos. El nivel de afectación de los cuerpos de agua depende de la temporalidad, frecuencia e intensidad de la intervención, así como de las características hidrológicas de cada fuente. Aunado a ello la ilegalidad en la que se desarrolla esta actividad en algunos casos, la inexistencia de gestión ambiental durante el proceso, la deforestación de grandes áreas de bosque, la eliminación de la vegetación de ribera, la desviación del cauce y el cambio de la conformación del mismo, tienen un efecto tanto en la calidad físicoquímica como ecológica del agua, ya que se ven afectadas las especies acuáticas y aquellas que se desarrollan en los ecosistemas boscosos asociados a las fuentes hídricas. Es así que las zonas de estudios, ríos Acandiseco (Acandí), Neguá (Quibdó) y la quebrada Doña Josefa (Atrato), se ven impactados. (Mapa 3)

El análisis físicoquímico y ecológico en los ríos Acandiseco, Neguá, y la quebrada Doña Josefa en el Chocó, muestran indicios de contaminación por minería, lo que puede afectar la oferta de bienes y servicios ambientales de estas fuentes hídricas<sup>4</sup>.



**Mapa 3.** Ubicación de fuentes hídricas afectadas por actividad minera, quebrada Doña Josefa (municipio de Atrato), río Acandiseco (municipio de Acandí), río Neguá (municipio de Quibdó) (IIAP)



Fuente: (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neuman – IIAP, 2017)

4. Los datos empleados para el análisis de la información corresponden a una época de muestreo que puede no coincidir con la máxima intensidad de explotación minera en la zona y en ese sentido es posible que en otras temporadas puedan registrarse niveles más altos en las concentraciones de las variables utilizadas como indicadores de contaminación minera

Las variables que evidenciaron el disturbio minero en los ríos Acandiseco (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2015) (Figura 3 a y b), Neguá (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2016), y la quebrada Doña Josefa (Figura 4) (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2015) están relacionadas con la cantidad de material disuelto o suspendido en el agua, la turbiedad, la presencia de grasas y aceites, la riqueza de organismos indicadores como macroinvertebrados y las concentraciones de mercurio en tejido de peces. El río Neguá presentó

niveles de sólidos suspendidos hasta de 124,7 mg/l, turbiedad máxima de 49,33 FAU y 8,6 mg/l de grasas y aceites, así como concentraciones de mercurio en la totalidad de las especies ícticas muestreadas (6), con valores entre 0,165 mg/kg y 0,257 mg/kg, que aunque no sobre pasaron los límites para consumo (0,5 mg/kg), constituyen un factor de riesgo a la salud, dada la frecuencia de consumo de pescado en la zona. En Doña Josefa los sólidos suspendidos alcanzaron 37,6mg/l, las grasas 11,9 mg/l y la riqueza de macroinvertebrados 119 BMWP/ COL. El río Acandiseco presentó concentraciones altas de turbiedad (129,5 FAU) y grasas (30,33mg/l) y

una riqueza de macroinvertebrados de 104 BMWP/COL. Los indicadores fisicoquímicos y biológicos muestran que las tres fuentes hídricas presentan alteraciones que pueden estar relacionadas con el desarrollo de la minería, la cual genera vertimientos con altas cantidades de sedimentos y grasas provenientes del lavado del suelo y el uso de combustibles. Sin embargo, en los tres casos aún se presenta una calidad de agua aceptable para diferentes usos, favorecida por la época de muestreo, el caudal y la frecuencia de operación de los entables durante los muestreos (Gráfica 21).

**Figura 3.** Áreas afectadas por actividad minera en el río Acandiseco, municipio Acandí, Chocó.



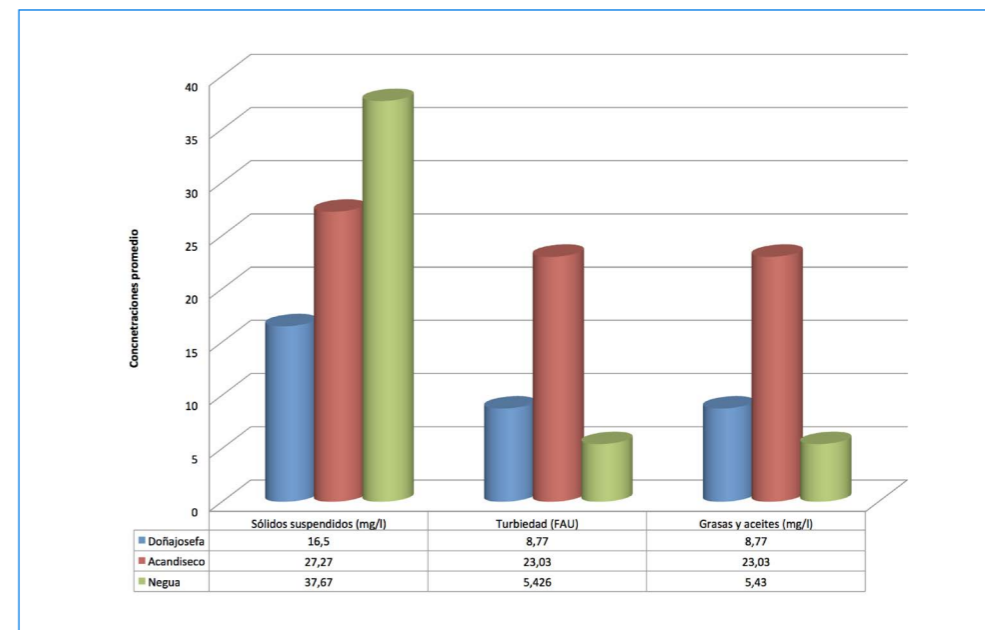
Fuente: (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neuman – IIAP, 2017)

**Figura 4.** La quebrada Doña Josefa en el municipio de Atrato, Chocó, evidencia niveles altos de turbiedad y sólidos suspendidos



Fuente: (IIAP, 2017)

**Gráfica 21.** Datos promedios de sólidos suspendidos, turbiedad, grasas y aceites en fuentes hídricas afectadas por minería en el Chocó.



Fuente: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neuman, IIAP, 2017

Finalmente es importante resaltar que la predominante ilegalidad de la actividad dificulta el control por parte de las autoridades ambientales, lo que ha favorecido el incremento de los impactos y efectos en el ambiente y la rápida colonización de minería en áreas incluso con alto grado de interés ecológico y sociocultural. (Cuadro 3).

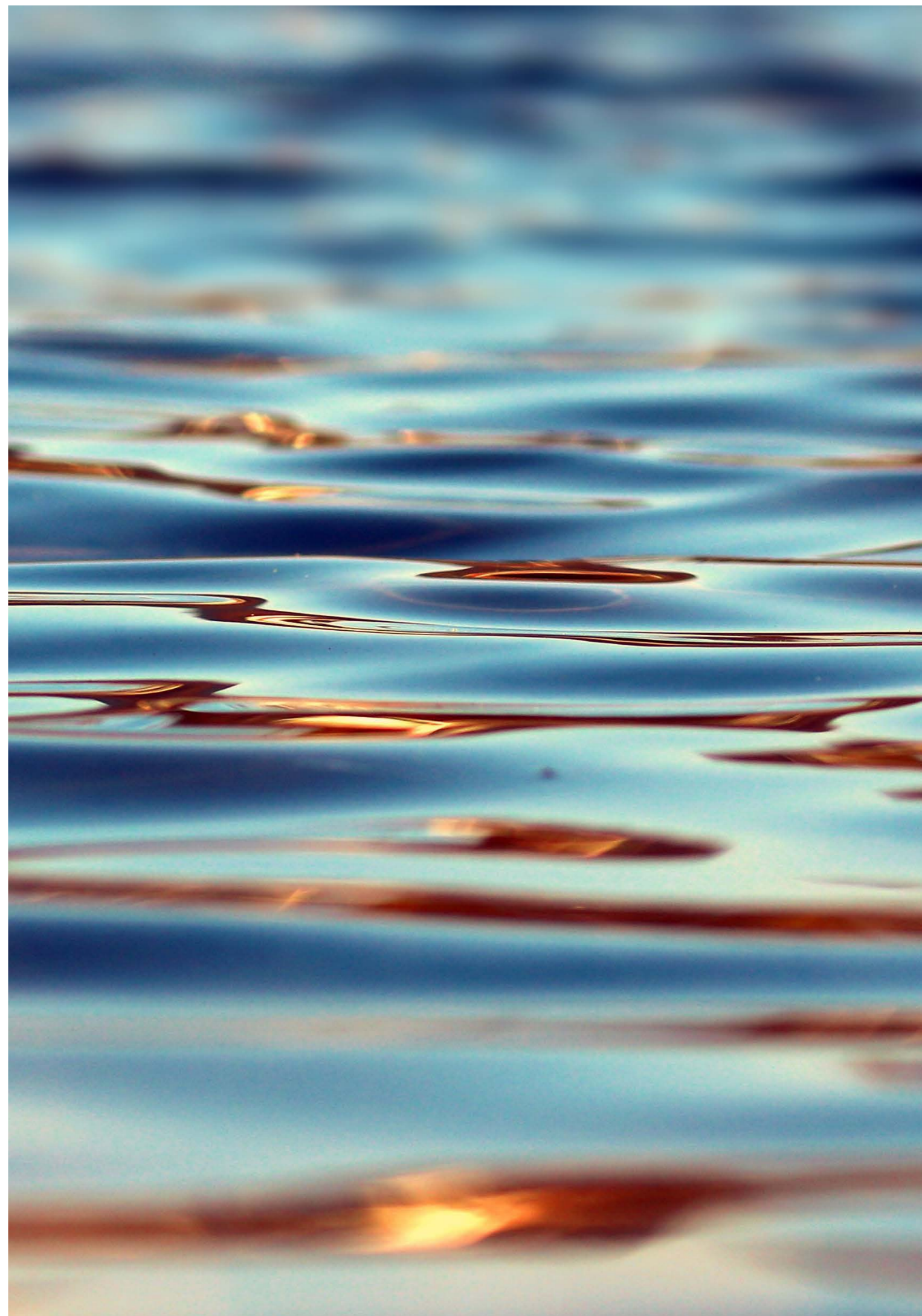
**Cuadro 3.** Resultados caracterización fisicoquímica y ecológica de fuentes hídricas afectadas por minería en el departamento del Chocó.

PARAMETROS	QUEBRADA DOÑA JOSEFA					
	Parte baja		Parte media		Parte alta	
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
pH	7.8	8.3	6.9	7.1	7.1	7.3
Temperatura (°C)	27.3	26.8	29.4	29.2	27.4	26.6
Conductividad (µs/cm)	34.33	33.07	29.57	27.74	10.47	12.95
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6.36	7.09	6.97	7.15	7.61	7.53
Turbiedad (FAU)	41	136.3	5.3	7	31	3
Sólidos Suspendidos (mg/l)	37.6	12.8	4.6	4	29	2.3
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	17.66	19.73	14.58	13.79	5.28	6.77
Nitritos (mg/l)	0.045	0.092	0.033	0.015	0.031	0.020
Nitratos (mg/l)	1	1.06	3.6	0.5	1	0.6
Fosfatos (mg/l)	0.43	1.95	0.47	0.66	1.02	0.97
Sólidos Totales (mg/l)	100	100	< 60	376.6	100	56.6
Grasas y aceites (mg/l)	3,8	4,9	11,8	10,3	11,9	9,9
DBO5 (mg/l)	4,1	<2	<2	2,02	2,8	<2
Coliformes Fecales (UFC/100 mg/l)	39043	68666	130000	58000	104000	42000

PARÁMETROS	RIO ACANDISECO				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
CAUDAL (m³/seg)	21,43	3,01	65,07	112,96	139,13
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	8,31	5,22	7,76	8,13	8
TEMPERATURA (°C)	27,2	29,2	28,8	28,6	28,3
pH	8	7	7,74	8,03	8
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	195,9	211,6	215,7	211,7	213,8
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	90,1	93,6	95,75	94,3	94,2
SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	0	128,5	6,5	1,33	0
TURBIEDAD (FAU)	0	129,5	8,5	0	0
NITRITO (mg/l)	0,018	0,035	0,051	0,018	0,006
NITRATO (mg/l)	1,26	< 0.03	0,75	1,13	0,56
FOSFATO (mg/l)	1,32	1,68	0,85	1,42	0,73
COLIFORMES TOTALES (UFC/100 ml)	1376,66	82700	665	1063,3	1063,33
COLIFORMES FECALES (UFC/100 ml)	916,66	47200	150	343,33	260
MERCURIO (µg/l)	1,16	9	1,1	4,7	0,83
CIANURO (mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND
GRASAS Y ACEITES (mg/l)	18,33	26,5	18,5	30,33	21,5

Resultados de variables fisicoquímicas medidas en el río Neguá y sus afluentes										
PARAMETROS	punto 1 100 mts desembocadura Neurita	Punto 2 Aguas abajo desemboca. boca Neurita	Punto 3 100 mts. boca de Nematá	Punto 4. río Neguá comunidad San Joaquín	Punto 5. boca de Concepción	Punto 6. quebrada Madre Vieja Punto de referencia	Punto 7. aguas abajo Quebrada Concepción	Punto 8. aguas abajo Quebrada Santa Rosa	Punto 9. desembocadura río Icho	Punto 10. aguas abajo río Icho
Turbiedad (FAU)	31	22.3	20.78	49.33	31.33	29	54.63	121	37	46.33
Sólidos susp. (mg/l)	25.7	22	61.33	35.33	30.33	25.33	54	124.7	35.33	37
pH (unidades)	6.3	6.2	6.5	6.4	6.33	6.27	6.5	6.83	6.37	6.37
Oxig. Dis. (mg/l)	6.7	7.3	6.4	6.9	5.8	3.9	5.9	6.1	6.3	6.0
Temp. Agua °C	25.3	24.6	25.3	24.7	25.1	24.8	24.8	24.6	25.1	25.4
Conductividad Elec (us/cm)	20.8	32.9	12.4	26.8	12.9	13.6	24.1	23.2	22.1	20.1
Nitritos (mg/l)	0.018	0.037	0.063	0.048	0.032	0.041	0.063	0.069	0.034	0.017
Nitratos (mg/l)	0.23	0.73	0.07	0.4	0.26	0.23	0.66	0.64	0.66	0.64
Fosfatos (mg/l)	2.47	1.65	1.037	0.59	1.06	1.06	0.073	0.99	0.32	1.23
Grasas y Aceites	3,4	4,8	3,9	4,2	5,06	3,2	6,1	4,5	8,6	10,5
Coliformes Fecales	2200	22.33	2000	733.33	900	533.33	500	433.33	633.33	266.67
NMP										
Alcalinidad CaCO <sub>3</sub>	11.37	10.73	7.33	10.4	9.1	6.0	10.73	9.30	8.67	8.63
Dureza CaCO <sub>3</sub>	12.5	16.47	15.17	13.13	15.8	14.5	19.07	15.83	18.47	14.49

Fuente: IIAP, 2017



# AIRE

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Cuando se piensa en por qué es importante monitorear la calidad del aire, vale la pena recordar que el oxígeno es un elemento vital para el correcto funcionamiento de los órganos de nuestro cuerpo y que el cerebro solo puede resistir cuatro minutos sin recibir oxígeno antes de empezar a fallar. Esto se traduce, en que sin importar qué tan contaminado se encuentre el aire que nos rodea, no podemos escoger en dónde respiramos, simplemente estamos sumergidos en este “océano”, asumiendo las consecuencias de su contaminación.

Sin embargo, desde el momento en que el hombre descubrió el fuego, ha seguido desarrollando actividades que generan sustancias que degradan la calidad de este recurso. El avance tecnológico e industrial desmedido, sin tener en cuenta los efectos sobre el ambiente, ha logrado que los efectos de la contaminación del aire en la salud sean cada vez más graves.

La contaminación del aire es una problemática mundial que afecta principalmente a quienes viven en los grandes centros urbanos, debido a que las actividades antropogénicas como las fuentes móviles (vehículos) y las fuentes fijas (industrias), son las que más aportan a este tipo de contaminación.

De acuerdo con las cifras publicadas recientemente por el Departamento Nacional de Planeación (DNP - Departamento Nacional de Planeación, 2017), dentro de los costos en salud asociados a la degradación ambiental en el país, la contaminación del aire urbano aportó el 75%, que

corresponde a \$15,4 billones de pesos, equivalentes al 1,93% del PIB del año 2015; esta cifra está asociada a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades.

Conscientes de la importancia de abordar esta problemática para mitigar sus efectos, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y las Autoridades Ambientales a nivel nacional, vienen realizando esfuerzos para mejorar e intensificar el monitoreo del recurso, así como para recopilar datos de calidad, que permitan contar con un panorama lo más aproximado posible a la realidad. En este sentido, el IDEAM dando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 651 de 2010, administra el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE, aplicativo vía internet que recopila los datos producidos por las estaciones de monitoreo con que cuentan las Autoridades Ambientales y empresas privadas que monitoreen de manera permanente el recurso cuyos datos, después de un proceso de validación, sirven para la elaboración del Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia.

En este sentido el país deberá avanzar rápidamente en la capacitación de recurso humano especializado, el fortalecimiento del monitoreo automático, el mejoramiento de la calidad de los datos, la elaboración de inventarios de emisiones y la modelación, para pasar de un monitoreo “reactivo” a uno “predictivo”, que permita generar alertas para preservar la salud y bienestar de la población.

# CALIDAD DE AIRE

Leonardo Alfredo Pineda Pardo,

Profesional Aire

Oscar Julián Guerrero Molina,

Profesional Aire

Ana María Hernández,

Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo

Subdirección de Estudios Ambientales

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

El contaminante de mayor importancia en Colombia a nivel local por sus potenciales efectos sobre la salud es el material particulado menor a 2.5 micras, el cual en varias estaciones de monitoreo presentó concentraciones dañinas para la salud.

En los últimos años la contaminación atmosférica se ha convertido en un lastre sanitario a nivel mundial, convirtiéndose en una de las principales causas de mortalidad por cáncer de pulmón (36%), enfermedad pulmonar obstructiva crónica – EPOC (35%), ictus (34%) y enfermedades cardíacas (27%). Según cifras de la Organización Mundial de la Salud – OMS, el 92 % de la población mundial a escala urbana y rural reside en zonas con niveles de contaminación atmosférica superiores a los recomendados y solamente 1 de cada 10 personas respiran aire seguro.

Aunque en muchas ocasiones el origen de la contaminación atmosférica se encuentra ligado a fuentes naturales (erosión, incendios forestales, actividad volcánica), es el desarrollo de las actividades antropogénicas el que viene introduciendo a la atmósfera diferentes sustancias, de diferente clase y composición, que exacerban los efectos en la salud de la población y degradan el ambiente.

En Colombia, según las cifras publicadas por el Departamento Nacional de Planeación - DNP, la contaminación atmosférica fue la causante de 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y

enfermedades durante el año 2015. Adicionalmente, durante los últimos años los costos ambientales asociados a la contaminación atmosférica en Colombia, se incrementaron pasando de 1,1% del PIB de 2009 (\$5,7 billones de pesos) a 1,59% del PIB de 2014 (\$12 billones de pesos) y del 1,93% del PIB en 2015 (\$15.4 billones de pesos), lo cual pone en evidencia los altos costos ocasionados por la contaminación.

Para realizar el seguimiento a este fenómeno, durante el año 2016, las Corporaciones Autónomas Regionales y las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos, operaron 159 estaciones de monitoreo, distribuidas en 23 Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire. La cobertura espacial del monitoreo abarcó 72 municipios y 19 departamentos, concentrándose especialmente en las áreas de jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la Secretaría Distrital de Ambiente y el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente de Santiago de Cali.

Las cifras obtenidas a partir de la información reportada en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRES en el año 2016, demostraron que los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire instalados en el país

realizaron mayoritariamente el seguimiento al material particulado menor a 10 micras – PM10, el cual fue evaluado por el 87,7% de las estaciones que operaron en el país durante 2016. El comportamiento anual de este contaminante en las principales ciudades del país, mostró excedencias al nivel máximo permisible (50 µg/m3) establecido por la Resolución 610 de 2010, en las estaciones de monitoreo localizadas en Bogotá (Carvajal – Sevillana, Kennedy, Puente Aranda, Suba y Tunal), en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Museo de Antioquía, Éxito San Antonio, Plaza de Mercado Caldas, Institución Universitaria ITM Robledo, Colegio El Rosario Itagüí, Colegio Concejo Itagüí) y en Santiago de Cali (Compartir y La Ermita), lo cual pone en evidencia la presencia de concentraciones moderadas con efectos potenciales a la salud de la población.

Por su parte, las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras – PM2.5, mostraron un mayor potencial de afectación para la

salud y el bienestar de la población alcanzando niveles dañinos a la salud para grupos sensibles (niños, adultos mayores y personas con antecedentes de enfermedades cardiovasculares y respiratorias), presentándose niveles que incumplen la normativa nacional en las estaciones localizadas en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Sur – Tráfico, Museo de Antioquía, Corporación Lasallista, Estación móvil UNAL 2, Casa de Justicia Itagüí, Tanques La TE y Colegio Concejo Itagüí) y de la Secretaría Distrital del Ambiente (Kennedy).

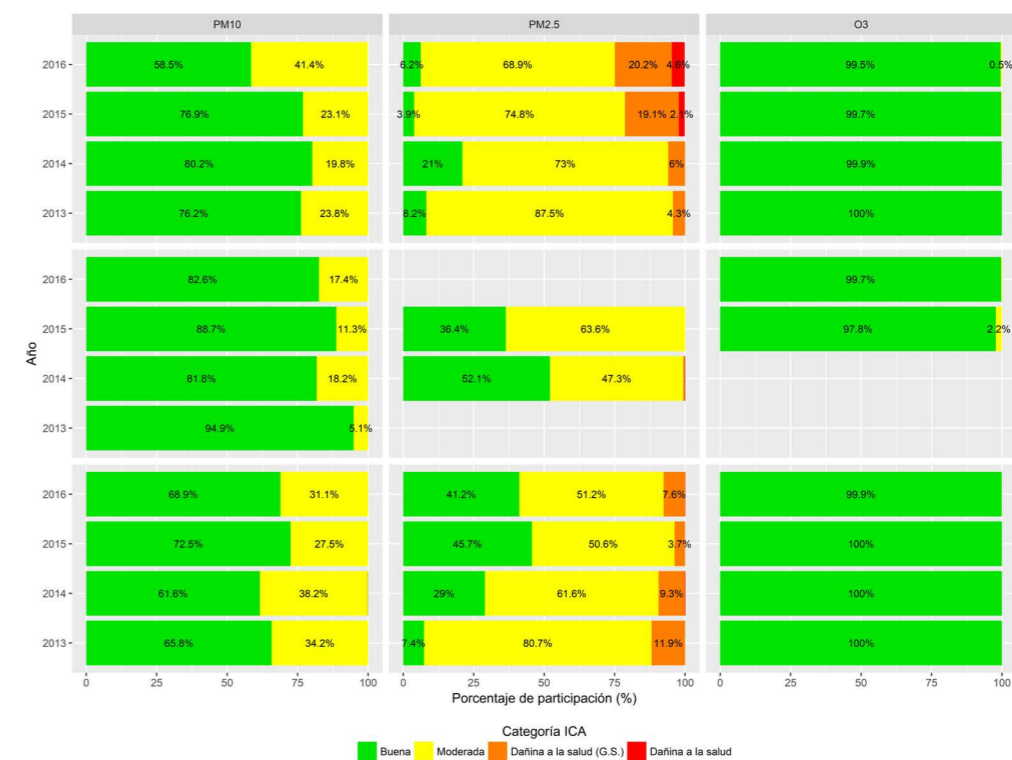
El ozono (O3) registró en varias estaciones de monitoreo más de 100 días de incumplimiento con respecto al nivel máximo permisible establecido para un periodo de exposición de 8 horas siendo las estaciones Colegio Concejo de Itagüí, Corporación Lasallista y Tanques La Ye del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad del Valle y Pance, del Departamento Administrativo de Gestión del Medio

Ambiente de Santiago de Cali, las que mayor afectación presentaron por este contaminante. Sin embargo, los niveles detectados contrastan con los valores obtenidos a partir del cálculo del índice de Calidad del Aire, los cuales se ubican en categoría buena.

Por su parte, los contaminantes Dióxido de Nitrógeno (NO2), Dióxido de Azufre (SO2) y Monóxido de Carbono (CO) no sobrepasaron los niveles máximos permisibles ubicándose en concentraciones que no ocasionan efectos adversos a la salud de la población.

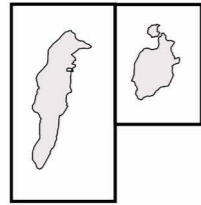
El comportamiento histórico de los contaminantes con mayor potencial de ocasionar afectación (PM10, PM2.5 y O3) según las categorías del Índice de Calidad del Aire, muestra que la calidad del aire se ha degradado por la presencia cada vez mayor de partículas en la atmósfera, incrementándose de este modo las proporciones de calidad del aire moderada, dañina para la salud de grupos sensibles y dañina para la salud.

Figura 5. Comportamiento agregado interanual del índice de calidad del aire (ICA) para las tres principales ciudades del país.

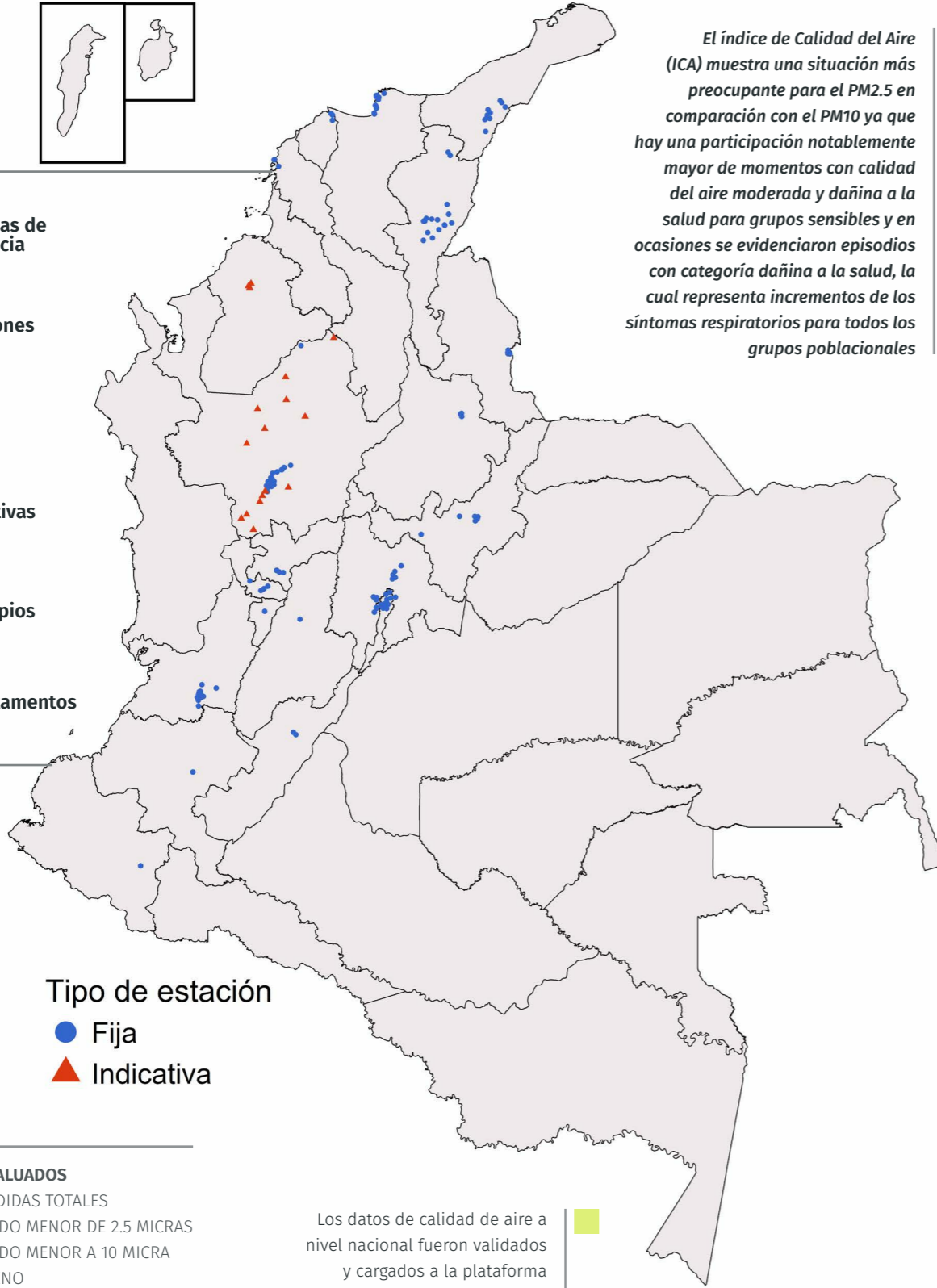


Fuente: (IDEAM, 2017)

Mapa 4. Estaciones de monitoreo



- 23 Sistemas de Vigilancia
- 159 Estaciones
- 142 Fijas
- 17 Indicativas
- 72 Municipios
- 18 Departamentos



Tipo de estación

- Fija
- ▲ Indicativa

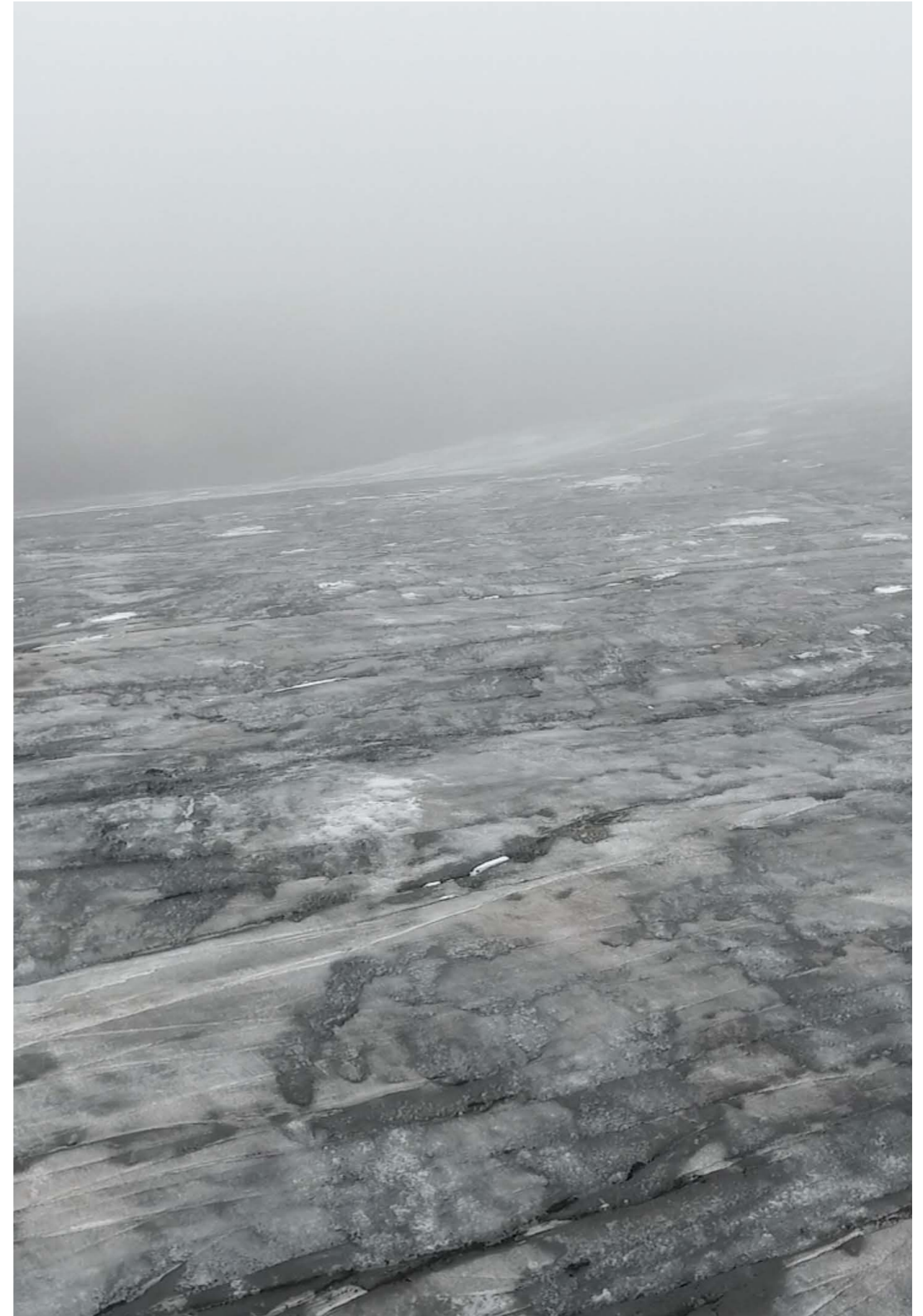
CONTAMINANTES EVALUADOS

- PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES
- MATERIAL PARTICULADO MENOR DE 2.5 MICRAS
- MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS
- DIOXIDO DE NITROGENO
- DIOXIDO DE AZUFRE
- MONOXIDO DE CARBONO
- OZONO

Los datos de calidad de aire a nivel nacional fueron validados y cargados a la plataforma SISAIRE por las autoridades ambientales de acuerdo con lo establecido en la Resolución 651 de 2010

(IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

El Índice de Calidad del Aire (ICA) muestra una situación más preocupante para el PM2.5 en comparación con el PM10 ya que hay una participación notablemente mayor de momentos con calidad del aire moderada y dañina a la salud para grupos sensibles y en ocasiones se evidenciaron episodios con categoría dañina a la salud, la cual representa incrementos de los síntomas respiratorios para todos los grupos poblacionales



# VARIABLES METEOROLOGICAS

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

La precipitación y la temperatura en Colombia, se miden rigurosamente desde 1969, cuando se organizó el Servicio Colombiano de Hidrología y Meteorología (SCHM), que reordenó y planificó el desarrollo de la red básica nacional, con el aval de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Desde entonces, y ajustándose a los cambios institucionales, el SCHM se transformó en el Instituto Colombiano de Adecuación de Tierras – HIMAT. En 1993 se crea el Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM; que actualmente mide estas variables, por medio de las estaciones meteorológicas ubicadas en todo el territorio nacional.

La base de datos consolidada hasta el año 2016, corresponde a los datos registrados en las 11 áreas operativas y 28 aeropuertos del país.

El aumento de estaciones meteorológicas ha venido creciendo paulatinamente desde 1998; incluyendo datos enviados por 70 estaciones automáticas que transmiten en tiempo real; y que se suman a las 703 estaciones convencionales que se encuentran ubicadas a lo largo del territorio colombiano. Este conjunto de estaciones no sólo pertenecen al IDEAM sino a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), la Corporación Autónoma regional del Quindío (CRQ) y el Instituto Distrital de Riesgo y Cambio Climático (IDIGER).

El monitoreo del cambio de la precipitación y la temperatura mensual se genera con base en el clima de referencia (Normal Climatológica 1981 – 2010). En este periodo se calculan los promedios mensuales de 30 años de las variables meteorológicas en cada una de las estaciones consideradas. Los valores de referencia son utilizados para comparar el dato de un mes particular para un año dado y determinar la alteración o cambio de una variable meteorológica frente a los registros históricos; con ello finalmente identificar condiciones por encima o debajo de la normal (referencia). Estos cambios se

conocen como anomalías; en el caso de la temperatura del aire, corresponde a la diferencia entre el valor mensual registrado y el promedio de 30 años para dicho mes; entre tanto, para el caso de la precipitación, se expresa como la razón entre el valor precipitado en un mes particular y el promedio de 30 años, multiplicado por 100. Lo anterior significa que, la anomalía para la temperatura del aire esta expresada en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), mientras que para la precipitación en porcentaje (%). Cabe anotar, que las anomalías de 2016 fueron comparadas con el último clima de referencia propuesto por la OMM.

Para definir el rango de normalidad de la temperatura, se tuvo en cuenta que la distribución estadística de los datos obedece a una distribución normal, mientras que para el caso de la precipitación a una distribución tipo gamma. Los resultados de los análisis establecieron, que el rango de normalidad para la temperatura media del aire se ubica entre  $-0.5^{\circ}\text{C}$  y  $+0.5^{\circ}\text{C}$ ; y en el caso de la precipitación entre 80% y 120%. Bajo este precepto, es posible identificar que si el valor de la anomalía de la temperatura es  $0^{\circ}\text{C}$  y de la precipitación es 100%, significa que para el mes particular, el valor registrado coincide con el valor climatológico establecido.

El IDEAM, tiene por función suministrar información y conocimiento ambiental a la comunidad colombiana para el avance hacia el desarrollo sostenible del país, presenta en este informe, la distribución espacio-temporal de las anomalías de la precipitación y la temperatura media del aire registradas durante el 2016, año en el cual, sus patrones climatológicos normales estuvieron alterados, como consecuencia de la presencia del fenómeno El Niño, catalogado como el más severo desde 1950 según diferentes centros de predicción climática internacional. En Colombia el 2016 registró anomalías de precipitación por debajo de lo normal (valores menores al 80%) y anomalías de temperatura por encima de lo normal (superiores a  $+0.5^{\circ}\text{C}$ ) especialmente en las regiones Caribe y Andina en la mayor parte del año.



# ANOMALÍAS DE TEMPERATURA MEDIA

Jeimmy Melo,  
Profesional

Jose Franklin Ruíz,  
Profesional

Subdirección de Meteorología

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

La temperatura es una expresión del grado de calor o frío de una sustancia. El principal agente impulsor de la temperatura de la tierra es la radiación solar. Por lo general, la temperatura del aire se mide con el termómetro de bulbo seco, que normalmente está graduado con la escala Celsius. La temperatura puede variar con el tiempo, la distancia horizontal, la orientación y la altitud. Las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo pueden deberse a cambios estacionales, cambios diurnos (del día a la noche) y al paso de los sistemas atmosféricos por una zona. En este informe en particular se presenta la variación mensual de la temperatura del aire expresada como anomalía.

Los cambios de temperatura en las distintas escalas temporales y espaciales son de suma importancia en muchas actividades socioeconómicas, por ejemplo: para monitorear olas de calor, en la infraestructura para la resistencia de materiales, en la aeronavegación para la operaciones de carga particularmente en despegue, en la actividad agrícola ya que algunos cultivos necesitan temperaturas óptimas para su desarrollo, en la calidad del aire porque define la dispersión de contaminantes y su variación espacial permite ubicar islas de calor en las ciudades, esta variable junto con la humedad

relativa y las texturas del suelo es clave para identificar amenaza por incendios forestales por condición meteorológica, en la salud para explicar y detectar eventos de dengue, malaria y presencia de otros vectores que puedan afectar poblaciones y asimismo influye en la presencia de enfermedades respiratorias y, hoy por hoy, es la variable más significativa desde el punto de vista meteorológico para evidenciar y monitorear el cambio climático.

Para el caso de la temperatura, la 'anomalía' corresponde a la diferencia de temperaturas entre la temperatura media registrada y la temperatura promedio multianual (normal climatológica), es decir, expresa "la diferencia entre el valor del elemento climático en un periodo de tiempo determinado - un mes, un trimestre o un año en particular -, con respecto al valor medio histórico o normal climatológica (un promedio establecido para un periodo de 30 años) de la variable climática correspondiente, durante el mismo lapso, en un lugar dado".<sup>6</sup> (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2005) Estas anomalías se expresan en valores negativos y positivos con respecto a la media. Que tanto se alejen los datos del valor medio hacia arriba o hacia abajo, nos señala el grado de alteración por exceso o por déficit, respectivamente como sigue:

Cuadro 4. Escala categorías anomalías Mensuales de Precipitación

Anomalías de la Temperatura (°C)			
Leyenda			
	-5.0 a -2.0		0.5 a 1.0
	-2.0 a -1.5		1.0 a 1.5
	-1.5 a -1.0		1.5 a 2.0
	-1.0 a -0.5		2.0 a 5.0
	-0.5 a 0.5		

Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2005)

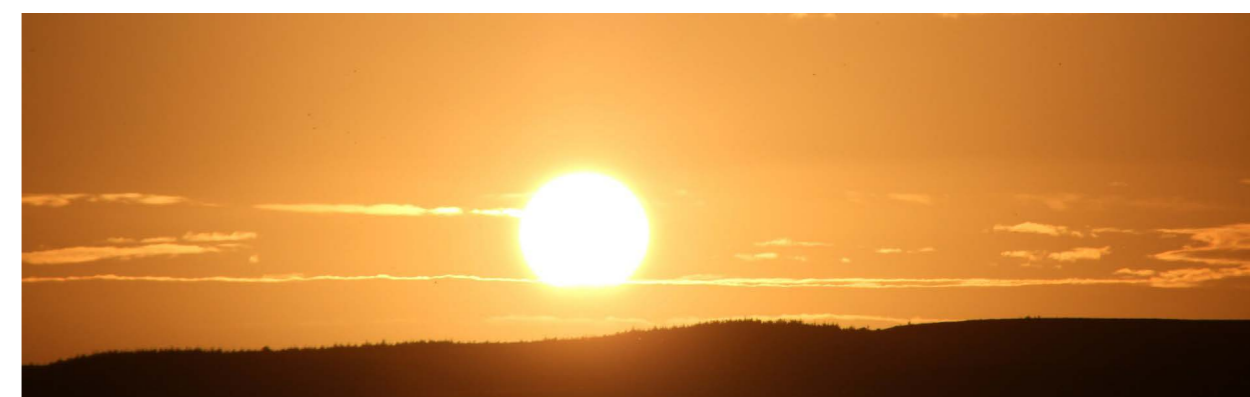
## ANOMALÍAS DE TEMPERATURA MEDIA AÑO 2016

De acuerdo con estudios de la Organización Meteorológica Mundial - OMM, e igualmente con estudios similares en el país, realizados en el año 2015, se encontró que a nivel mundial quince de los dieciséis años más calientes se han registrado en el presente siglo y el año 2015 ha sido el año más caliente alcanzando una temperatura superior en 0,76 °C a la media, a largo plazo de 14,0 °C, del período de referencia 1961-1990. Particularmente en Colombia, en concordancia con la cifra aportada por la OMM, de los últimos 45 años,

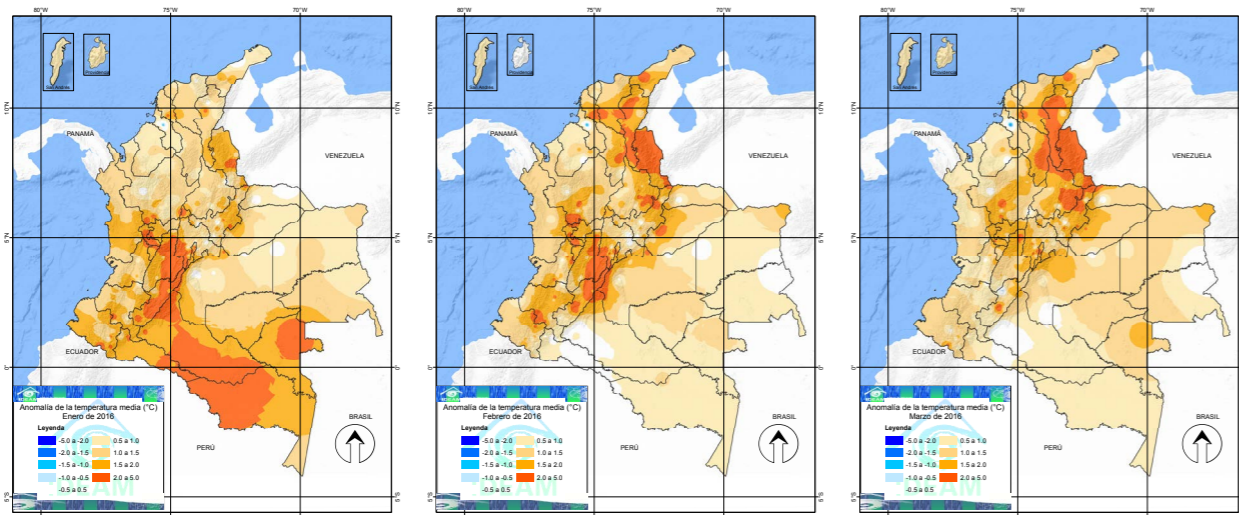
el 2015 figura como el año más caliente en el país, de acuerdo a los análisis de anomalías obtenidos con base al promedio de la temperatura media nacional para el período de referencia 1971-2000.

Dado que el comportamiento de la temperatura media en el país, está muy relacionado con la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña (IDEAM - Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2017); teniendo en cuenta las condiciones de un evento El Niño fuerte durante el primer

semestre del año 2016, cuyo primer trimestre corresponde a la primera temporada de menos lluvias del año y que las anomalías positivas se mantuvieron durante la mayor parte del año en extensos sectores del territorio nacional; las anomalías de temperatura media evidenciaron un comportamiento de altas temperaturas en la mayor parte del país manteniendo anomalías de temperatura media entre 1.0 y 5.0°C por encima de lo normal para la época del año.



**Mapa 5. Anomalías de Temperatura Media Enero – Marzo 2016**



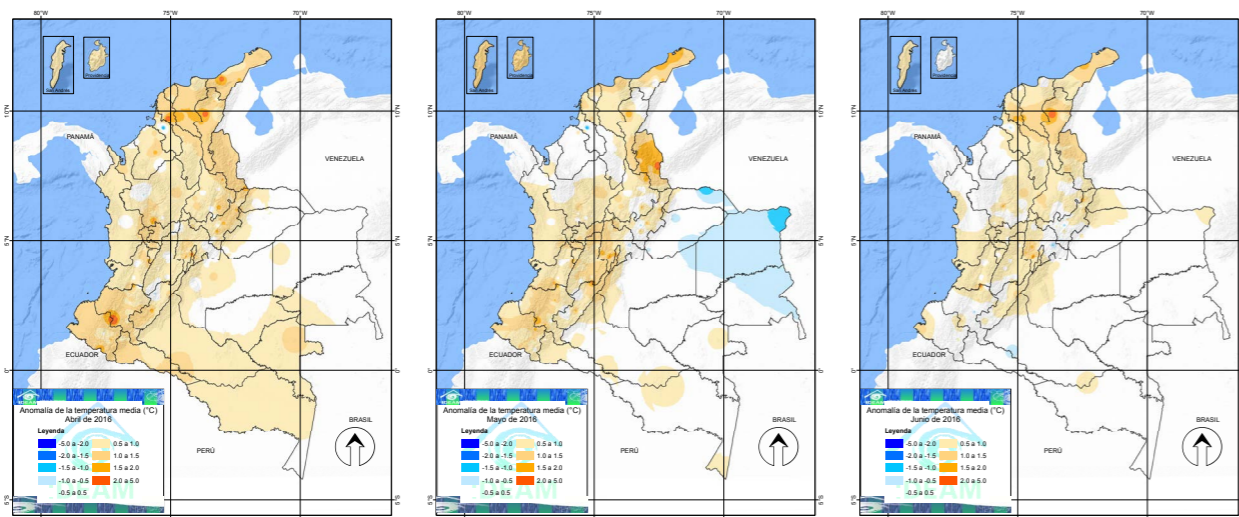
Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

Entre abril y mayo, se mantuvieron las anomalías positivas en la mayor parte del país oscilando entre 0.5°C y 1.5°C por encima de la media, excepto en zonas del oriente del territorio nacional donde las anomalías alcanzaron sus valores de normalidad e incluso inferiores

a -0.5°C. En junio, las anomalías de temperatura media registraron valores normales para el oriente y sur del país, contrario a la situación presentada en el centro y norte del país, donde se presentaron persistencias de anomalías de temperatura media por encima de

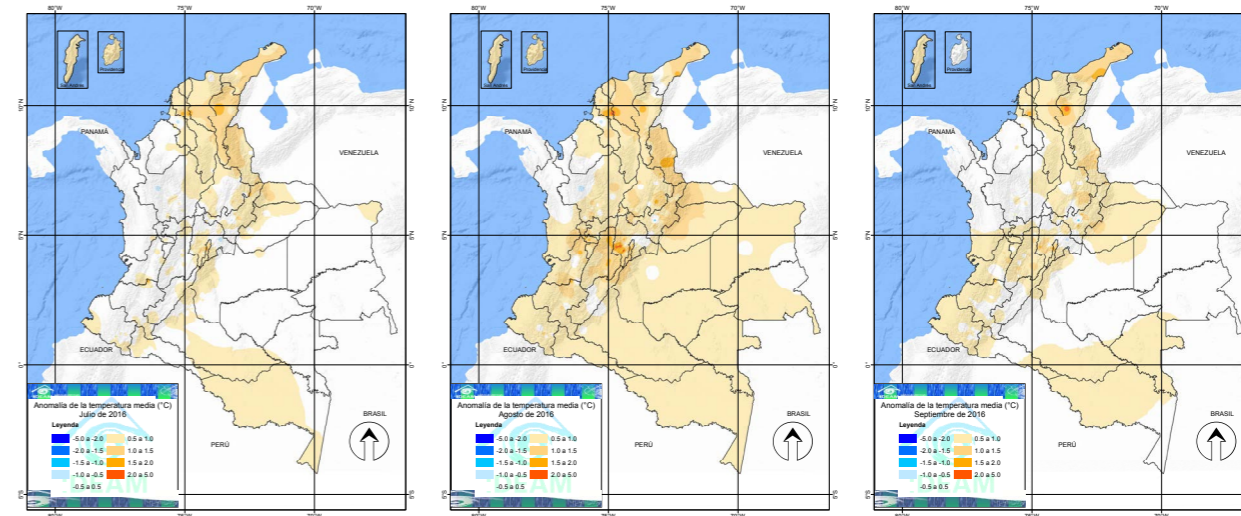
sus promedios. Para San Andrés y Providencia, el comportamiento de las anomalías de temperatura media mantuvo valores superiores al promedio histórico llegando a alcanzar diferencias alcanzando diferencias de hasta 1.5°C.

**Mapa 6. Anomalías de Temperatura Media Abril – Junio 2016**



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

**Mapa 7. Anomalías de Temperatura Media Julio – Septiembre 2016**



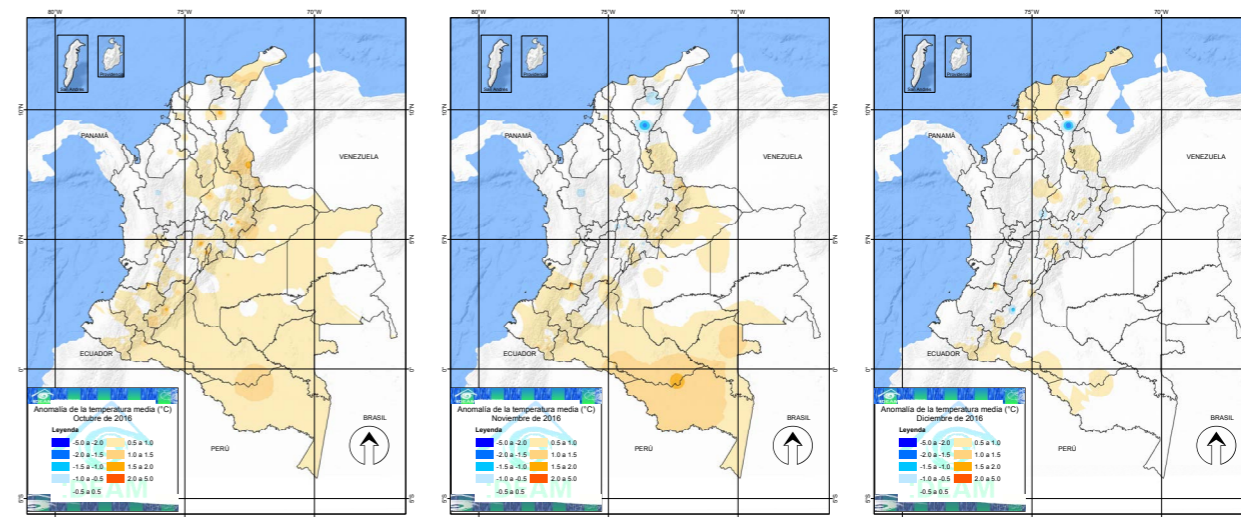
Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

Para el último trimestre, el comportamiento de las anomalías de temperatura media nuevamente

volvieron a presentar incrementos en sus valores pero conservando extensos sectores del territorio

nacional alrededor de sus promedios.

**Mapa 8. Anomalías de Temperatura Media Octubre - Diciembre 2016**



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

En el segundo semestre de 2016, época de menores lluvias de mitad de año en gran parte del territorio colombiano, el país volvió a estar

casi por completo con anomalías de temperatura media superiores a los 0.5°C, evidenciando una leve disminución en dichas anomalías

hacia el mes de septiembre, alcanzando valores cercanos a la normalidad.

# ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN

Jeimmy Melo,  
Profesional

Olga González,  
Profesional

Jose Franklin Ruíz,  
Profesional

Subdirección de Meteorología

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no virga, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. Se mide en milímetros de precipitación lo cual es equivalente a regar un litro de agua sobre un área de un metro cuadrado.

Similar a la temperatura, la precipitación y sus cambios en distintas escalas espaciales y temporales influyen en las actividades socio-económicas

y ambientales del país. La precipitación es importante para planificar actividades agrícolas, monitorear la sequía y realizar balance hídricos; en proyectos de obras civiles e infraestructura es fundamental para diseñar embalses, acueductos y reservorios de agua; relevante en el transporte aéreo, marítimo y terrestre; esencial para turismo; dependiendo del nivel de saturación del suelo ayuda a explicar fenómenos de remoción en masa, clave en temas de gestión del riesgo; relevante para la generación de energía, ya que Colombia depende en un alto porcentaje de la producción que generan las hidroeléctricas, entre otras actividades.

La anomalía de precipitación (AP) es un indicador que representa la desviación del clima a nivel estadístico, es decir, expresa "la diferencia entre el valor del elemento climático en un periodo de tiempo determinado - un mes, un trimestre o un año en particular -, con respecto al valor medio histórico o normal climatológica (un promedio establecido para un periodo de 30 años) de la variable climática correspondiente, durante el mismo lapso, en un lugar dado".<sup>7</sup> (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2005) Estas anomalías se expresan en porcentaje (%) y se clasifican en:

**Cuadro 5. Escala categorías anomalías Mensuales de Precipitación**

Porcentaje	Descripción	Color
0 - 40%	Muy por debajo de lo normal	[Color naranja]
40 - 80%	Por debajo de lo normal	[Color amarillo]
80 - 120%	Normal	[Color blanco]
120 - 160%	Por encima de lo normal	[Color azul claro]
Mayor de 160%	Muy por encima de lo normal	[Color azul oscuro]

Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2005)

La normal climatológica representa el valor promedio o media de una serie de observaciones de una variable climática;

normal estándar definida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como "medias de datos climatológicos calculadas para

períodos consecutivos de 30 años" y actualmente representada por el periodo 1981 - 2010.

## ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN AÑO 2016

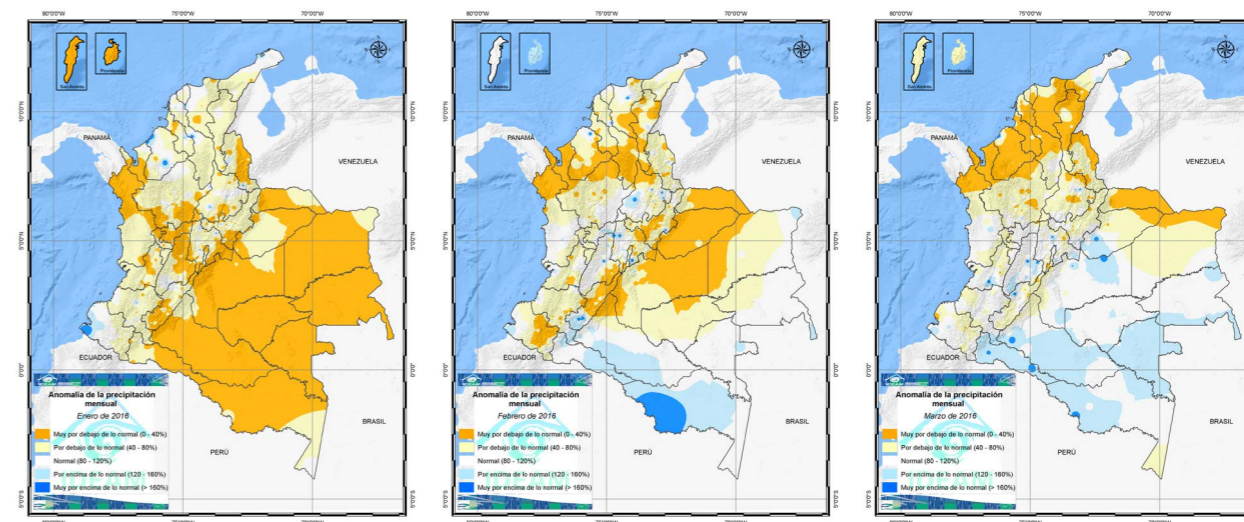
En términos generales se ha podido identificar que cuando se presenta el fenómeno -El Niño- hay una clara tendencia hacia la disminución generalizada de los volúmenes de precipitación, particularmente en las regiones Andina y Caribe. En marcado contraste con la situación anterior, las lluvias son más abundantes de lo tradicional en el sur de la región Pacífica, el suroccidente de la Amazonia

colombiana y en algunas áreas del piedemonte llanero (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014).

Dadas las condiciones de un evento - El Niño - fuerte durante el primer semestre del año 2016, cuyo primer trimestre corresponde a la primera temporada de menos lluvias del año, las anomalías de precipitación evidenciaron un comportamiento

entre por debajo y muy por debajo de lo normal en la mayor parte del país, excepto hacia la Amazonía y centro-sur de la Orinoquía, donde las precipitaciones presentaron un comportamiento ligeramente por encima de los valores promedios históricos para la época del año, presentando hasta un 59% de área afectada principalmente al oriente del país.

**Mapa 9. Anomalías Mensuales de Precipitación Enero - Marzo 2016**



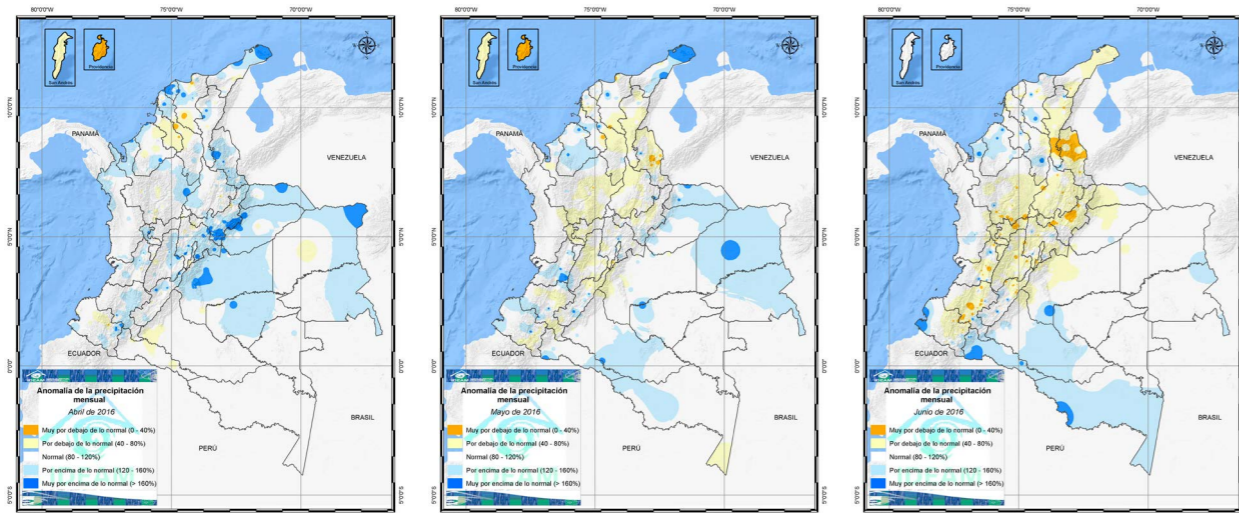
Fuente: Anomalías Mensuales de Precipitación Enero - Marzo 2016

Entre abril y junio, las precipitaciones estuvieron ligeramente por debajo de lo normal en la región Andina y sur de la región Caribe, contrario a lo ocurrido para el resto del país (Pacífica, Orinoquía y Amazonía)

donde el comportamiento de la precipitación fue entre normal y ligeramente por encima de lo normal, especialmente en los piedemontes llanero y amazónico, alcanzando precipitaciones

muy cercanas a los promedios climatológicos. Para San Andrés y Providencia, el comportamiento de la precipitación fue deficitario para este periodo del año.

**Mapa 10. Anomalías Mensuales de Precipitación Abril – Junio 2016**



Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2017)

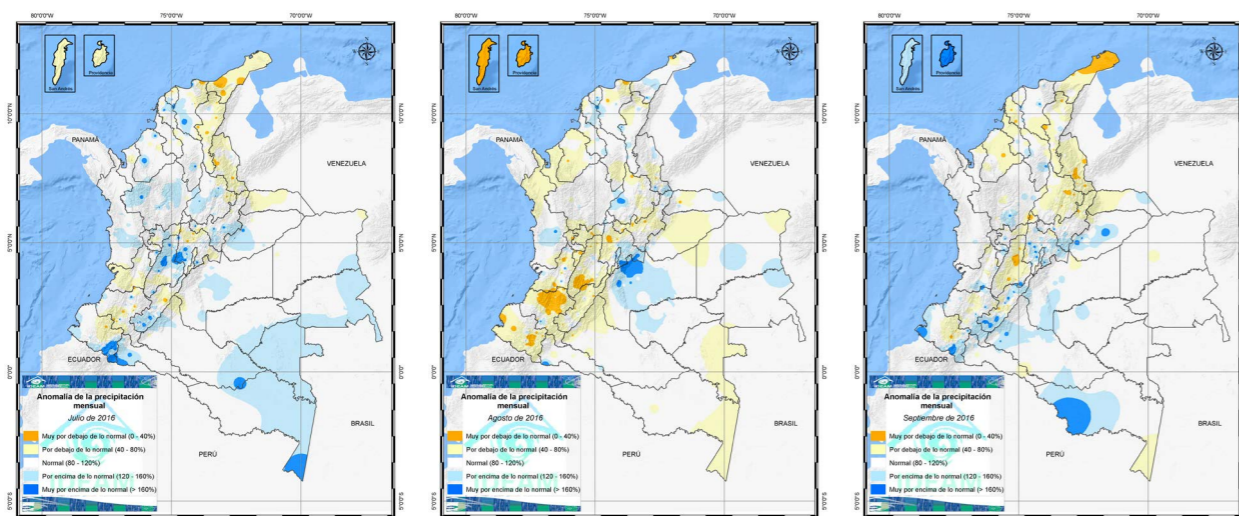
En el segundo semestre de 2016 se registró una condición de enfriamiento en aguas del océano Pacífico tropical, lo que dio lugar a que algunas agencias internacionales de predicción climática, establecieran condiciones de Niña débil. Sin embargo, estudios realizados por el IDEAM de estos eventos frente al comportamiento de la lluvia del país, han

demostrado una incidencia muy tenue en las condiciones climáticas del territorio nacional, teniendo una mayor influencia otro tipo de sistemas meteorológicos de corto plazo como lo son: ondas tropicales, ciclones tropicales, frentes fríos y bajas presiones, entre otros.

Los excesos de precipitación por el mes de julio, época de

menores lluvias de mitad de año en gran parte del país, estuvieron relacionados a sistemas de gran escala como temporada de huracanes y ondas tropicales del este generando aumento de las lluvias hasta en un 30%. Para los meses de agosto y septiembre, cuando las precipitaciones estuvieron dentro de los promedios históricos para la época.

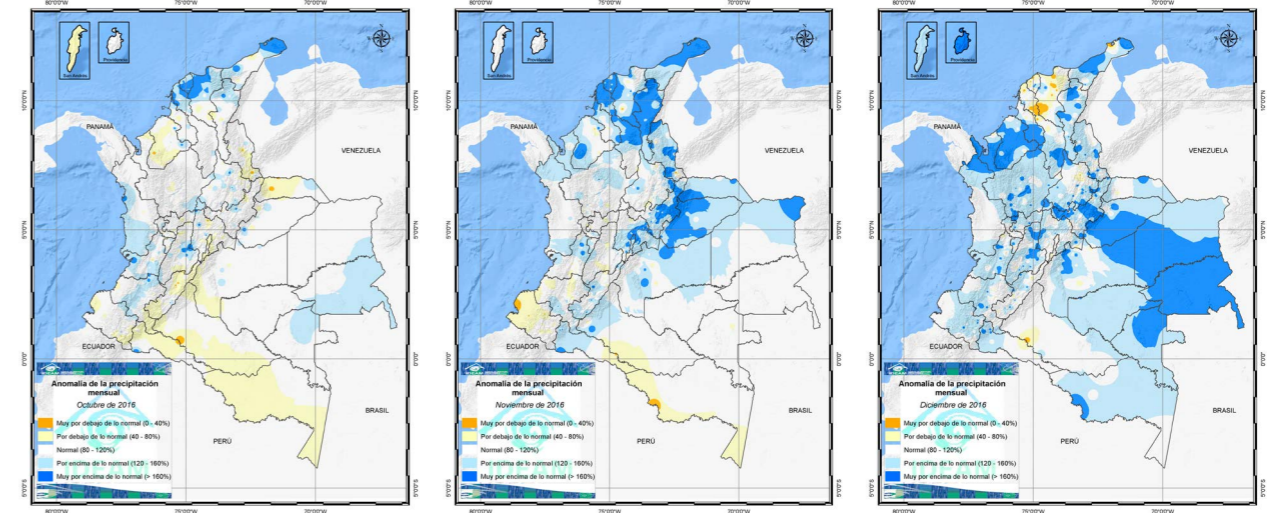
**Mapa 11. Anomalías Mensuales de Precipitación Julio – Septiembre 2016**



Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2017)

Para el último trimestre, el comportamiento de las lluvias se presentó muy cercano a lo esperado, en un 63% del territorio nacional.

**Mapa 12. Anomalías Mensuales de Precipitación Octubre - Diciembre 2016**



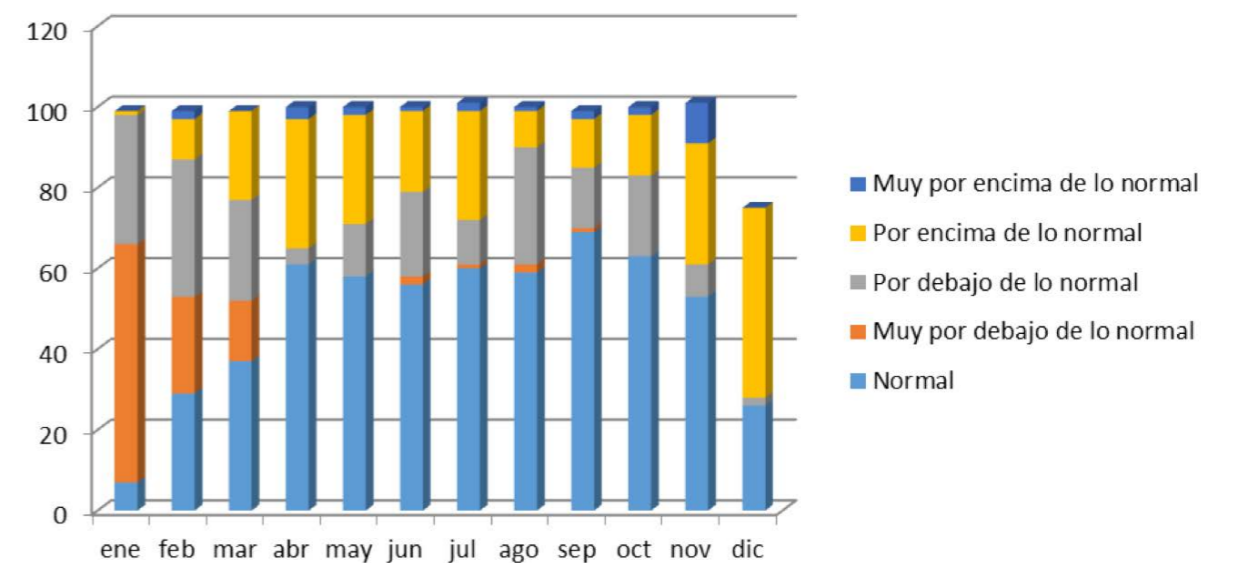
Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2017)

Es importante indicar que, para diciembre lo normal es que el volumen de las lluvias se reduzca significativamente y que a partir de la primera década del mes empiece a predominar un periodo seco en gran parte del país; sin embargo, persistieron algunas

condiciones meteorológicas que incrementaron las precipitaciones; de manera especial un sistema de baja presión en la costa central del Pacífico colombiano, apoyado por el comportamiento de los vientos en altura, que dio lugar a que hubiera una "inyección" constante de

humedad desde el occidente, siendo una condición muy atípica para la época. El efecto claro fue que el comportamiento de las lluvias estuvo por encima de lo normal en un 74% del país, y solo el 26% estuvo dentro de los valores normales.

**Gráfica 22. Porcentaje de afectación Anomalías de Precipitación 2016**



Fuente: (IDEAM, 2017)

# ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA

**Julieta Serna Cuenca,**  
Profesional

**Henry Oswaldo Benavides,**  
Profesional

**Subdirección de Meteorología**

**Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM**

Las fuentes renovables de energía, como la radiación solar y la eólica, se constituyen hoy en día en valiosos recursos, más limpios que los originados a partir de las fuentes fósiles. Estos recursos son cada vez más competitivos, en especial si se toma en consideración que permiten promover un desarrollo sostenible en el planeta.

El conocimiento de la disponibilidad de los potenciales de las energías renovables, cuantificando y estimando los promedios mensuales de la radiación solar y los vientos que inciden sobre el territorio colombiano a lo largo del año, facilita la identificación de regiones estratégicas, con potenciales de mencionados recursos, para la solución de necesidades energéticas de la población.

Medir la radiación solar es importante para un amplio rango de aplicaciones, principalmente como fuente alternativa de energía en la generación de electricidad y el diseño y uso de sistemas de calentamiento de agua, así mismo en el sector de la agricultura, ingeniería, entre

otros, destacándose el monitoreo del crecimiento de plantas, análisis de la evaporación e irrigación, arquitectura y diseño de edificaciones confortables y energéticamente eficientes, implicaciones en la salud (ej. cáncer de piel, cataratas, entre otras), modelos de predicción del tiempo y predicción climática. Para el caso de las zonas apartadas de las redes nacionales de transporte y distribución de energía, por ejemplo, esta información es necesaria para el dimensionamiento de sistemas o aplicaciones tecnológicas que a partir de la energía solar permiten el abastecimiento de energía eléctrica con el fin de satisfacer diversos requerimientos como iluminación, comunicaciones, bombeo de agua, señalización o sistemas solares térmicos para el suministro de calor en calentamiento de agua o aire en secadores de productos agrícolas.

Respecto al viento, hoy en día, la necesidad de hallar fuentes alternativas para la generación de energía que favorezcan el desarrollo sostenible sin poner en riesgo la calidad de vida de las generaciones futuras, ha llevado al desarrollo de tecnologías que permiten el

aprovechamiento energético del recurso climático y en particular de las propiedades dinámicas del aire, representadas en las características físicas del viento, tal como ocurre con los aerogeneradores que transforman la energía del viento, eólica, en eléctrica o con los molinos de viento con fines múltiples.

Es importante conocer la información local del comportamiento del viento, particularmente en aquellas zonas donde las redes de transporte y distribución de energía no son accesibles.

La valoración de la disponibilidad de la energía solar y de los vientos en el territorio nacional, ha sido realizada por el IDEAM, con la colaboración de entidades como la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias, entre otras, a través de los atlas de radiación solar y de vientos de Colombia, de los cuales se presenta a continuación algunos de los más importantes resultados.

## VIENTO

Los resultados del Atlas de Viento de Colombia<sup>8</sup>, se constituyen en una importante fuente de información para localizar lugares propicios para el aprovechamiento de la energía eólica; lo que contribuiría al desarrollo tecnológico y económico del país y como alternativa de mitigación frente al cambio climático.

Los resultados permiten dimensionar futuros proyectos como parques eólicos, para la generación de energía eléctrica o sistemas de aerobombeo; particularmente en

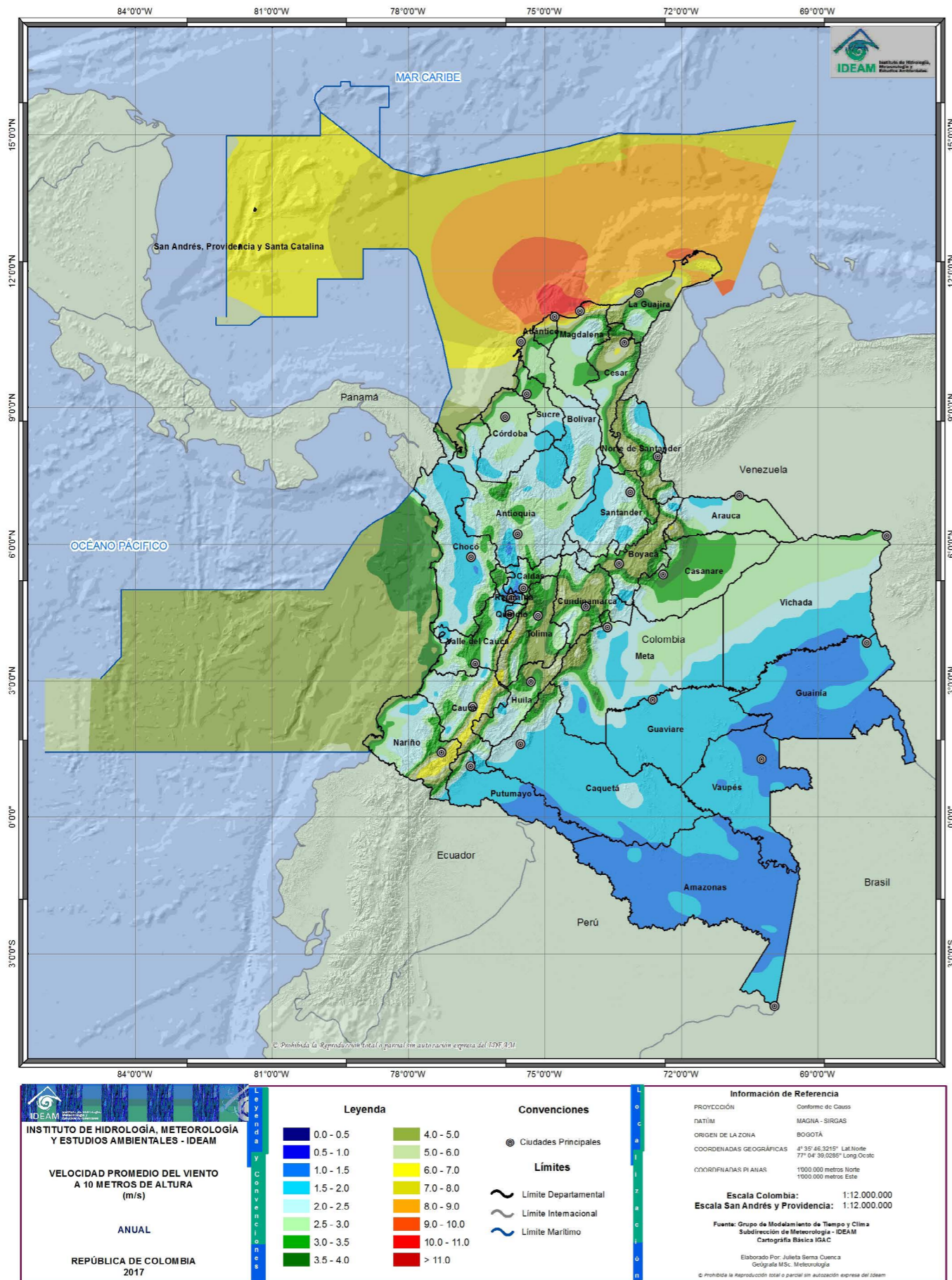
aquellas zonas donde las redes de transporte y distribución de energía no son accesibles. La energía eólica puede integrarse a sistemas complementarios, en donde se incluyen diferentes recursos naturales.

Las zonas de mayor potencial eólico en el país, se identificaron espacialmente mediante los resultados del comportamiento de la velocidad del viento en superficie (10 metros), generado con modelamiento numérico dinámico regional. Para destacar

en el Mapa 13 las zonas con mayor potencial son el Mar Caribe; el Litoral Caribe, especialmente en los departamentos de Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira; las máximas elevaciones de la Cordillera de los Andes, especialmente en el Macizo colombiano; la cordillera central entre los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca y Tolima; en la cordillera occidental, en los departamentos de Huila, Cundinamarca, Boyacá y Santanderes; y el Piedemonte en el departamento de Casanare.



Mapa 13. Velocidad promedio anual del viento en superficie en Colombia en m/s.



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

## RADIACIÓN SOLAR

Colombia se encuentra en la zona ecuatorial y recibe abundante energía solar, cuya distribución presenta grandes variaciones durante el año en su territorio, razón por la cual, para utilizar esa energía es indispensable conocer con suficiente detalle su distribución espacial y temporal. Esta se presenta en la nueva versión del atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia<sup>9</sup>, que pone a disposición del país, mapas, datos, análisis e información actualizada sobre radiación solar global, radiación ultravioleta, insolación o brillo solar y la columna total de ozono, con una mejor resolución espacial y temporal, que se espera sea de gran utilidad en las investigaciones relacionadas con estas variables y en las aplicaciones para el conocimiento y aprovechamiento (eléctrico, térmico y lumínico) de la energía solar en Colombia.

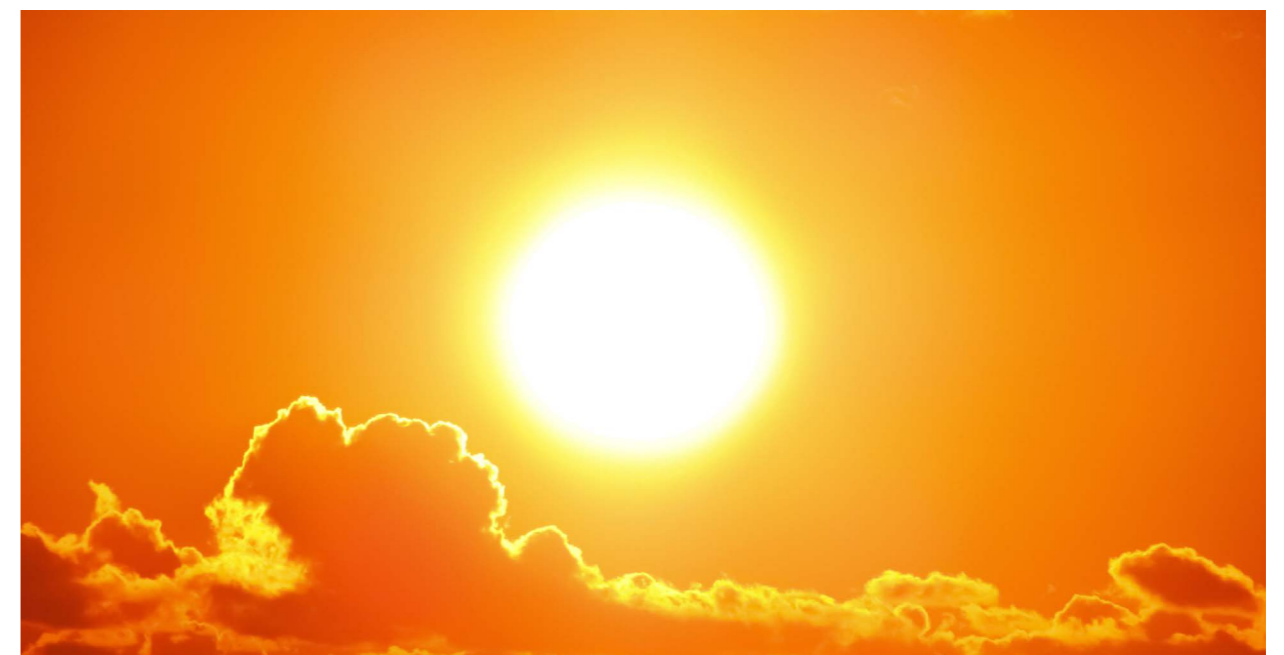
En el Mapa 14, se presenta el promedio anual multianual de la irradiación global recibida en superficie sobre el territorio

colombiano. El valor de la energía corresponde al valor agregado de los kWh que en promedio inciden durante el día sobre un metro cuadrado, expresado en kWh/m<sup>2</sup> por día. En esta distribución espacial se destaca, que los promedios más altos se presentan en amplios sectores de la región Caribe, la Orinoquía y los valles interandinos, mientras que los menores se dan en amplios sectores de la región Pacífica, el occidente de la Amazonía y en algunos sectores aislados de las tres cordilleras. Las zonas que reciben mayor intensidad de radiación solar global, superiores a los 4,5 kWh/m<sup>2</sup> por día son: las Islas de San Andrés y Providencia, amplios sectores de la región Caribe, Vichada, Arauca, Casanare, Meta, el norte, sur y oriente de Antioquia, el centro y norte de Boyacá, el occidente de Cundinamarca, el oriente y centro del Tolima, el norte del Huila, la zona que se inicia al norte del Cauca, atraviesa el Valle del Cauca de sur a norte y llega hasta el eje cafetero, así como sectores puntuales del norte de Nariño, el norte de Norte

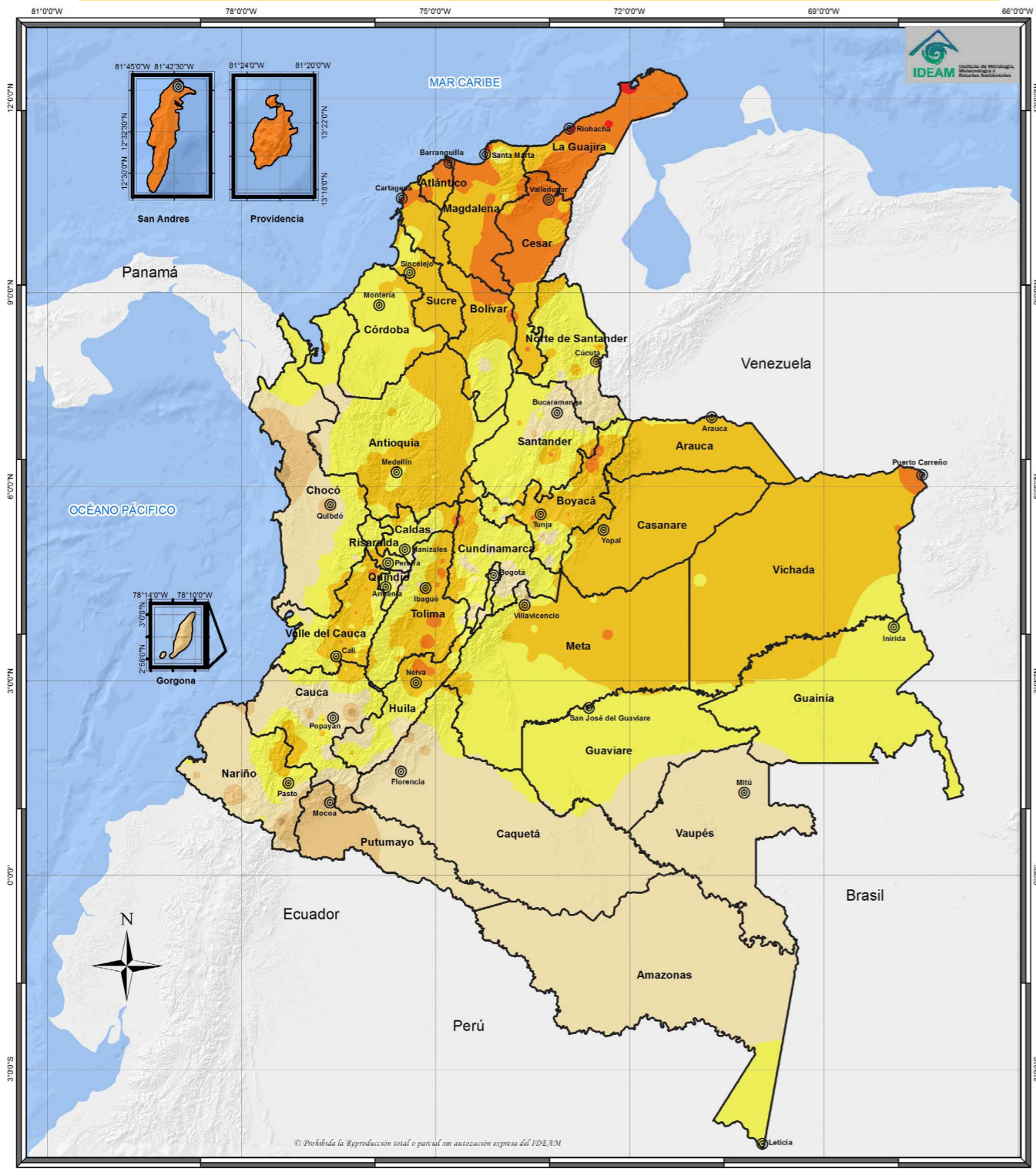
de Santander y el suroriente de Santander. Los valores más altos (superiores a los 5,5 kWh/m<sup>2</sup> por día) se presentan en pequeños sectores del centro y norte de La Guajira.

Las zonas con menor intensidad de radiación solar global en Colombia, con promedios inferiores a los 3,5 kWh/m<sup>2</sup> por día, se presentan en sectores del occidente del Chocó, occidente de Putumayo, oriente de Cauca, oriente, sur y noroccidente de Nariño y muy pequeños sectores de Caquetá, Huila, Cundinamarca, Quindío, Boyacá y Santander.

Es importante resaltar que con base en el análisis de los promedios anuales en la mayoría de las estaciones que se tuvieron en cuenta para el mapa, se logró establecer que, dependiendo de la intensidad del fenómeno de El Niño o La Niña, la radiación global aumenta o disminuye entre un 5 y un 10%, respectivamente, con respecto al promedio anual de la estación.



Mapa 14. Irradiación global media recibida en una superficie horizontal durante el día, promedio anual multianual (kWh/m<sup>2</sup> por día).



<p><b>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</b></p> <p><b>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO ANUAL</b></p> <p><b>REPÚBLICA DE COLOMBIA</b></p> <p><b>2017</b></p>	<p><b>Leyenda</b></p> <p><b>KWh/m<sup>2</sup>/día</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1,5 - 2,0</li> <li>2,0 - 2,5</li> <li>2,5 - 3,0</li> <li>3,0 - 3,5</li> <li>3,5 - 4,0</li> <li>4,0 - 4,5</li> <li>4,5 - 5,0</li> <li>5,0 - 5,5</li> <li>5,5 - 6,0</li> <li>6,0 - 6,5</li> <li>6,5 - 7,0</li> </ul>	<p><b>Convenciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ciudades Principales</li> </ul> <p><b>Límites</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>~ Límite Departamental</li> <li>~ Límite Internacional</li> </ul>	<p><b>Información de Referencia</b></p> <p>PROYECCIÓN: Conforme de Gauss</p> <p>DATUM: MAGNA - SIRGAS</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 35' 48,3215" Lat. Norte 77° 04' 39,0288" Long. Oeste</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000 000 metros Norte 1000 000 metros Este</p> <p><b>Escala Colombia:</b> 1:9.000.000</p> <p><b>Escala San Andrés y Providencia:</b> 1:500.000</p> <p>Fuente: Grupo de Climatología y Agrometeorología Subdirección de Meteorología - IDEAM Cartografía Básica IGAC</p> <p>Elaborado Por: Olga Cecilia González G.</p> <p><small>© Prohibida la Reproducción total o parcial sin autorización expresa del IDEAM</small></p>
--	---	--	---

Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)



## COMPORTAMIENTO DEL BRILLO SOLAR EN EL AÑO 2016

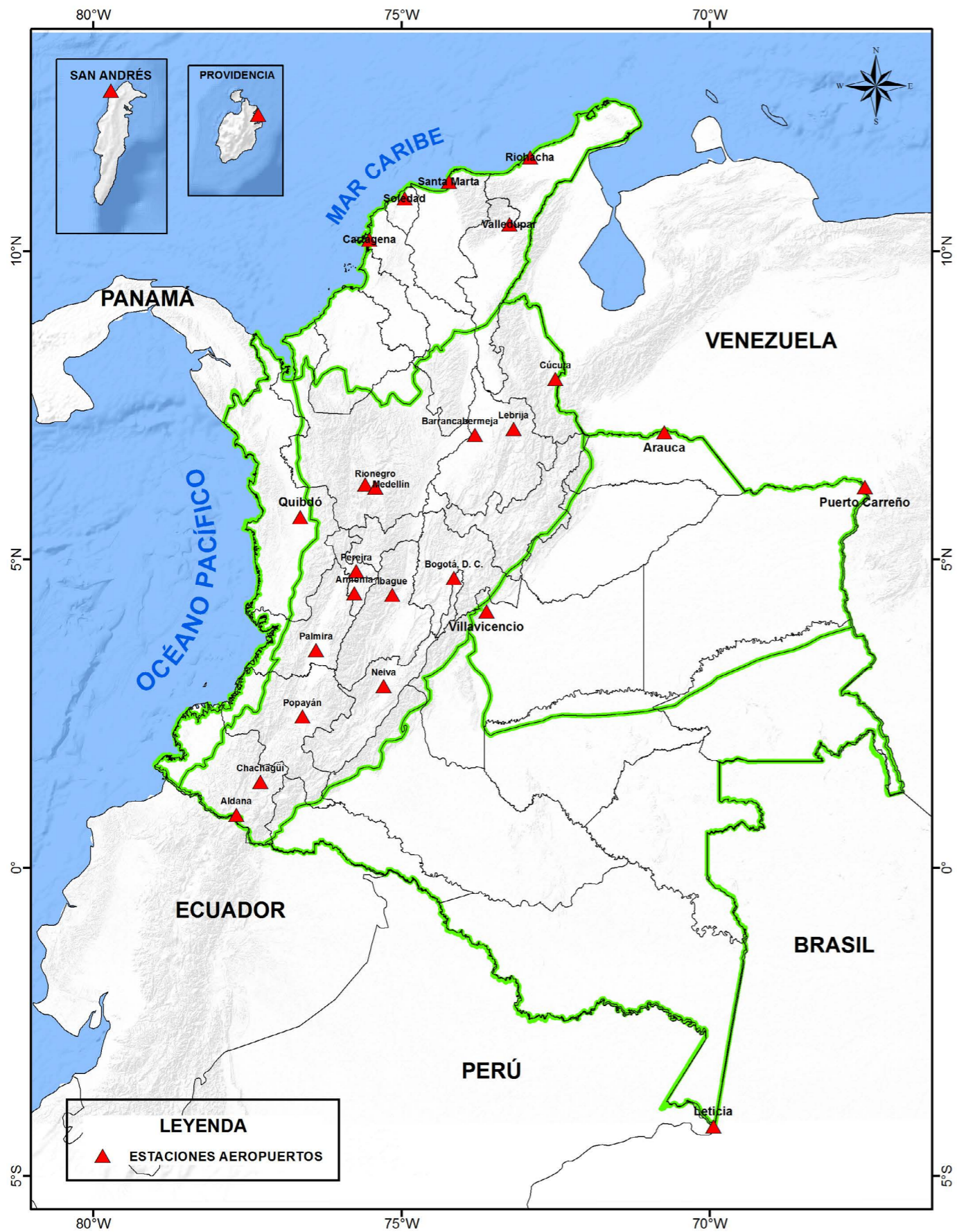
Henry Oswaldo Benavides  
Profesional  
Subdirección de Meteorología  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

Otra forma de conocer la radiación del sol es a través de la medición de las horas de sol efectivo en el día (brillo solar o insolación), que se asocia a la cantidad de tiempo durante el cual la superficie del suelo es irradiada por la radiación solar directa. Según la Organización Meteorológica Mundial - OMM, la duración de la insolación correspondiente a un

periodo determinado, se define como la suma de los subperiodos durante los cuales la irradiación solar directa supera los 120 W/m<sup>2</sup>.

En el Mapa 15 se encuentran ubicadas las estaciones de los aeropuertos donde se mide el brillo solar durante el año 2016.

Mapa 15. Estaciones donde se mide el brillo solar



Fuente: (IDEAM, 2017)

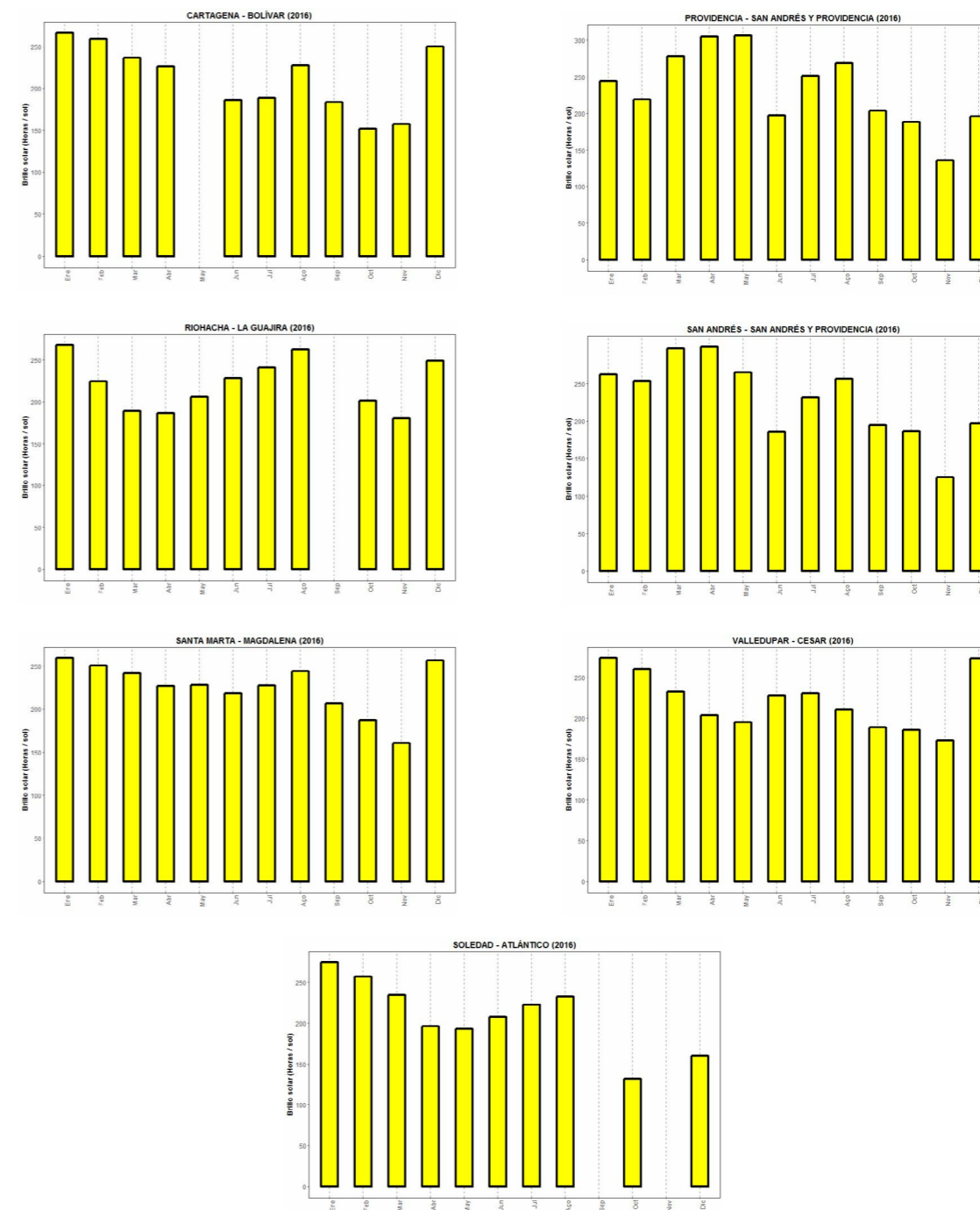
### Región Caribe

La región Caribe (Gráfica 23) presenta un comportamiento bimodal, en el cual, los mayores promedios se dan en enero, presentándose posteriormente una disminución de los mismos hasta un mínimo en mayo, seguido por un incremento de los promedios hasta julio y agosto y una disminución

hasta un segundo mínimo en octubre y noviembre. En esta región los promedios mensuales son más altos a principios de año (enero) que a mediados (agosto) y son más bajos, en la mayoría de las estaciones, en el segundo mínimo (octubre y noviembre) que en el primero (mayo). En las Islas de San

Andrés y Providencia se presenta también un comportamiento bimodal, en el cual, el primer máximo se da entre marzo y abril, seguido del primer mínimo en junio, con un segundo máximo en agosto y un segundo mínimo en octubre y noviembre.

Gráfica 23. Comportamiento anual de brillo solar región Caribe



Fuente: (IDEAM, 2017)



## Región Andina

La región Andina (Gráfica 24) presenta un comportamiento bimodal, en el cual, los mayores promedios se dan en enero y febrero, seguidos de una disminución hasta un mínimo en los meses de abril y mayo y de un incremento hasta julio y agosto. Posteriormente se registra una disminución hasta un segundo mínimo en octubre y noviembre, finalizando con un incremento para llegar nuevamente a los máximos de enero. En la región Andina, en la mayoría de las estaciones,

los promedios son más altos a principios de año (enero) que a mediados (agosto) y son más bajos en el primer mínimo (abril – mayo) que en el segundo (octubre).

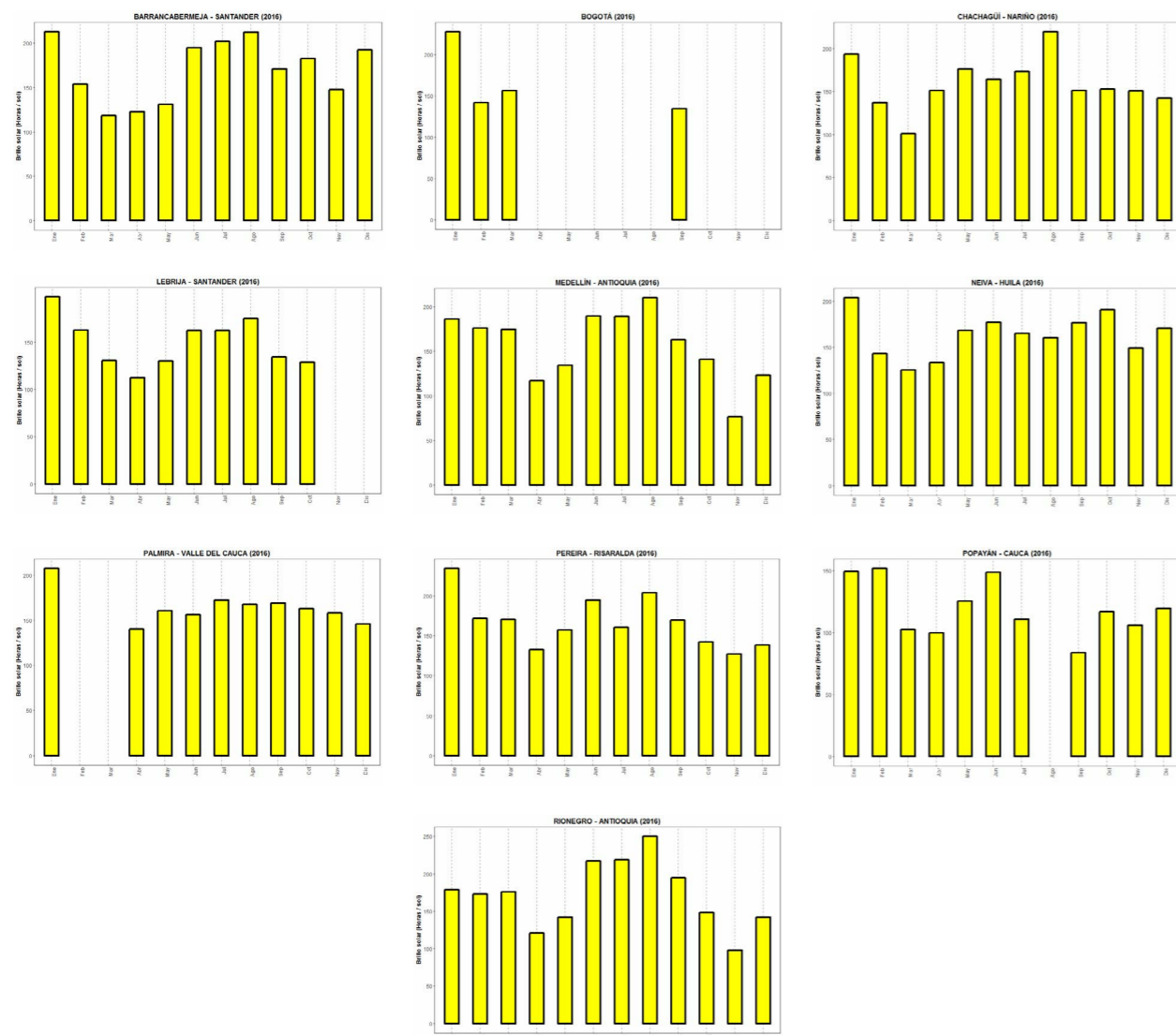
## Región Pacífica, Amazonía, Orinoquía

Con relación a la región Pacífica se presenta un comportamiento monomodal, con los valores más altos a mediados del año y los más bajos a principios y finales del año (Gráfica 25).

En la Amazonía colombiana, al suroriente de la región se presenta un comportamiento monomodal, con valores altos a mediados del año y bajos a principios y finales del mismo. En el resto de la región se presenta un comportamiento opuesto al descrito (Gráfica 26).

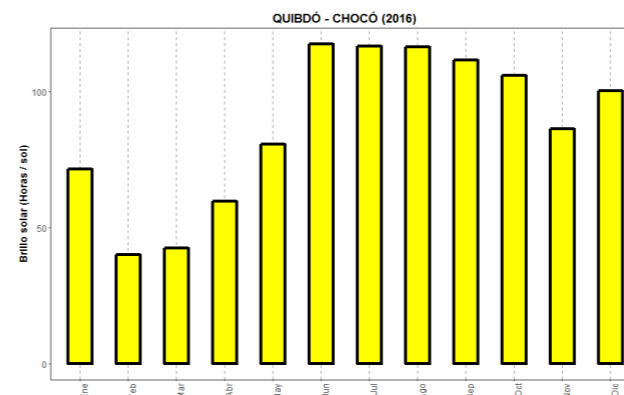
Finalmente, para la Orinoquía se presenta un comportamiento monomodal con valores altos a principios y finales del año y bajos a mediados del año (Gráfica 27).

Gráfica 24 Comportamiento anual de brillo solar Región Andina

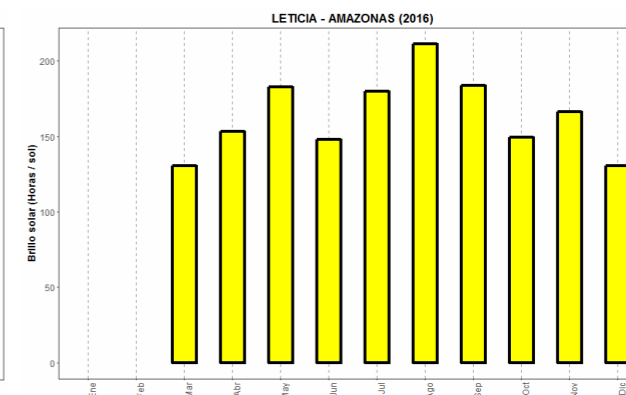


Fuente: (IDEAM, 2017)

Gráfica 25. Comportamiento anual de brillo solar Histogramas Región Pacífica

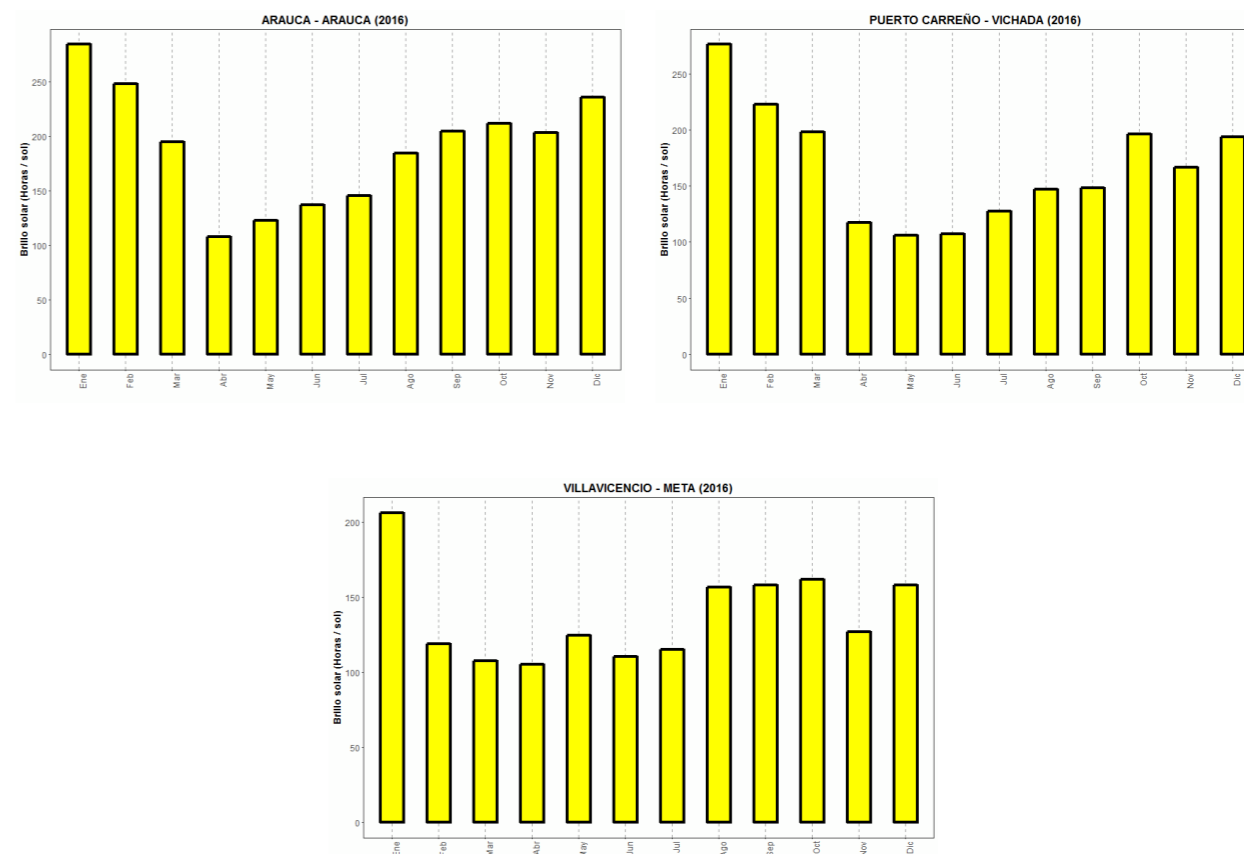


Gráfica 26. Comportamiento anual de brillo solar Histogramas Región de la Amazonia



Fuente: (IDEAM, 2017)

Gráfica 27. Comportamiento anual de brillo solar Histogramas Región de la Orinoquia



Fuente: (IDEAM, 2017)



# ECOSISTEMAS

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El conocimiento de los ecosistemas y las coberturas de la tierra es fundamental para la toma de decisiones relativas a la gestión ambiental del territorio, la planificación y el ordenamiento, además del cumplimiento de los compromisos internacionales de Colombia ante los acuerdos multilaterales ambientales relacionados con biodiversidad, cambio climático y desertificación. Gracias a la información procedente de los sistemas de monitoreo establecidos a nivel nacional, el país cuenta con información sobre el estado de los ecosistemas de Colombia, su dinámica y comportamiento tanto en los ecosistemas continentales como marino costeros.

La información generada y puesta a disposición del público, permite identificar la necesidad de fortalecer los procesos de monitoreo, así como evidenciar vacíos respecto a otros ecosistemas, de los que aún no se puede tener mayor información sobre su estado y dinámicas de cambio.

Este reporte destaca el papel de los Sistemas de Información y la necesidad de fortalecerlos a nivel nacional, teniendo en cuenta la importancia de asegurar el acceso a la información relacionada con los ecosistemas y los factores de presión sobre los mismos. Autoridades ambientales e Institutos de Investigación

tenemos la responsabilidad de asegurar el acceso a la mayor información posible a través de servicios de información que faciliten el análisis de conjuntos de datos, que además de reportar el estado actual de los ecosistemas, permitan determinar tendencias en el futuro para la toma de decisiones. En esta tarea el Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC, se ha venido consolidando como una herramienta que articula diversas plataformas de información sobre los recursos naturales y que se constituye en la base de la toma de decisiones nacionales en materia de medio ambiente.

En esta sección del Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, se ha reunido información proveniente del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John Von Neumann” - IIAP y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR, para reportar cambios en la cobertura de la tierra, el estado de los ecosistemas de Colombia, las dinámicas de retroceso glaciar, los cambios en la cobertura forestal, el comportamiento de procesos asociados al suelo, como la erosión y el monitoreo de especies indicadoras de las dinámicas de los ecosistemas costeros y marinos.

# MONITOREO DE BOSQUES Y CARBONO PARA COLOMBIA

Gustavo A. Galindo García, José Julián González Arenas, Lina K. Vergara Chaparro, Oscar J Espejo, Cesar A. Valbuena Calderón, Omar E. Sotelo Roncancio, Cristhian F. Forero Castro, Kattia M. Vargas Jurado, Juan C. Rubiano Rubiano, Juan P. Ramírez, Andrés C. Zuluaga, Diana A. Lara López, Johanna K. Bernal Sotelo, Carol A. Franco Aguilera, José L. Hurtado Abril, Rosa Lozano, Alejandra Villota, Lynda González, María Alejandra Chadid, Álvaro Andrés Cubillos, Miguel Arias, Iván Pérez, Alexander Cubillos, Viviana Berrio, Edilneyi Zuñiga, Edersson Cabrera Montenegro, Lina M. Carreño Correa, Saralux Valbuena, María T. Becerra, Adriana P. Barbosa

Profesionales

Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales



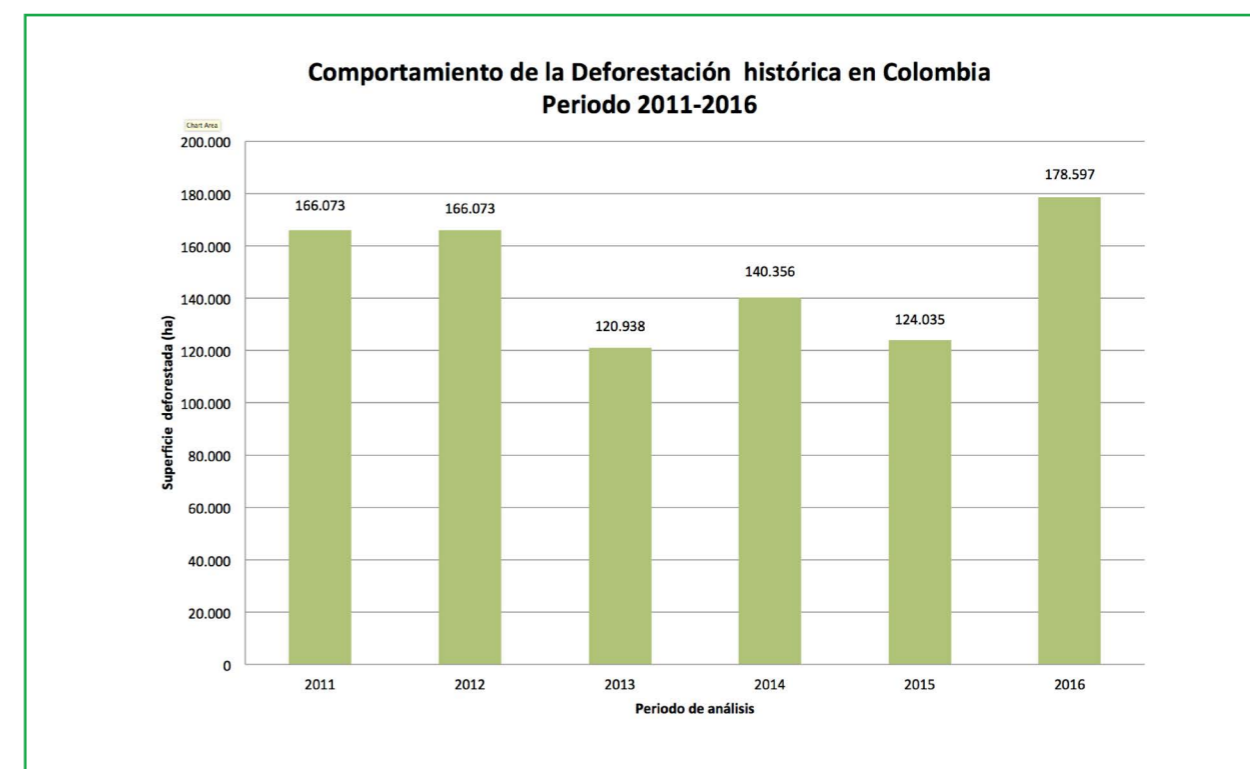
Como parte del cumplimiento de sus actividades misionales, el IDEAM en articulación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desde el año 2012 establecieron el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia - SMByC, como la herramienta funcional para generar información oficial anual sobre el monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación, emitir reportes de alertas tempranas por deforestación, y estimar los contenidos de Carbono en bosques naturales. Asimismo, realizar aportes técnicos al desarrollo del sistema de contabilidad nacional emisiones de Gases Efecto Invernadero – GEI.

El SMByC cumple con lo dispuesto en las decisiones relevantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC y el Panel

Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su guía de las buenas prácticas, operando bajo los principios de transparencia, completitud, comparabilidad, consistencia y precisión. Para la generación de este tipo de información, el SMByC desarrolló un protocolo de procesamiento digital de imágenes de satélite que utiliza imágenes provenientes del programa satelital LANDSAT. El protocolo incluye el pre-procesamiento digital de imágenes de satélite (también denominada fase de correcciones), el procesamiento digital de imágenes (también denominada fase de extracción de información), la validación de los datos utilizando un diseño de muestreo aleatorio y estratificado y el reporte de los cambios en la superficie de bosque natural.<sup>10</sup>

La información generada por el SMByC le permite al IDEAM dar cumplimiento a sus actividades misionales para efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la nación, en especial los relacionados con recursos forestales; generando estadísticas, reportes, mapas e informes oficiales que dan cuenta de su estado y dinámica; así por ejemplo la Gráfica 28, presenta el comportamiento de la deforestación en Colombia en los últimos seis años. En este sentido, en dicha se presentan los resultados más recientes para tres indicadores ambientales estructurados bajo la temática del monitoreo de ecosistemas forestales, facilitando la disponibilidad de información básica orientada a la toma de decisiones.<sup>11</sup>

Gráfica 28 Comportamiento de la Deforestación histórica en Colombia Periodo 2011-2016.



Fuente: (IDEAM, 2017)

<sup>10</sup> Para profundizar se puede consultar el siguiente enlace: [http://redd.unfccc.int/files/anexo\\_a\\_protocolo\\_procesamiento\\_digital.pdf](http://redd.unfccc.int/files/anexo_a_protocolo_procesamiento_digital.pdf)  
<sup>11</sup> Para profundizar se puede consultar el siguiente enlace: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas-recursos-forestales>.

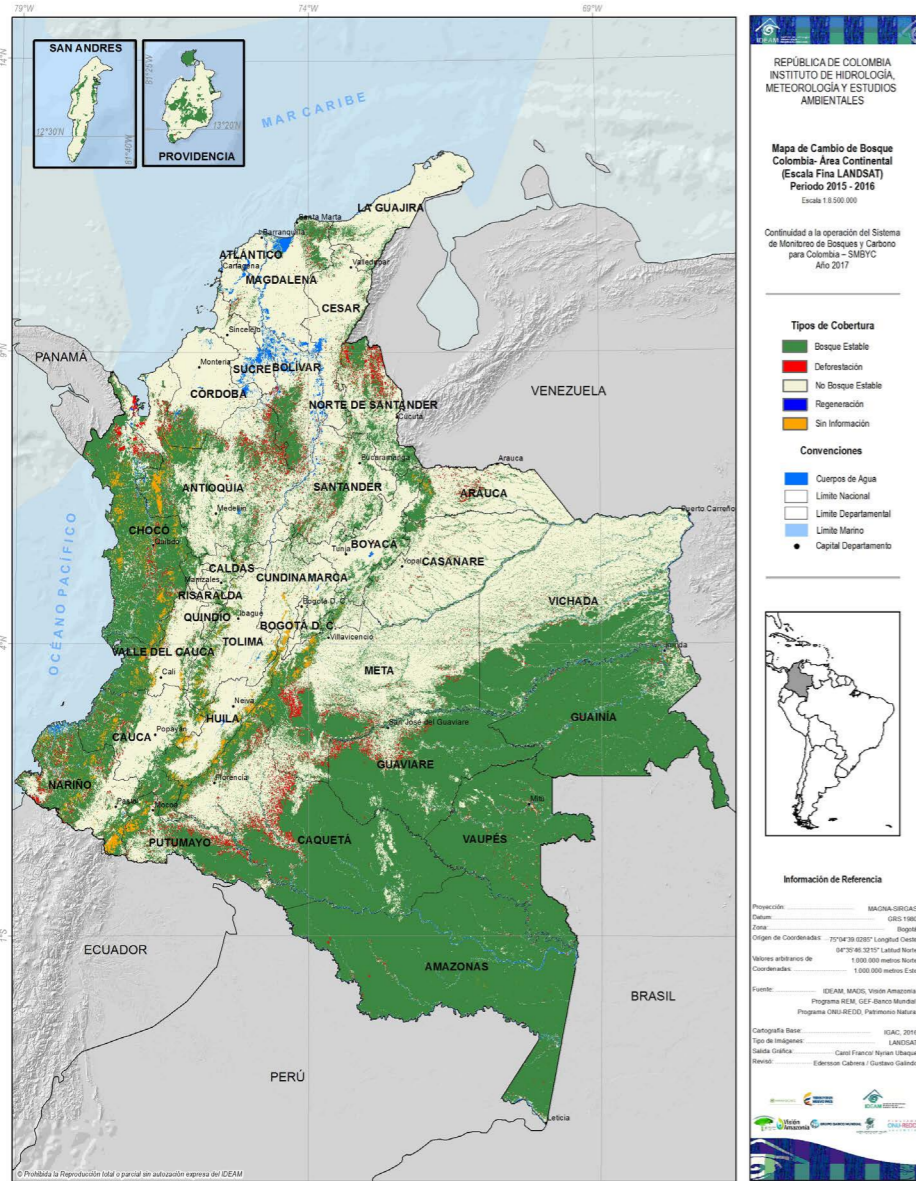
# ¿CUÁL ES LA PÉRDIDA DE BOSQUE NATURAL EN COLOMBIA? AÑOS 2015 Y 2016

Corresponde al indicador “Cambio en la superficie cubierta por bosque natural -CSBN” y se genera mediante la aplicación del protocolo de procesamiento digital de imágenes de satélite construido por el IDEAM, que ha permitido conocer que, en los últimos 26 años (1990-2016) el país perdió más de 6.5 millones

de hectáreas de bosque natural; contabilizándose una pérdida de 302.632 ha para el periodo de reporte de este informe (años 2015 y 2016) como se puede apreciar en el Mapa 16.

La deforestación para estos dos últimos años se concentró

principalmente en el noroccidente de la Amazonia colombiana, Serranía de San Lucas, Catatumbo, norte y centro de los departamentos de Chocó y Arauca, principalmente, como se puede apreciar en los Mapas 16 y 17.



**Mapa 16.** Cambio anual en la superficie cubierta por bosque natural. Año 2016. (Tonalidad Verde Bosque Natural, Beige: otras coberturas; Rojo: Áreas deforestadas, Naranja: Áreas sin información)

Durante los dos últimos años (2015 y 2016) el país perdió 302.632 ha de bosque natural, siendo el año 2016 el que presentó la mayor pérdida con 178.597 ha e identificándose un aumento del 44% respecto del valor registrado para 2015.

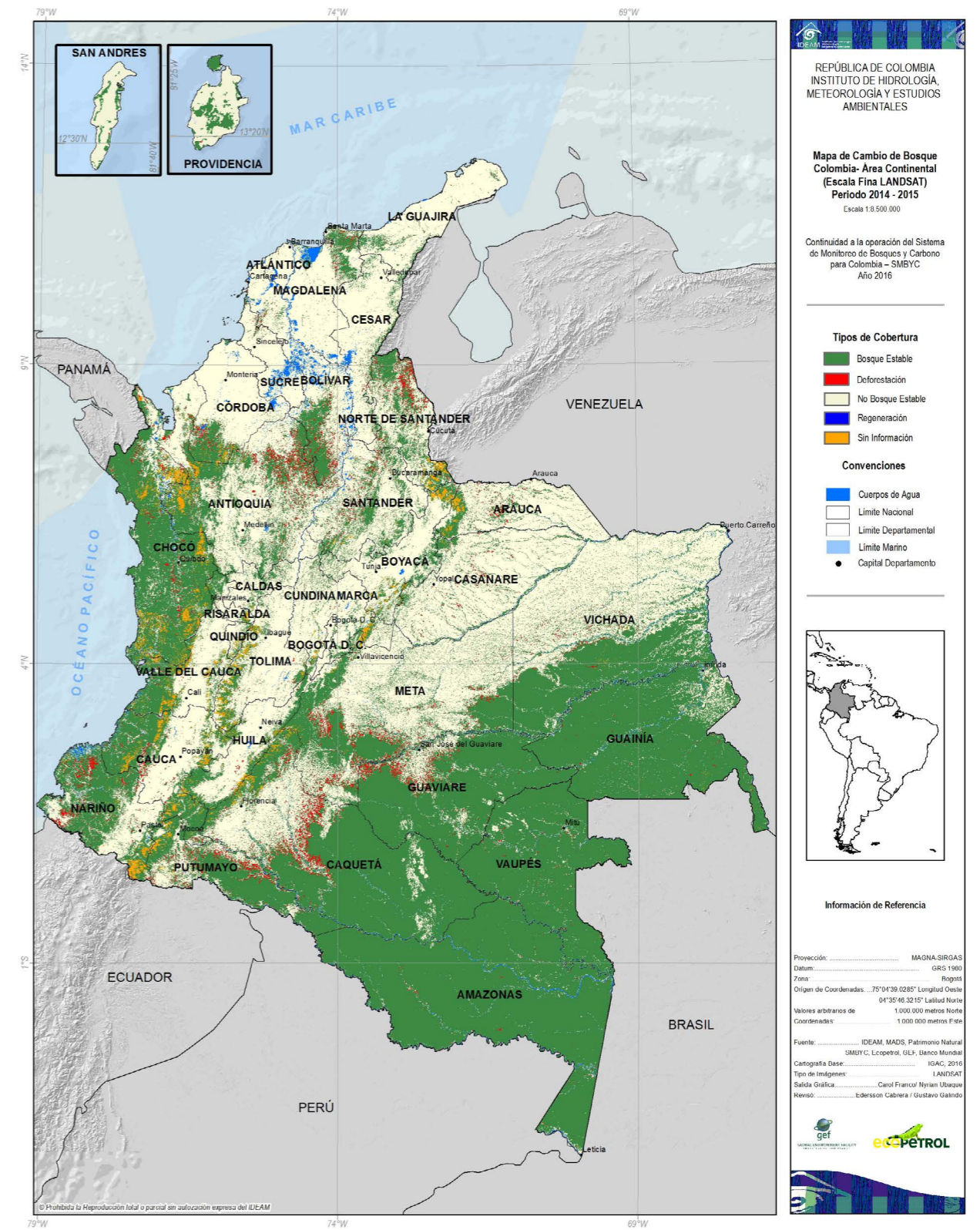
Fuente: (IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

En términos regionales, la amazonia colombiana presentó los mayores niveles de pérdida para los años 2015 y 2016 (46% y 39% respectivamente), Los núcleos en

donde con mayor ritmo se pierde el bosque natural en esta región (Mapa 18), son en su orden los siguientes: el medio y bajo río Cagüán (1); Sur del Meta-Occidente del Guaviare en

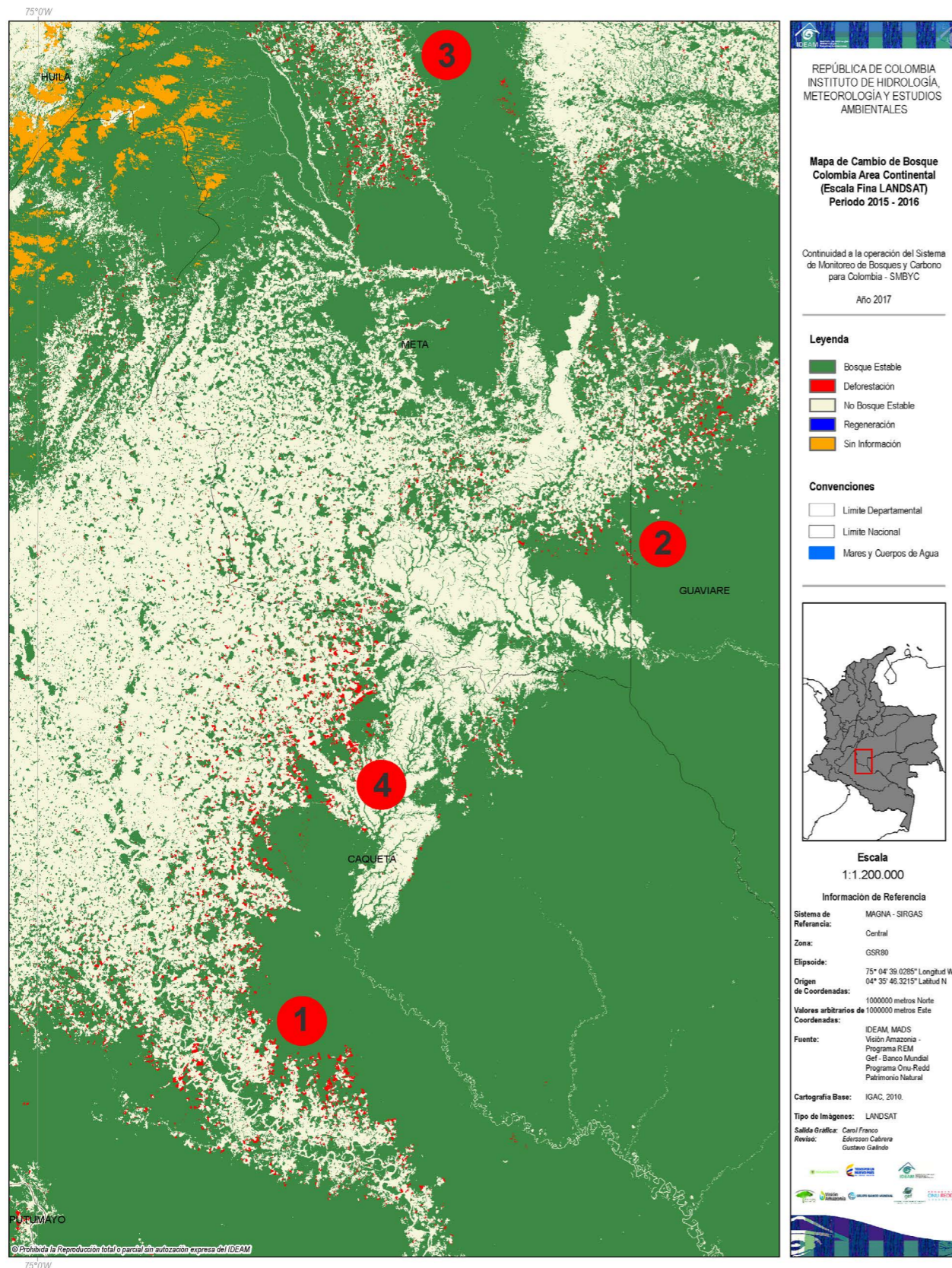
la denominada carretera “Marginal de la Selva” (2); Municipio de Uribe, Meta (3) y las denominadas “Sabanas del Yari” (4)

**Mapa 17.** Cambio anual en la superficie cubierta por bosque natural. Año 2015. Tonalidad Verde (Bosque Natural, Beige: otras coberturas; Rojo: Áreas deforestadas, Naranja: Áreas sin información)



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

**Mapa 18.** Localización de los principales núcleos de deforestación en la amazonia colombiana en el año 2016.



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

## ¿A QUÉ RITMO SE PIERDE EL BOSQUE NATURAL EN COLOMBIA? AÑOS 2015 Y 2016

Corresponde al indicador "Tasa de deforestación -TD", muestra la tasa o "velocidad" de la pérdida del bosque, y toma valores de porcentaje menores o iguales a cero. Valores menores a cero señalan pérdidas de superficie cubierta por bosque natural; el valor nulo o igual a cero significa que no existió deforestación en el periodo de análisis.

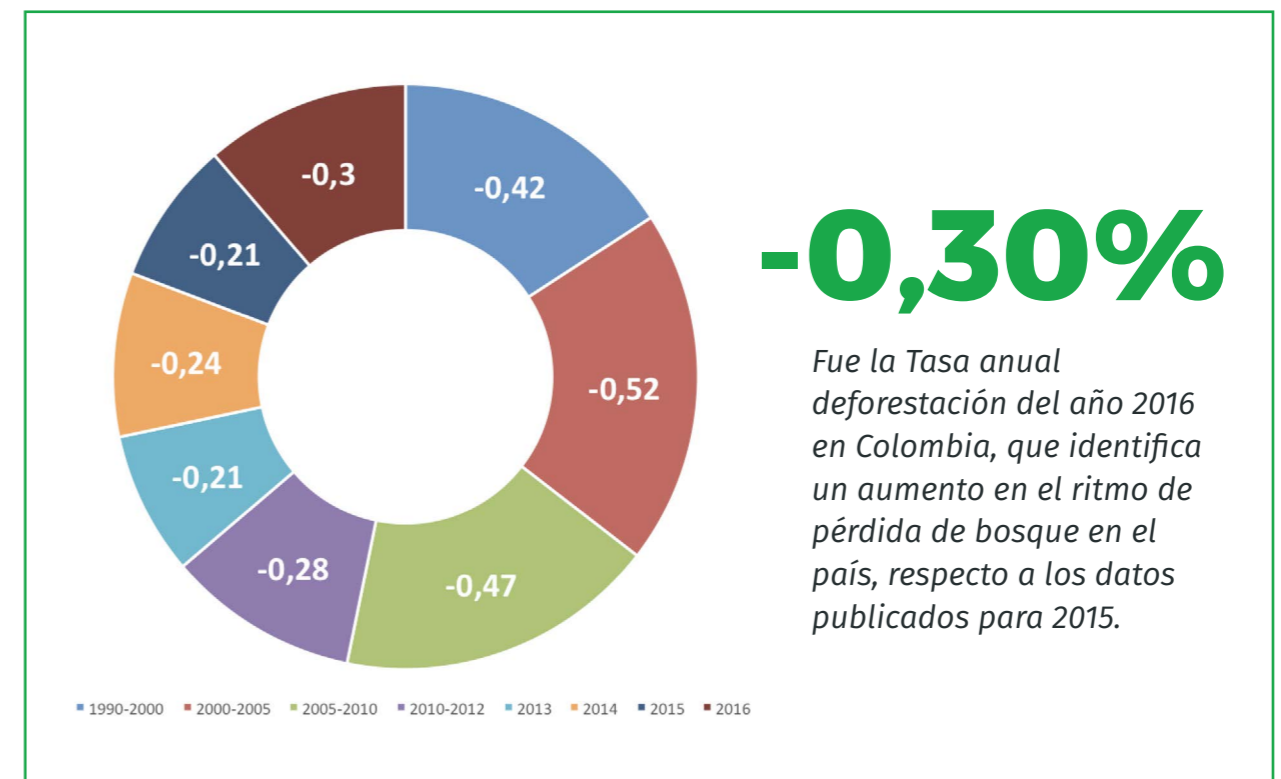
La información disponible a nivel nacional, permite identificar que en los últimos 26 años (1990-2016) solamente se ha presentado

pérdidas de bosque, es decir, el valor de tasa de deforestación ha sido negativo. Realizando un análisis de la serie temporal de datos se identifica que, el valor registrado para 2016 (-0.30%) es el más alto registrado en el país desde 2010 cuando se registró un valor de -0.47%.

Una de las mayores utilidades de este indicador es también comparar la deforestación entre territorios, por ejemplo, de acuerdo con datos de FAO (2016), para el periodo 2010-2015 la tasa mundial promedio de deforestación fue de

-0.08%, identificando que el ritmo de pérdida en Colombia es más acelerado en el mismo periodo (-0.24%) (Gráfica 29). Asimismo, permite identificar que el ritmo de deforestación podría ser más acelerado en Colombia respecto de Brasil, aun cuando éste para el mismo periodo registró una pérdida de 984 mil ha, pero con una tasa de deforestación de -0.2%. No obstante, el valor para Colombia sería menor que el de otros países como Indonesia (-0.7%), Paraguay (-2.0%), Argentina (-1.1%) o Bolivia (-0.5%).

**Gráfica 29.** Comportamiento de la Tasa de deforestación histórica en Colombia. Periodo 2011-2016



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017)

## ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE BOSQUES EN COLOMBIA?

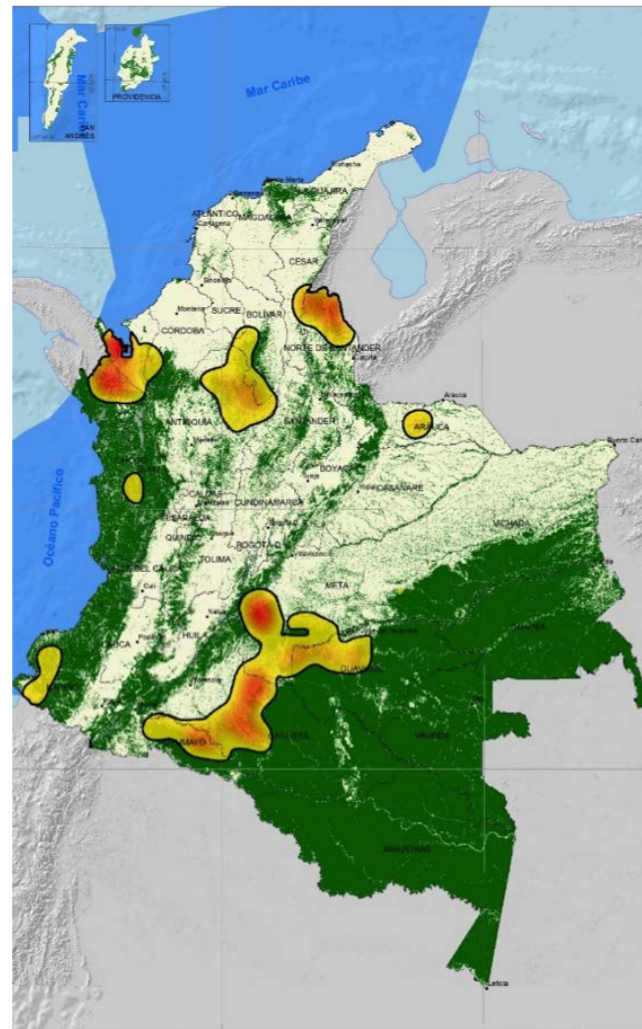
El SMByC contempla un componente técnico para la identificación de causas directas y agentes de la transformación del bosque, que actualmente cuenta con avances significativos en la temática de deforestación. Teniendo en cuenta que la pérdida de bosques en las distintas regiones del país es un proceso dinámico en el espacio y en el tiempo, es importante identificar, caracterizar y monitorear aquellas actividades socioeconómicas que están promoviendo las transformaciones de la cobertura boscosa a nivel nacional.

Para la caracterización de las causas y agentes de deforestación, se parte del principio de triangulación de la información, en el que, a partir de múltiples fuentes de datos y metodologías, se busca estructurar la información necesaria para analizar los procesos de toma de decisión a nivel nacional, subnacional y local, que resultan en la pérdida del bosque. Los análisis parten de la evaluación de las zonas en las que la deforestación se concentra de manera significativa, en donde a través de la recopilación de información primaria y secundaria, se analizan las dinámicas y patrones de deforestación observados a la luz de las variables socioeconómicas y ambientales más relevantes.

Con base en lo anterior, en Colombia en el año 2015, la deforestación se concentró en 4 grandes áreas, localizadas en las regiones naturales de los andes, amazonia y pacífico: 1) Noroccidente de la amazonia, entre los departamentos de Caquetá y Putumayo, aportaron un 35% a la deforestación nacional. 2) Nororiente de Antioquia, con un aporte del 10%; 3) el departamento de Norte de Santander con un aporte del 4% y finalmente, 4) la región del sur del pacífico, en el departamento de Nariño aportó el 4% a la deforestación nacional. Para el año 2016, la pérdida de bosques se mantuvo en estas mismas áreas con porcentajes relativamente similares. Adicionalmente, se observaron 3 nuevos núcleos de deforestación: 1) Sarare, Arauca aportando el 1% a la deforestación nacional; 2) la región Pacífico Norte, entre los departamentos de Antioquia y Chocó, con un aporte del 14% y 3) la región del sur del Chocó con un aporte del 1% al proceso nacional.

En general, las principales causas directas de la deforestación identificadas para estos núcleos están

Figura 6. Núcleos de deforestación identificados en 2016



Fuente: (IDEAM, 2017)

asociadas a la expansión de la frontera agropecuaria, en las que se encuentran actividades como la praderización, los cultivos de uso ilícito, la ganadería extensiva, la producción agrícola (de pequeña escala y agroindustriales) y los incendios forestales. Asimismo, se identificaron la extracción de madera, la extracción de minerales y expansión de infraestructura asociada a la accesibilidad terrestre y fluvial. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cada núcleo presenta patrones y dinámicas de deforestación particulares, que se explican por la heterogeneidad socioeconómica y cultural inherente a estos territorios.

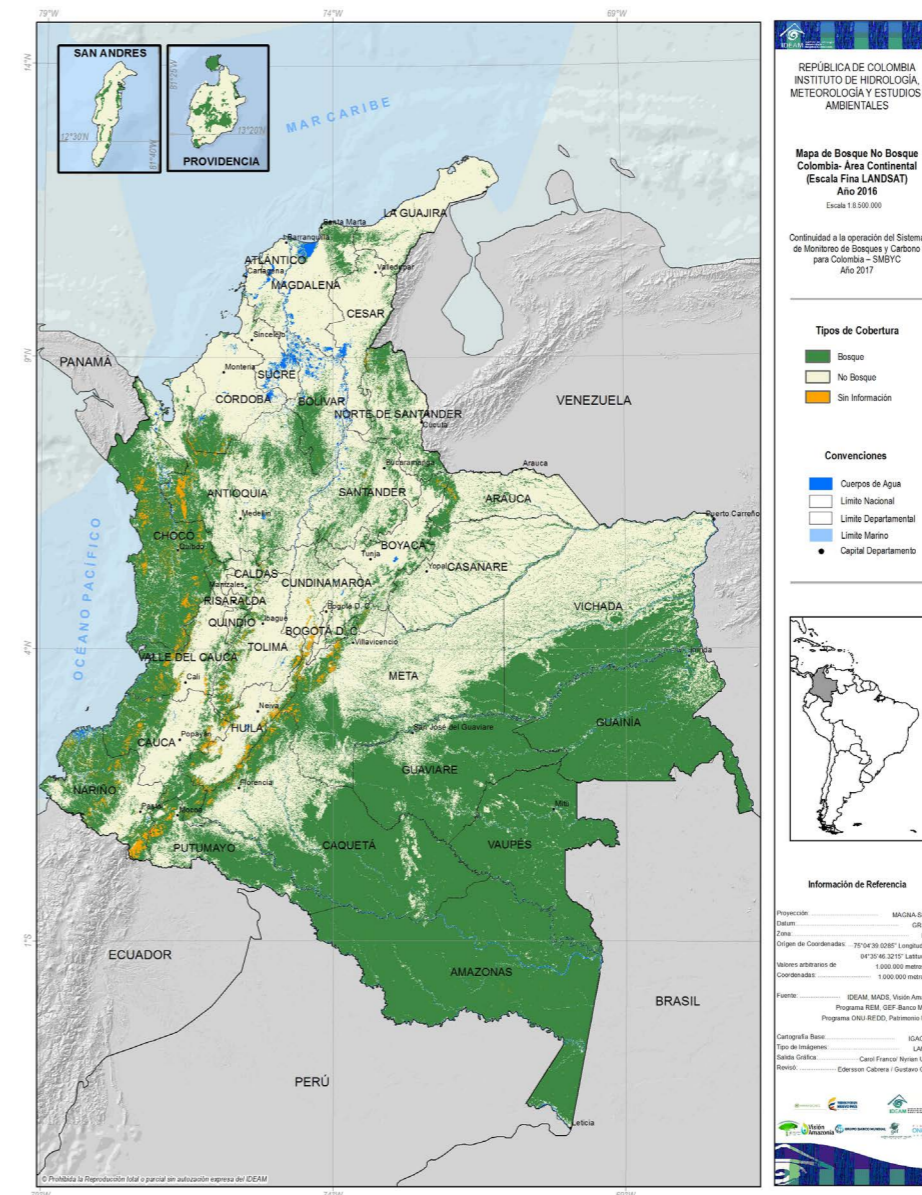
## ¿CUÁL ES LA SUPERFICIE DE BOSQUE NATURAL EN COLOMBIA? AÑO 2015 Y 2016

Corresponde al indicador “Superficie cubierta por bosque natural -PSBN”. Este indicador permite conocer el porcentaje de la superficie del país que cuenta con cobertura de bosque natural, lo cual en términos de planificación del territorio es muy importante

De acuerdo con este indicador, la superficie de bosque natural en Colombia para el año 2016 es de 59'313.296 ha, que representan el 51.9% del territorio continental e insular del país, como se puede apreciar en el Mapa 19.

Comparando este mismo indicador con algunos de los países con mayor superficie de bosque a nivel global (FAO, 2016), se puede identificar que Colombia tiene una mayor proporción de bosque natural comparado con países como: Federación Rusa (50%), Canadá (38%), EEUU (34%), China (22%) e India (24%).

Mapa 19. Superficie cubierta por bosque natural. Año 2016. Tonalidad Verde (Bosque Natural, Beige: otras coberturas; Naranja: Áreas sin información)



Fuente: (IDEAM, 2017)



51,9%

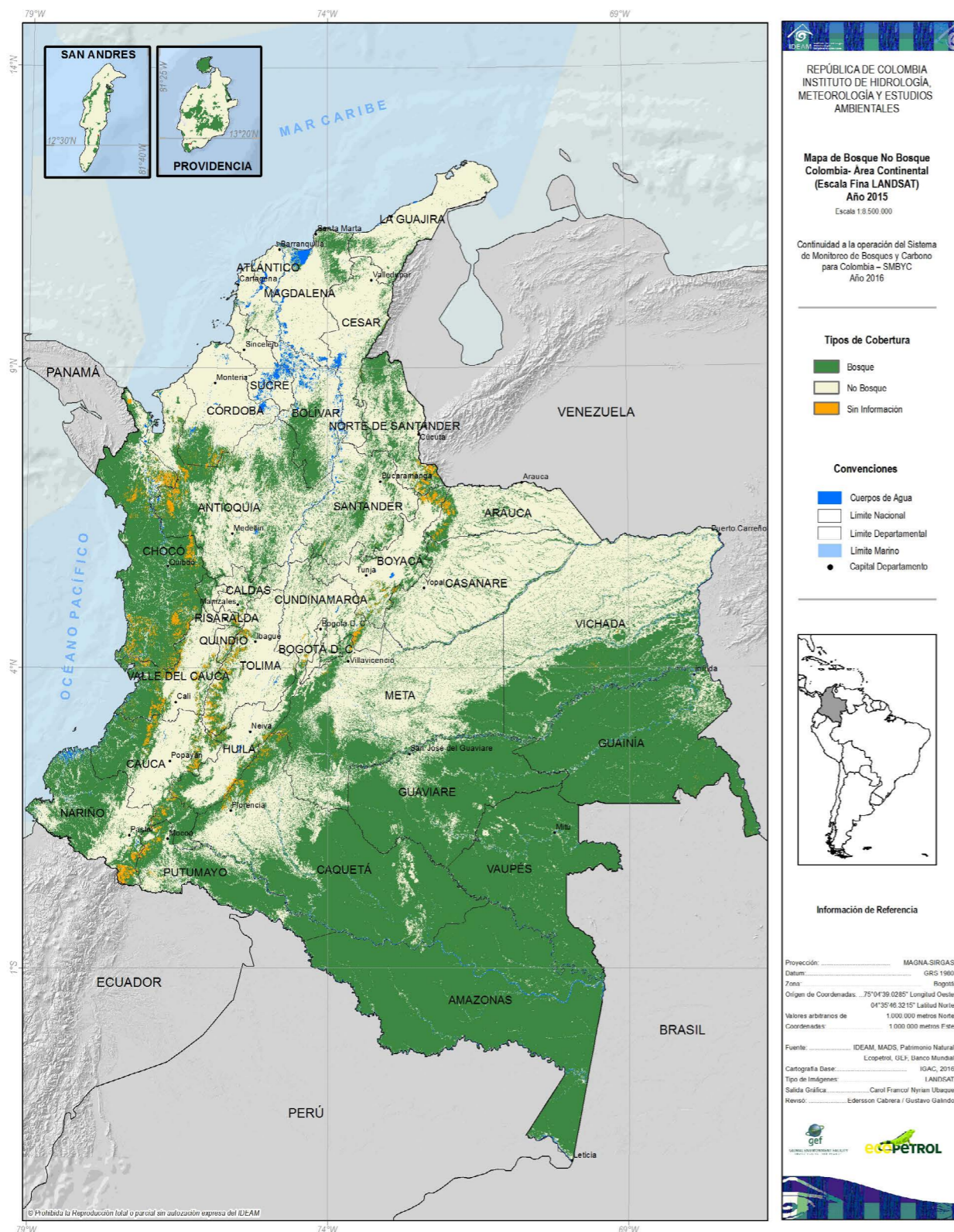
de la superficie continental e insular de Colombia se reporta como Bosque natural para el año 2016, lo que posiciona al país como un territorio principalmente forestal.

Finalmente, es importante mencionar que de acuerdo con datos de FAO (Food and Agriculture

Organization of the United Nations, 2016) para el año 2015 (Mapa 20), se puede identificar que Colombia

posee el 2.21% del bosque natural a nivel mundial.

**Mapa 20. Superficie cubierta por bosque natural. Año 2015. Tonalidad Verde (Bosque Natural, Beige: otras coberturas: Naranja: Áreas sin información)**



Fuente: (IDEAM, 2017)



## BOSQUES VS CULTIVOS DE COCA Y MINERÍA CRIMINAL

La información generada por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono – SMByC del IDEAM, también permite identificar el impacto que las actividades criminales vienen teniendo sobre la pérdida de áreas de bosque natural en el país, identificando que dos de las causas directas de deforestación en Colombia son los cultivos de coca y la explotación ilícita de minerales (principalmente oro de aluvión).

En este sentido, el IDEAM viene trabajando en conjunto con la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito – UNODC, para identificar las áreas deforestadas asociadas a las evidencias de explotación de oro de aluvión – EVOA y los censos de cultivos de coca.

### Deforestación por Cultivos de Coca.

Los datos actualizados permiten identificar que para el año 2016, 13.209 ha de bosque natural fueron directamente deforestadas por cultivos de coca (Enero-Diciembre 2016). Asimismo, se encontró que el 26,7% de la deforestación identificada a nivel nacional se encuentra a menos de 1 km de los lotes de cultivos de coca detectados por - UNODC y por el Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos - SIMCI en 2016. Esta cifra resulta ser inferior que la reportada para el año 2015, con el 31%. El 95% de la deforestación asociada a cultivos de coca se concentró en 8 departamentos, siendo los departamentos más afectados Norte de Santander (41%), Nariño (18%), Putumayo (15%), Antioquia (8%), Meta (6%), Cauca (3%), Guaviare (2%), y Caquetá (2%).

### Deforestación asociada a minería de oro de aluvión.

Los datos publicados por el IDEAM y la UNODC, permiten identificar que para el año 2015, la deforestación asociada a minería de oro de aluvión ascendió a 7890 ha, concentrándose principalmente en tres áreas del país: Nororiente de Antioquia – Sur de Bolívar; Chocó y Nariño-Cauca.

Para el año 2016, UNODC/SIMCI aún no han reportado las áreas en Colombia afectadas por minería de oro de aluvión. No obstante esto, la deforestación en 2016 en municipios históricamente asociados a minería de oro de aluvión también registró un aumento, resaltándose el caso de los municipios de Nechí, Remedios, Segovia, Montecristo, Timbiquí, Quibdó y Medio Atrato, como los de mayores aumentos de deforestación.

# DINÁMICA DE CAMBIO EN COBERTURAS DE LA TIERRA

(PERIODOS 2000-2002, 2005-2009 Y 2010-2012)<sup>12</sup>

Vicente Peña Bohorquez  
Profesional  
Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.

El 71,04% del territorio continental está cubierto por bosques y áreas seminaturales; dentro de esta categoría los bosques son las coberturas que presentan el mayor grado de transformación; en contraste, las áreas agrícolas heterogéneas y los pastos representan las coberturas de mayor crecimiento en el periodo monitoreado con un incremento de 1'774.000 ha.

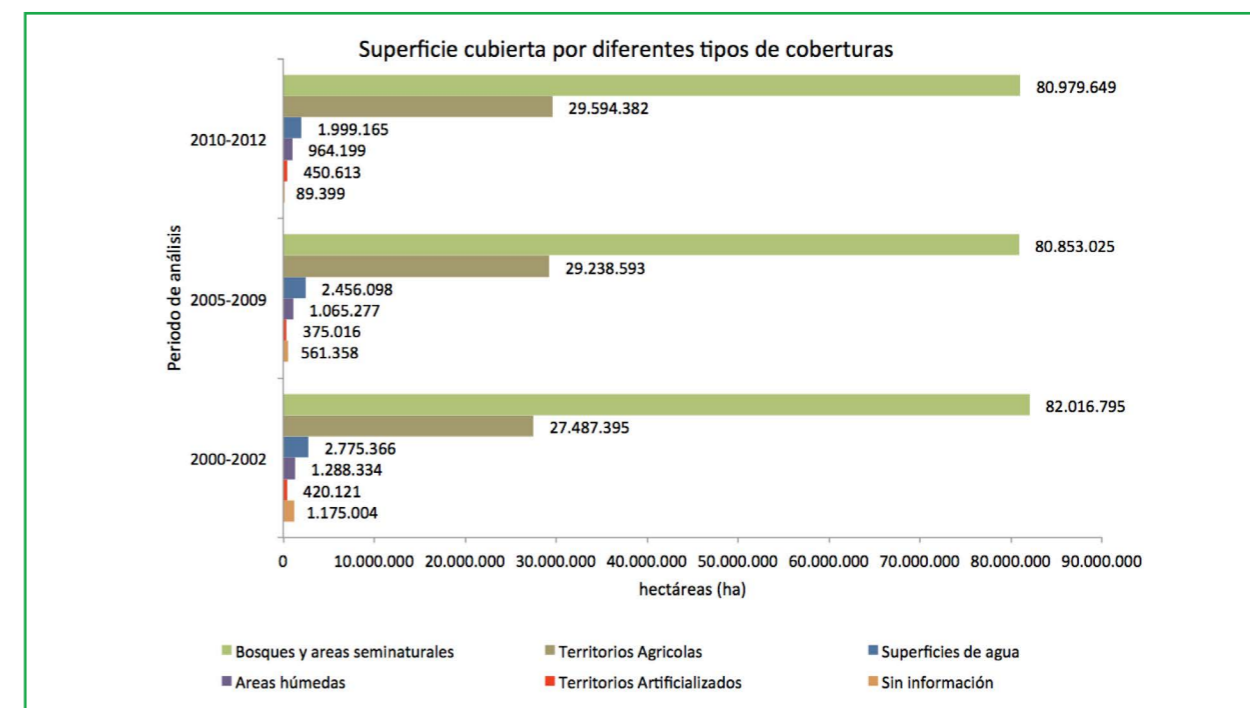
En cumplimiento de su misión, el IDEAM ha liderado en Colombia la implementación de una metodología uniforme para levantar información de las coberturas de la tierra a través de la adaptación al país de la metodología "CORINE Land Cover -CLC"; la metodología CLC se basa en la interpretación visual en pantalla de imágenes de satélite de mediana resolución con posterior verificación de campo. La caracterización de la cobertura terrestre y el uso del suelo de un área, así como sus cambios espacio temporales en relación con las actividades humanas, es fundamental para entender y predecir la dinámica de los componentes del paisaje. Además, proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas, y es una herramienta esencial para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos

naturales, para lo cual es necesario la producción periódica de la capa nacional a unos intervalos temporales definidos técnicamente, que permitan establecer los cambios sucedidos en la cobertura.

Las cifras actuales corresponden al monitoreo realizado por el IDEAM y los institutos de investigación del SINA (SINCHI, IAvH, IIAP), Parques Nacionales Naturales e IGAC, a partir de la metodología CORINE Land Cover adaptada al territorio nacional.

Conforme con los resultados mostrados en la Gráfica 30, para los tres periodos de monitoreo existentes (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012), las coberturas predominantes están conformadas por los bosques y áreas seminaturales, aunque se presenta una disminución de más de un millón de hectáreas (-1'163.770 ha, equivalente al 1,02% de la superficie continental del país).

Gráfica 30. Superficie cubierta por diferentes tipos de coberturas para los periodos (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012)



Fuente: Cálculos propios, con base en la información de los mapas de coberturas de la tierra IDEAM 2017 (IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA, 2010), (IDEAM, MADS, IGAC, IIAP, SINCHI, PNN y WWF, 2012), (IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS, 2015)

## Distribución de coberturas por Áreas Hidrográficas

De acuerdo con las cinco (5) áreas hidrográficas en las que se divide el país (Caribe-Catatumbo, Magdalena-Cauca, Orinoco, Amazonas y Pacífico), a continuación, se presentan los resultados a primer nivel de la Leyenda Nacional de coberturas de la tierra (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2010) en los periodos 2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012.

## Área Hidrográfica Caribe-Catatumbo

Los bosques y las áreas seminaturales constituyen la cobertura de mayor extensión en el área hidrográfica del Caribe-Catatumbo con el 60,82%, seguido por los territorios agrícolas con un 35,48% para el periodo (2010-2012). Se destaca el incremento de los territorios agrícolas en 208.573 ha, equivalente al 1,99% de la superficie (Cuadro 6).

Cuadro 6. Coberturas de la tierra a primer nivel de la leyenda nacional de coberturas, área hidrográfica Caribe-Catatumbo, periodos (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012).

COBERTURAS A PRIMER NIVEL	Área en 2000-2002 (ha)	%	Área en 2005-2009 (ha)	%	Área en 2010-2012 (ha)	%
Territorios Artificializados	65.735,48	0,63	72.365,11	0,69	87.838,23	0,84
Territorios Agrícolas	3.505.818,56	33,49	3.600.814,16	34,40	3.714.391,64	35,48
Bosques y Áreas Seminaturales	6.296.267,76	60,14	6.384.597,68	60,99	6.367.344,12	60,82
Áreas Húmedas	188.281,42	1,80	118.861,54	1,14	127.652,51	1,22
Superficies de Agua	139.092,76	1,33	155.217,56	1,48	147.477,50	1,41
Nubes	273.470,60	2,61	136.810,55	1,31	23.962,60	0,23
Total	10.468.666,57	100,00	10.468.666,61	100,00	10.468.666,60	100,00

Fuente: Cálculos propios, con base en la información de los mapas de coberturas de la tierra IDEAM 2017 (IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA, 2010), (IDEAM, MADS, IGAC, IIAP, SINCHI, PNN y WWF, 2012), (IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS, 2015)



## Área Hidrográfica Magdalena-Cauca

Los territorios agrícolas constituyen la cobertura de mayor representatividad en el área hidrográfica Magdalena-Cauca con un 60,54% en el periodo

2010-2012, lo cual es un indicador del alto grado de transformación por acción antrópica, teniendo en cuenta además que en esta área se ubican las principales ciudades del país, así como los mayores centros de producción industrial (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Coberturas de la tierra a primer nivel de la leyenda nacional de coberturas, área hidrográfica Magdalena-Cauca, periodos (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012)**

COBERTURAS A PRIMER NIVEL	Área en 2000-2002 (ha)	%	Área en 2005-2009 (ha)	%	Área en 2010-2012 (ha)	%
Territorios Artificializados	233.509,71	0,87	254.246,56	0,94	300.382,73	1,12
Territorios Agrícolas	16.325.981,64	60,67	16.412.256,30	60,99	16.290.452,86	60,54
Bosques y Áreas Seminaturales	8.461.856,89	31,45	8.365.962,09	31,09	8.812.924,17	32,75
Áreas Húmedas	753.769,08	2,80	758.819,61	2,82	672.900,36	2,50
Superficies de Agua	685.722,58	2,55	798.880,49	2,97	795.755,03	2,96
Nubes	448.812,63	1,67	319.486,78	1,19	36.880,67	0,14
Total	26.909.652,54	100	26.909.651,84	100	26.909.295,82	100

Fuente: Cálculos propios, con base en la información de los mapas de coberturas de la tierra IDEAM 2017 (IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA, 2010), (IDEAM, MADS, IGAC, IAP, SINCHI, PNN y WWF, 2012), (IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS, 2015)

## Área Hidrográfica del Orinoco

Los bosques y las áreas seminaturales constituyen el grupo de coberturas con mayor representatividad en el área hidrográfica del Orinoco con el 84% de

la superficie. Estas coberturas representan una disminución de 497.384 ha en 10 años, equivalente al 1,43% del área. En contraste, los territorios agrícolas presentan un incremento de 742.249 ha, equivalentes a 2,13% (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Coberturas de la tierra a primer nivel de la leyenda nacional de coberturas, área hidrográfica del Orinoco, periodos (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012).**

COBERTURAS A PRIMER NIVEL	Área en 2000-2002 (ha)	%	Área en 2005-2009 (ha)	%	Área en 2010-2012 (ha)	%
Territorios Artificializados	102.810,93	0,3	26.320,35	0,1	31.148,27	0,1
Territorios Agrícolas	4.211.393,79	12,1	4.695.492,21	13,5	4.953.642,75	14,3
Bosques y Áreas Seminaturales	29.646.631,80	85,4	29.419.171,37	84,7	29.149.246,98	84,0
Áreas Húmedas	263.378,76	0,8	123.450,68	0,4	117.720,55	0,3
Superficies de Agua	451.776,07	1,3	448.512,15	1,3	465.404,82	1,3
Nubes	44.603,61	0,1	7.647,96	0,0	3.431,60	0,0
Total	34.720.594,96	100,0	34.720.594,72	100,0	34.720.594,98	100,0

Cálculos propios, con base en la información de los mapas de coberturas de la tierra IDEAM 2017 (IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA, 2010), (IDEAM, MADS, IGAC, IAP, SINCHI, PNN y WWF, 2012), (IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS, 2015)

## Área Hidrográfica del Amazonas

Los bosques y las áreas seminaturales constituyen el principal grupo de coberturas en el área hidrográfica del Amazonas con un 90,96% de la superficie en el periodo 2010-2012. Este grupo de coberturas a su vez representa

el mayor grado de disminución con 818.295 ha en 10 años, equivalente al 2,4% del área. En contraste, los territorios agrícolas presentan una ganancia de 768.854 ha en el mismo lapso de tiempo (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Coberturas de la tierra a primer nivel de la leyenda nacional de coberturas, área hidrográfica del Amazonas, periodos (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012)**

COBERTURAS A PRIMER NIVEL	Área en 2000-2002 (ha)	%	Área en 2005-2009 (ha)	%	Área en 2010-2012 (ha)	%
Territorios Artificializados	6.590,17	0,02	6.732,75	0,02	7.446,31	0,02
Territorios Agrícolas	1.912.852,24	5,59	2.518.273,00	7,37	2.681.706,19	7,84
Bosques y Áreas Seminaturales	31.917.883,41	93,35	31.269.201,29	91,46	31.099.588,07	90,96
Áreas Húmedas	51.221,82	0,15	27.037,75	0,08	24.418,51	0,07
Superficies de Agua	205.583,34	0,60	368.697,26	1,08	376.481,63	1,10
Nubes	95.942,83	0,28	131,38	0,00	432,70	0,00
Total	34.190.073,80	100,00	34.190.073,44	100,00	34.190.073,41	100,00

Fuente: Cálculos propios, con base en la información de los mapas de coberturas de la tierra IDEAM 2017 (IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA, 2010), (IDEAM, MADS, IGAC, IAP, SINCHI, PNN y WWF, 2012), (IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS, 2015)

## Área Hidrográfica del Pacífico

Los bosques y las áreas seminaturales representan el 72,18% del área hidrográfica del Pacífico, siendo el principal grupo de coberturas en la región. Este grupo de coberturas presenta una disminución de 143.389

ha, en contraste con el incremento de los territorios agrícolas de 422.776 ha, en un lapso de 10 años. Este grupo de coberturas es el de mayor incremento al pasar de 19,94% a 25,45% en el periodo 2000-2002 a 2010-2012. (Cuadro 10)

**Cuadro 10. Coberturas de la tierra a primer nivel de la leyenda nacional de coberturas, área hidrográfica del Pacífico, periodos (2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012).**

COBERTURAS A PRIMER NIVEL	Área en 2000-2002 (ha)	%	Área en 2005-2009 (ha)	%	Área en 2010-2012 (ha)	%
Territorios Artificializados	10.822,60	0,14	12.748,82	0,17	23.165,82	0,30
Territorios Agrícolas	1.528.064,66	19,94	2.001.446,43	26,12	1.950.840,82	25,45
Bosques y Áreas Seminaturales	5.675.186,70	74,05	5.409.097,24	70,58	5.531.797,29	72,18
Áreas Húmedas	30.759,05	0,40	29.940,13	0,39	20.587,78	0,27
Superficies de Agua	108.484,66	1,42	113.661,55	1,48	114.522,72	1,49
Nubes	310.653,01	4,05	97.076,52	1,27	23.042,60	0,30
Total	7.663.970,68	100,00	7.663.970,69	100,00	7.663.957,03	100,00

Fuente: Cálculos propios, con base en la información de los mapas de coberturas de la tierra IDEAM 2017 (IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA, 2010), (IDEAM, MADS, IGAC, IAP, SINCHI, PNN y WWF, 2012), (IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS, 2015)

Finalmente cabe destacar que:

- En el periodo de monitoreo (2010-2012), las coberturas con mayor cubrimiento con respecto a la superficie continental del país a primer nivel jerárquico de la leyenda nacional, están representadas en su orden por los bosques y áreas seminaturales (71,04%), los territorios agrícolas (25,96%), las superficies de agua (1,68%), las áreas húmedas (0,85%) y los territorios artificializados (0,40%).
- Para el periodo (2010-2012) se destaca el aumento de coberturas transformadas como los territorios

artificializados (zonas de extracción minera y zonas urbanas), los territorios agrícolas (pastos limpios; mosaicos de pastos con espacios naturales y cultivos permanentes arbóreos), la vegetación secundaria o en transición, la disminución de las coberturas naturales (bosques y arbustales) y las áreas húmedas (zonas pantanosas y vegetación acuática sobre cuerpos de agua), que reflejan una fuerte transformación de coberturas naturales principalmente por presión antrópica.

# INCENDIOS FORESTALES UNA DE LAS CAUSAS DE DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES DEL PAÍS

(PRINCIPALES CIFRAS PARA EL PERIODO 2002 – 2016)

Adriana Paola Barbosa Herrera

Profesional

Luis Mario Moreno Amado

Profesional

Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.

114.131,13 hectáreas (ha), fue el total de la superficie de cobertura vegetal reportada afectada por incendios en el año 2016. Siendo la segunda cifra más alta presentada en los últimos 15 años. El promedio en el país de cobertura vegetal afectada por incendios, en el periodo 2002 – 2015 fue de 60.162,65 ha/año. (601,63 km<sup>2</sup>) aproximadamente 2 veces el área urbana de Bogotá D.C.

En el año 2016 se han identificado 72.416 ha de bosque afectadas por incendios asociados a frentes de deforestación.

La ocurrencia de los incendios forestales es una situación multicausal, altamente dinámica en el tiempo y el espacio, generador de impactos de alcance variable sobre el medio natural y social. En este sentido, es importante mencionar que, al menos el 95% de los eventos reportados en Colombia son causados por el ser humano. Por ello es importante identificar tanto la magnitud como la localización de los incendios forestales, para dirigir las acciones de gestión de conocimiento del riesgo de ocurrencia, prevención, mitigación y restauración de las áreas afectadas.

Bajo este marco, la ampliación de la frontera agrícola y la utilización del fuego en la preparación de terrenos agrícolas en el país, son los principales factores generadores de incendios de la cobertura vegetal, escenario que se intensifica por situaciones climáticas. Durante el primer trimestre, por efectos

del fenómeno “El Niño” 2015 – 2016, se acentuó esta temporada seca, lo que se reflejó en una mayor cantidad de superficie afectada con 99.084 ha (89% de la superficie afectada en 2016).

Es de resaltar, el incendio presentado a comienzos de marzo de 2016 en el municipio de Unguía en el departamento del Chocó, es el mayor incendio que sobre cobertura de bosque natural se tenga conocimiento para el país, toda vez que se afectaron 7840<sup>13</sup> ha de bosque, según la detección de incendios realizada a partir del procesamiento de imágenes de sensores remotos realizada por el IDEAM.

## Análisis periodo 2002 – 2016

Durante el periodo de análisis se presenta un acumulado<sup>14</sup> de 902.439,71 ha de cobertura vegetal afectada por incendios. En este contexto, el departamento con mayor área acumulada para este período fue Casanare, en la Orinoquia con 166.294,18 ha equivalente al 18,43 % del total afectado.

Se destacan los resultados del análisis a nivel del sistema de Parques Nacionales Naturales,

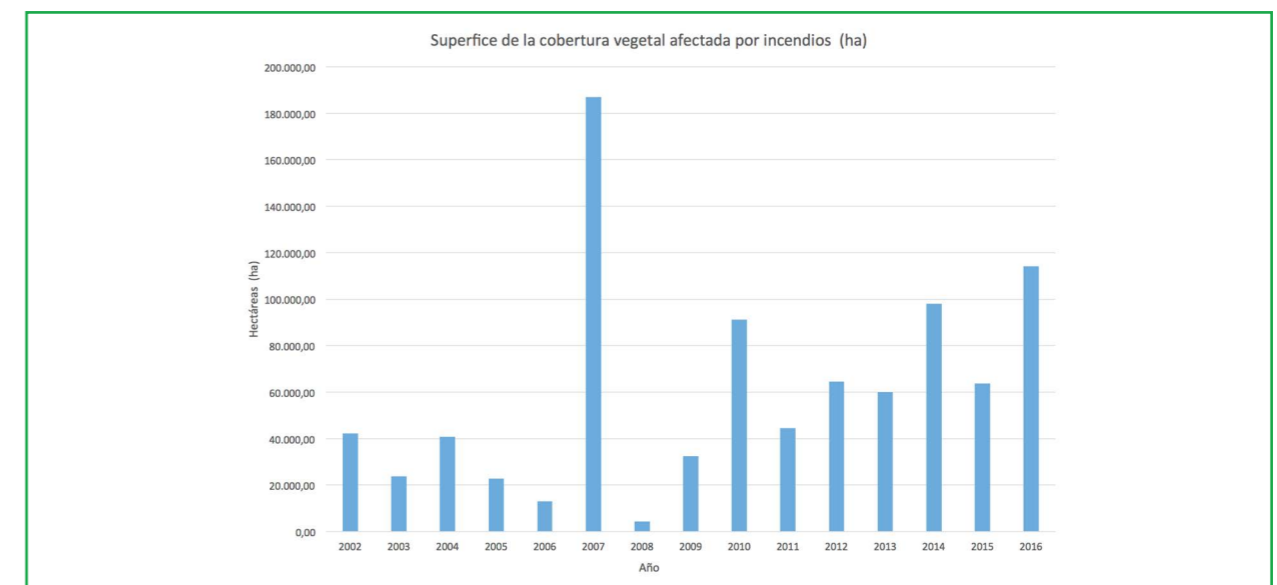
donde se observa que, el 11.06% de los eventos presentados en el periodo de referencia han ocurrido dentro de estas áreas, lo que corresponde a 99.922,10 ha, afectando las especies de flora y fauna presentes, así como los servicios ecosistémicos, la función y estructura de los ecosistemas presentes, entre ellos, la capacidad de ejercer la función de sumideros

de carbono, disponibilidad de hábitats para las distintas especies, la conectividad y flujo de materia y energía.

En cuanto a los años, en los que se presentó mayor área de cobertura vegetal afectada por incendios, se destacan los años 2007 y 2016, concentrándose principalmente en eventos mayores a 4000 ha. Para el

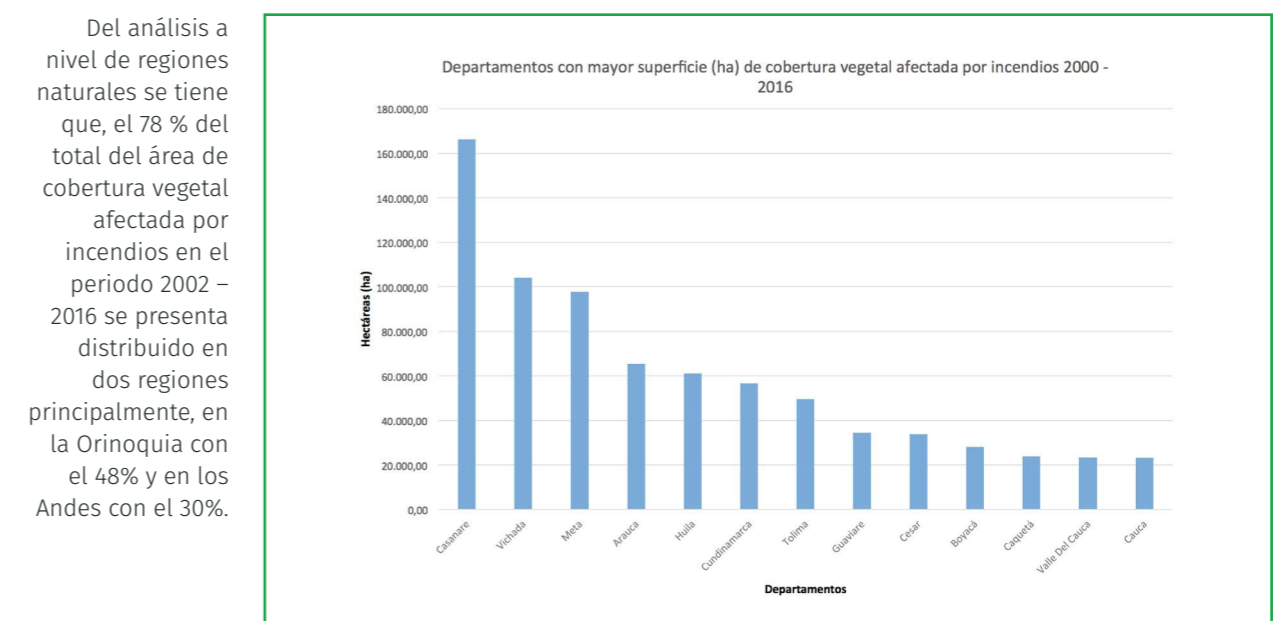
caso del año 2007, donde se registra la mayor cantidad de área afectada, se resalta que, esta cifra obedece a dos grandes incendios ocurridos en el mes de febrero en la Orinoquia y que coincidieron con la finalización del fenómeno climático extremo “El Niño”, que venía presentándose desde agosto de 2006.

Gráfica 31. Superficie de cobertura vegetal afectada por incendios.



Fuente: (IDEAM, 2016)

Gráfica 32. Departamentos con mayor superficie de cobertura vegetal afectada por incendios.



Fuente: (IDEAM, 2016)

Del análisis a nivel de regiones naturales se tiene que, el 78 % del total del área de cobertura vegetal afectada por incendios en el periodo 2002 – 2016 se presenta distribuido en dos regiones principalmente, en la Orinoquia con el 48% y en los Andes con el 30%.

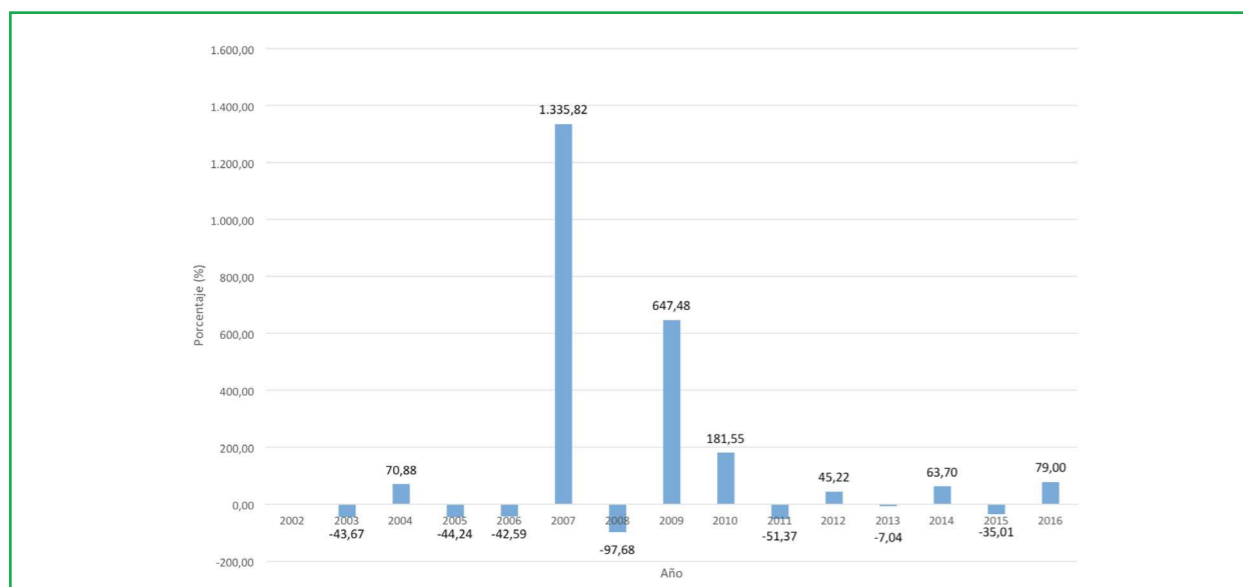
13 De acuerdo con la información obtenida a partir de la detección de incendios con imágenes de sensores remotos realizada por el IDEAM, en 2016 se afectaron 13.930 ha en el incendio en Unguía, de las cuales 7.840 ha correspondieron a bosque natural.  
14 Se contó con información de 25 departamentos para el periodo 2002 – 2016

En lo relacionado con la variación de la superficie afectada por incendios a nivel nacional (Gráfica 33), puede notarse que no existe

una tendencia marcada, ya sea de aumento o disminución del área afectada durante el periodo de referencia, por el contrario,

cada año analizado presenta comportamientos diferentes; esto mismo se presenta a nivel de departamento.

Gráfica 33. Variación anual % de la superficie de cobertura vegetal afectada por incendios.



Fuente: (IDEAM, 2016)



### Análisis para el año 2016

En 2016 se reportaron 114.131,13 ha de cobertura vegetal afectadas por incendios. Comparado con el año 2015, el incremento fue del 79 % estando por encima del promedio anual, 2016 se registra como el segundo año con mayor superficie afectada en los últimos 15 años. Durante el primer trimestre de 2016, por efectos del fenómeno "El Niño" 2015 - 2016, se acentuó esta temporada seca, lo que se reflejó en una mayor cantidad de superficie afectada con 99.084 ha (89% de la superficie afectada en 2016).

En este año, la mayor área de cobertura vegetal afectada por incendios continúa siendo la región de la Orinoquia con el 45% del total en 2016. Sin embargo, es de destacar que la región Caribe presentó un aumento considerable en área afectada, registrando un aumento de 16%, sobre el promedio del periodo de la referencia.

# COLOMBIA AVANZA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SU INVENTARIO FORESTAL NACIONAL - IFN

Adriana Paola Barbosa, Luis Mario Moreno, Miguel Angel Peña Hernández, Juan Fernando Phillips, Metodi Panev, Juan Sebastián Barreto, Carlos Capachero, Sonia Camacho, Rubén Herrera, Deivid Suárez  
Profesionales  
Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.

Colombia inició en 2015 la implementación del Inventario Forestal Nacional -IFN, a partir de metodologías y procedimientos estandarizados, con el propósito de contar con información altamente confiable, consistente y continua acerca del estado y las características de los bosques del país. El IFN constituye un insumo fundamental para la toma de decisiones del sector forestal y la planificación del territorio a nivel nacional, así como para sentar las bases en la consolidación y construcción de estrategias de manejo sostenible del recurso forestal del país.

La implementación del IFN de Colombia se realiza bajo enfoque multipropósito sobre la estructura, composición y diversidad florística, biomasa aérea, carbono orgánico en el suelo y en los detritos de madera, estado y dinámica de los bosques. El IFN contempla la selección de los conglomerados, teniendo en cuenta aspectos como accesibilidad, orden público, entre otros aspectos y el establecimiento de alianzas estratégicas a través de convenios y contratos interadministrativos entre el IDEAM, el Instituto Amazónico

**Doscientos noventa y siete (297) son los conglomerados establecidos a 2017 por el equipo del IFN y veintiocho (28) parcelas permanentes de una hectárea (1ha) a nivel nacional.**

de Investigaciones Científicas - SINCHI, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP; es así que se abarcarán las cinco regiones naturales del país: Caribe, Andes, Orinoquia, Pacífico y Amazonía, donde se otorgan espacios de participación con la población local, con enfoque diferencial en el territorio nacional.

Del total de los conglomerados establecidos (297), noventa y cuatro (94) se encuentran ubicados en la región de los Andes, sesenta y nueve (69) en la Orinoquia, sesenta y tres (63) en el Caribe, veinticuatro (24) en el Pacífico y cincuenta y nueve (59) en la Amazonía.

La información levantada por el IFN contribuye a:

- La consolidación de los inventarios de biodiversidad
- Priorizar áreas de conservación
- Generación de planes de manejo
- La contabilidad ambiental
- La información oficial sobre el recurso forestal, como soporte para las pre-consultas en

- procesos de licenciamiento ambiental
- La valoración ambiental de los territorios étnicos
- Precisar las estimaciones de carbono almacenado en los bosques y las emisiones asociadas a deforestación
- La generación de informes de país (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS)
- La posibilidad que ofrece el IFN para identificar oportunidades de uso sostenible de los bosques que contribuyan al mejoramiento del bienestar de las comunidades

## LA HUELLA SOCIAL ASOCIADA AL IFN

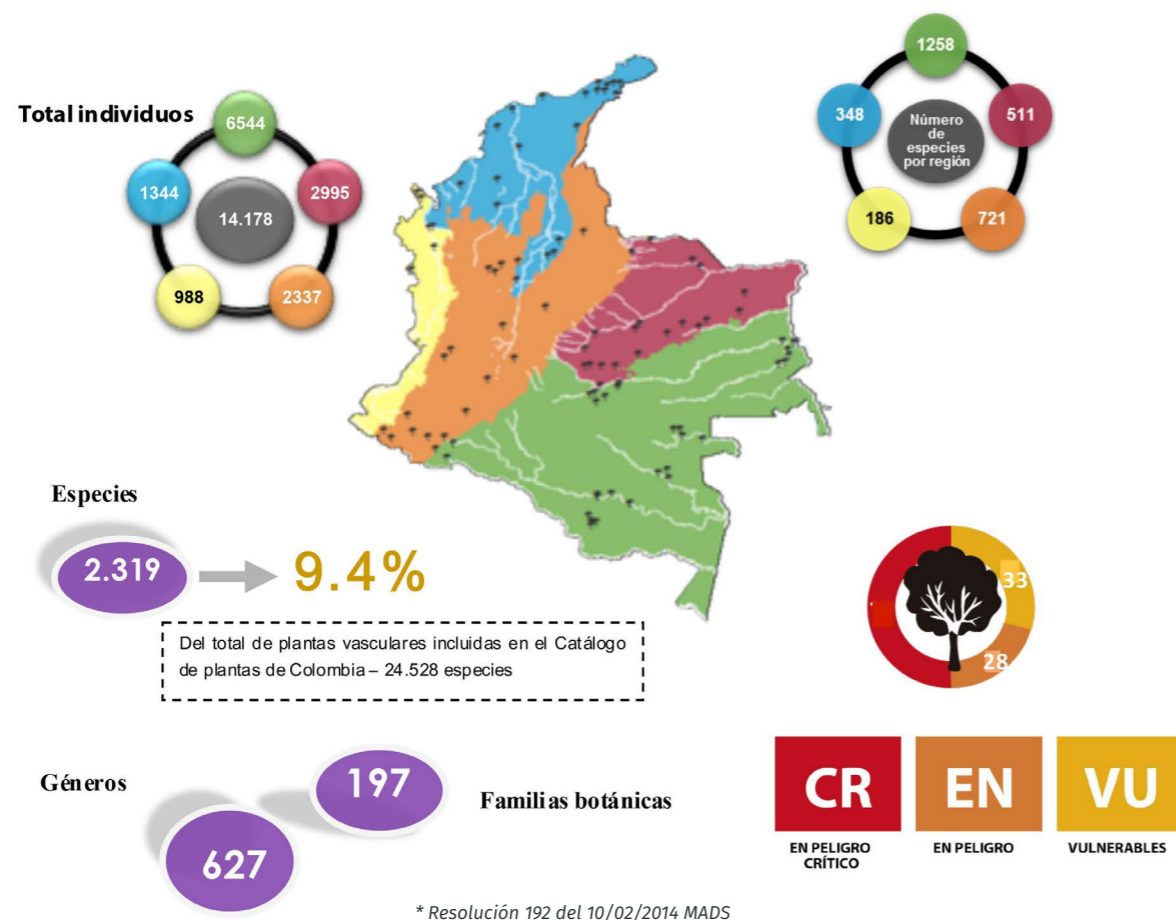
El IFN en sí mismo se constituye en una estrategia que permite generar apropiación y conciencia en todos los niveles frente a la necesidad de conservar los bosques del país y contempla la participación de personas locales como co-investigadores del IFN. Como parte de las actividades de implementación de éste, se ha promovido la participación y la generación de capacidades a nivel local, con los siguientes resultados:

- Más de 300 personas locales han participado en calidad de

co-investigadores del IFN.

- Más de 30 personas se han capacitado, entre profesionales y técnicos, quienes participan en las actividades de campo (varios son de la zona).
- Más de 80 actores de interés local se les ha socializado directamente sobre la información del IFN.
- Más de 70 funcionarios de entidades del ámbito regional y nacional a quienes se les ha socializado el diseño metodológico del IFN.

Figura 7 Resultados preliminares



Fuente: (IDEAM, 2017)

# LOS GLACIARES O NEVADOS COLOMBIANOS Y SU PROCESO DE DERRETIMIENTO 2015 - 2016

Jorge Luis Ceballos Liévano,  
Profesional - Glaciares  
Francisco Rojas Heredia,  
Profesional - Glaciares

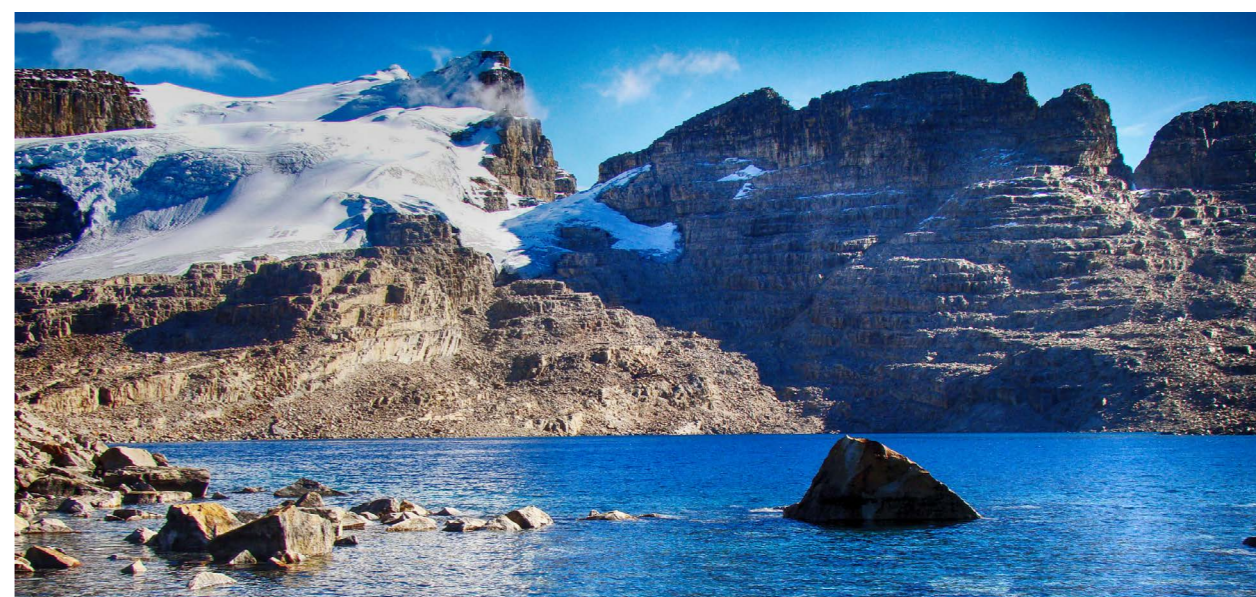
Iván Cuéllar Coronado,  
Profesional - Glaciares  
Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

Para el período 2015-2016 la superficie total de masa glaciar en Colombia fue de 39 km<sup>2</sup>, mientras que el penúltimo dato reportado por el IDEAM para el año 2010 fue de 45,3 km<sup>2</sup>. Estas mediciones indican que en los últimos seis años hubo una pérdida de cobertura glaciar del 14% (2.3% por año).

Los seis glaciares o nevados colombianos continúan su proceso de derretimiento acelerado como

una respuesta a las actuales condiciones de la tropósfera. En particular, para el periodo 2015-2016, se destaca la influencia del fenómeno climático extremo "El Niño", que incrementó la fusión glaciar por la disminución de precipitación sólida (nieve y granizo) y el aumento de la exposición del hielo a la radiación solar. La acumulación de nieve, elemento esencial para la estabilidad de un glaciar, fue especialmente escasa en el volcán nevado Santa Isabel

(sector Conejeras). Sin embargo, para la sierra nevada de El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco), la situación fue menos preocupante, ya que en 2016 hubo incrementos de masa glaciar por la acumulación de nieve del orden de 0,82 metros para el periodo de junio a noviembre. Se destaca la especial situación del volcán nevado Santa Isabel con una reducción de área glaciar de 43, 8% entre 2010 y 2016, pasando de 1,8 km<sup>2</sup> a 1,01 km<sup>2</sup>.



# ESTUDIO DE LA GEOMETRÍA GLACIAR: EL CAMBIO DE SUPERFICIE DE LOS NEVADOS

Los glaciares colombianos por su localización ecuatorial, reducido tamaño comparativo y relativa baja altitud, son especialmente sensibles a la dinámica de la baja atmósfera (tropósfera), lo que los convierte en laboratorios naturales donde es posible reconocer las tendencias del clima global (Haeberli, 1998). Los manifiestos cambios durante las últimas décadas en los patrones de precipitación, nubosidad y temperatura, los efectos de la Oscilación del Sur “El Niño” (ENSO, por sus siglas en inglés), y otros fenómenos de la variabilidad climática, son factores que inciden directamente en la dinámica de

los glaciares y se traducen en una tendencia evidente de pérdida de masa glaciar<sup>15</sup>

Actualmente Colombia posee seis glaciares (Mapa 21), que para el periodo 2015-2016 ocupaban un área de 39 km<sup>2</sup>, representando menos del 1% de los glaciares de Suramérica y alrededor del 2% de los glaciares tropicales del mundo (Rivera, A., F. Bown, F. Napoleoni, C. Muñoz y M. vuille., 2016). Los cambios de área glaciar colombiana desde la segunda mitad del siglo XIX se pueden observar en el Cuadro 11.

Con base en la información

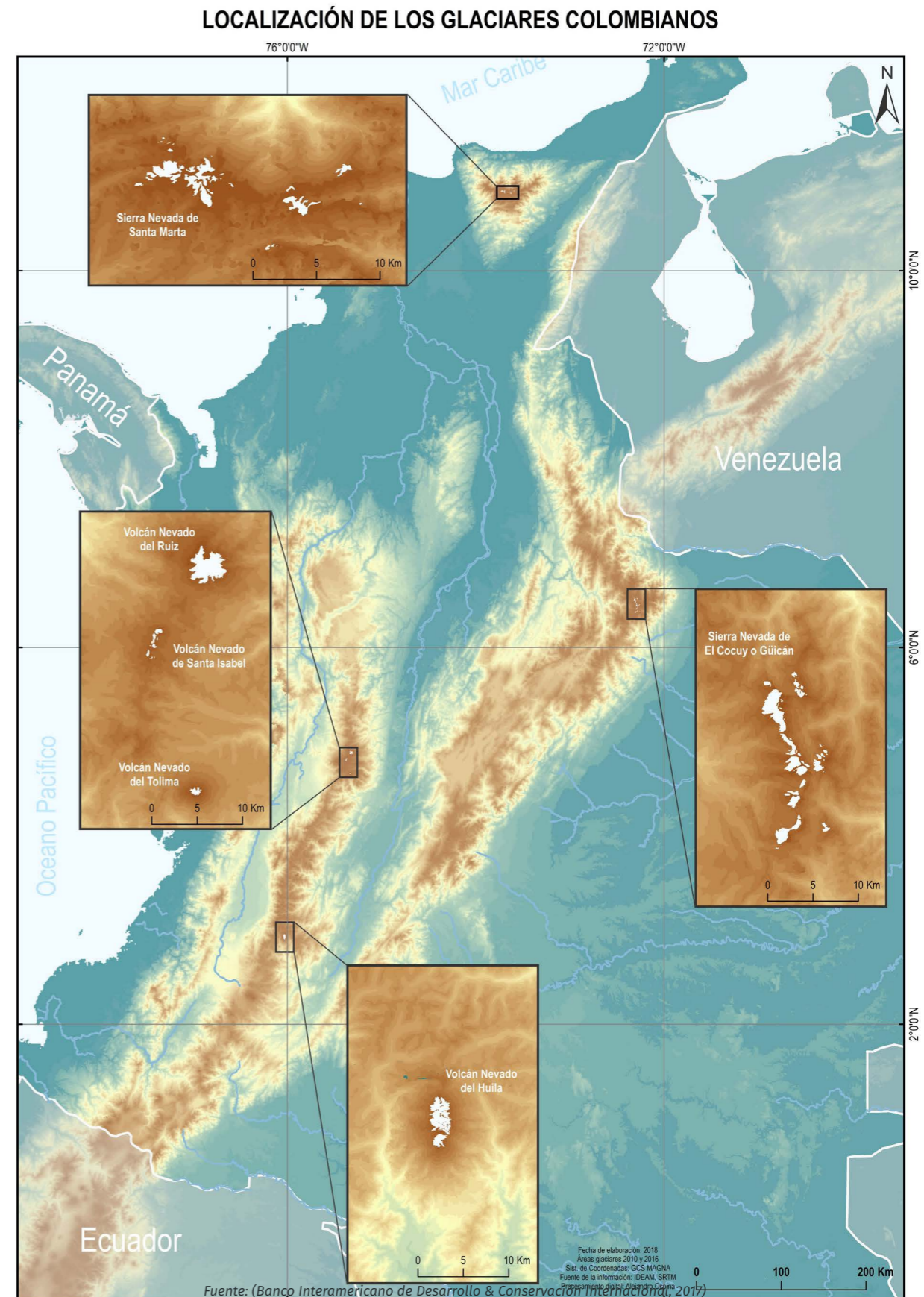
generada, en Colombia se ha extinguido el 62% del área glaciar que existía en el año 1965, siendo una cifra alarmante en un periodo de tiempo relativamente corto. El índice promedio de extinción de esta cobertura llega casi al 3% anual para las últimas tres décadas; lo que indicaría que de continuar la tendencia, es muy probable que durante la segunda mitad del siglo XXI no existan glaciares en el territorio colombiano, o en el mejor de los casos haya una muy reducida área que persista en zonas como la Sierra Nevada de El Cocuy ó Güicán (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017).

**Cuadro 11. Evolución de las áreas glaciares en Colombia**

Evolución de las áreas glaciares en Colombia							
Año	Volcán Nevado del Huila (Km <sup>2</sup> )	Volcán nevado del Tolima (Km <sup>2</sup> )	Volcán nevado Santa Isabel (Km <sup>2</sup> )	Volcán nevado El Ruiz (Km <sup>2</sup> )	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Km <sup>2</sup> )	Sierra Nevada de Santa Marta (Km <sup>2</sup> )	Área Glaciar Total (Km <sup>2</sup> )
1850	33,70	8,60	27,80	47,50	148,70	82,60	348,90
1958	17,36	2,70	9,51	21,24	38,18	19,40	108,39
1965	16,30	2,43	8,76	20,48	36,50	18,40	102,86
1986	14,57	1,64	6,51	17,00	31,46	13,54	84,71
2010	9,70	0,74	1,80	9,70	16,00	7,40	45,34
2016	7,50	0,62	1,01	9,03	14,00	7,10	39,26
<b>Extinción de área anual (1986-2016)</b>	<b>2,6%</b>	<b>2,5%</b>	<b>5,2%</b>	<b>1,5%</b>	<b>2,3%</b>	<b>1,3%</b>	<b>2,5%</b>

Fuente: IGAC (1992), Ideam (1996, 2007), IDEAM-UNAL (1997), Ingeominas (1996), Interpretación de imágenes Landsat TM 2001, 2002, 2003, Landsat ETM 2007, Spot 2006 y Quick Bird 2007, Spot 2016, Sentinel 2016.

**Mapa 21. Distribución de los nevados en Colombia, año 2016.**



Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

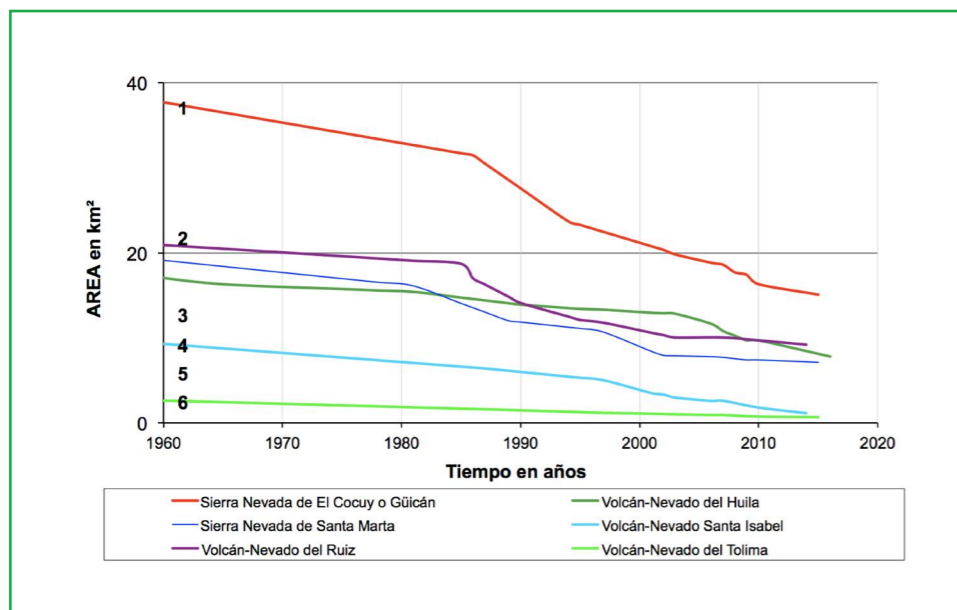
La Gráfica 34, muestra la tendencia de extinción glaciaria desde la década de los años sesenta del siglo anterior hasta el 2016. El ritmo de extinción se ha acelerado particularmente desde la segunda mitad de los años ochenta atribuido, además de variables climáticas, a las reactivaciones volcánicas del Ruiz y el Huila (IDEAM - Instituto de Hidrología,

Meteorología y Estudios Ambientales, 2001). Así mismo, en el periodo transcurrido desde 2010 hasta 2016, los porcentajes de reducción de área superan el 20% en algunos glaciares sobre estructuras volcánicas (Gráfica 35).

Para comprender en detalle la dinámica de los glaciares nacionales, se han implementado

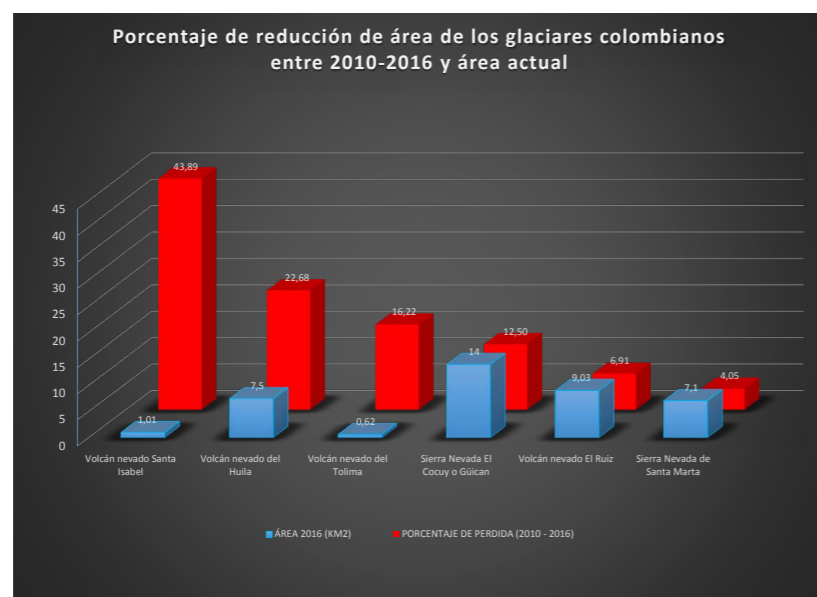
métodos de monitoreo *in situ* que siguen estándares mundiales. En Colombia, existen dos masas glaciares que están siendo estudiadas con la metodología del cálculo de balance de masa: el volcán nevado Santa Isabel en el sector Conejeras y la Sierra Nevada de El Cocuy ó Güicán en el sector Ritacuba Blanco.

Gráfica 34. Evolución del área glaciaria en Colombia 1960 - 2016



Fuente: IGAC (1992), Ideam (1996,2007), Ideam-UNAL (1997), Ingeominas (1996), imágenes Landsat TM 2001, 2002, 2003, Landsat ETM 2007, Spot 2006 y Quick Bird 2007, ALOS 2010, Spot 2016, Sentinel 2016

Gráfica 35. Porcentaje de reducción de área de los glaciares colombianos entre 2010 - 2016 y área actual.



Fuente: (IDEAM, 2017)

## BALANCE DE MASA: LAS FINANZAS DE LOS GLACIARES

El balance de masa glaciaria es la diferencia entre las ganancias (acumulación) y las pérdidas (derretimiento), en dos períodos de tiempo. Es una técnica utilizada mundialmente para estimar cuantitativamente el comportamiento de un glaciar y la unidad de medida es una columna de agua líquida, similar a cómo se mide la lluvia, expresada en milímetros equivalentes de agua líquida (mm e.a.) (Francou, B., & Pouyaud, B., 2004).

El estudio del balance de masa ha permitido establecer una estrecha correspondencia de la dinámica de los glaciares ecuatoriales con fenómenos de variabilidad climática como el -ENSO- (Kaser, G., Ames, A., & Zamora, M., 1990)

(Francou, B. & Pizarro, L., 1985) (Francou, B., Ribstein, P., Sémioud, H., Porticarrero, C. & Rodríguez, A., 1995). En Colombia, se ha evidenciado dicha correlación de este fenómeno climático extremo con la dinámica de nuestros glaciares (IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2012).

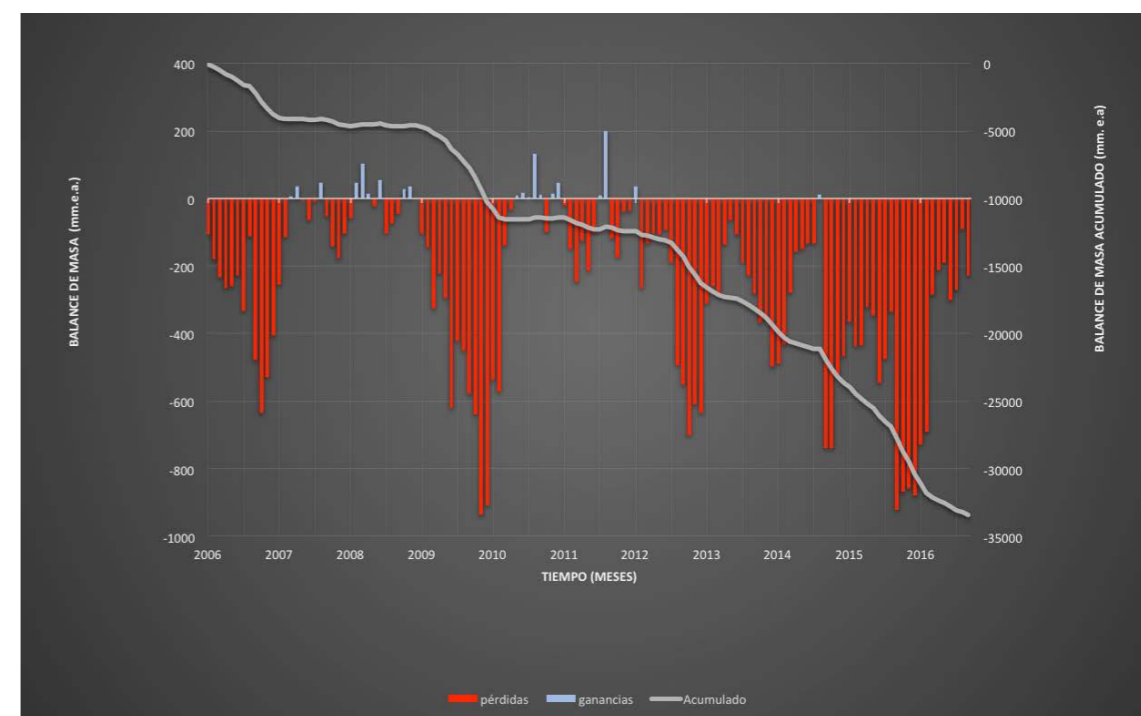
### Volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras)

El glaciar Conejeras es un pequeño glaciar de 0.14 Km<sup>2</sup> localizado al noroeste del volcán nevado Santa Isabel. El límite superior para el año 2016 se ubicó a 4905 msnm y su límite inferior a 4680 msnm. Este nevado se encuentra en la cordillera Central, dentro del Parque Nacional Natural Los Nevados, en medio de

otros dos volcanes con hielo y nieve; al norte el Ruiz y al sur el Tolima. Por ser un glaciar que responde rápidamente a las dinámicas atmosféricas, fue seleccionado como glaciar piloto para su observación detallada desde 2006 y es además un glaciar de referencia mundial desde 2009 para el Servicio Mundial de Monitoreo Glaciario - WGMS- con sede en Suiza (World Glacier Monitoring Service, 2015).

En la Gráfica 36 se presenta el balance de masa glaciológico del glaciar Conejeras para una década de observación mensual (abril de 2006 a diciembre de 2016), en el que se evidencia una pérdida generalizada de masa que para finales de 2016 fue de 33.332 mm e.a.

Gráfica 36 Pérdidas y Ganancias de masa Glaciar Santa Isabel. Sector Conejeras.



Fuente: (IDEAM, 2017)

Los años con mayores pérdidas durante la serie de datos fueron el 2009 y el 2015 - 2016 cuando se superaron los promedios históricos que coincidieron con la ocurrencia del fenómeno climático extremo "El Niño". Las ganancias de masa para este glaciar, que se generan con las precipitaciones de nieve y granizo, son muy pocas y coinciden con periodos lluviosos intensos como por ejemplo el fenómeno climático extremo "La Niña" durante el 2010-2011.

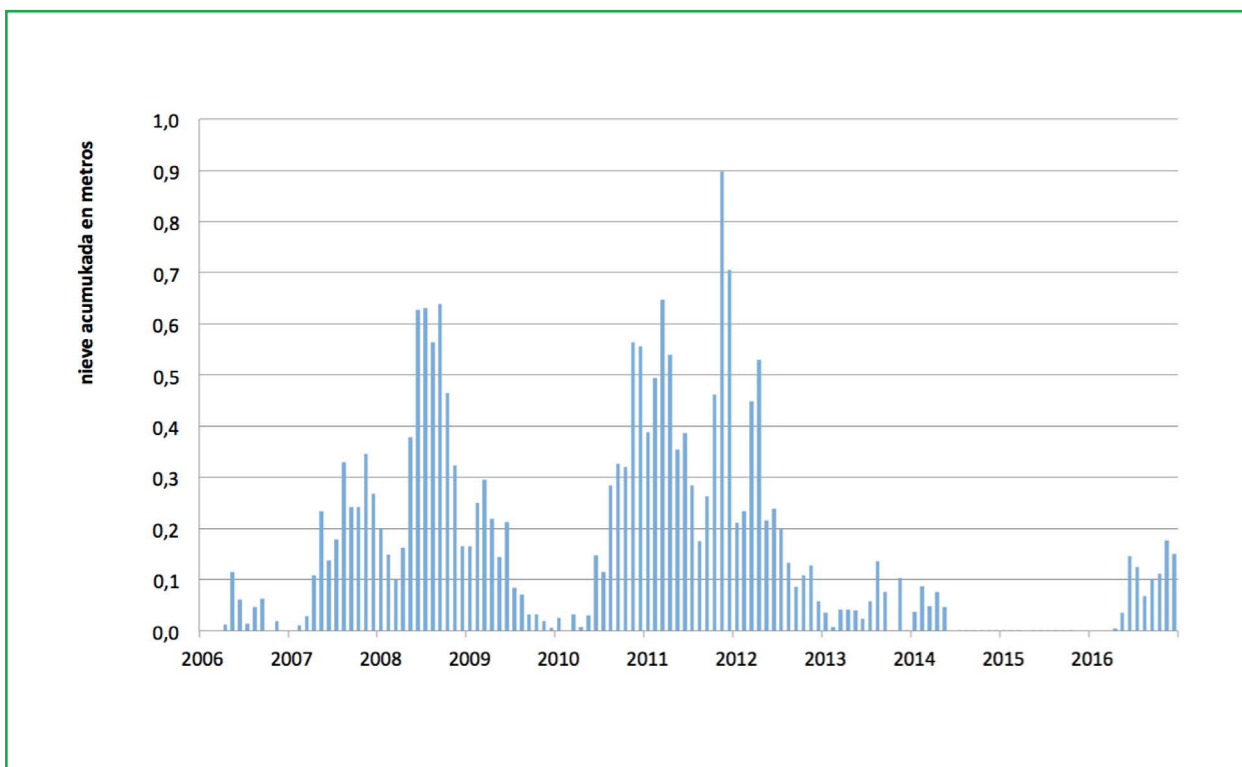
El último fenómeno ENSO registrado en los años 2015-2016 coincide con la disminución de la precipitación sólida (nieve y granizo) en el glaciar Conejeras, apreciable en la Gráfica 37. Esta disminución en la precipitación sólida incide en el valor decreciente del albedo en el glaciar (porcentaje de radiación que se refleja de la radiación incidente), propiciando la fusión y paulatino

derretimiento. Es importante mencionar que hubo un período de poca precipitación sólida sobre el glaciar Santa Isabel que se mantuvo casi dos años, desde junio de 2014 hasta marzo del 2016, y los valores máximos de pérdidas en el balance de masa de ese lapso corresponden al mes de diciembre de 2015 con -921 mm e.a., lo cual se considera muy alto. Adicionalmente, uno de los factores que ha acelerado el derretimiento de glaciares en el volcán Santa Isabel ha sido la acumulación reciente (últimos 4 años) e histórica (siglos) de ceniza volcánica proveniente del volcán nevado del Ruiz. La ceniza expuesta sobre la superficie del glaciar disminuye considerablemente el albedo, aumentando con ello la acumulación de energía y el consecuente derretimiento.

Una variable adicional que se usa en el ámbito mundial para

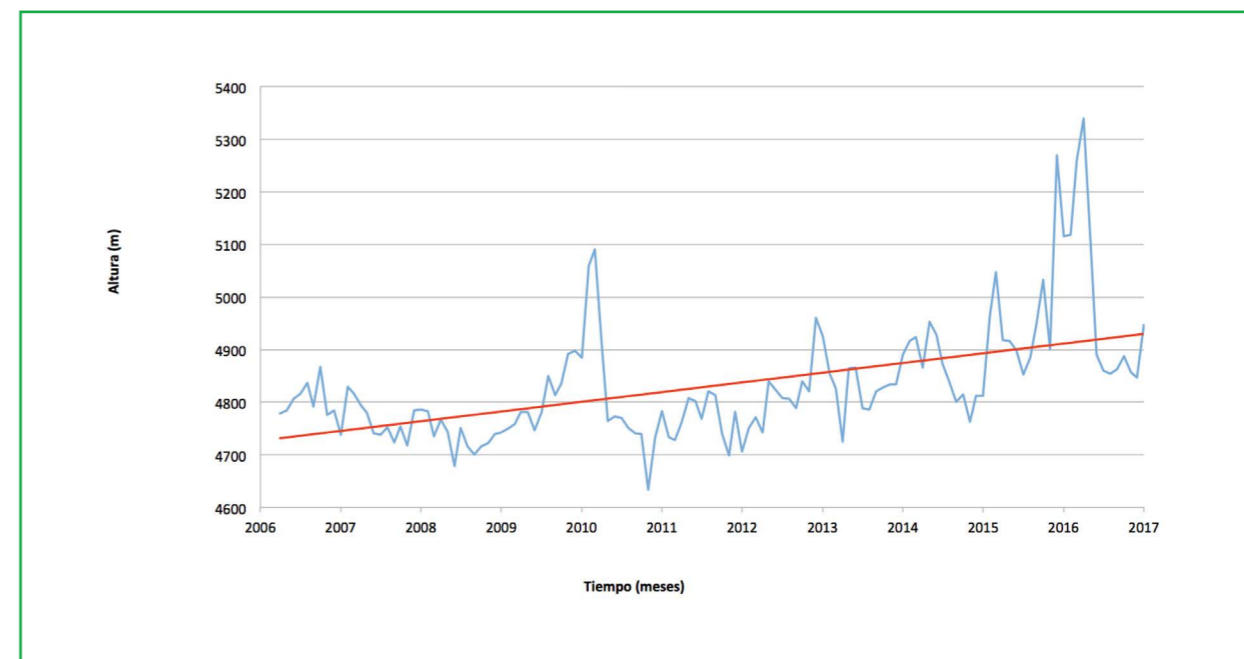
estudiar la evolución de un glaciar es la Línea de Equilibrio Altitudinal, comúnmente llamada -ELA-. Corresponde a la parte del glaciar que divide la zona de acumulación de la zona de derretimiento; es decir, donde el balance de masa es cero. La posición de la ELA en el glaciar es dinámica y oscila altitudinalmente según las condiciones atmosféricas predominantes. Su ubicación se puede hallar mediante un cálculo matemático y la tendencia actual es que asciende continuamente, reduciendo el área de acumulación. En 2006 la ELA se localizaba a los 4805 msnm mientras que en 2016 estuvo a los 5000 msnm sobrepasando la cima topográfica del glaciar, que en esta zona es de 4905 msnm, lo que marco la tendencia al derretimiento en todo el glaciar. En la Gráfica 38 se puede apreciar la evolución de la ELA para este glaciar.

Gráfica 37. Acumulación de nieve en el glaciar Santa Isabel. Sector Conejeras.



Fuente: (IDEAM, 2017)

Gráfica 38. Línea de Equilibrio Altitudinal. Glaciar Santa Isabel, Sector Conejeras



Fuente: (IDEAM, 2017)

### Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán (Glaciar Ritacuba Blanco)

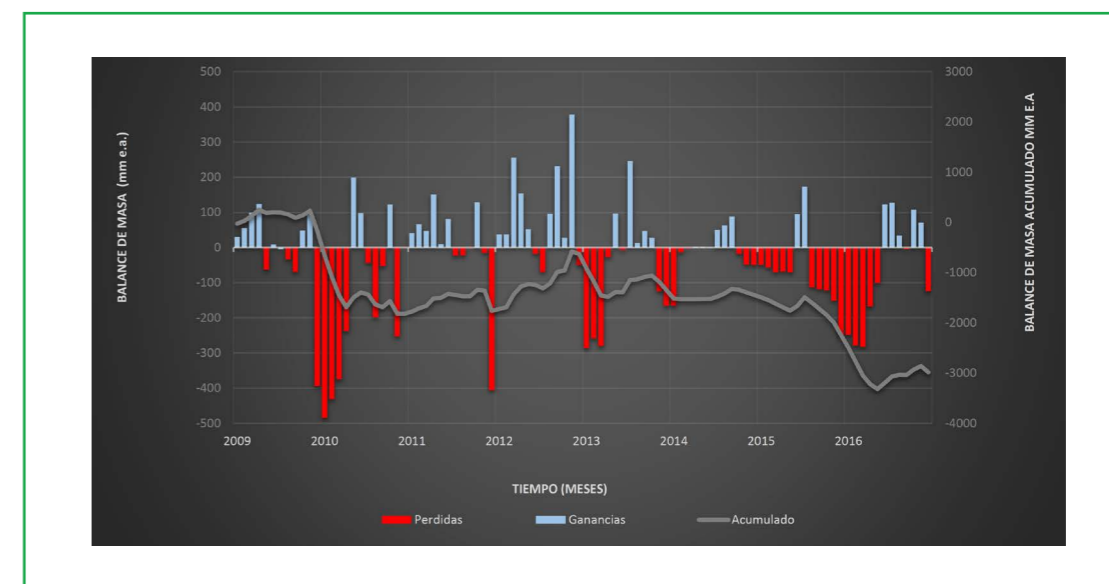
El glaciar Ritacuba Blanco se localiza al norte de la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán, dentro del Parque Nacional Natural El Cocuy. La zona monitoreada ocupa una superficie de 0.36 km<sup>2</sup>, donde su límite inferior está sobre la cota de los 4.705 msnm y el límite superior sobre los 5.330

msnm, siendo la cumbre más alta de la cordillera Oriental.

Por su representatividad geográfica, extensión y altitud, éste glaciar fue seleccionado por el IDEAM para ser monitoreado desde el año 2008. El Ritacuba Blanco es un glaciar con

mayor altitud y superior estabilidad que el Conejeras. El balance de masa glaciológico para este glaciar se presenta en la Gráfica 39, donde se aprecia la influencia de los fenómenos climáticos extremos como "El Niño" de 2009 y el de 2015-2016 y "La Niña" de 2010-2011.

Gráfica 39. Pérdidas y ganancias de masa en el glaciar Ritacuba Blanco. Sierra Nevada del Cocuy o Güicán.



Fuente: (IDEAM, 2017)

Las condiciones climáticas asociadas a su posición geográfica entre las cuencas del Orinoco y Magdalena, podrían darle una ventaja relativa representada en mayores precipitaciones sólidas que sustentan el glaciar. La Gráfica 40 representa la dinámica de acumulación de nieve en donde se observa una tendencia oscilatoria, sin embargo, presenta particularidades como la máxima acumulación registrada en 2012 de 1,96 metros. Durante el

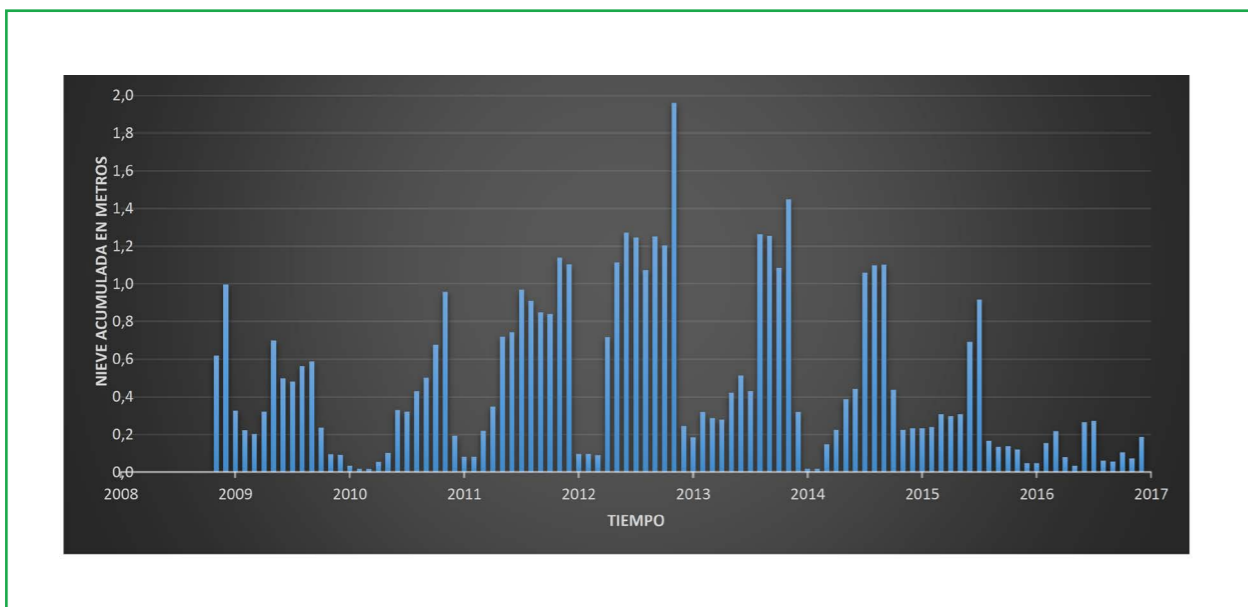
periodo reportado 2015-2016 se aprecia una menor acumulación de nieve resultado del efecto de "El Niño" pero, evidencias de campo muestran que la humedad proveniente del Orinoco, traducida en precipitaciones variables de nieve, fue transformada a neviza (fase intermedia entre nieve y hielo) por las bajas temperaturas durante la noche, con lo cual no son registradas como nieve.

Comparativamente, la ELA del

glaciar Ritacuba Blanco tiene una condición notablemente diferente a la del glaciar Conejeras del volcán nevado Santa Isabel, siendo la ELA en el Ritacuba Blanco más estable (Gráfica 41). En el 2016 la ELA estuvo en promedio a los 5026 metros de altitud. Ésta variable, junto al balance de masa y al cambio de superficie glaciar, demuestra que el Ritacuba Blanco es más constante que el glaciar Conejeras, por lo que probablemente pueda prolongar más su existencia en el tiempo.

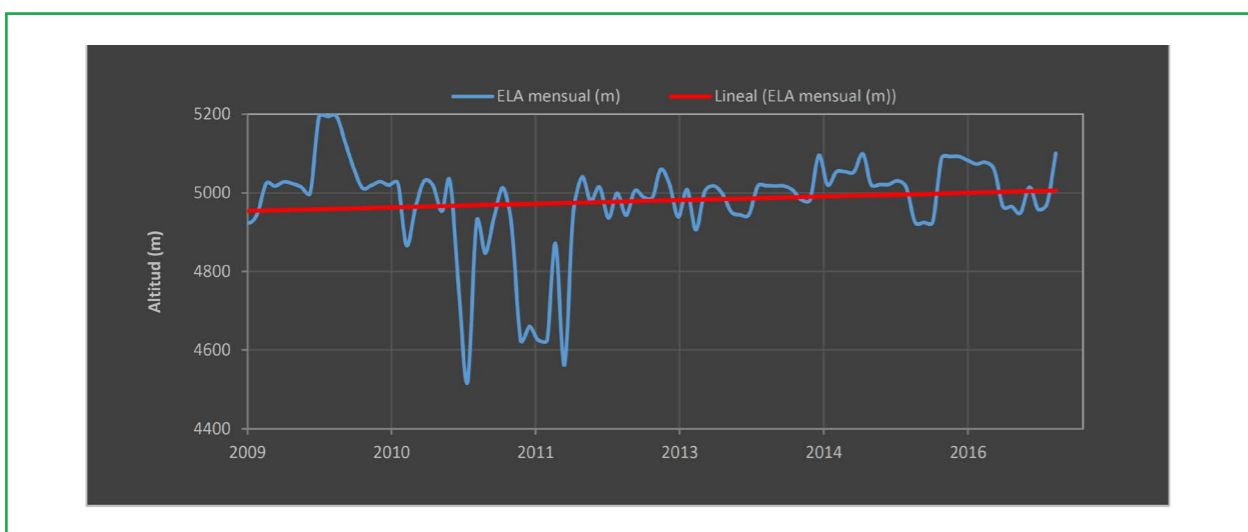


Gráfica 40. Nieve acumulada en el glaciar Ritacuba Blanco. Sierra Nevada del Cocuy o Güicán.



Fuente: (IDEAM, 2017)

Gráfica 41. Línea de Equilibrio Altitudinal. Glaciar Ritacuba Blanco. Sierra Nevada del Cocuy o Güicán.



Fuente: (IDEAM, 2017)

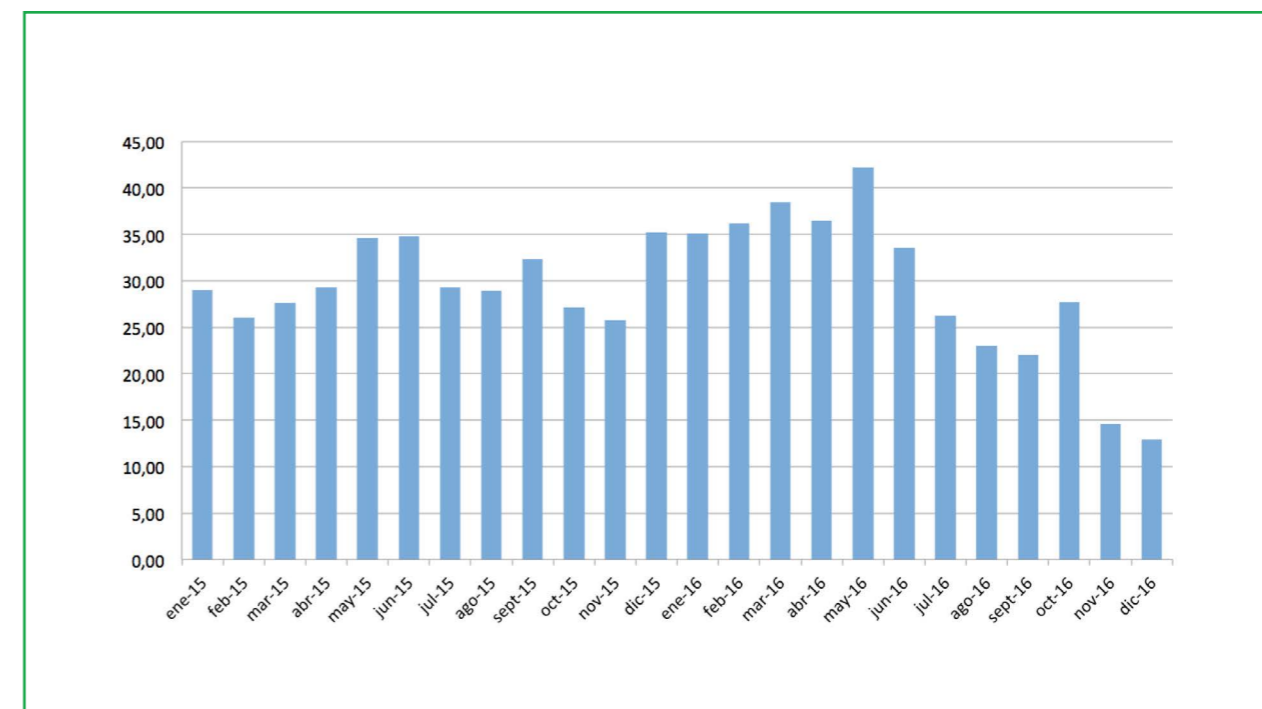
## ¿CUÁNTA AGUA PRODUCE UN GLACIAR?

El agua derretida de un glaciar ingresa al páramo alimentando ríos y humedales. El IDEAM ha instalado sensores que registran continuamente los valores de agua

líquida que produce un glaciar. Un ejemplo se muestra en la Gráfica 42, que representa los promedios mensuales en 2015 y 2016. El promedio para este periodo fue de

30 litros/segundo para el glaciar Santa Isabel -sector Conejeras-. Se destaca un fuerte aporte durante el último fenómeno climático extremo "El Niño".

Gráfica 42. Dinámica y magnitud de agua producida por el glaciar Santa Isabel -sector Conejeras- durante los años 2015 a 2016

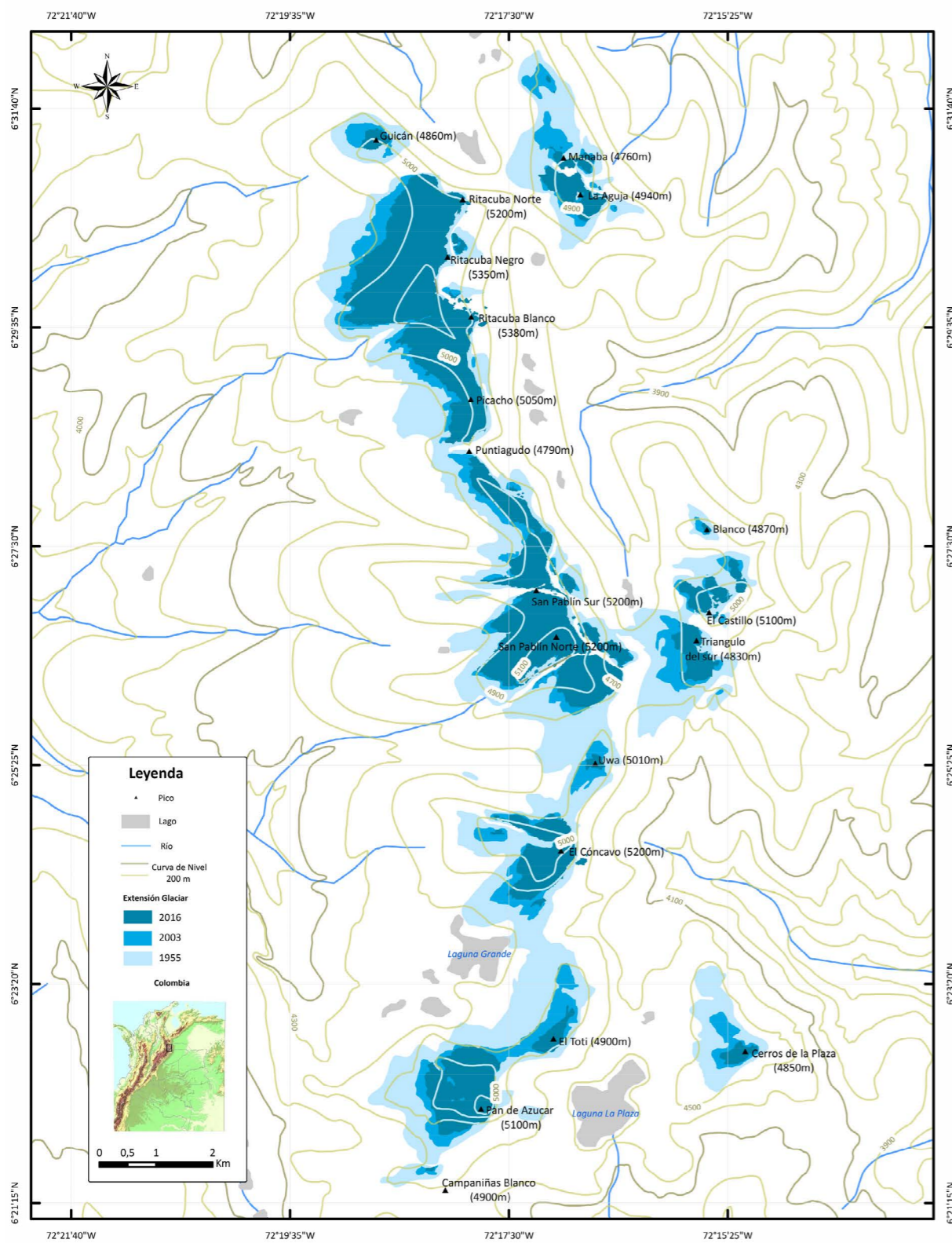


Fuente: (IDEAM, 2017)



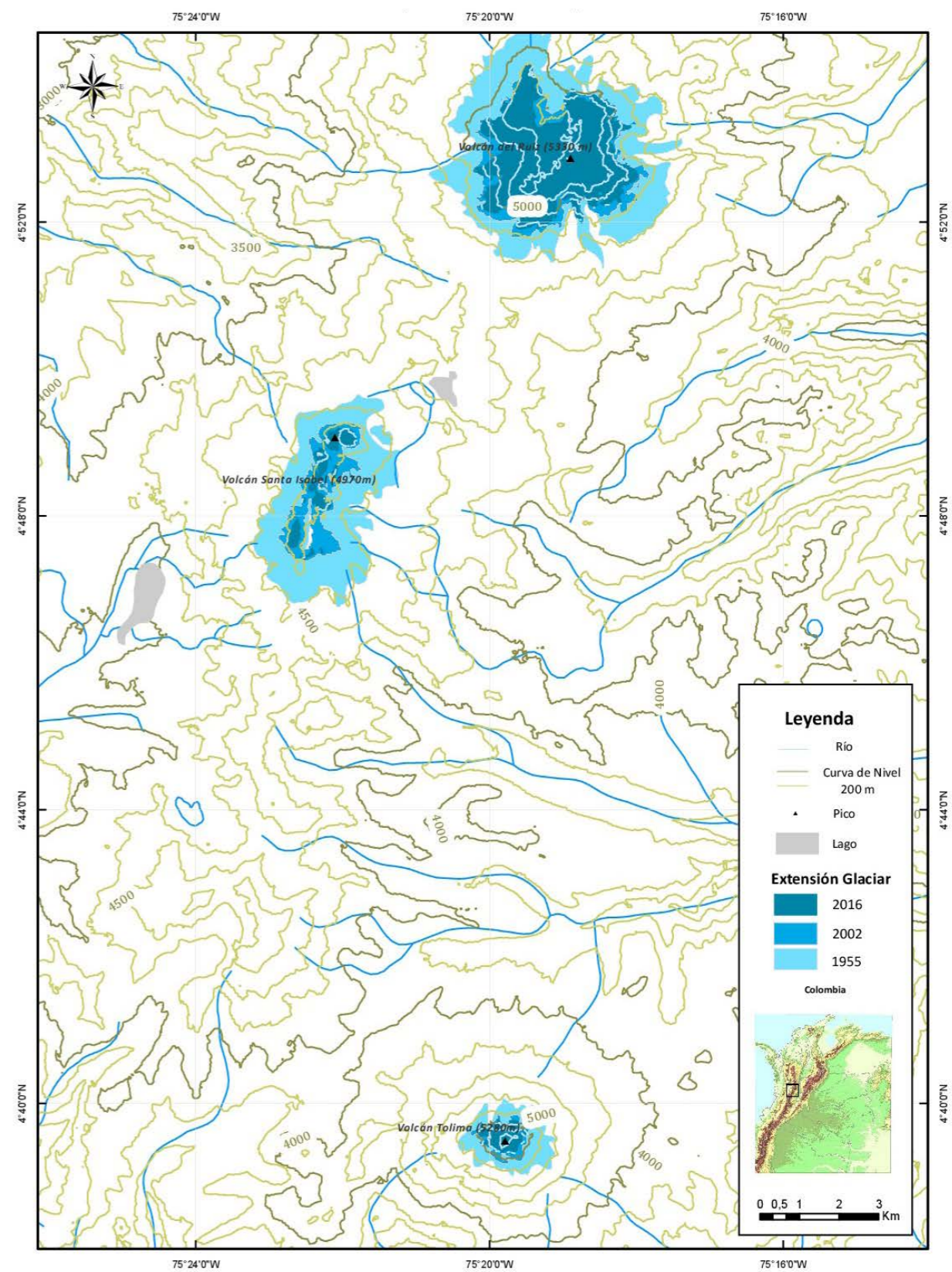
Por último, los Mapas 22 al 25 y de las Figuras 8 a la 13 muestran la evolución espacial de los seis actuales glaciares colombianos desde la segunda mitad del siglo XX<sup>16</sup>.

**Mapa 22. Evolución glaciar de la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán 1955-2016.**



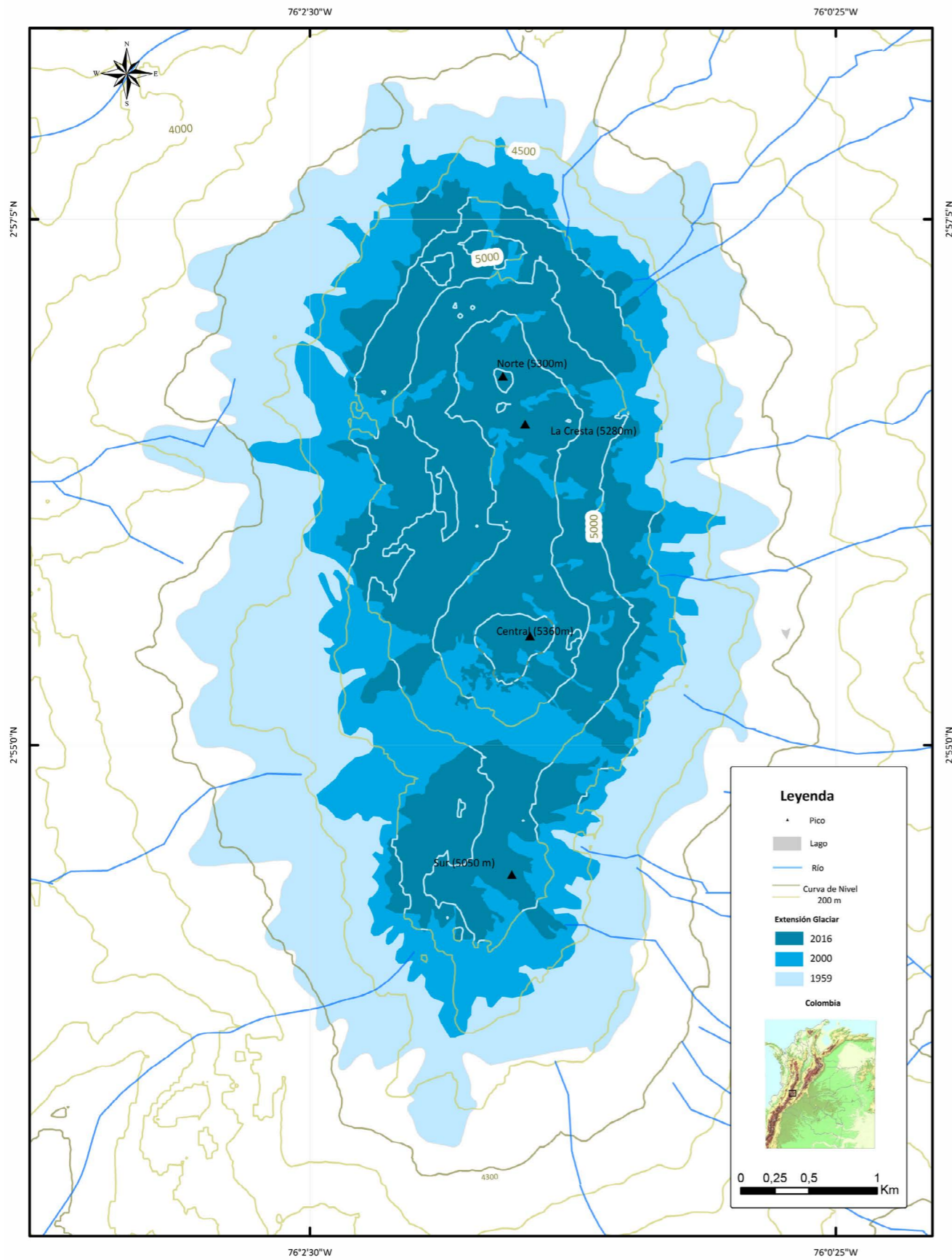
Fuente: (IDEAM, 2017)

**Mapa 23. Evolución glaciar del Parque Nacional Natural Los Nevados 1955 - 2016.**



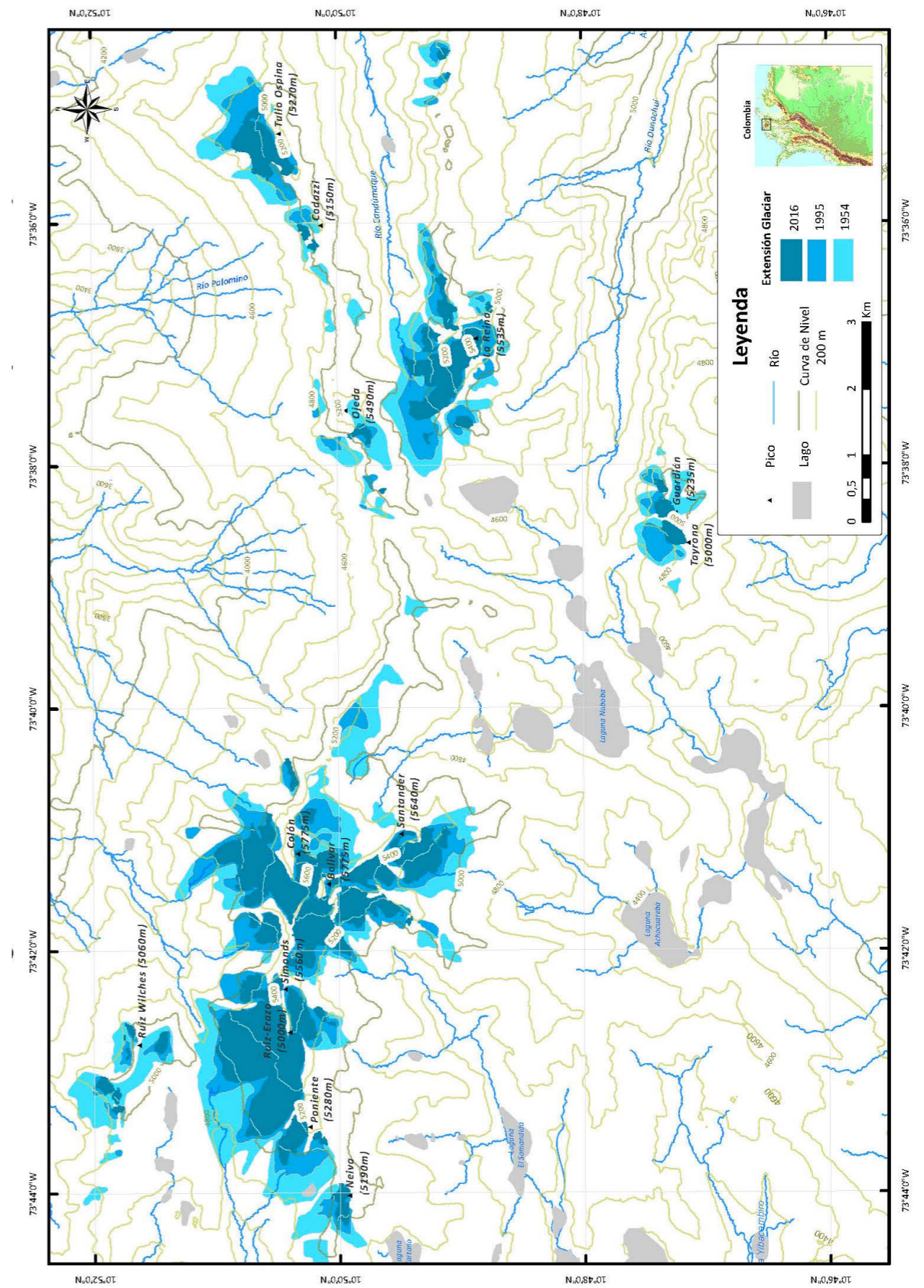
Fuente: (IDEAM, 2017)

**Mapa 24. Evolución glaciar del volcán nevado del Huila 1959 - 2016.**



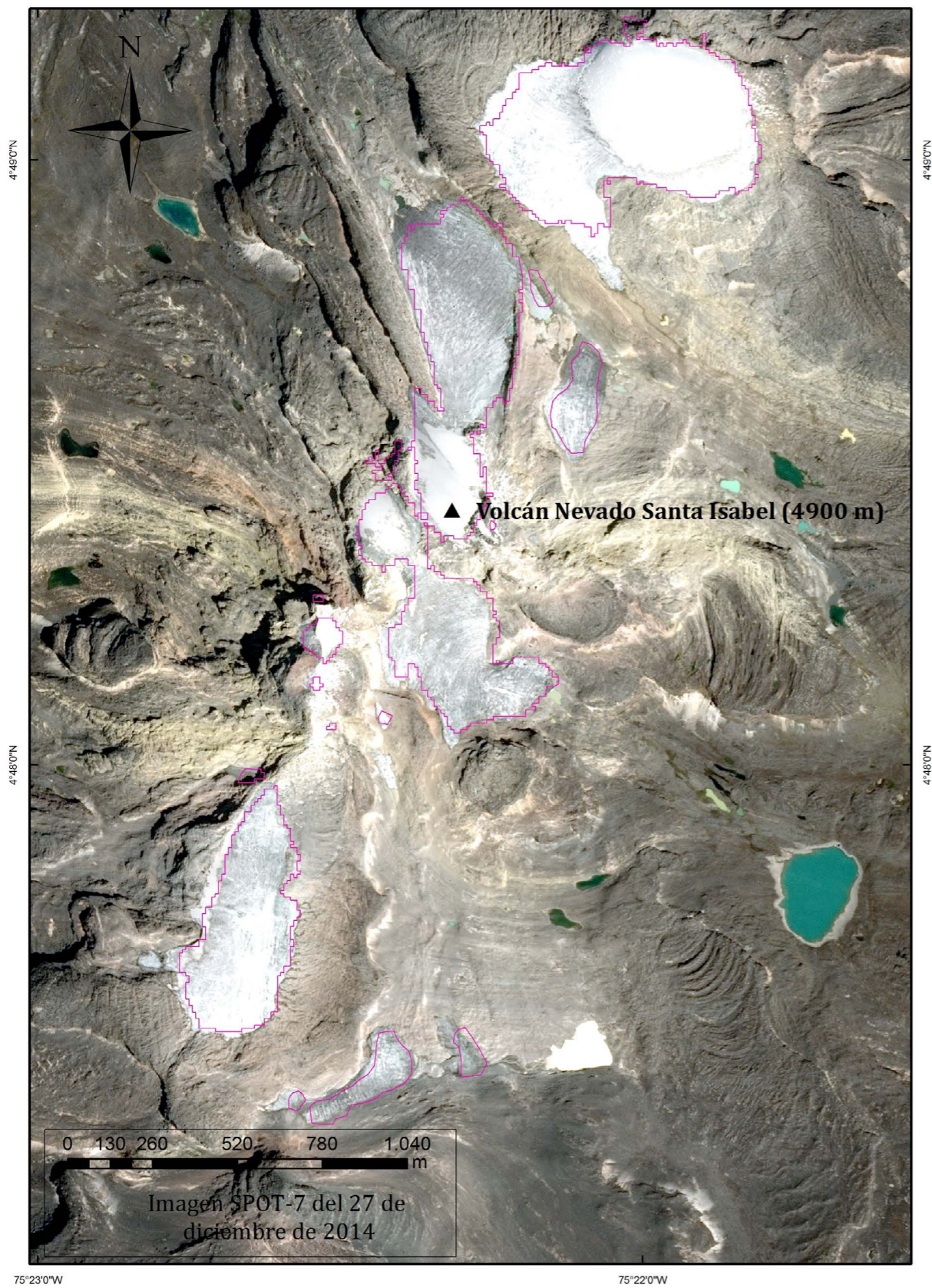
Fuente: (IDEAM, 2017)

**Mapa 25. Evolución glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta 1954 - 2016.**



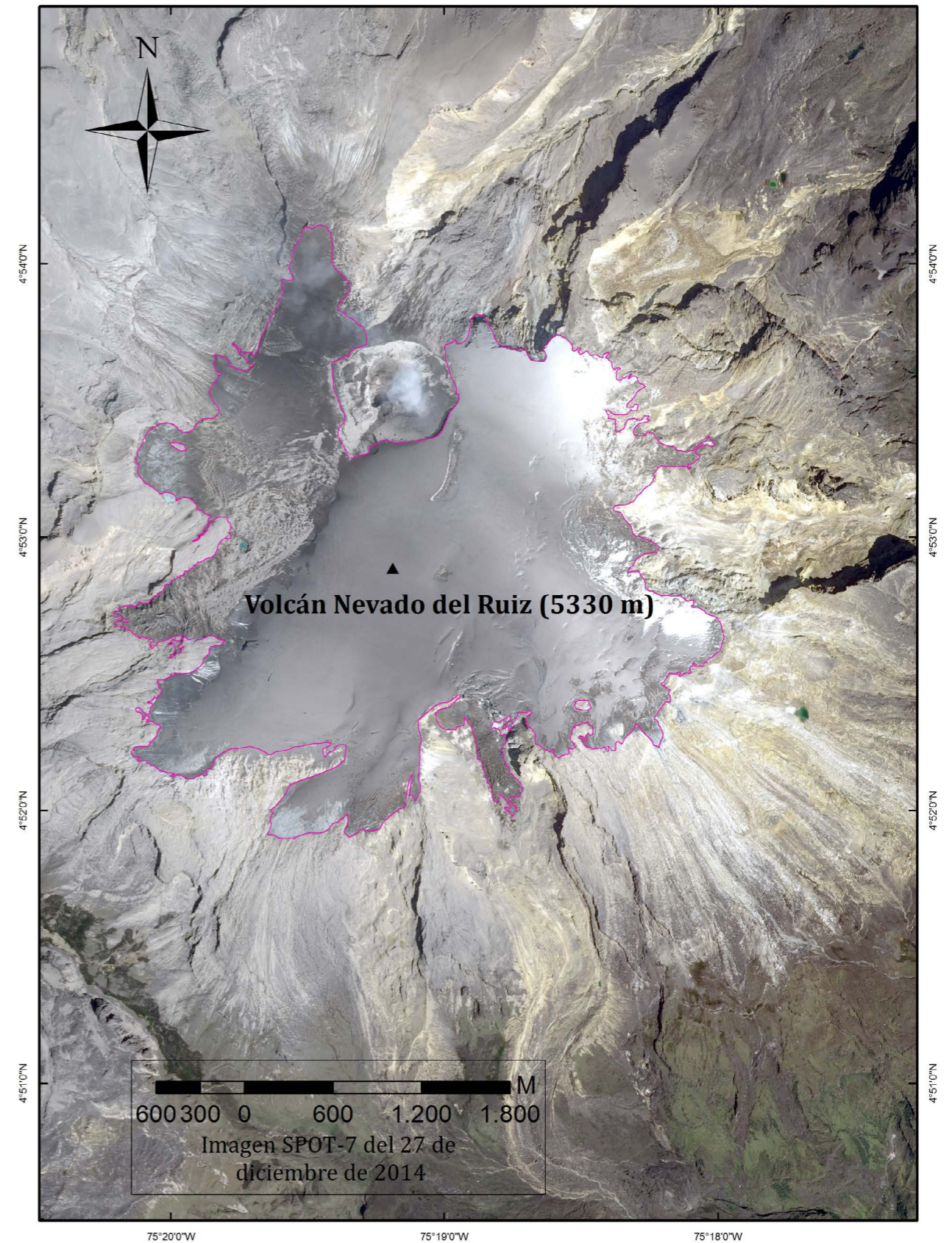
Fuente: (IDEAM, 2017)

Figura 8. Imagen SPOT-7 del 27 de diciembre de 2014. Volcán Nevado Santa Isabel.



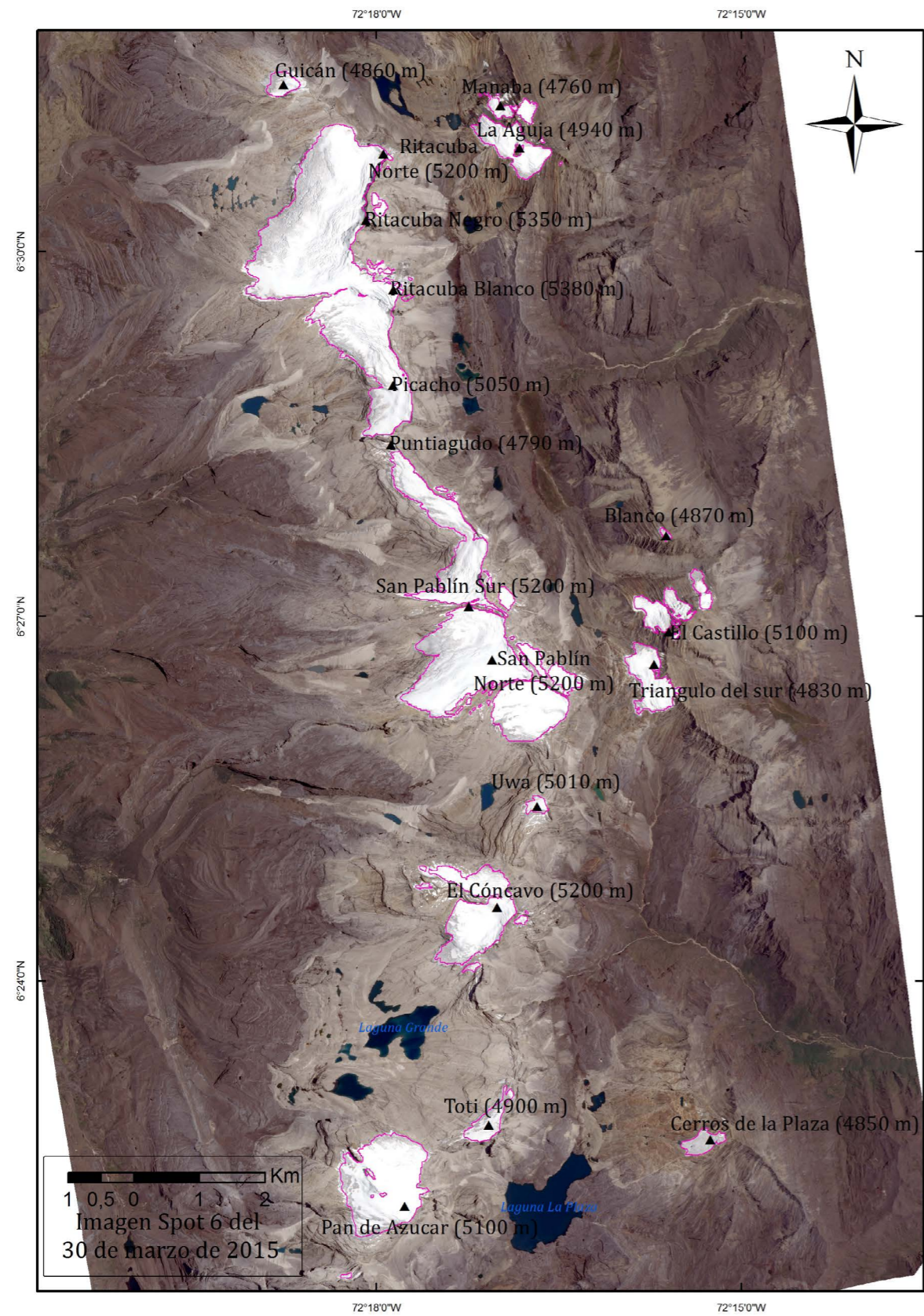
Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

Figura 9. Imagen SPOT-7 del 27 de diciembre de 2014. Volcán Nevado del Ruiz.



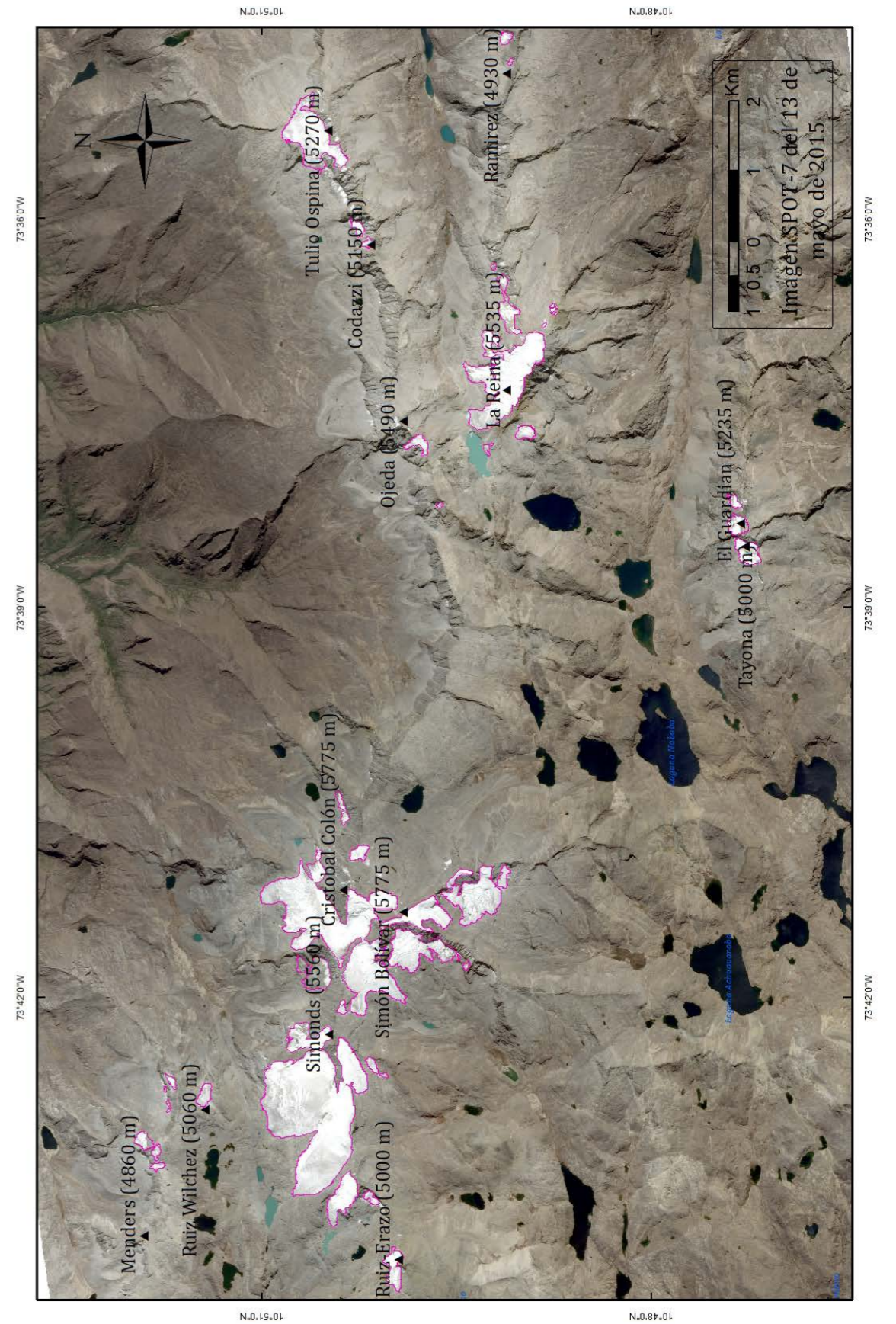
Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

Figura 10. Imagen SPOT-7 del 30 de marzo de 2015. Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán.



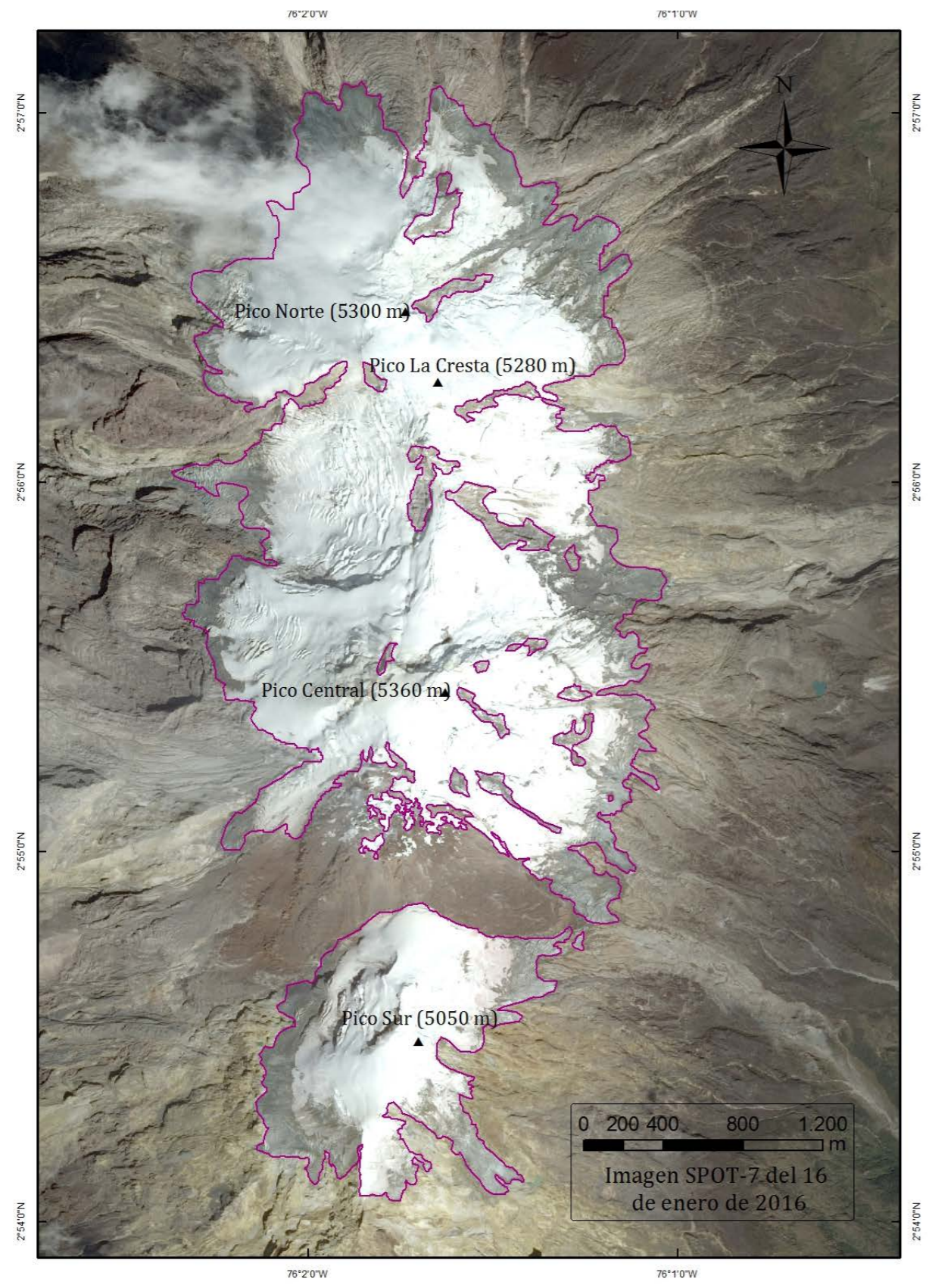
Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

Figura 11. Imagen SPOT-7 del 13 de mayo de 2015. Sierra Nevada de Santa Marta.



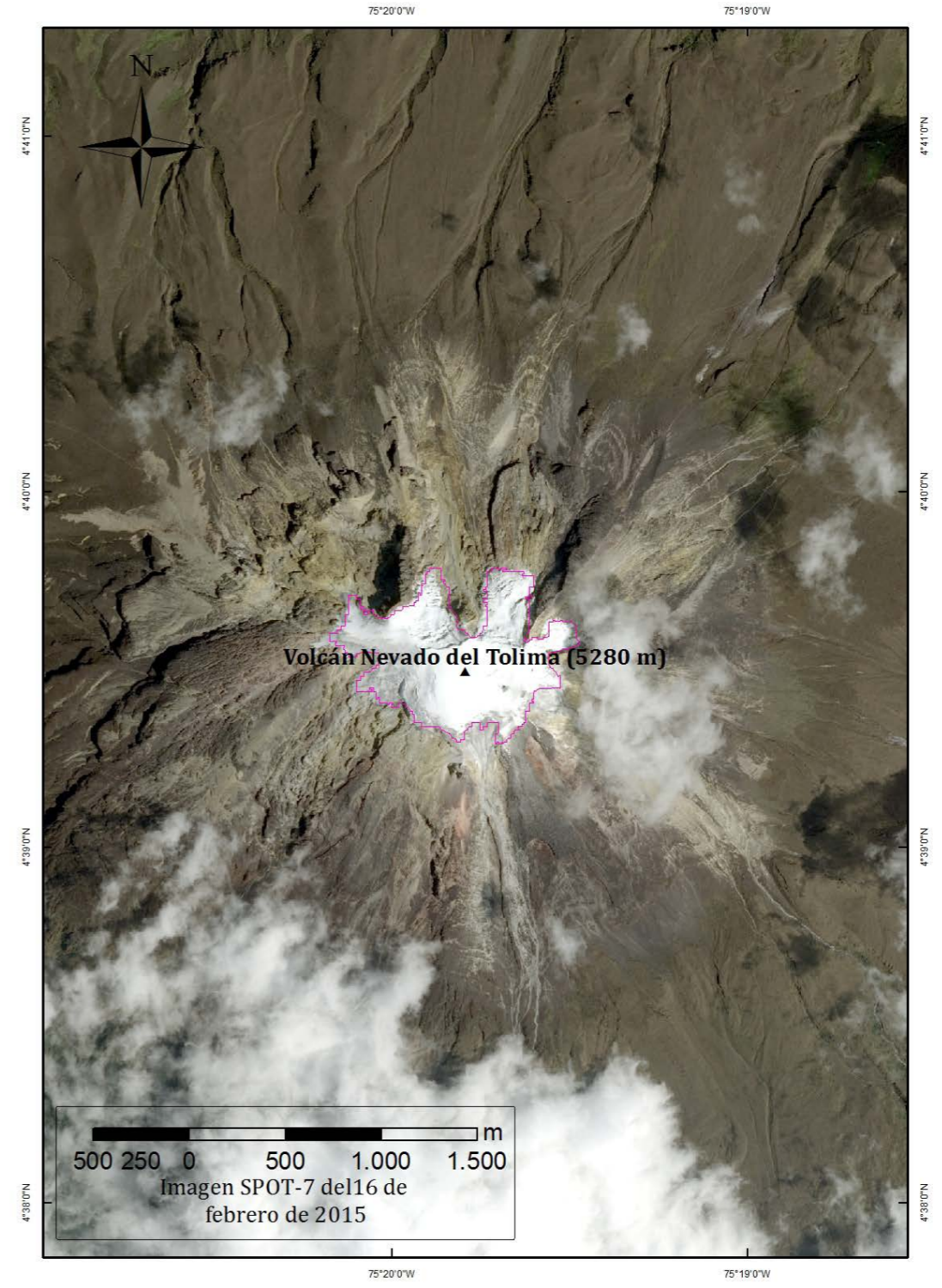
Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

Figura 12. Imagen SPOT-7 del 16 de enero de 2016. Volcán Nevado del Huila



Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

Figura 13. Imagen SPOT-7 del 17 de febrero de 2015. Volcán Nevado del Tolima



Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional, 2017)

**Para reflexionar**

La comprensión de la dinámica de los glaciares, permite generar información estratégica para el entendimiento de los ecosistemas de alta montaña. El registro para las generaciones actuales y futuras del comportamiento de los nevados, es necesario para construir memoria de estos sistemas naturales en extinción.

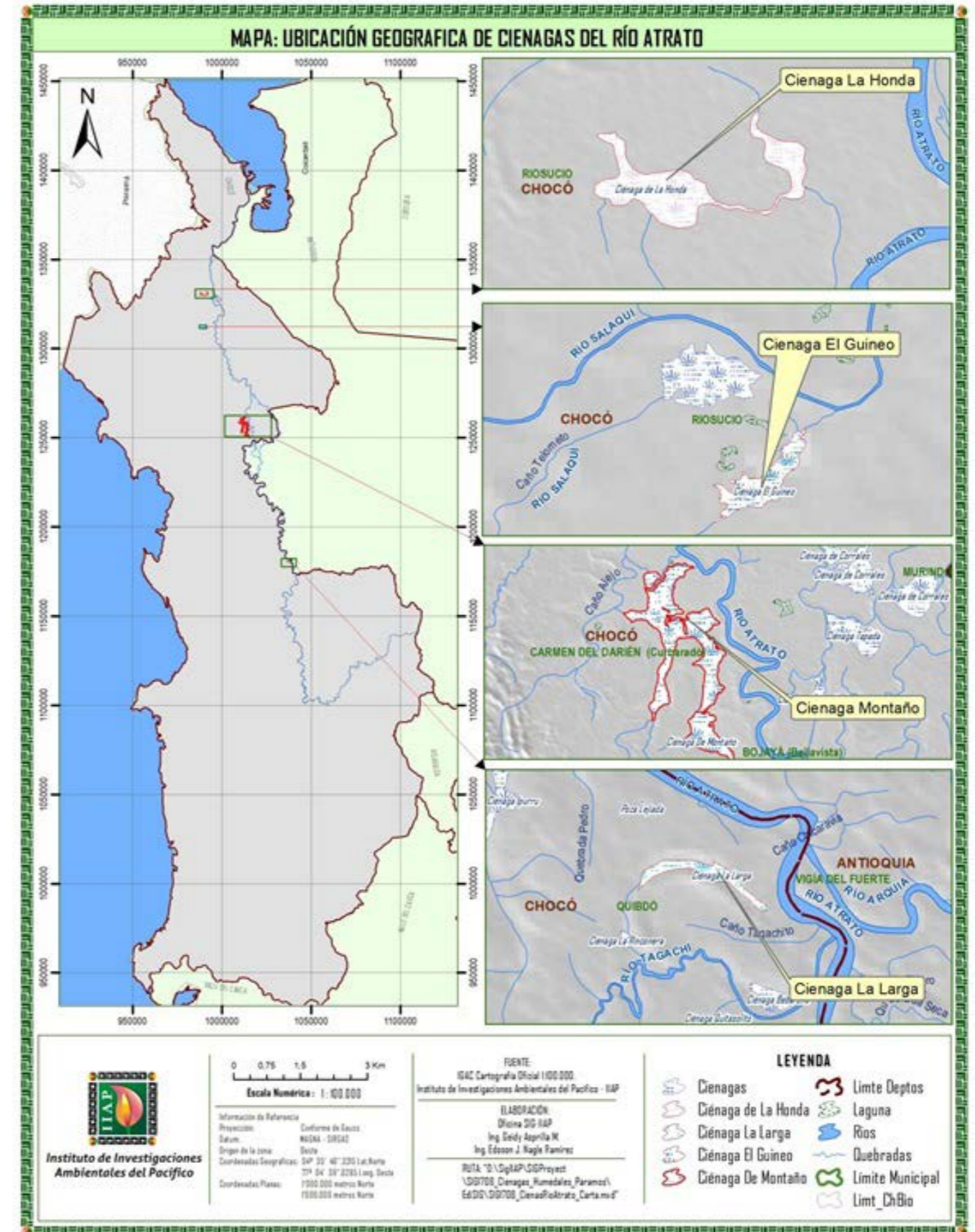
# SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICA DE LAS CIÉNAGAS DEL RIO ATRATO - CHOCÓ Y LAS LAGUNAS COSTERAS DE GUAPI - CAUCA.<sup>17</sup>

Consejo Comunitario Mayor de la Asociación Campesina Integral de Atrato – COCOMACIA, Asociación de Consejos Comunitarios y Organizaciones del Bajo Atrato – Ascoba, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)

Las caracterizaciones ecológicas y ambientales de los humedales en el Chocó Biogeográfico, han demostrado que estos ecosistemas presentan una alta diversidad biológica y que igualmente están sometidas a diversas presiones de origen antrópico.

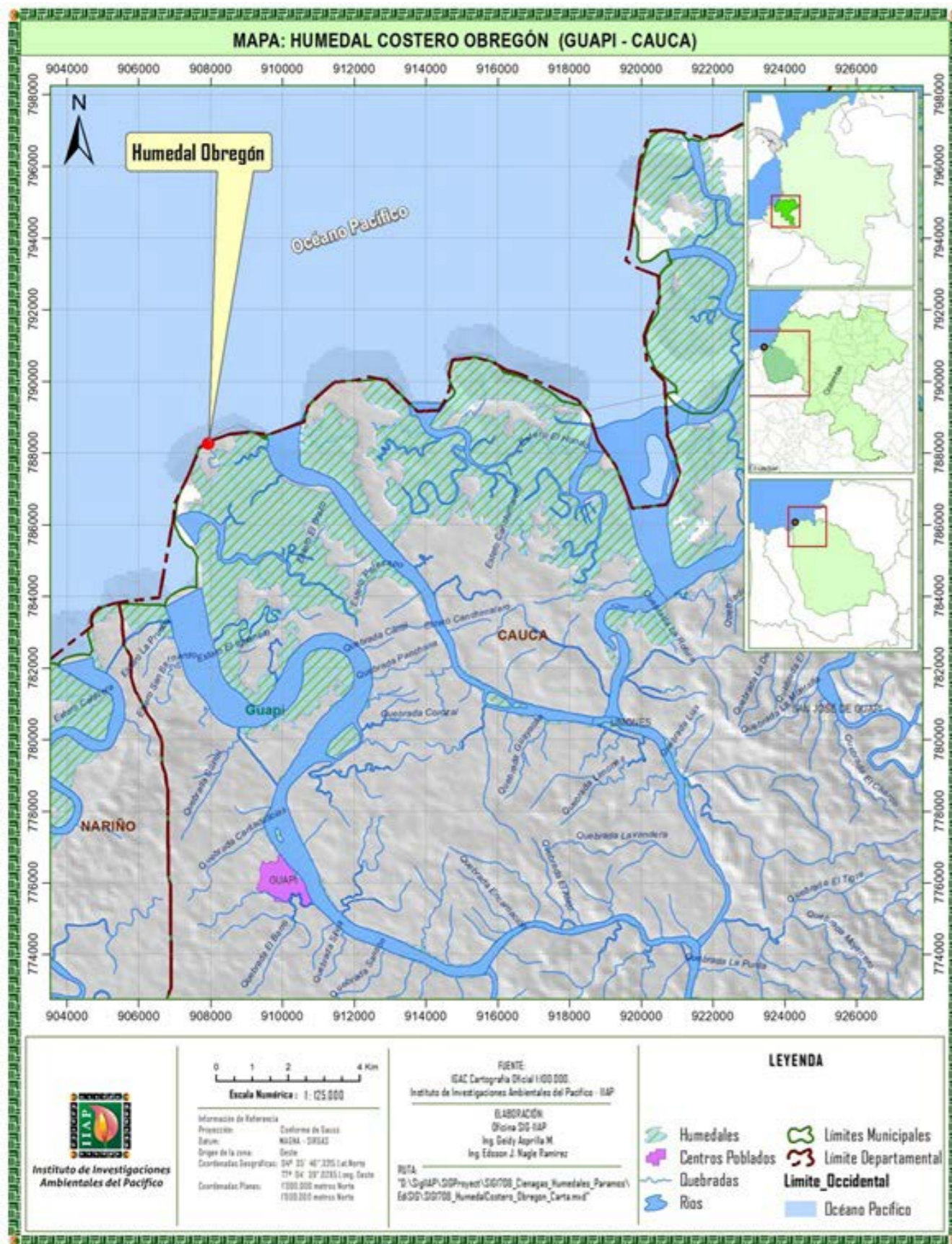
Los humedales son ecosistemas que cumplen diversas funciones ambientales, biológicas y socioculturales; son fuente de diversidad biológica, aportan el agua y la productividad primaria para la supervivencia de un sin número de especies vegetales y animales, de los cuales muchos permiten el sostenimiento de la economía de las comunidades humanas asentadas en sus inmediaciones.

Mapa 26. Ciénagas del río Atrato



Fuente: (IIAP, 2017)

Mapa 27. Humedal costero obregón



Fuente: (IIAP, 2017)

En este sentido se considera que los humedales del Chocó Biogeográfico, particularmente los ubicados en el Atrato y lagunas costeras de Guapi (Mapa 26 y Mapa 27), presentan una alta riqueza, que se representa en 405 vegetales, 56 especies ícticas, 23 especies de anfibios, 58 de reptiles, 183 especies de aves y 44 especies de mamíferos. La diversidad asociada a los humedales del Atrato (IIAP & MAVDT - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008), (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2012), (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2013), (IIAP - Instituto de Investigaciones

Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2015), (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2016) y costeros en Guapi- Cauca (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2013), presentan buen estado de conservación, pero existen especies que están amenazadas por distintos factores de origen antrópico como los monocultivos de palma africana, tala selectiva, minería aluvial de oro y platino. Entre las especies amenazadas, se encuentran las siguientes: (*Cynopotamus atratoensis*, *Leporinus muyscorum*, *Ageneiosus pardalis*, *Prochilodus magdalenae* y *Centropomus undecimalis*), Herpetos (*Trachemys callirostris*), Aves (*Penelope ortoni*)

y mamíferos (*Lontra longicaudis*, *Panthera onca*, *Trichechus manatus*, *Aotus lemurinus*, *Myrmecophaga tridactyla*, *Saguinus oedipus*, *Ateles fusciceps*). (Cuadro 12)

Los factores anteriormente mencionados están incidiendo en la sana dinámica ecológica de los humedales y con ello sobre la distribución de la biota, diversidad, migración de aves, migración íctica y sobre otras dinámicas, conllevando a la disminución de los productos pesqueros y, por consiguiente, se afecta la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades asentadas en su entorno y que dependen en gran parte de la oferta ambiental de los humedales y ecosistemas asociados (Figura 14)

Cuadro 12. Registro de especies de flora y fauna en los humedales del río Atrato, Chocó y el humedal costero Obregón, Cauca.

REGISTROS	FLORA	FAUNA					TOTAL
		Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	
Número de especies asociadas	405	56	23	58	183	44	769
Número de especies de interés ecológico especial identificadas	12	5	1	2	7	5	32
Identificación y priorización de especies de importancia socioeconómica	22	15	0	6	6	15	42
Identificación y priorización de motores de pérdida de la diversidad ecosistémica de las ciénagas	1. Minería	1. Minería	1. Minería	1. Minería	1. Minería	1. Minería	1. Minería
	2. Tala	2. Tala	2. Tala	2. Tala	2. Tala	2. Tala	2. Tala
	3. Fragmentación	3. Sedimentación	3. Fragmentación	3. Fragmentación	3. Fragmentación	3. Fragmentación	3. Fragmentación
	4. Monocultivos	4. Contaminación	4. Monocultivos	4. Monocultivos	4. Monocultivos	4. Monocultivos	4. Monocultivos

Fuente: (IIAP, 2017)

Figura 14. Ciénaga El Guineo, Salaquí, municipio de Riosucio, Chocó



Fuente: (IIAP, 2017)

# SITUACIÓN ACTUAL Y PROBLEMÁTICA DE LOS PÁRAMOS UBICADOS EN LA CORDILLERA OCCIDENTAL CHOCO BIOGEOGRÁFICO<sup>18</sup>

Consejo Comunitario General del San Juan – ACADESAN,  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS,  
Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)

Los páramos del Duende y Tatamá, ubicados en la cordillera occidental, Chocó Biogeográfico, presentan una alta riqueza de especies, fuentes hídricas y el buen estado de conservación.

Los páramos del flanco occidental de la cordillera occidental del norte de los andes colombianos (Duende (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2010) y Tatamá (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2012), (IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, 2012)), localizados en el departamento del Chocó en los municipios de San José del Palmar, Novita, y Litoral del San Juan, en límites con los departamentos de Risaralda y Valle del Cauca, son particulares en relación a los páramos que drenan sus aguas a la vertiente del Caribe o a los ubicados en las cordilleras Central y Oriental, debido a que están experimentando procesos continuos de paramización, presentan humedad superior al 50%, precipitaciones que superan los 3.000 mm y no existe presencia de asentamientos humanos.

En estos dos importantes complejos se han registrado 175

especies de flora, destacándose Orchidaceae, Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae, Scophulariaceae, Rubiaceae y Rosaceae, como las familias florísticas de mayor riqueza específica, además de 7 especies de Herpetos, 241 especies de aves y 9 especies de Mamíferos. Estos páramos se caracterizan por su buen estado de conservación, situación que está relacionada con el difícil acceso a estos y a las figuras de conservación existentes. Dichas condiciones favoreciendo de esta manera las formaciones vegetales que allí se encuentran. Como es el caso de *Espeletia frontoensis* la cual presenta patrones de endemismo regional. De igual manera, existen varias especies consideradas de interés por encontrarse en algún grado de amenaza como: *Aniba perutilis*, *Aphelandra acanthus*, *Bomarea racemosa*, *Chusquea latifolia*, *Mandevilla subsagittata*, *Nectandra acutifolia*, y *Nectandra* sp. A nivel de fauna, investigaciones realizadas en estos ecosistemas, dan cuenta de la existencia tres especies de interés especial, dos de

las cuales *T. ornatus* y *D. branikii*, se encuentran categorizadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN como especies vulnerables (VU).

En general los páramos de Tatamá y Duende se encuentran en muy buen estado de conservación, en el caso de Tatamá el ser un Parque Nacional Natural blindado al ecosistema de ciertas presiones; por su parte el páramo del Duende se encuentra dentro de una figura de conservación regional en el costado oriental de la cordillera occidental en el departamento del Valle del Cauca y no presenta presiones por su costado occidental en el departamento del Chocó. Sin embargo, en la zona de amortiguación de estos dos ecosistemas se desarrollan las actividades productivas que están causando grandes deterioros en el medio natural, poniendo en riesgo la continuidad en la prestación de bienes y servicios ambientales ofrecidos por estos ecosistemas, de los cuales depende en grado sumo la continuidad del desarrollo regional y local

# MONITOREO DE ECOSISTEMAS MARINOS DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA NACIONAL

## MONITOREO DE ÁREAS CORALINAS: ÍNDICE DE CONDICIÓN TENDENCIA ICT<sup>ac</sup>

Raúl Navas Camacho,  
Juan David González Corredor,  
Andrés Acosta Chaparro,  
Laura Sánchez Valencia,  
Investigadores Científicos  
Diana Isabel Gómez  
Jefe Línea de Investigación Organización y Dinámica de Ecosistemas,  
Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos – BEM  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR

Los arrecifes de coral constituyen uno de los ecosistemas más importantes, diversos y apreciados del planeta. Se desarrollan en aguas claras de los mares tropicales, donde modifican notablemente el relieve submarino y generan una alta diversidad de hábitats para el asentamiento y proliferación de la vida marina. Por su belleza, importancia económica y valor ecológico, los arrecifes coralinos se constituyen como el ecosistema marino emblemático de la humanidad, por lo que su investigación, protección, conservación y monitoreo deben ser asegurados de modo que al menos pueda ser entendido aquello que está causando su deterioro (Burke, L., K. Reytar, M. Spalding & A. Perry, 2011) (Figura 15).

Colombia es el único país suramericano que cuenta con arrecifes coralinos en los océanos Atlántico y Pacífico, presentando una extensión de 1091 km<sup>2</sup>, aproximadamente (Díaz, J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F. A. Zapata y S. Zea., 2000).



**Figura 15** Especies de coral en los arrecifes de Colombia: *Meandrina meandrites* (a), *Colpophyllia natans* (b), *Montastraea cavernosa* (c) y *Diploria labyrinthiformis* (d)



Fotos: Juan David González-Corredor – INVEMAR

En el país se cuenta con 71 estaciones permanentes de monitoreo de arrecifes de coral ubicadas en los dos océanos, con profundidades entre 2 y 20 m. En cada una de estas estaciones de monitoreo, el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas – SAMP (Rodríguez-Rincón, A. M., S. M. Navarrete-Ramírez, D. I. Gómez-López y R. Navas-Camacho, 2014) adoptó una metodología, siguiendo las experiencias del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia – SIMAC (Garzón-Ferreira, J., M.C. Reyes-Nivia y A. Rodríguez-Ramírez, 2002) y la iniciativa internacional Healthy Reefs Initiative (HRI-Healthy Reefs Initiative, 2012). Dicha metodología tiene en consideración cuatro variables biológicas (cobertura de coral duro vivo CCV, cobertura de macroalgas frondosas y tapete algal CMFT, biomasa de peces herbívoros: loros y cirujanos BPH, biomasa de peces carnívoros: pargos, chernas y meros BPC), que finalmente alimentan el Indicador

de Condición Tendencia de Arrecifes Coralinos (ICTAC) (Rodríguez-Rincón, A. M., S. M. Navarrete-Ramírez, D. I. Gómez-López y R. Navas-Camacho, 2014) (Galeano, E., D. I. Gómez, R. Navas, D. Alonso, E. Zarza- González, M. Cano-Correa, V. Ward Bolívar, L. S. Posada-Osorio, N. Bolaños, L. F. Payan y C. Aponte., 2016). Éste es un indicador de estado que permite establecer la condición general del ecosistema coralino y la tendencia de la estructura ecológica de las áreas coralinas a lo largo del tiempo, mediante datos recopilados anualmente. La calificación de la condición general de integridad biótica de los arrecifes coralinos (ICTAC) se encuentra entre 5 y 1 (Cuadro 13), en donde los valores más altos reflejan áreas coralinas conservadas y estables (condición general de integridad biótica “Deseable”, “Buena” y “Regular”) y los valores más bajos señalan deterioro en el ecosistema arrecifal de coral (condición general de integridad biótica en “Alerta” y “No deseable”).

**Cuadro 13.** Escala de clasificación del indicador de condición tendencia de arrecifes de coral (ICTAC). Se presentan cinco calificaciones posibles de condición general de integridad biótica para el ecosistema de arrecifes de coral.

Condición general de integridad biótica	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: (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017) (Rodríguez-Rincón, A. M., S. M. Navarrete-Ramírez, D. I. Gómez-López y R. Navas-Camacho, 2014) (Galeano, E., D. I. Gómez, R. Navas, D. Alonso, E. Zarza- González, M. Cano-Correa, V. Ward Bolívar, L. S. Posada-Osorio, N. Bolaños, L. F. Payan y C. Aponte., 2016)

Durante el año 2016 se realizó por tercer año consecutivo la determinación del ICTAC para establecer la condición y el estado de conservación de los arrecifes coralinos de Colombia (Ricaurte-Villota C, M. L. Bastidas-Salamanca, O. C. Domínguez, P. A. Quintero, M. E. González-Arteaga, A. C. Campuzano-Hernández, A. C. Dueñas-Lagos, D. A. Romero-Rodríguez, M. Murcia-Riaño, R. Navas-Camacho, D. I. Gómez-López, P. S. Obando-Madera, L. J, 2017) (SIAM-Invemar, 2017) (Figura 16 y Figura 22), mediante el monitoreo de 59 estaciones ubicadas en las Áreas Marinas Protegidas – AMP’s del Caribe (Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon, PNN Bahía de Portete-Kaurrele, PNN Tayrona y PNN Corales del Rosario y San Bernardo) y del Pacífico (PNN Gorgona, Santuario de Flora y Fauna Malpelo y el PNN Utría).

### AMP Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon

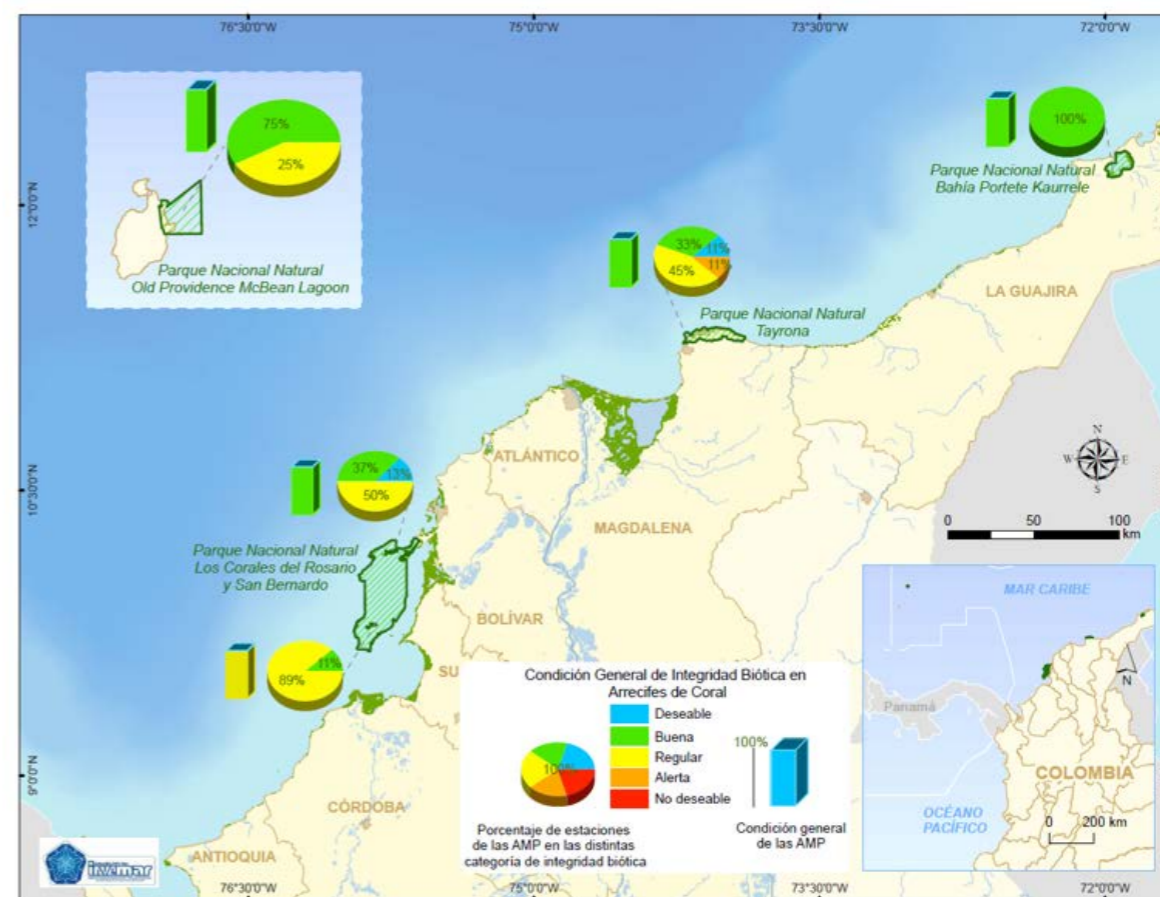
El PNN Old Providence McBean Lagoon se encuentra ubicado al este de la Isla de Providencia en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Figura

16) y hace parte de la Reserva de Biósfera Seaflower, presentando formaciones de corales masivos (principalmente del género *Orbicella* spp.) y formaciones de corales mixtos (Figura 17). En general, el ecosistema coralino del AMP PNN

Old Providence McBean Lagoon en el año 2016, presentó un estado conservado y estable que refleja una condición general de integridad biótica “Buena” (Figura 16), en parte, por una alta cobertura de coral duro vivo, una baja biomasa

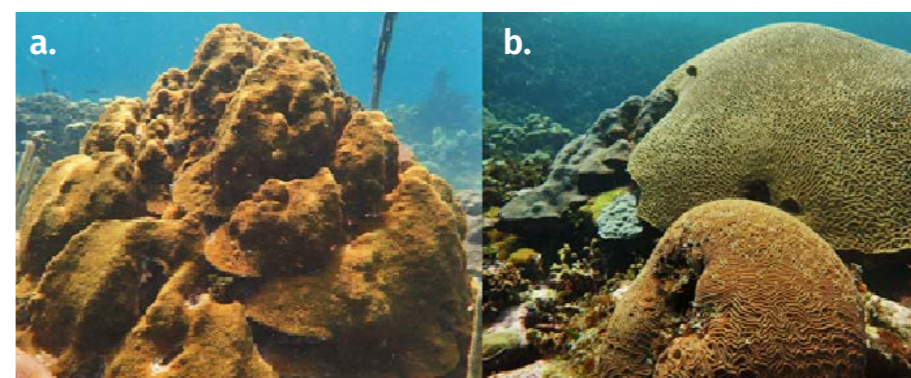
de peces carnívoros con respecto a herbívoros, lo cual es considerado normal en un ecosistema saludable, así como una alta biomasa de peces herbívoros que realizan un control biológico sobre las macroalgas.<sup>19</sup>

**Figura 16** Condición y estado de conservación de los arrecifes coralinos en las Áreas Marinas Protegidas del Caribe colombiano en el año 2016, de acuerdo con el Índice de Condición Tendencia (ICTAC). (En tortas: Porcentaje de estado de las estaciones coralinas de las AMP’s. En barras: Condición general de las AMP’s)



Fuente: (Labsi-INVEMAR, 2017)

**Figura 17** Formaciones de corales masivos del género *Orbicella* spp. (a) y formaciones de corales mixtos (b)



Fotos: Juan David González-Corredor – INVEMAR

<sup>19</sup> Las estaciones monitoreadas y sus características particulares pueden ser consultadas a detalle en el enlace: <http://siam.invemar.org.co/sibm-simac-indicadores>.

### AMP Parque Nacional Natural Bahía de Portete-Kaurrele

El PNN Bahía de Portete-Kaurrele presenta las mayores formaciones coralinas de La Guajira (Buchman, M.F., 2008) y consiste en una extensa bahía con una boca estrecha que se comunica con el mar abierto. En esta AMP solo se cuenta con una estación de monitoreo, instalada

en el año 2015 y localizada sobre el único parche con corales duros mixtos conformado por cabezas de corales masivos (Figura 18). Para el año 2016, el ICTAC, tanto para la estación como para el AMP, señaló un arrecife coralino conservado, con una condición general de integridad

biótica del ecosistema coralino “Buena” (Figura 16), como respuesta a la presencia de peces herbívoros y carnívoros en similares proporciones, una buena cobertura de corales, mayor al 40% y una baja cobertura de macroalgas, menor al 20%.

**Figura 18** Formaciones de corales masivos mixtos de *Colpophyllia natans* y *Pseudodiploria strigosa* (a). Cabeza de *P. strigosa* (b)

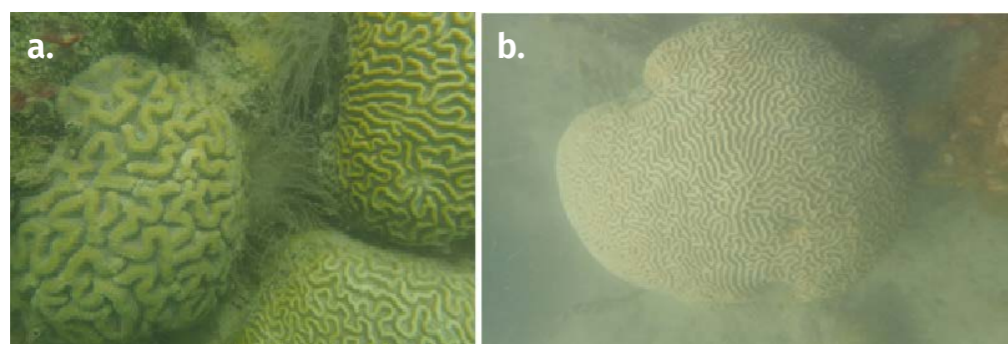


Foto: Juan David González-Corredor - INVEMAR.

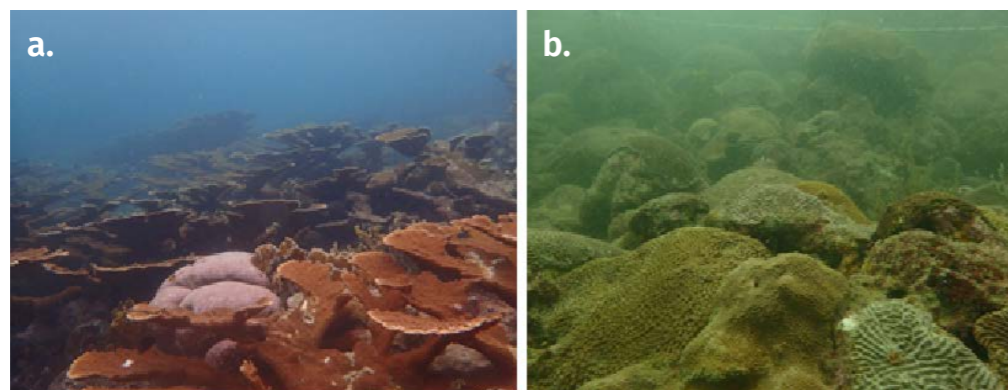
### AMP Parque Nacional Natural Tayrona

En el Tayrona, las principales formaciones de corales mixtos (Figura 19 b) se hallan en las bahías de Chengue, Cinto, Gayraca, Granate y Neguanje, situadas sobre las laderas de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Pocos son los arrecifes de franja o barreras en el Tayrona y son principalmente del coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) en la bahía de Chengue (Figura 19 b). En general, el ecosistema coralino del AMP PNN Tayrona en el año 2016, presentó

una condición de integridad biótica “Buena” (Figura 16), debido a una biomasa de herbívoros alta y una cobertura coralina mayor al 40%, que superó la de las macroalgas<sup>20</sup>.

**Figura 19** Arrecife coralino de franja dominado por el coral cuerno de alce, *Acropora palmata* (a) y formaciones de corales mixtos (b)



Fotos: Juan David González-Corredor - INVEMAR

### AMP Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo: Sector Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario

El sector del Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario se encuentra en la parte norte del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernard (Figura 16), sobre la plataforma coralina más extensa del Caribe colombiano,

dominada por formaciones de coral mixtas con una alta presencia de *Orbicella* spp. (Figura 20). El ecosistema coralino del Sector Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, presentó para el año 2016, una condición general de

integridad biótica “Buena” (Figura 16), en la que la proporción de biomasa de peces herbívoros fue superior a la de peces carnívoros, reflejando una reducida cobertura de macroalgas frondosas y una alta cobertura coralina<sup>21</sup>.

**Figura 20** Formaciones de corales mixtos dominados por *Orbicella annularis*



Foto: Juan David González-Corredor - INVEMAR.

### AMP Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo: Sector Archipiélago de San Bernardo

El sector del Archipiélago de San Bernardo se encuentra en la parte sur del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (Figura 16), sobre la plataforma coralina más extensa del Caribe

colombiano. El ecosistema coralino de este sector presentó para el año 2016, una condición general de integridad biótica “Regular” (Figura 16), relacionada principalmente con una baja biomasa de peces

carnívoros y una importante cobertura de macroalgas frondosas, que sin embargo, es inferior a la cobertura coralina viva<sup>22</sup>.

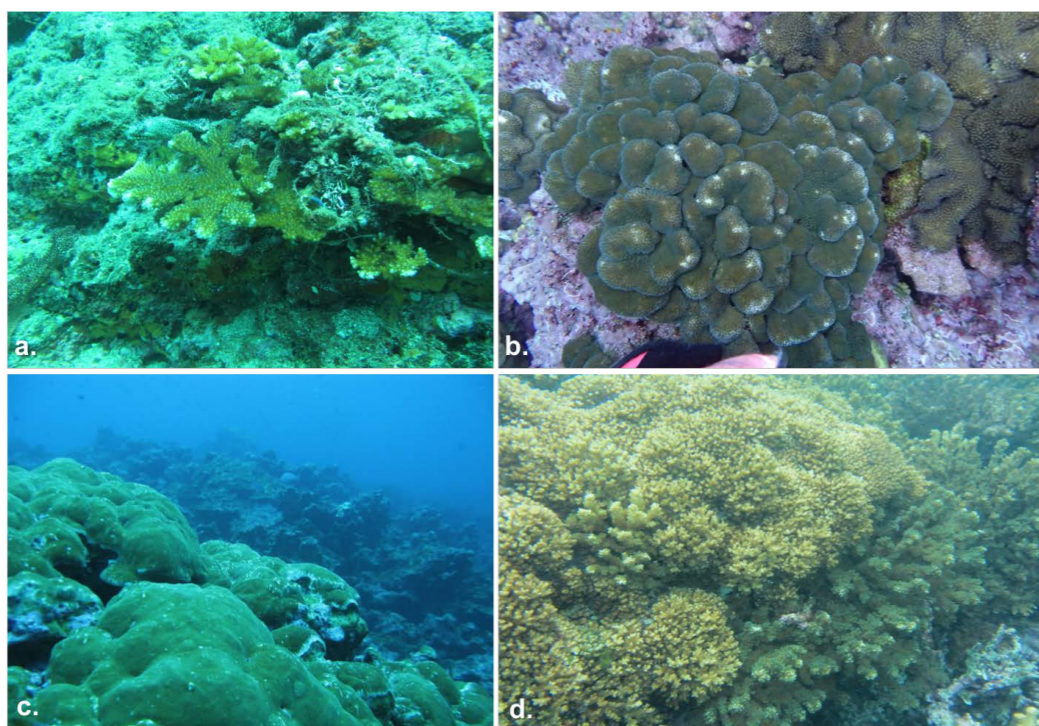
### AMP Parque Nacional Natural Utría

El PNN Utría se localiza en la región septentrional del Chocó Pacífico (Figura 22). Presenta formaciones coralinas de menor tamaño y desarrollo que en el Caribe colombiano, conformadas principalmente por *Pocillopora* spp.

(Figura 21 A) y localizadas en bahías protegidas sobre fondos marinos de reducida profundidad. El ecosistema coralino del AMP PNN Utría en el año 2016, presentó una condición general de integridad biótica “Buena” (Figura 22), reflejando un

estado conservado y estable, debido a una alta cobertura de coral vivo que superó la de las macroalgas frondosas y los tapetes algales, así como una abundancia alta y en similar proporción de carnívoros y herbívoros<sup>23</sup>.

**Figura 21** Áreas coralinas del Pacífico colombiano con el coral *Pocillopora* sp. en el PNN Utría (a), *Pocillopora eydouxi* (b) y *Porites lobata* (c) en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo y *Pocillopora* spp. en el PNN Gorgona (d)



Fotos: Juan David González-Corredor - INVEMAR

### AMP Santuario de Fauna y Flora Malpelo

La isla de Malpelo es una de las joyas marinas de Colombia y del planeta (Figura 22). Se destaca por su trascendencia en términos de biodiversidad que se ve reflejada en las múltiples designaciones que ha recibido (Presidencia de la

Republica., 2011). En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo existen dos importantes y conspicuas formaciones coralinas: El Arrecife (con presencia de colonias de *Pocillopora eydouxi*: Figura 21 b) y La Nevera (con alta frecuencia de la

especie masiva *Porites lobata*: Figura 21 c). En esta AMP, para el año 2016, las formaciones coralinas mostraron un estado de conservación "Bueno" y en general, un ecosistema arrecifal coralino estable con una condición de integridad biótica "Buena" (Figura 22)<sup>24</sup>.

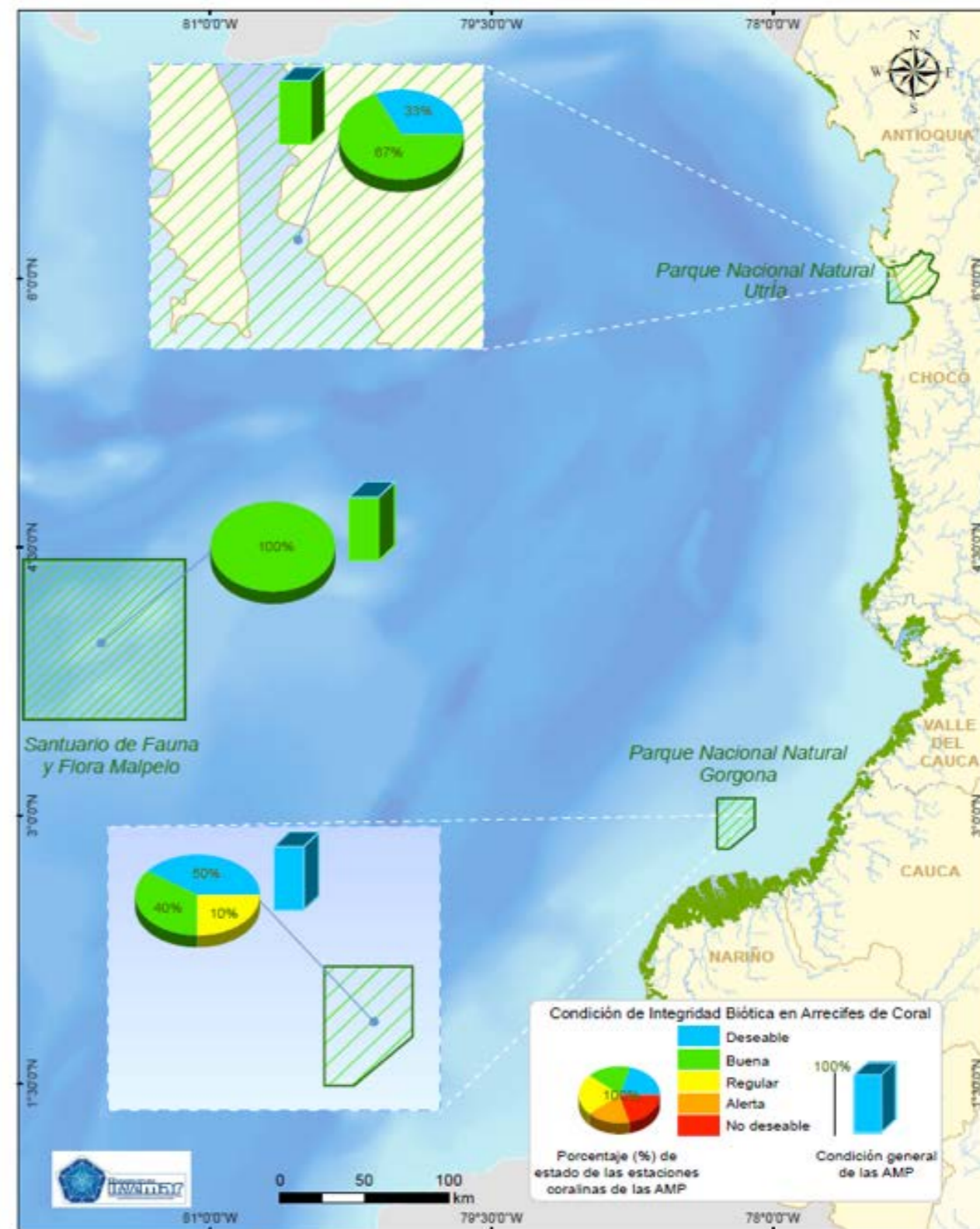
### AMP Parque Nacional Natural Gorgona

El PNN Gorgona es una isla continental ubicada a 35 km de la costa del Pacífico colombiano (Figura 22). Presenta alrededor de 32 ha de arrecife coralino con una cobertura de hasta el 80% y colonias masivas de importante tamaño y alta biodiversidad submarina. Estos arrecifes coralinos son los más

importantes del Pacífico Oriental Tropical y los más grandes y diversos del Pacífico colombiano. En esta AMP las formaciones coralinas se encuentran dominadas por *Pocillopora* spp. (Figura 21 d). En general, para el año 2016, el AMP presentó un ecosistema arrecifal coralino con una condición de

integridad biótica "Deseable" (Figura 22), es decir estable, conservado y saludable, con cobertura alta de coral vivo y cobertura baja de macroalgas frondosas y similar proporción de abundancia de peces herbívoros y carnívoros<sup>25</sup>.

**Figura 22** Condición y estado de conservación de los arrecifes coralinos en las Áreas Marinas Protegidas del Pacífico colombiano en el año 2016, de acuerdo con el Índice de Condición Tendencia (ICTAC). (En tortas: Porcentaje de estado de las estaciones coralinas de las AMP's. En barras: Condición general de las AMP's



Fuente: (Labsi-INVEMAR, 2017)

# MONITOREO DE PASTOS MARINOS: ÍNDICE DE CONDICIÓN TENDENCIA ICT<sub>PM</sub>

Laura Sánchez,  
Cristian Salinas,  
Catalina Torres,  
Diana Vergara,  
Investigadores Científicos,

Diana Isabel Gómez,  
Jefe Línea de Investigación Organización y Dinámica de Ecosistemas,  
Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos – BEM  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR

Los pastos marinos son plantas con flor adaptadas fisiológicamente al medio marino, en donde cumplen todo su ciclo de vida sumergidas y dan lugar a formaciones vegetales características en las zonas litorales, denominadas “praderas” marinas (Dawes, 1986) (Figura 23). Son considerados uno de los ecosistemas más productivos del mundo, a pesar de solo representar el 2% del área del planeta (Hemminga, M. A., y C.M. Duarte., 2000). Ofrecen múltiples servicios naturales entre los que se destacan el resguardo a diversos organismos vertebrados e invertebrados (Figura 23), la protección de la costa, el reciclaje de nutrientes y la productividad primaria (Costanza, R., R. d’Arge, R. D. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon y J. Paruelo, 1998) (Davis, J.L., D.L. Childers y D.N. Kuhn., 1999) (Short, F.T., E.W. Koch, J.C. Creed, K.M. Magalhaes, E.

Fernandez y J.L. Gaeckle., 2006) y en cuanto a los servicios significativos para el planeta, son considerados sumideros de carbono, siendo clave en la mitigación del cambio climático (Nellemann, C., E. Corcoran, C. M. Duarte, L. Valdes, C. DeYoung, L. Fonseca y G. Grimsditch (Eds), 2009) (Pendleton, L., D.C. Donato, B.C. Murray, S. Crooks, W. A. Jenkins, S. Sifleet, C. Craft, J.W. Fourqurean, J. B. Kauffman, N. Marbá, P. Megonigal, E. Pidgeon, D. Herr, D. Gordon y A. Baldera., 2012). Su fisiología, estructura comunitaria y presencia en la zona marino costera depende de variables físicas y ambientales como la profundidad, las corrientes, el oleaje, los nutrientes, las características del sustrato, la luz, la temperatura, la salinidad, los organismos epífitos y las enfermedades (Short, F.T., McKenzie, L.J., Coles, R.G., Vidler, K.P., Gaeckle, J.L., 2008).

Las praderas de pastos marinos de Colombia son propias del mar Caribe, prácticamente se presentan intermitentemente a lo largo de la costa encontrándose más del 85% sobre la plataforma continental del departamento de La Guajira. Se encuentran 3 familias y 6 especies, de las cuales *Thalassia testudinum* (pasta tortuga) es la más frecuente y representativa (Díaz, J.M., L.M. Barrios y D.I. Gómez-López, 2003)

Figura 23 Praderas de pastos marinos del Caribe colombiano y fauna asociada, pez globo y estrella de mar. (Fotos: Juan David González-Corredor - INVEMAR)



Fotos: Juan David González-Corredor - INVEMAR

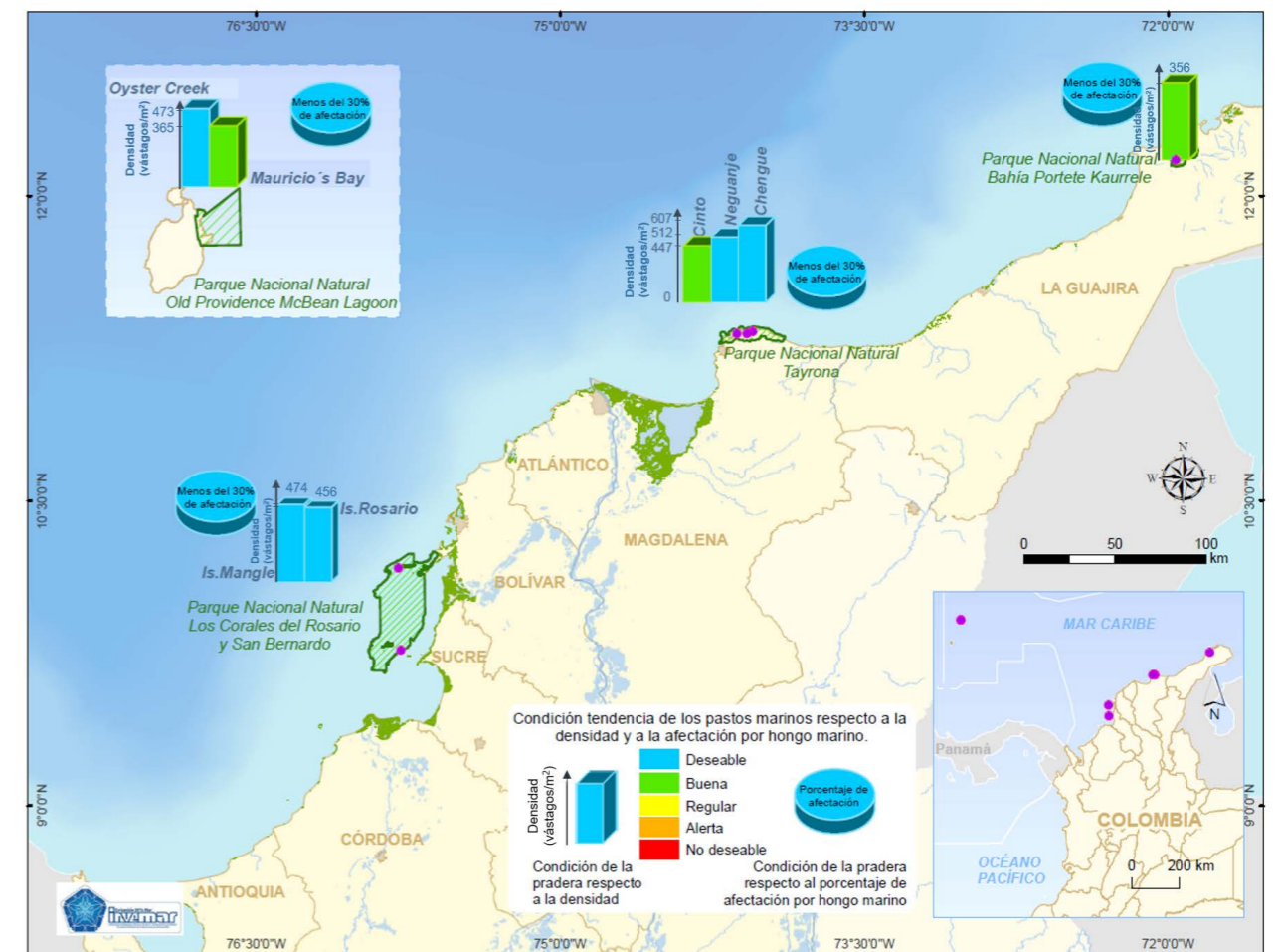
En el Caribe colombiano se monitorean ocho estaciones permanentes de pastos marinos (Figura 24), con profundidades entre 2 y 5 m. La metodología de monitoreo empleada por el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas- SAMP (Gómez-López, D. I., S. M. Navarrete Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, L. Muñoz-Escobar y E. Galeano, 2014), es una versión adaptada del manual metodológico de SeagrassNet (Short, F.T., McKenzie, L.J., Coles, R.G., Vidler, K.P., Gaeckle, J.L., 2008). Los monitoreos ayudan a determinar el estado de las praderas de pastos marinos en el país, permitiendo identificar cambios a través del tiempo y obtener resultados tangibles para las autoridades ambientales competentes en la toma de decisiones de gestión, manejo, protección y conservación, con el objetivo de garantizar el

mantenimiento de este ecosistema marino estratégico.

A partir del proyecto “Diseño e implementación del subsistema de áreas marinas protegidas en Colombia – SAMP”, surgió para los pastos marinos del Caribe un protocolo específico denominado Indicador Condición Tendencia de Praderas de Pastos Marinos – ICT<sub>PM</sub>, creado con el objetivo principal de evaluar la condición general de integridad biótica y el estado de conservación de los pastos marinos del país (Gómez-López, D. I., S. M. Navarrete Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, L. Muñoz-Escobar y E. Galeano, 2014) (Costanza, R., R. d’Arge, R. D. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon y J. Paruelo, 1998) (Ricaurte-Villota C, M. L. Bastidas-Salamanca, O. C. Domínguez, P. A. Quintero, M. E. González-Arteaga, A. C. Campuzano-

Hernández, A. C. Dueñas-Lagos, D. A. Romero-Rodríguez, M. Murcia-Riaño, R. Navas-Camacho, D. I. Gómez-López, P. S. Obando-Madera, L. J., 2017). Este indicador tiene una escala de clasificación que va de 1 a 5, en la cual uno (1) refleja un estado de la pradera “No deseable” y cinco (5) un estado de la pradera “Deseable”, es decir, conservada. No obstante, es de aclarar que este indicador se compone de un conjunto de variables que desde el año 2013 están siendo evaluadas mediante el monitoreo SeagrassNet, con el fin de crear los valores de referencia que permitan determinar el indicador y, que existen actualmente, únicamente para la densidad de vástagos de *Thalassia testudinum* (Figura 14) y para el porcentaje de afectación por el hongo marino *Labyrinthula* sp. (Figura 15) (Costanza, R., R. d’Arge, R. D. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon y J. Paruelo, 1998).

Figura 24 Condición de los pastos marinos de las Áreas Marinas Protegidas del Caribe colombiano en el año 2016, respecto a la densidad de vástagos (“en barras”) y al porcentaje de afectación por el hongo marino *Labyrinthula* sp. (“en tortas”)



Fuente: (LabSI-INVEMAR, 2017)

# ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIOLÓGICA DE MANGLAR IBIm: UNA APLICACIÓN EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA

Lucía Victoria Licero Villanueva,  
Investigadora científica,  
Alexandra Rodríguez Rodríguez,  
Jefe Línea Investigación,  
Programa Calidad Ambiental Marina – CAM  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR

**Cuadro 14.** Escala de valoración preliminar de referencia para la densidad de vástagos del indicador de condición tendencia de pastos marinos (ICT<sub>PM</sub>)

Condición general de referencia para densidad de vástagos de pastos marinos	Equivalente para el ICT <sub>PM</sub>	Densidad (vástagos/m <sup>2</sup> )
Deseable	5	> 451
Bueno	4	351 - 450
Regular	3	200 - 350
Alerta	2	126 - 199
No deseable	1	<125

Fuente: (Gómez-López, D. I., S. M. Navarrete Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, L. Muñoz-Escobar y E. Galeano, 2014) (Ricaurte-Villota C, M. L. Bastidas-Salamanca, O. C. Domínguez, P. A. Quintero, M. E. González-Arteaga, A. C. Campuzano-Hernández, A. C. Dueñas-Lagos, D. A. Romero-Rodríguez, M. Murcia-Riño, R. Navas-Camacho, D. I. Gómez-López, P. S. Obando-Madera, L. J., 2017)

**Cuadro 15.** Escala de valoración preliminar de referencia para el porcentaje de afectación de *Labyrinthula sp.* del indicador de condición tendencia de pastos marinos (ICT<sub>PM</sub>).

Condición general de referencia para afectación por <i>Labyrinthula sp.</i>	Equivalente para el ICT <sub>PM</sub>	Porcentaje de afectación (%)
Deseable	5	< 30
Bueno	4	31 - 40
Regular	3	41 - 60
Alerta	2	61 - 89
No deseable	1	>90

Fuente: (Gómez-López, D. I., S. M. Navarrete Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, L. Muñoz-Escobar y E. Galeano, 2014) (Ricaurte-Villota C, M. L. Bastidas-Salamanca, O. C. Domínguez, P. A. Quintero, M. E. González-Arteaga, A. C. Campuzano-Hernández, A. C. Dueñas-Lagos, D. A. Romero-Rodríguez, M. Murcia-Riño, R. Navas-Camacho, D. I. Gómez-López, P. S. Obando-Madera, L. J., 2017).

El Indicador de Integridad Biológica de manglar (IBIm), permite inferir el grado de estabilidad y vulnerabilidad de los bosques de mangle a través del tiempo, reflejando la capacidad que tiene el sistema para mantener sus atributos estructurales, funcionales y de salud, de forma equiparable a como ocurriría si el sistema evaluado se hallara en un estado de referencia o un alto grado de conservación, favoreciendo la interpretación de la información para proponer medidas de manejo y conservación y evaluar el éxito de las medidas implementadas en proyectos de restauración.

Para el cálculo del IBIm se seleccionaron variables que se asocian a alguno de los atributos de integridad biológica (estructura, composición, salud,

función), las cuales se integran con ponderaciones definidas de acuerdo a funciones de promedio geométrico ponderado (Galeano, E., D. I. Gómez, R. Navas, D. Alonso, E. Zarza- González, M. Cano-Correa, V. Ward Bolívar, L. S. Posada-Osorio, N. Bolaños, L. F. Payan y C. Aponte., 2016). Los valores obtenidos en campo se cotejan con rangos de referencia construidos específicamente para el tipo fisiográfico del manglar a evaluar, para establecer los subíndices correspondientes. Para su interpretación, a partir de la integración de los subíndices se construyó la escala del Figura 16.

Dada la disponibilidad de información en todos los atributos considerados para el cálculo del IBIm para la Ciénaga Grande de Santa Marta, y que este indicador

se ha ajustado específicamente con los datos derivados del proyecto “Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta”, se reportan los resultados del indicador para la CGSM, con base en cinco estaciones instaladas en el sector noroccidental del complejo estuarino con diferente grado de perturbación. De acuerdo a ello, el IBIm mostró fluctuaciones a lo largo del periodo analizado, evidenciando el dinamismo que ha tenido el sistema durante su proceso de rehabilitación, tras la culminación de las obras del proyecto PROCINAGA en 1998.

En general, en el Caribe colombiano para el año 2016, los pastos marinos monitoreados en las áreas marinas protegidas (Parque Nacional Natural (PNN) Old Providence McBean Lagoon, PNN Bahía de Portete-Kaurrele, PNN Tayrona y PNN Corales del Rosario y San Bernardo) presentaron una condición tendencia respecto a la densidad de vástagos entre “Deseable” y “Buena”,

indicando que son praderas que se encuentran conservadas y en buen estado. Así mismo, respecto al porcentaje de afectación por la presencia del hongo marino *Labyrinthula sp.*, se evidenció que las praderas se encontraron en una condición “Deseable” y sin deterioro, debido a que la afectación por el hongo fue menor al 30%. Los estudios sobre la estructura y

composición de la fauna asociada a las praderas de pastos marinos continuarán siendo evaluados en cada una de las áreas monitoreadas con el fin de establecer los intervalos de referencia con los cuales determinar el estado del ecosistema de manera más integral (estructura, composición y función).

**Cuadro 16.** Escala de interpretación del IBIm.

Valor total de IBIm	Interpretación
< 1,5	No deseable
≥ 1,5 y < 2	Estado de Alerta
≥ 2 y < 3	Estado Regular
≥ 3 y < 4	Buen Estado
> 4	Deseable

# AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES QUE CAUSAN IMPACTO EN LOS ECOSISTEMAS MARINO-COSTEROS

## MICROALGAS POTENCIALMENTE NOCIVAS: CASO MAGDALENA

**Natalia Arbeláez Merizalde,**  
Investigadora científica,  
**Luisa Fernanda Espinosa Díaz,**  
Coordinadora Programa Investigación,  
**Programa Calidad Ambiental Marina – CAM**  
**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR**

Las microalgas (fitoplancton) son de gran importancia en los sistemas acuáticos, teniendo en cuenta que son la base de la red trófica. Sin embargo, algunas especies que componen este grupo pueden generar efectos nocivos sobre otros organismos al formar floraciones algales nocivas -FAN, las cuales se describen como altas concentraciones de microalgas (>10<sup>6</sup>) agregadas en un tiempo y lugar específico, siendo evidente el predominio de una especie (Sar, E.A., M.E. Ferrario y B. Reguera., 2002). Las altas densidades celulares en ocasiones forman películas flotantes en la superficie del agua, las cuales pueden agotar el oxígeno disponible, generando la mortandad de peces y el mayor inconveniente radica en que varias especies son capaces de producir potentes toxinas que afectan a diversos organismos incluyendo al hombre (Hallegraeff G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (Ed.), 2004) (Wells, M., V.L. Trainer, T.J. Smayda, B. Karlson, C.G. Trick, R.M. Kudela, A. Ishikawa, S. Bernard, A. Wulff, D.M. Anderson y W.P. Cochlanck, 2015). Así pues, las FAN pueden generar pérdidas económicas

y ecosistémicas en zonas costeras impactadas por estos eventos (Pingguo, H. y V. Balzano, 2012)

Por lo anterior, Colombia, desde el año 2010 implementó el monitoreo de la comunidad fitoplanctónica con especial atención en géneros conformados por especies potencialmente nocivas, en tres zonas del Magdalena, la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), la bahía de Chengue, Parque Nacional Tayrona (PNNT) y la bahía de Santa Marta (iniciando en 2013). Adicionalmente, en la bahía de Chengue (Bahía y Laguna), se monitorean las especies de dinoflagelados potencialmente nocivos asociados al pasto marino *Thalassia testudinum*.

Los resultados del monitoreo realizado entre enero y septiembre de 2016 registraron la presencia de microalgas potencialmente nocivas, tanto en las muestras de agua, como en el pasto marino (*Thalassia testudinum*). Las mayores densidades celulares se evidenciaron en la CGSM (1.197.842.177 cél. L<sup>-1</sup>), siendo el grupo de las cianobacterias

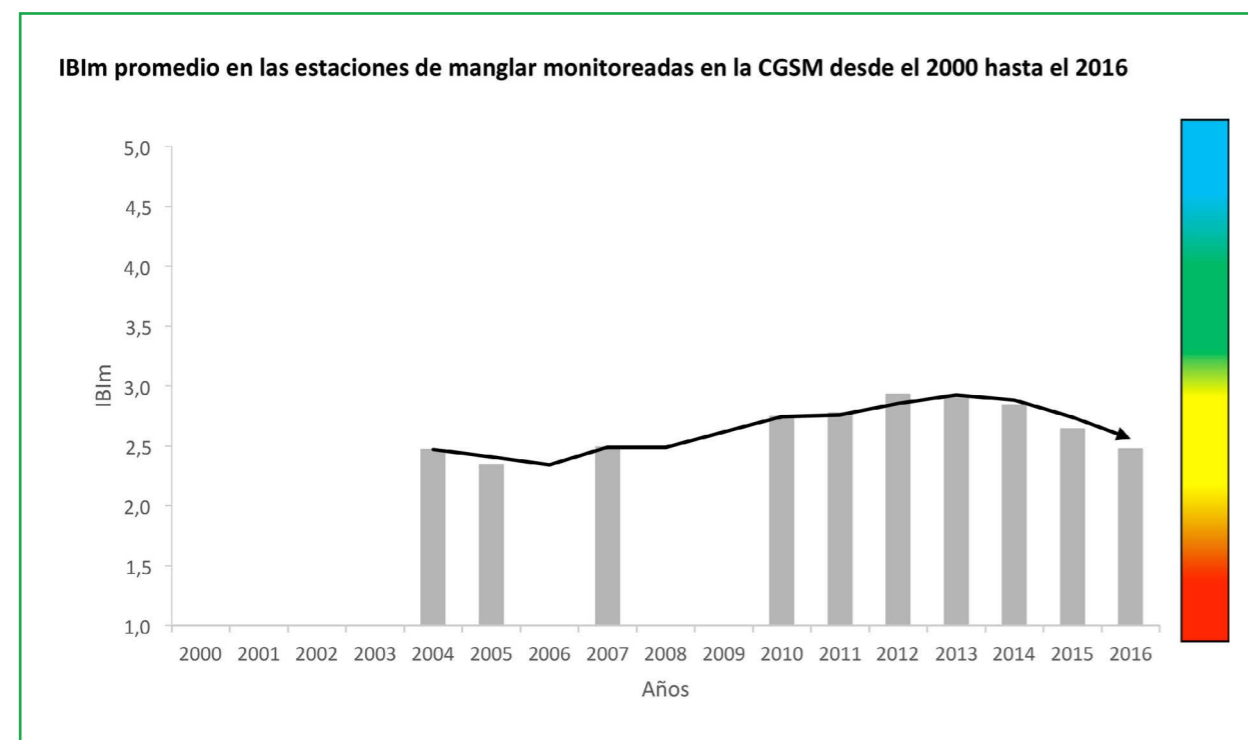
el más representativo tanto en abundancia como en densidad, atribuidas principalmente al género *Synechocystis* (Gráfica 25A), característica común de este sistema lagunar (Mancera, J. E., y L. A. Vidal, 1994) (Ibarra, K.P., M.C. Gómez, E.A. Viloría, E. Arteaga, M. Quintero, I. Cuadrado, J.A. Rodríguez, L. Licero, L.V. Perdomo y M. Rueda, 2014) (Ibarra K.P., M.C. Gómez, E.A. Viloría, E. Arteaga, I. Cuadrado, M.F. Martínez, Y. Nieto, J. A. Rodríguez, L.V. Licero, L.V. Perdomo, S. Chávez, J.A. Romero y M. Rueda., 2014) (Ibarra-Gutiérrez, K.P., T.L.Córdoba-Mesa, E. Arteaga-Sogamoso, A.J. Contreras-Guerrero y Nieto-Gil, 2016). En contraste, en las zonas con influencias de aguas marinas (bahía Chengue y Santa Marta), las densidades fueron inferiores (máximo 112.750 cél. L<sup>-1</sup>) con una mayor representatividad por parte del grupo de las diatomeas (Bacillariophyta), lo cual es frecuente en sistemas marino-costeros (Santander, E., L. Herrera y C. Merino, 2003) (Ramírez-Barón, J.S., A. Franco-Herrera, L.M. García-Hoyos y D.A. López, 2010), siendo el género potencialmente nocivo *Pseudo-nitzschia* (Figura 25B) uno de los más abundantes.

De manera general, si bien se muestra recuperación de la integridad del sector analizad hasta el año 2012, se evidencia un detrimento desde el 2013 hasta la fecha, en donde se destaca que hubo una transición de un “buen estado” a un estado “regular”, confiando una alta vulnerabilidad al sistema (Gráfica 43). Esta degradación progresiva que ha sufrido el ecosistema de manglar de la CGSM se debe al efecto sinérgico de factores ambientales como la escasez de recurso hídrico, por el evento El Niño, aunado al deficiente manejo que ha tenido el río Magdalena y sus principales caños, así como los ríos de la vertiente de

la Sierra Nevada de Santa Marta SNSM, derivando en condiciones de hipersalinidad debido al poco flujo hídrico, la intrusión de la cuña salina, así como a la alta tasa de evapotranspiración del sistema (4,1434 mm/año) (Giraldo H., R., J. Martínez, L. Hurtado, S. Zea y E. Madera, 1995) (Blanco, J.A., E.A. Viloría y J.C. Narváez, 2006) (Rivera-Monroy, V., J. Mancera-Pineda, R. Twilley, O. Casas-Monroy, E. Castañeda-Moya, J. Restrepo, F. Daza-Monroy, L. Perdomo, S. Reyes-Forero, E. Campos, M. Villamil y F. Pinto-Nolla, 2001), lo que ha contribuido a limitar el desarrollo y salud del ecosistema de manglar. Esta dinámica evidencia una alta

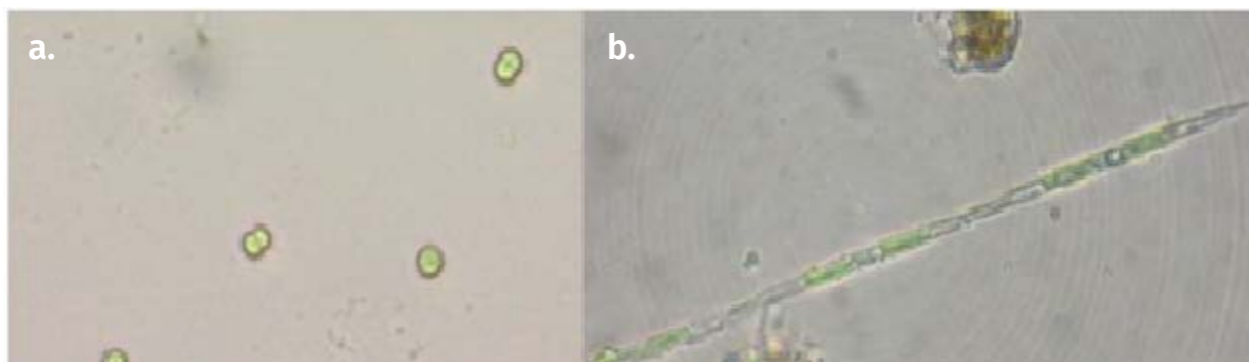
dependencia del sistema al aporte de agua dulce del río Magdalena y vertientes de la SNSM, así como el mantenimiento constante de los caños principales y secundarios, debido a las altas tasas de sedimentación que se registran en el área (145±47 x106 t/año (Higgins, A., J.C. Restrepo, J.C. Ortiz, J. Pierini y L. Otero., 2016)). Se resalta que el análisis se realizó con base en 5 estaciones de monitoreo preestablecidas y que se requiere el análisis en otros sectores del complejo estuarino para evaluar de manera más integral su comportamiento.

**Gráfica 43** IBIm promedio en las estaciones de manglar monitoreadas en la CGSM desde el 2000 hasta el 2016. La escala de color se explica en la Cuadro 16



Fuente: (INVEMAR, 2017)

**Figura 25** Géneros más representativos en términos de densidad, en las estaciones monitoreadas. A. *Synechocystis* y B. *Pseudo-nitzschia*. Barra de escala: A. 10  $\mu$ m; B. 20  $\mu$ m



Fuente: (INVEVAR, 2017)

En cuanto a los dinoflagelados presentes en los pastos marinos, se evidenciaron especies de dinoflagelados que, según información secundaria, son capaces de producir toxinas, entre ellos integrantes de los géneros *Prorocentrum*, *Ostreopsis* y *Coolia*, con densidades inferiores a 1.311 cél. g<sup>-1</sup> Peso húmedo de *Thalassia testudinum*. Si bien las densidades fueron bajas, se considera relevante el monitoreo de estos organismos, teniendo en cuenta que muchas de

las especies observadas han sido reportadas por diversos autores en distintas ciudades costeras del mundo como causantes de intoxicaciones, problemas respiratorios y alergias cutáneas en humanos (Hallegraef G.M., S.I. Blackburn, C.J. Bolch y R.J. Lewis, 2001) (Rodríguez, A., M. Rueda, J. Viaña, C. García, F. Rico, L. García y A. Girón., 2012) (Pingguo, H. y V. Balzano, 2012) (Reguera, B., R. Alonso, A. Moreira y S. Méndez, 2011).

Estos resultados permiten concluir que en la región del Magdalena existe la presencia de microalgas potencialmente nocivas, algunas zonas más susceptibles que otras a la formación de FAN, como la CGSM, teniendo en cuenta las complejas características que presenta este sistema lagunar. En relación a las especies productoras de toxinas, es necesario realizar análisis de estas sustancias que puedan descartar o confirmar el riesgo que realmente representa su presencia.

## ESPECIES INVASORAS: DENSIDAD DE LA POBLACIÓN DE PEZ LEÓN EN EL CARIBE COLOMBIANO

Juliana Vanegas Gonzalez,  
Natalia Rincón Díaz,  
Investigadores Científicos,  
Luis Chasqui Velasco,  
Jefe Línea de Investigación Biología y Estrategias de Conservación,  
Programa Biodiversidad y Ecosistemas marinos – BEM  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” - INVEVAR

El pez león fue visto por primera vez en Colombia en 2008 y actualmente se encuentra invadiendo muchos de los ecosistemas marinos del Caribe colombiano, desde la Guajira hasta el Golfo de Urabá.

El pez león (*Pterois volitans*) apareció por primera vez en Colombia en el año 2008 cuando fue visto en la isla de Providencia; al año siguiente fue encontrado en el Parque Nacional Natural Tayrona (González, J., Grijalba-Bendeck,

M., Acero, A. y Betancur, R, 2009), departamento del Magdalena. Para hacer frente a esta invasión biológica en el país se han adelantado diferentes esfuerzos dentro de los que se encuentra la generación del Plan para el Manejo

y control del pez león (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano, del cual derivaron actividades como capacitaciones a pescadores y actores locales acerca del manejo de este invasor, investigaciones en biología y ecología del pez león, y el monitoreo y control de la densidad poblacional del pez león en el Caribe continental colombiano, la cual fue adelantada por el Invevar con el apoyo del Minambiente.

Durante el 2016 se evaluó la densidad del pez león en 49 estaciones de seis localidades (Parque Nacional Natural Tayrona, Salmedina, el Archipiélago del Rosario, el Archipiélago de San

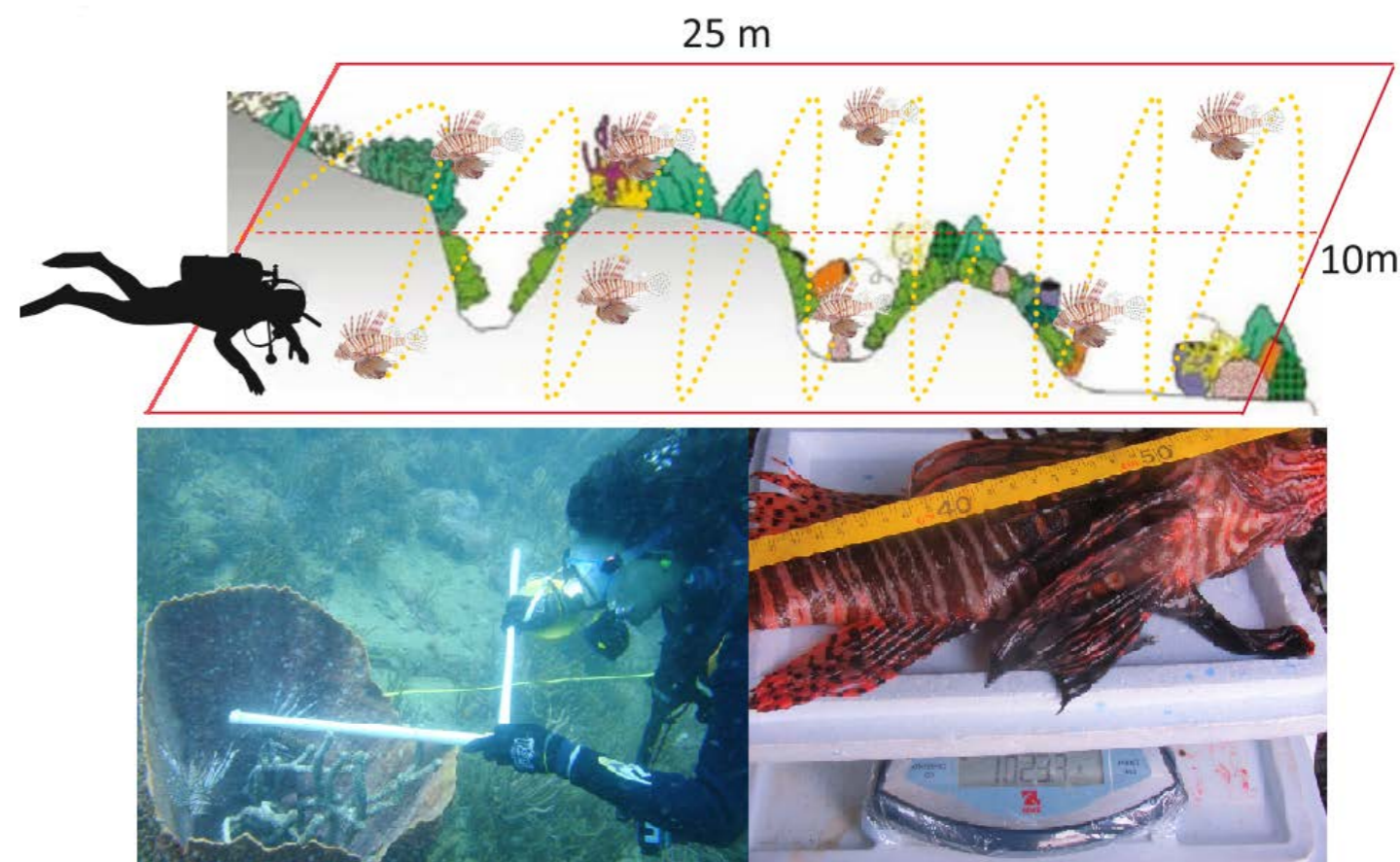
Bernardo, Isla Fuerte y Capurganá), donde se realizaron censos visuales submarinos siguiendo la metodología recomendada en el protocolo indicador de la densidad de pez león (*Pterois volitans*) (Navarrete-Ramírez, S.M., 2014) (Figura 26).

Durante los monitoreos la mayor densidad de pez león fue de 130  $\pm$  90 individuos/ha y se encontró en el sector de Capurganá, específicamente en la estación de Cabo Tiburón que se encuentra cerca al límite con Panamá. Otra localidad que presentó altas densidades fue Salmedina, que corresponde a un bajo coralino

ubicado al norte de Cartagena (Gráfica 44). Por el contrario, las menores abundancias de pez león se presentaron en el Parque Nacional Natural Tayrona y en el Archipiélago de San Bernardo; en esta última localidad de nueve estaciones evaluadas en cinco no se observaron peces león ( Gráfica 44).

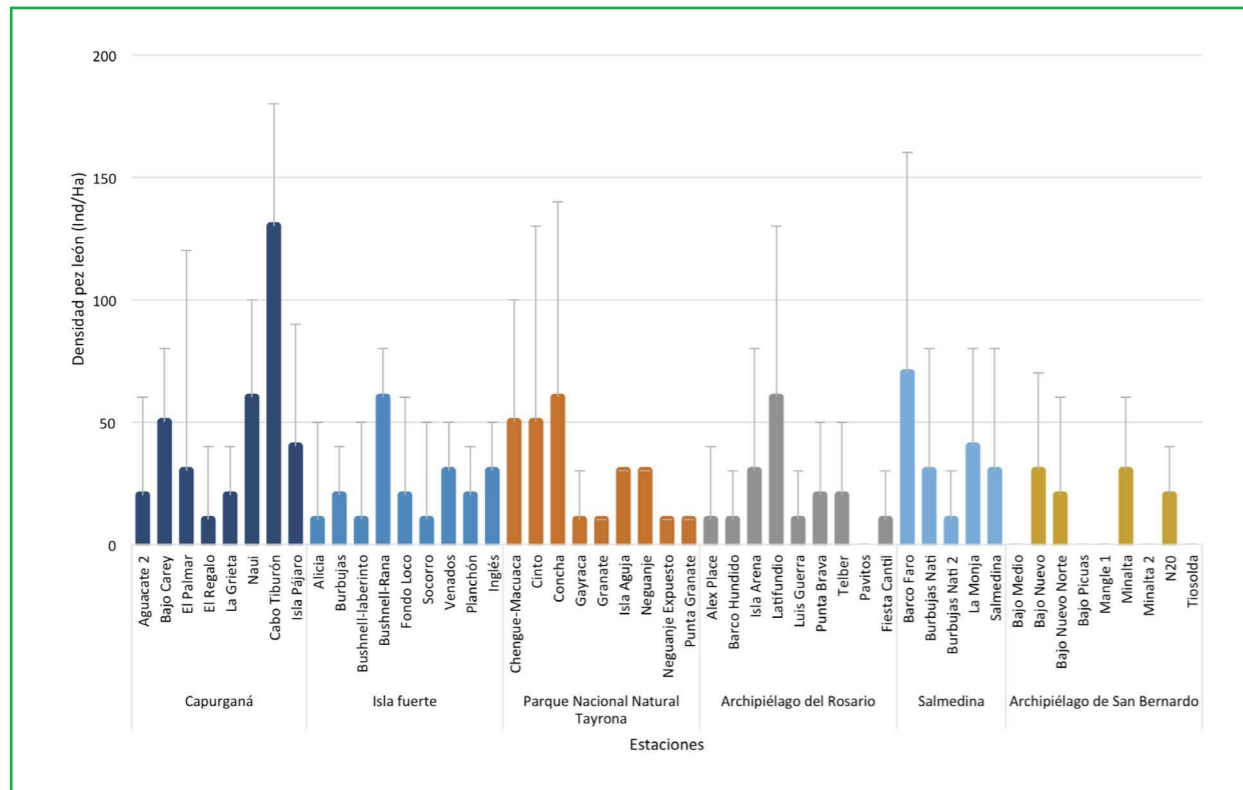
Sumado a la determinación de la densidad de pez león también se realizaron capturas. En total se capturaron 146 peces león en las estaciones visitadas; el de mayor tamaño midió 380 mm de Longitud Total -LT- y el más pequeño midió 42 mm LT; el más pesado registró 1046 g y el más liviano fue de 2,1 g.

**Figura 26** Parte superior: Metodología utilizada para la determinación de la densidad del pez león. Modificado de Navarrete-Ramírez, 2014. Parte inferior: medición del pez león dentro del agua (izquierda) y después de capturado (derecha)



Fuente: Vanegas-Juliana, 2016

Gráfica 44 Densidad del pez león en el Caribe continental colombiano.

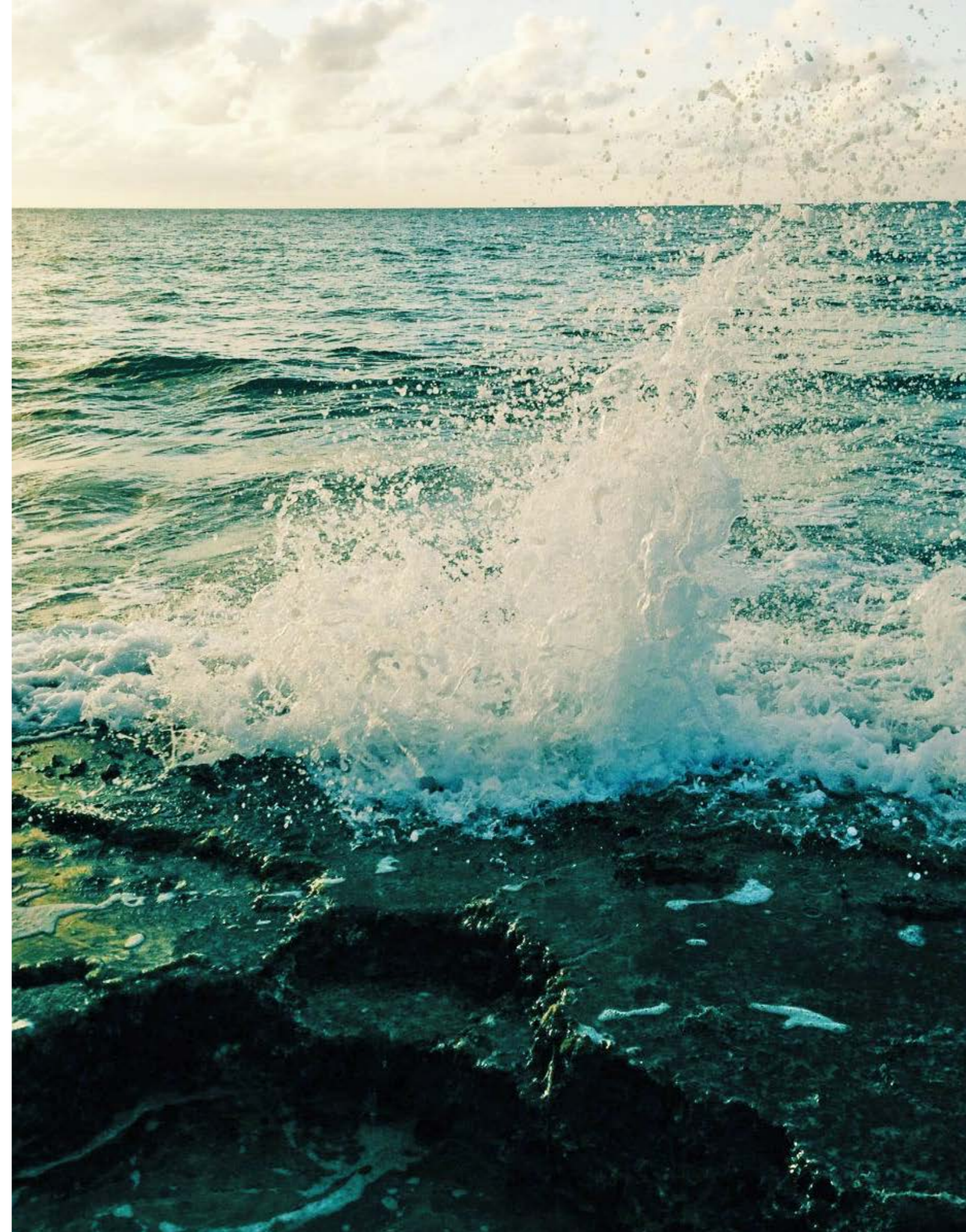


Fuente: (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2016)

Finalmente, las localidades y en especial las estaciones con mayor densidad de pez león tenían características similares, por ejemplo en ellas los censos se hicieron a una profundidad mayor o cercana a los 20 m, presentaban sitios con cornisas

y estructuras tridimensionales que podrían brindar refugio al pez león y estaban lejos de las zonas urbanas por lo que la cantidad de buzos y pescadores que frecuentan esos sitios es menor que en otras localidades. Por otro lado, las estaciones que

no presentaron peces león en el Archipiélago de San Bernardo se caracterizaban por tener un fondo mucho más plano y lleno de algas, el cual probablemente no le brinda espacios adecuados para resguardo al pez león.







# CAMBIO CLIMÁTICO

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El cambio climático es una realidad que afecta, no sólo al sector ambiental, sino también a todos los diferentes sectores de la economía, el desarrollo y el bienestar del país. Es así, como los retos que nos imponen las nuevas condiciones climáticas, al parecer, cada vez más extremas y variables, han empezado a desafiar la planificación, la política y las expectativas sectoriales y territoriales, en un mundo que no deja de avanzar hacia la competitividad global.

El IDEAM, en su más actualizado Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) muestra que Colombia, como país de renta media, contribuye con el 0,44% de las emisiones mundiales de GEI. Sin embargo, y debido a nuestras características biofísicas propias y los históricos patrones de asentamiento, producción, extracción y consumo, hemos venido contribuyendo a construir vulnerabilidades en el territorio, las cuales se convierten en potenciales riesgos al enfrentar la acción directa de amenazas como el cambio climático (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017)

Así las cosas, los escenarios de cambio climático entregados por el IDEAM en el año 2015, indican que el país en su conjunto estaría afectado por el Cambio Climático; no obstante, el aumento esperado en la temperatura, así como el comportamiento de las precipitaciones no será el mismo para todas las regiones del país.

Si los niveles de emisiones globales de GEI aumentan (como es lo más probable), la temperatura media anual en Colombia podría incrementarse gradualmente para el fin del Siglo XXI (año 2100) en 2,14 °C.

Las consecuencias que estos aumentos en la temperatura podrían traer al país son entre muchas otras, el incremento en el nivel del mar que comprometería no sólo parte de las fronteras (por cambios en la línea de costa), sino a las poblaciones y ciudades asentadas en estos espacios; el derretimiento acelerado de los nevados y glaciares, así como el retroceso de páramos de los que dependen una gran cantidad de los acueductos en el país; la reducción en la productividad agropecuaria y la potencial incidencia de fenómenos climáticos extremos (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2015).

De esta manera, el IDEAM entregó en el año 2017 la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático - TCNCC, presentándole al país y al mundo los principales avances en la implementación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC. Entre los principales productos entregados por la TCNCC está el inventario nacional de gases efecto invernadero, que proporciona una estimación de las emisiones por las diferentes actividades productivas del país, así como el análisis de vulnerabilidad y riesgo por Cambio Climático, que presenta una estimación del nivel de vulnerabilidad y riesgo de los 1122 municipios de Colombia.

# EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN COLOMBIA

Constantino Hernandez Garay

Profesional Cambio Global

Paula Andrea López

Coordinadora Cambio Global

Subdirección de Estudios Ambientales

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales

Colombia se sitúa en el puesto 5 de emisiones GEI entre 32 países de Latinoamérica y el Caribe. Brasil, México y Argentina son los principales emisores de este grupo.

# 4,2

Con el inventario se busca conocer qué tantos GEI emitimos y cómo los generamos, nos permite establecer metas para contribuir con el esfuerzo mundial de reducir emisiones y cumplir con el objetivo global de limitar la temperatura promedio por debajo de 2 °C

La creciente preocupación por el aumento de las emisiones de Gases Efecto Invernadero como consecuencia de las actividades humanas, ha conllevado al establecimiento de acuerdos de orden internacional tales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático -CMNUCC, dada a conocer durante "La cumbre de la Tierra" en Brasil en 1992. Este acuerdo, busca "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático" (ONU - Organización de las Naciones Unidas, 1992) Las emisiones de GEI, que afectan la composición gaseosa de la atmósfera, acentúan el efecto invernadero e induce el cambio climático de la misma forma como lo puede hacer la alteración en la actividad solar, los cambios en la circulación oceánica y los movimientos tectónicos de placas (actividad volcánica o geológica) (Rivera, S., Gómez, C., Vargas, C., Tapia, A., & Guadarrama, F., 2011)

"El problema se centra en que el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O no solo enriquecen la atmósfera de forma natural sino también por la actividad humana, a tal punto que puede desbalancear la composición gaseosa de la atmósfera. Existe un consenso científico, casi generalizado, en torno a la idea de que el modo de producción y el consumo energético actual, está induciendo una alteración climática global con afectaciones sobre la tierra y los sistemas socioeconómicos". (MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

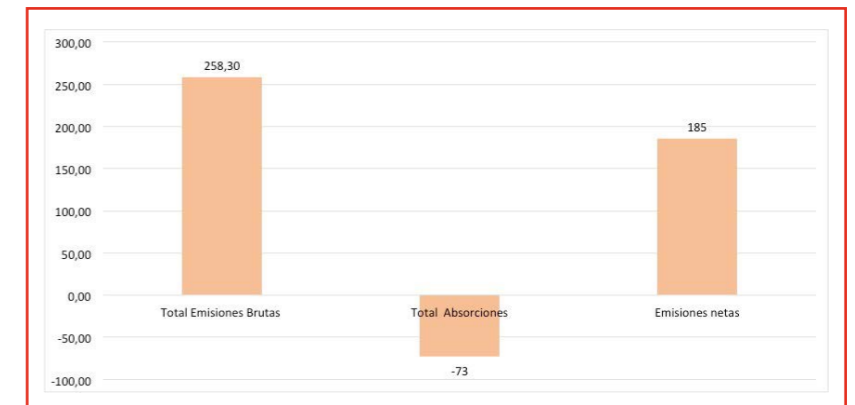
Colombia como país firmante de la CMNUCC, se comprometió mediante la Ley 164 de 1994 entre otros temas, a reportar periódicamente en sus Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático y ahora en sus Informes Bienales de Actualización - BUR, sus emisiones GEI en cada uno de los cuatro módulos o grupos que contempla el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC (energía, residuos, procesos industriales y uso de

productos - IPPU y agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra - AFOLU). En este sentido, el país ha sometido en cuatro oportunidades los Inventarios de Gases Efecto Invernadero - INGEI a la CMNUCC, contando a la fecha con datos anuales para la serie 1990-2012, siendo estos hoy por hoy una herramienta para orientar en el país la toma de decisiones en materia de implementación de acciones de mitigación, esto es, la implementación de: leyes, políticas, estrategias, proyectos y acciones para la reducción de las emisiones GEI y para cuidar los ecosistemas naturales que absorben CO<sub>2</sub> (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2016)

Así las cosas, Colombia ha avanzado en la generación y consolidación de información para la estimación de las emisiones Netas<sup>26</sup>, las emisiones y las absorciones<sup>27</sup>, dando como resultado las cifras que se presentan en la Gráfica 45, donde de manera general se observa que Colombia emitió cerca de 258,3 Mton de CO<sub>2</sub>eq<sup>28</sup>, correspondiente solo a un 0,4% del total mundial para el año 2012 (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2016) y que las absorciones, en su mayor parte realizadas por cultivos permanentes incluidos en el módulo o grupo AFOLU (sector forestal y agropecuario), corresponden a -73,2 Mton de CO<sub>2</sub>eq, dejando esto como resultado una emisión neta de país de 185,1 Mton de CO<sub>2</sub>eq.

26 Emisiones netas de dióxido de carbono, de acuerdo al IPCC hace referencia a la diferencia entre fuentes y sumideros de dióxido de carbono en un período dado y en un zona o región específica (Anexo B, IPCC).  
27 Absorción, de acuerdo al IPCC es la adición de una sustancia de preocupación a un depósito. La absorción de sustancias que contienen carbono, en particular dióxido de carbono, se denomina a menudo secuestro (de carbono). (Anexo B, IPCC).  
28 Las unidades de medida de los GEI se presentan en Mton de CO<sub>2</sub> Equivalente, para convertir la masa de cada GEI en CO<sub>2</sub> equivalente se emplea el Potencial de Calentamiento Global (PCG), el cual es un valor relativo que expresa qué tanta radiación infrarroja atrapa en la atmósfera un GEI relativa a la atrapada por el CO<sub>2</sub> en diferentes horizontes de tiempo, una Mtonelada corresponde a 1'000.000 de toneladas.  
29 Para profundizar se puede consultar el siguiente enlace: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>  
30 Con relación a la información presentada en el inventario Nacional y Departamental de Gases Efecto Invernadero, las escalas del mapa se ajustaron para mayor claridad del lector.

Gráfica 45. Emisiones totales, brutas y netas en Colombia, 2012

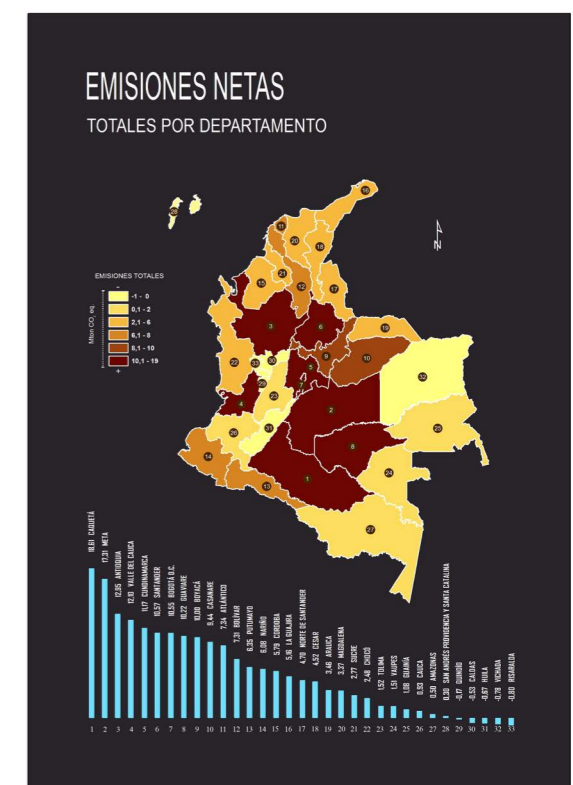


Fuente IDEAM, 2017.

Como parte integral del inventario de GEI nacional, el IDEAM avanzó también en éste a escala departamental como se muestra en el Mapa 28, donde se destaca que las mayores emisiones netas corresponden a Caquetá, Meta y Antioquia con 18,6, 17,3, 12,9 Mton de CO<sub>2</sub>eq, respectivamente; en donde los sectores económicos con mayor participación fueron el forestal y agropecuario en el caso de Caquetá y Meta, adicionalmente para Antioquia el sector manufacturero también tuvo una participación importante.

Finalmente, es importante señalar que en los departamentos cuyos resultados presentan absorciones (emisiones netas negativas), se demuestra la importancia de las tierras de cultivo y las plantaciones forestales y de seguir gestionando sosteniblemente su manejo; sin embargo dichos departamentos también presentan emisiones sobre las cuales es posible realizar acciones de mitigación. En este sentido, es importante también para cada departamento, revisar de forma independiente los resultados de emisiones y absorciones presentados en la

Mapa 28. Emisiones netas departamentales de Colombia, 2012<sup>30</sup>.



Fuente IDEAM, 2017.

publicación del Inventario Nacional y Departamental de Gases Efecto Invernadero<sup>29</sup> (Mapa 28)

# VULNERABILIDAD Y RIESGO

**Constantino Hernandez Garay**

Profesional Cambio Global

**Jorge Enrique Gutiérrez**

Consultor

**Paula Andrea López**

Coordinadora Cambio Global

Subdirección de Estudios Ambientales

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales

Como parte integral de la generación de conocimiento y de las publicaciones nacionales sobre cambio climático, el IDEAM desde los grupos de trabajo de vulnerabilidad y adaptación de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC), de manera conjunta con el INVEMAR y el apoyo del PNUD durante el 2017 presentó el “Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia”, el cual se constituye en una herramienta pionera para Colombia y América Latina que evalúa el riesgo por cambio climático y la vulnerabilidad al fenómeno, ampliando el entendimiento de la relación clima-territorio, incluso a nivel municipal, costero e insular, con el fin de avanzar en la implementación, cada vez más asertiva de medidas de adaptación.

Producto de este trabajo conjunto, se generaron los índices de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para Colombia, cuya finalidad es contar con herramientas que permitan evaluar la trazabilidad territorial de la vulnerabilidad y el riesgo del país frente al cambio climático. En este sentido, se realizó un análisis prospectivo asociado con los escenarios de cambio climático generados para los periodos 2011-2040 (RCP<sup>31</sup>6.0).

Para lograr un índice de vulnerabilidad con dichas características, se tuvo como referencia el trabajo Country Index Technical Report desarrollado por Chen en 2015, en el que se elaboró un índice global de vulnerabilidad que permite identificar por medio de una herramienta de visualización online (<http://index.gain.org/>), el comportamiento espacial y temporal de la vulnerabilidad entre los años 1995 y 2014. La herramienta que fue desarrollada en la Universidad de Notre Dame además, facilita el seguimiento temporal y de manera individual, de lo que han catalogado como sectores (alimentación, agua, salud, servicios ecosistémicos, hábitat humano e infraestructura) y componentes (amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa) utilizados en el cálculo de los índices de vulnerabilidad y riesgo.

En el caso del trabajo desarrollado por Chen, para la construcción del índice no se asignaron pesos o coeficientes a los componentes de la vulnerabilidad; no obstante, para este ejercicio desarrollado en Colombia, se consideró importante asignar dichos pesos, como una forma de incorporar la relevancia de cada uno de ellos en el momento de realizar el cálculo de los índices generales. Esta metodología ajustada, permite a tomadores de decisión y gestores de política,

facilitar la identificación de criterios en escenarios de priorización de esfuerzos para el logro de territorios resilientes climáticamente.

Para la construcción de los índices de vulnerabilidad y riesgo para Colombia, se utilizó específicamente el Análisis de Componentes Principales (ACP), que hace parte de los métodos multivariantes<sup>32</sup> descriptivos o de independencia, es decir aquellos que no distinguen entre variables dependientes e independientes. Para García (1996), en el ACP se obtienen componentes o combinaciones lineales de las variables originales cuyo objetivo es generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto de datos original; reducir la dimensionalidad de los datos que se están tratando para realizar futuros análisis y eliminar algunas variables que aportan poca información al análisis.

Antes de realizar los cálculos de los índices de Vulnerabilidad y Riesgo por cambio climático, se llevó a cabo un proceso riguroso de selección de las Variables Indicadores e Índices (VII) a incluir en el análisis, teniendo en cuenta que fueran datos que en su gran mayoría se pudieran continuar recogiendo por parte de entidades públicas o privadas, de manera

que en años posteriores sea posible realizar los análisis con los mismos indicadores o un número importante de ellos, y poder evaluar la trazabilidad de la vulnerabilidad y el riesgo por cambio climático en Colombia.

Después de la selección, se construyó una matriz de datos con 86 Variables Indicadores e Índices (VII) para los 1062 municipios que se nombraron como Continentales (CON) por no tener influencia costera. Por otra parte, se construyó una matriz adicional para los 60 municipios Costeros e Insulares (CI) en los que se mantuvieron 27 VII, los cuales fueron generados o recopilados por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar). No fue posible realizar un ACP general para los 1122 municipios, debido a que los

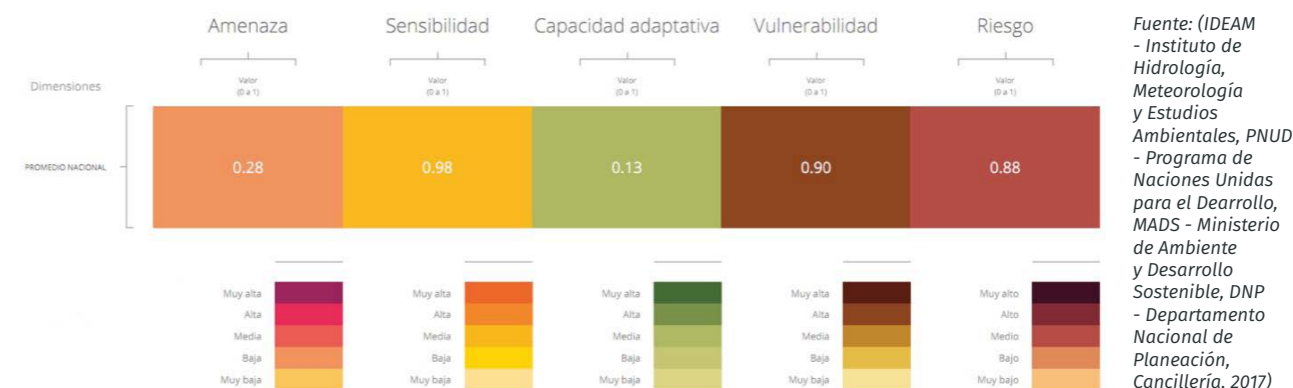
CON y los CI tenían cantidades diferentes de VII y de unidades de análisis (municipios). Por lo tanto, se corrieron ACP por separado para cada conjunto de datos (CON y CI), y se llevaron a cabo procedimientos que permitieron calcular los subíndices de Sensibilidad, Amenaza y Capacidad Adaptativa, con sus respectivas ponderaciones asociadas a los valores de sus correlaciones con los componentes principales extraídos en el análisis, y que lograron explicar como mínimo el 60% de la varianza total de los datos. A partir de estos subíndices se obtuvieron finalmente los índices de Vulnerabilidad y Riesgo por cambio climático para cada uno de los 1.122 municipios de Colombia.

Los resultados que se obtuvieron para el nivel nacional muestran que Colombia presenta una amenaza

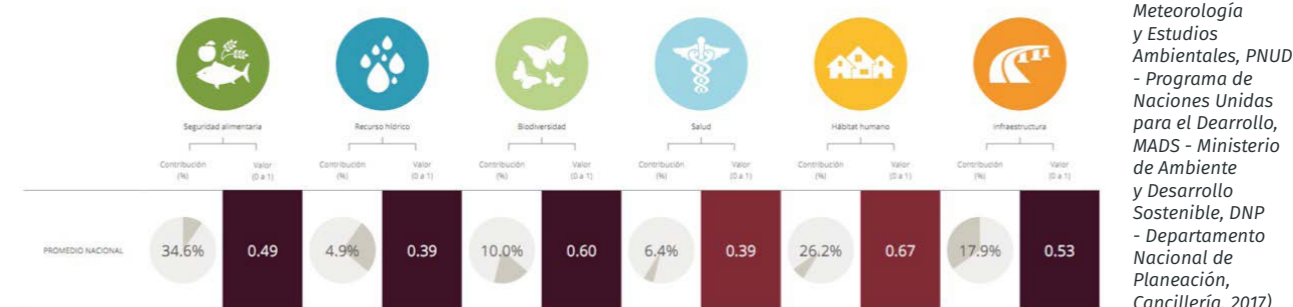
baja por cambio climático, pero una sensibilidad alta, así como una capacidad adaptativa baja (componentes que contribuyen a una vulnerabilidad alta) y por ende a un riesgo alto por cambio climático, como se muestra en la Figura 27.

De igual forma el Análisis presenta para cada una de las dimensiones (seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad, salud, hábitat humano e infraestructura) indicadores en cada uno de los componentes (amenaza, sensibilidad, capacidad adaptativa, vulnerabilidad y riesgo). Los resultados a nivel nacional muestran que las dimensiones que mayor riesgo por cambio climático y que más peso tienen en el valor total del riesgo son seguridad alimentaria, hábitat humano e infraestructura como se muestra en la Figura 28.

**Figura 27. Resultados Nacionales del Análisis de Vulnerabilidad**



**Figura 28. Análisis por dimensiones**

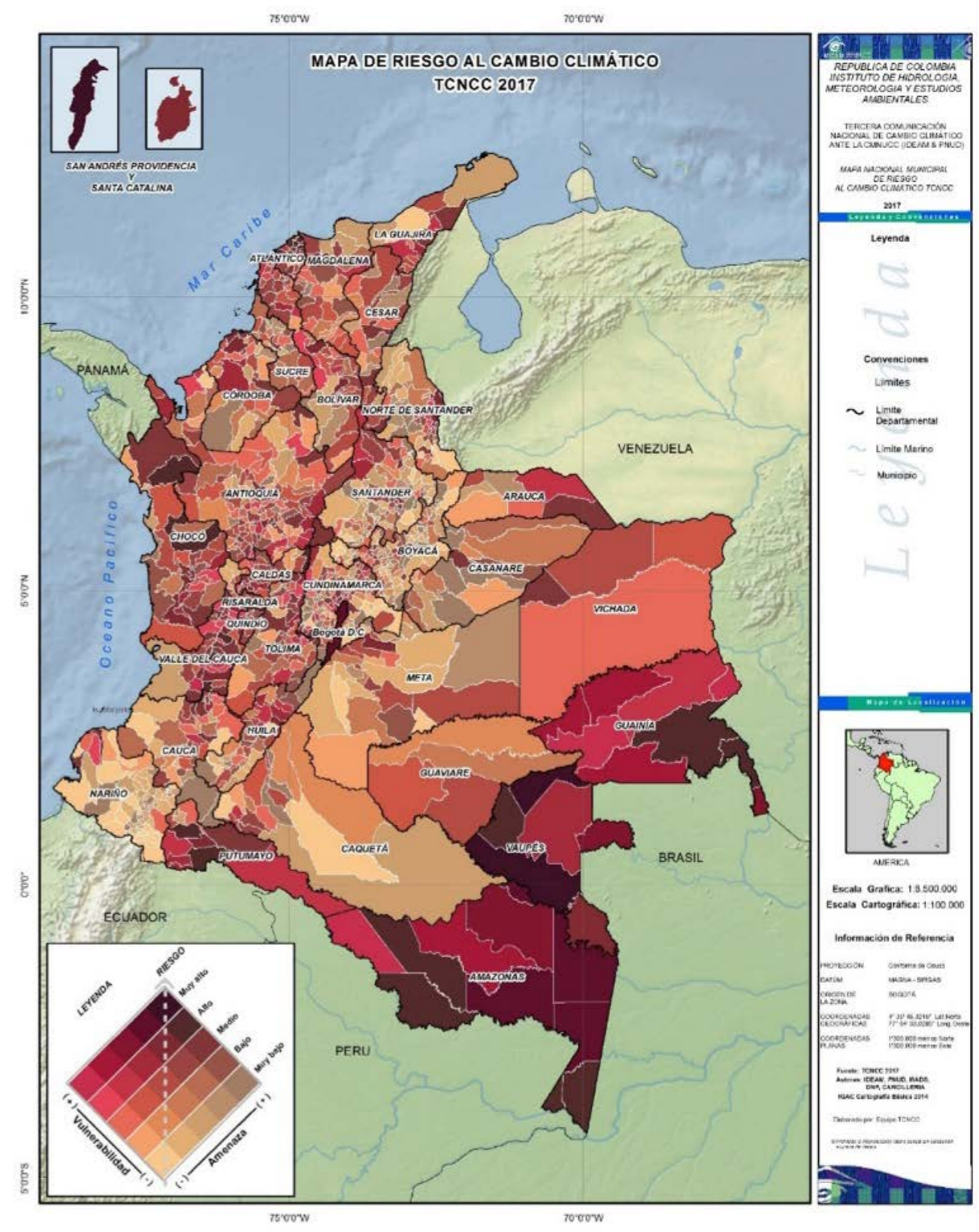


<sup>31</sup> Caminos representativos de concentración de emisiones, RCP por sus siglas en inglés.

<sup>32</sup> Las técnicas de análisis estadísticos multivariantes o multivariados, q son un conjunto de métodos estadísticos que analizan simultáneamente la relación entre variables correlacionadas; en esencia, se dedican al estudio de diversas variables de modo simultáneo (García, 1996). La finalidad de los métodos multivariantes es analizar simultáneamente grupos de datos, en el sentido que hay diferentes variables medidas para cada individuo u objeto estudiado; por lo que se adquiere un mejor entendimiento del fenómeno que se estudia, obteniendo información que los análisis univariantes no pueden producir (Closas et al., 2013).



Mapa 29. Riesgo al cambio climático, 2017



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017).

En el caso de la Seguridad Alimentaria, la alta exposición y sensibilidad de los cultivos a la influencia de un clima en todos los casos caracterizado por mayores temperaturas y cambios, a veces sustanciales, en los regímenes de precipitación; así como algunas debilidades en la capacidad adaptativa nacional (muy baja cobertura de seguros agropecuarios, dificultades con los paquetes tecnológicos, entre otros), explican este alto Riesgo por Cambio Climático.

En el caso del Hábitat Humano (Asentamientos humanos y servicios públicos) el resultado refleja los históricos procesos nacionales de crecimiento urbano desordenado y no planificado que muchos cascos municipales y ciudades han sufrido, promovidos por la migración,

el desplazamiento interno y la urbanización no legal. De otra parte, la alta demanda de bienes y servicios por parte de los habitantes de las ubes, generan mayor presión en los sistemas que proveen dichos servicios, siendo más susceptibles y teniendo mayor posibilidad de impacto para el mantenimiento sostenido y creciente de las demandas por parte de los habitantes.

En el caso de la Infraestructura, la amplia red nacional de vías de montaña, muchas de ellas construidas hace ya mucho tiempo, sin consideraciones de impactos por clima en sus diseños, el mal mantenimiento y los procesos de deforestación asociados a su construcción, contribuyen a tipificar parte del Muy Alto Riesgo encontrado (IDEAM - Instituto de

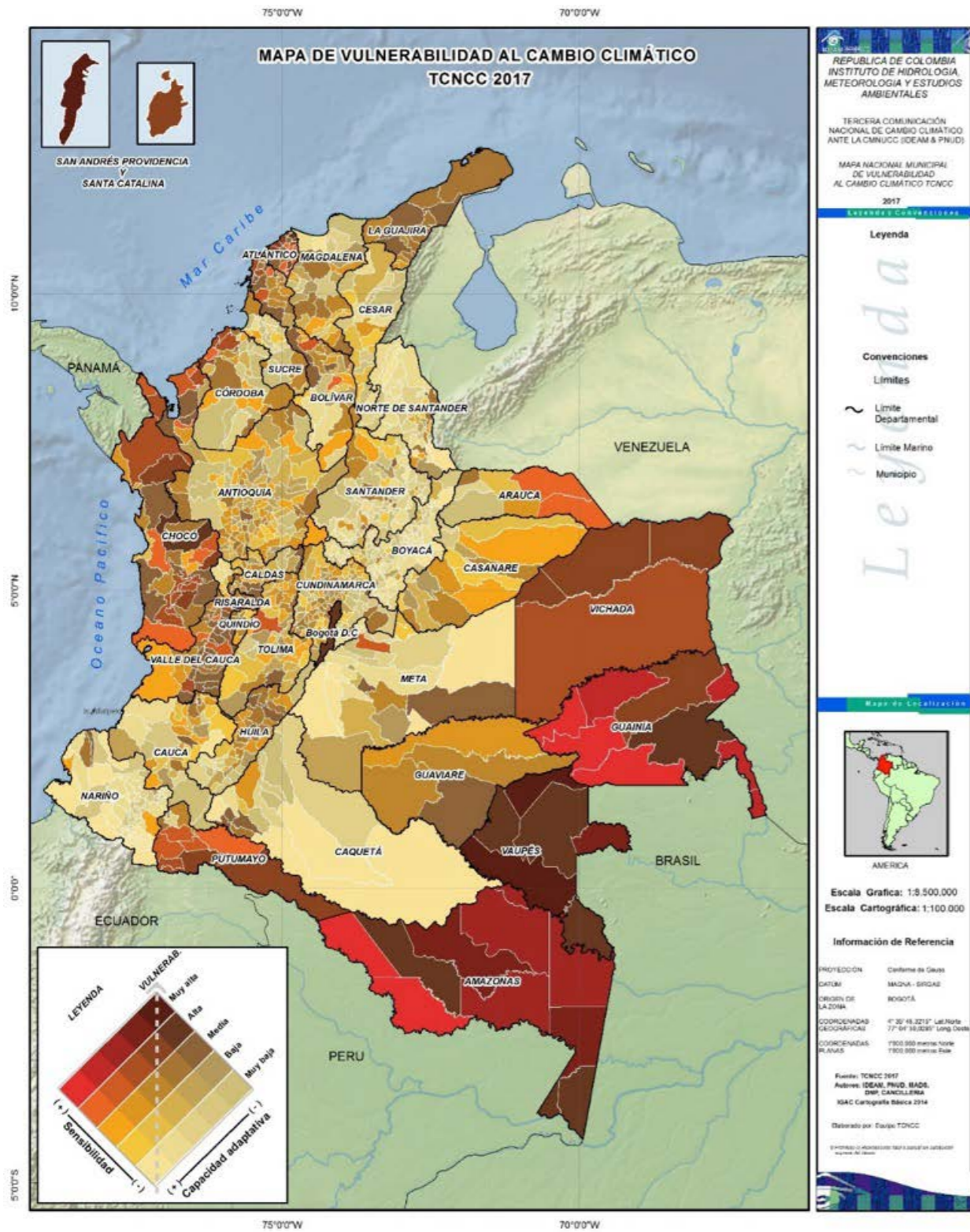
Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017).

Para facilitar la identificación espacial, se anexa la siguiente cartografía que indica la distribución de los valores asociados a cada una de los componentes evaluados (Amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa), así como a los índices resultantes (Vulnerabilidad y Riesgo), con el fin de dar cuenta de la complejidad territorial a la hora de evaluar cada uno de ellos, así como la información detallada por municipio con el fin de orientar toma de decisión y planificación asociada en cada caso<sup>33</sup>.



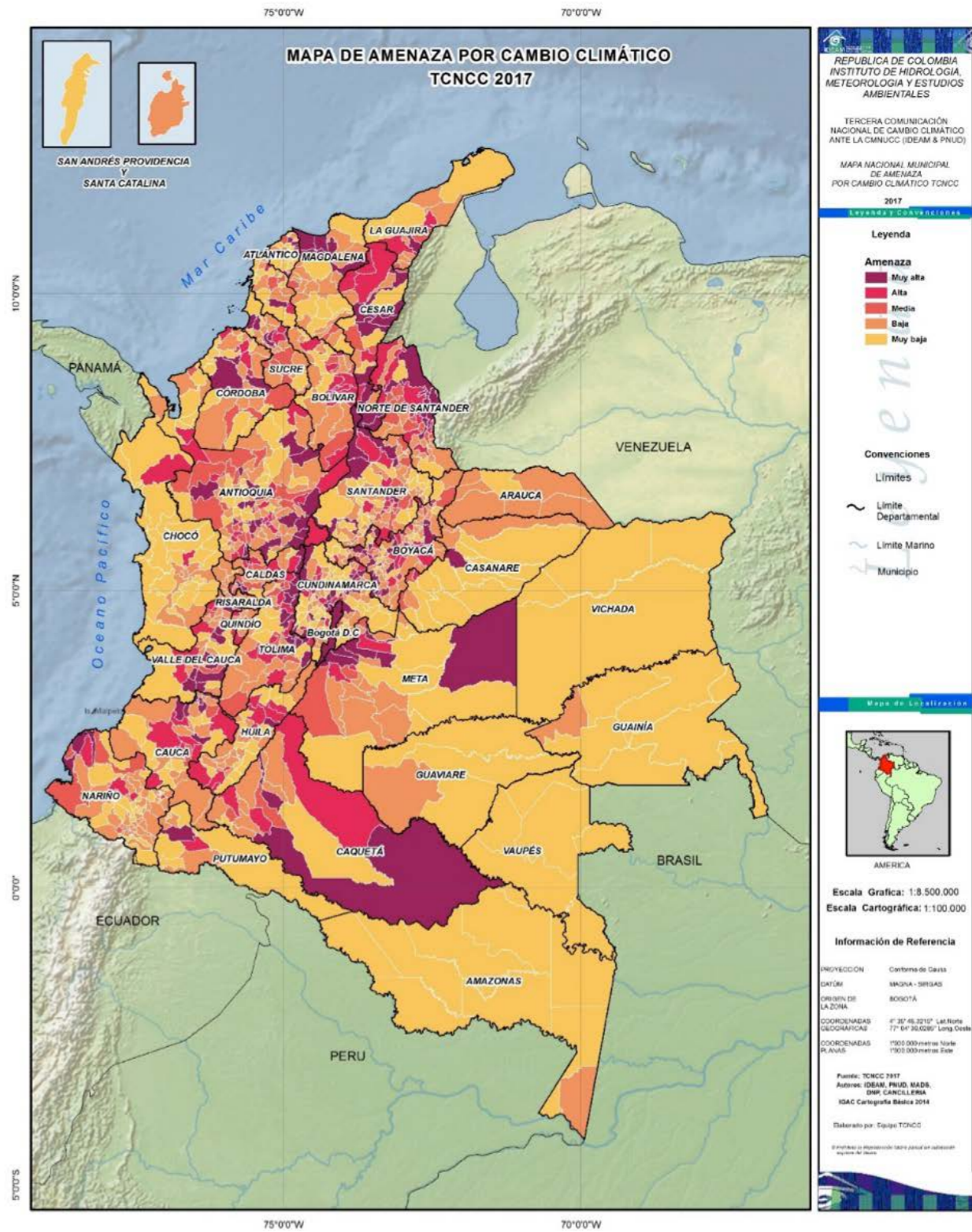
33 Para profundizar se puede consultar el siguiente enlace: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Mapa 30. Mapa de vulnerabilidad al cambio climático



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017).

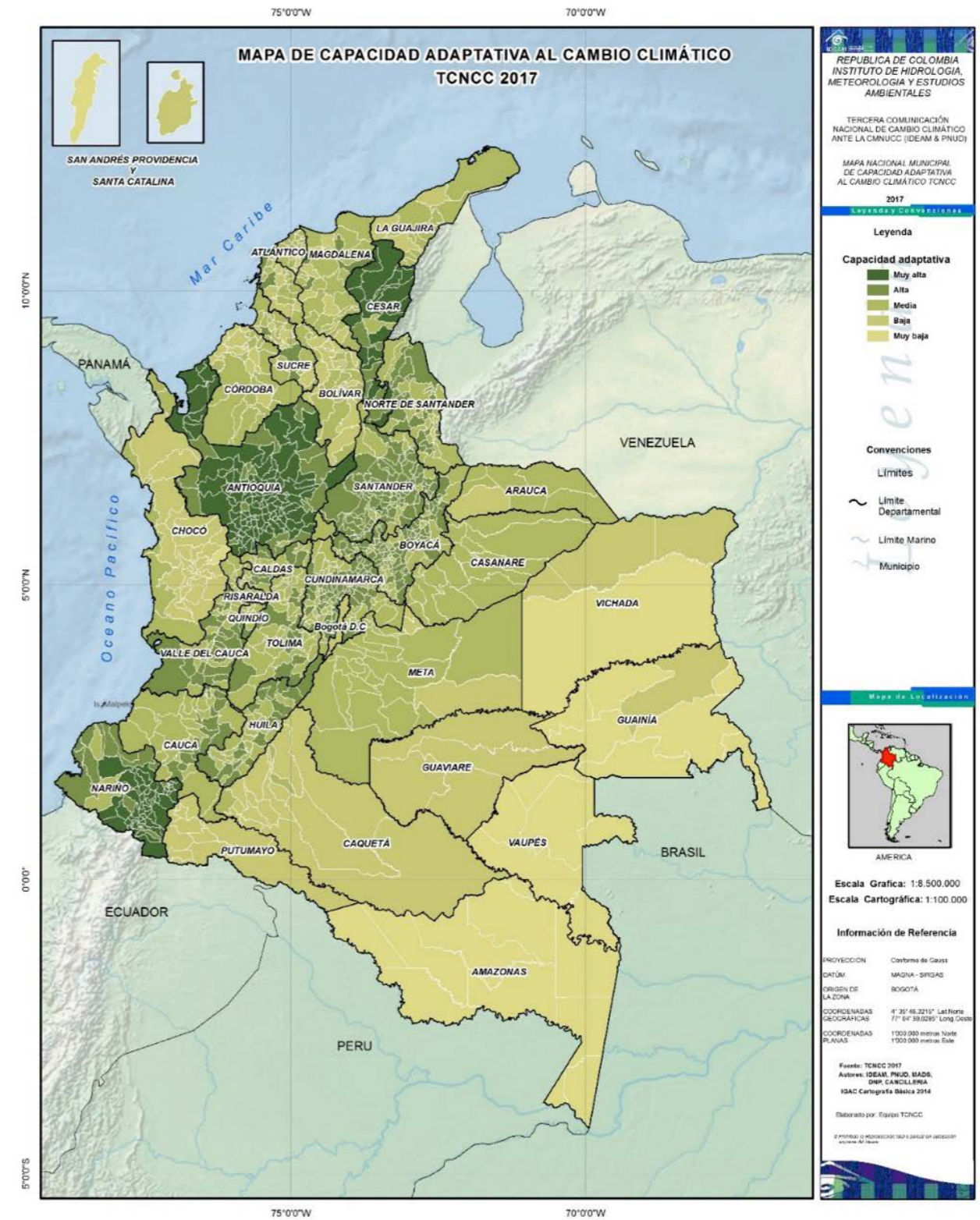
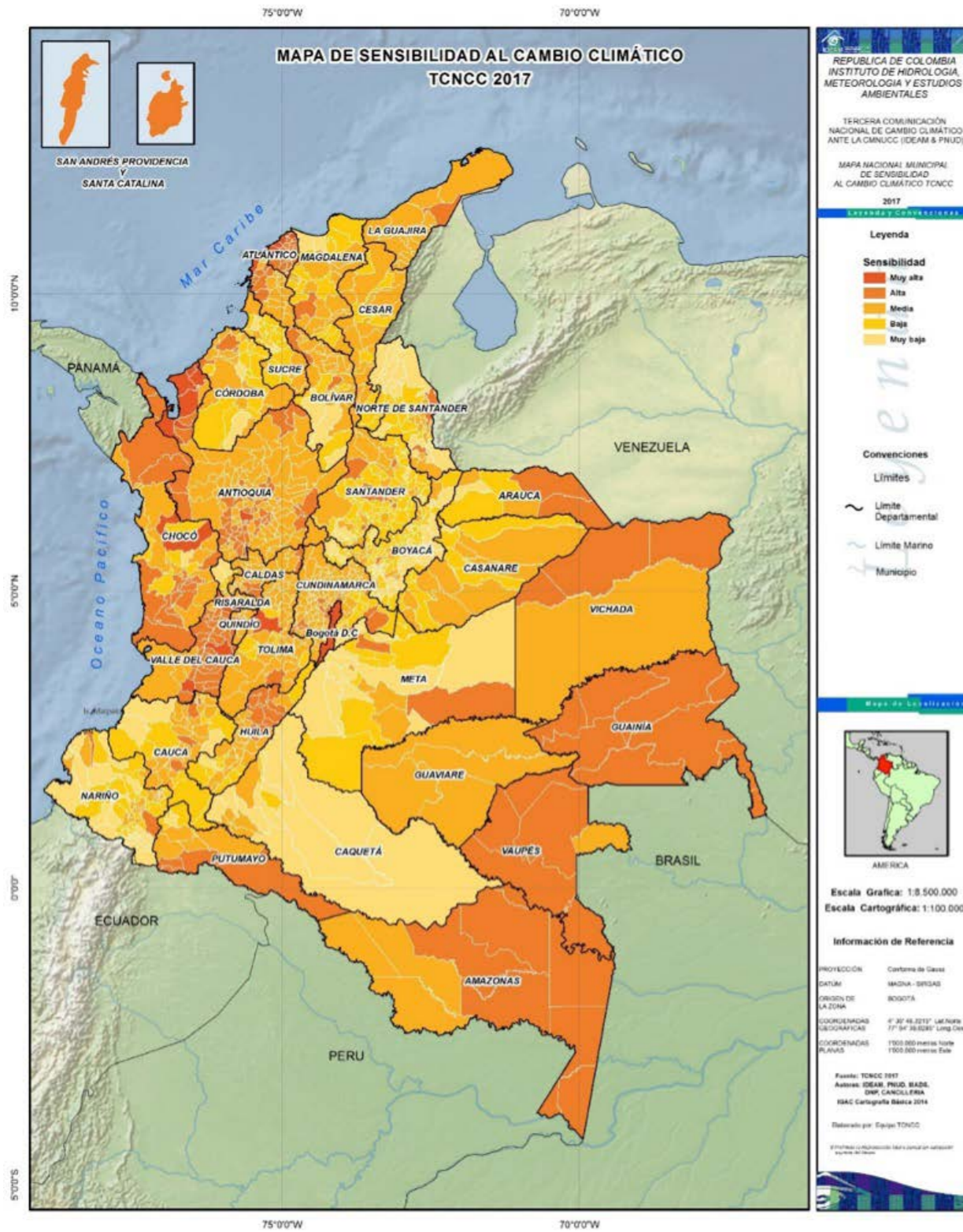
Mapa 31. Amenaza por cambio climático, 2017



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017).

Mapa 32. Sensibilidad al cambio climático, 2017

Mapa 33. Capacidad adaptativa al cambio climático, 2017



Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017).

Fuente: (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, 2017).



# BIODIVERSIDAD

INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y  
LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

# EVALUACIÓN DE RIESGO DE EXTINCIÓN EN COLOMBIA: 15 AÑOS DE LIBROS ROJOS

María Cecilia Londoño

Lina Estupiñan

Iván Gonzales

Jorge Velásquez,

Investigadores

José Manuel Ochoa

Coordinador Programa Evaluación y Monitoreo

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"

Las evaluaciones de riesgo de extinción en Colombia son desarrolladas por grupos de expertos que evalúan criterios de vulnerabilidad y amenaza para cada especie y asignan una categoría de riesgo de extinción. Las categorías y los criterios siguen el estándar internacional de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN (IUCN - International Union for Conservation of Nature, 2012). En Colombia las evaluaciones nacionales se publican en los Libros Rojos y las especies que están en categoría de amenaza son reconocidas mediante resoluciones emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

A nivel global las evaluaciones son realizadas para cada grupo taxonómico en lo posible cada cuatro años e intentan abarcar todas las especies existentes en el grupo. Países como Brasil y Sur África han evaluado el 100% de sus especies de plantas (Souza, D, 2017) (SANBI, 2017), para Colombia el porcentaje de evaluación de

Para el 2017, en Colombia se ha evaluado el riesgo nacional de extinción de 2965 especies, lo que corresponde al 5% de las especies conocidas para el país, el 0.4% han tenido dos evaluaciones. El 41% de las especies evaluadas se encuentran amenazadas y un 7% no cuenta con información suficiente para definir su estado de conservación.

los grupos mejor conocidos como plantas y vertebrados es de 8% y 14% respectivamente (Gráfica 46). Para las aves, peces y reptiles se han tenido dos evaluaciones en los últimos 15 años (Cuadro 17).

Es necesario hacer evaluaciones temporales, al menos cada 5 años para tener un seguimiento de las tendencias de riesgo de extinción, pues un cambio genuino en la proporción de especies en cada una de las categorías de amenaza refleja cambios en el estado de conservación de un grupo taxonómico. Si la proporción de especies en la categoría de mayor amenaza aumenta se relaciona con un deterioro en el estado de conservación, este cambio en proporciones es utilizado como un indicador para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las Metas Aichi.

A partir de las evaluaciones de riesgo nacionales se identifica que la proporción de especies En Peligro Crítico (CR) y En Peligro (EN) ha aumentado con respecto al 2002, manteniéndose más o menos constante en el 2005 y 2010,





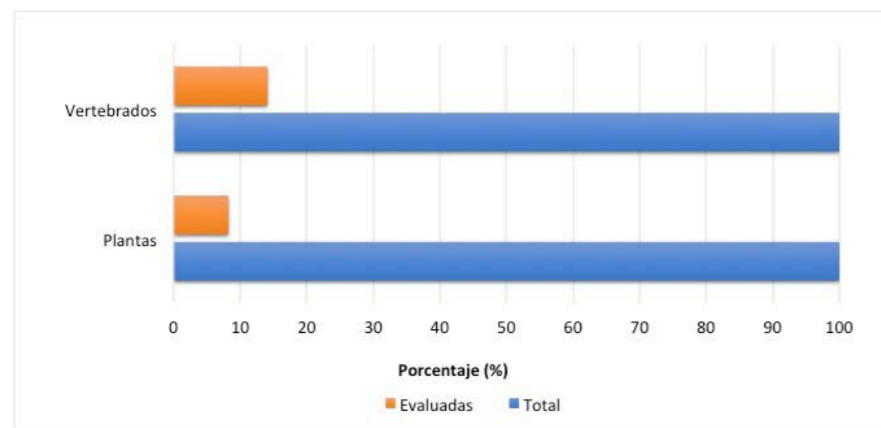
y disminuyendo en 2014 (Gráfica 47 y Figura 29). Este cambio en las proporciones no puede ser directamente interpretado como un deterioro en la conservación de las especies amenazadas, pues en Colombia faltan evaluaciones consistentes, es decir que se evalúen todas las especies conocidas. Conforme aumentemos el número de especies evaluadas, aumentamos el número de especies amenazadas (Gráfica 48), si logramos evaluar suficientes especies estaremos más cerca de conocer el número real de especies amenazadas en Colombia. Mientras esto suceda el cambio en proporción de categoría de amenaza puede ser debido a unas nuevas especies amenazadas y no a una mejora o deterioro de las ya existentes.

Adicionalmente faltan evaluaciones periódicas para las mismas especies, sólo 222 especies han sido evaluadas dos veces (Renjifo, L.M. et al., 2016) (Morales-Betancourt, M. A., et al., 2015) (Mojica, J. I. et al., 2012). Para algunos casos los cambios en las categorías de las especies que han tenido dos evaluaciones (Cuadro 17) se deben a un aumento en el conocimiento de las mismas, más no a un deterioro o mejora de las condiciones ambientales, lo que quiere decir que las primeras evaluaciones se realizaron con información incompleta y pierden validez (Sánchez-Duarte, P. y C.A. Lasso, 2013).

Las evaluaciones de riesgo de extinción son un instrumento globalmente reconocido para evaluar la conservación de las

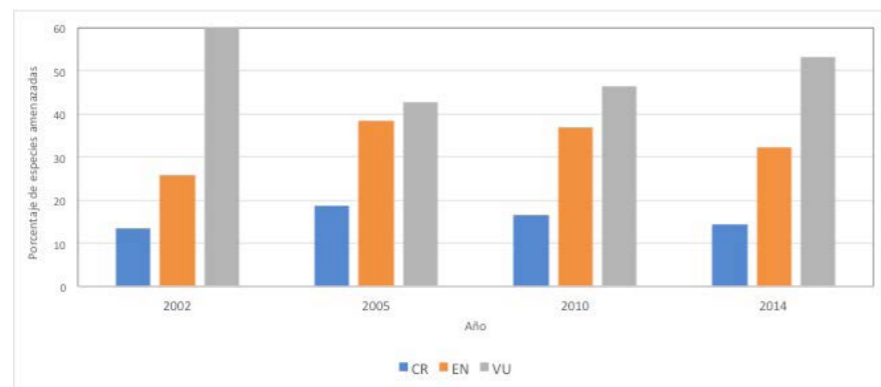
especies y en Colombia se han hecho esfuerzos importantes para su implementación, sin embargo se requiere dinamizar las evaluaciones de riesgo de extinción para tener resultados completos y consistentes que permitan conocer los cambios en el estado de conservación de los diferentes grupos taxonómicos y evaluar el éxito de las medidas de conservación y manejo. Adicionalmente es necesario visibilizar las especies en categorías como Casi Amenazada (NT), para evitar que el estado de estas especies cambie a una categoría de amenaza, y las especies en categoría de datos Insuficientes para enfocar esfuerzos de investigación en especies poco conocidas.

**Gráfica 46.** Porcentaje de especies evaluadas con base en la información de Libros Rojos, y número total de especies conocidas (SIB, 2017) en Colombia



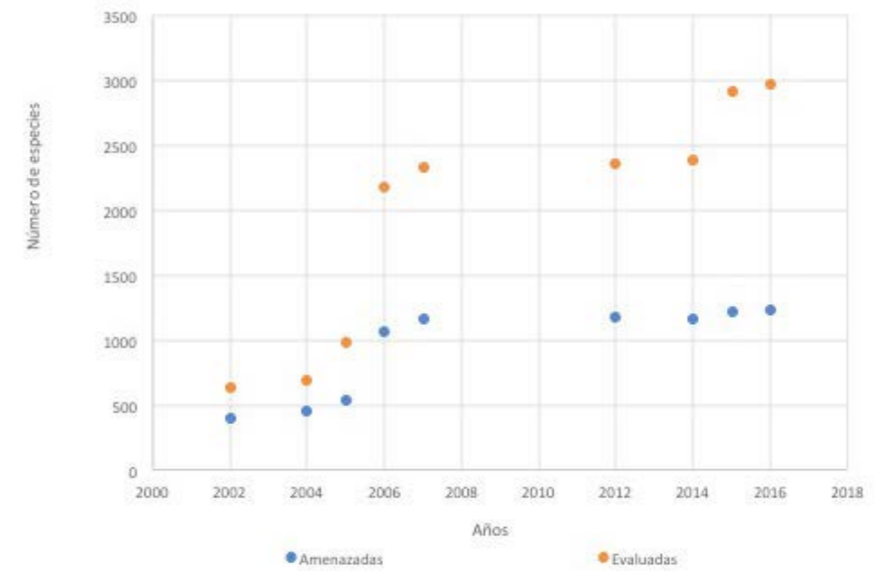
Fuente: (SIB, 2017)

**Gráfica 47.** Porcentaje de especies en las diferentes categorías de amenaza, CR, EN y VU, sobre el total de especies amenazadas tomando como base las resoluciones 584 de 2002, 572 de 2005, 383 de 2010 y 192 de 2014, en las que se establecen el listado de especies silvestres amenazadas emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.



Fuente: (IAvH, 2017)

**Gráfica 48.** Acumulado de especies evaluadas y amenazadas de 2002 a 2017 con base en la información de los Libros Rojos



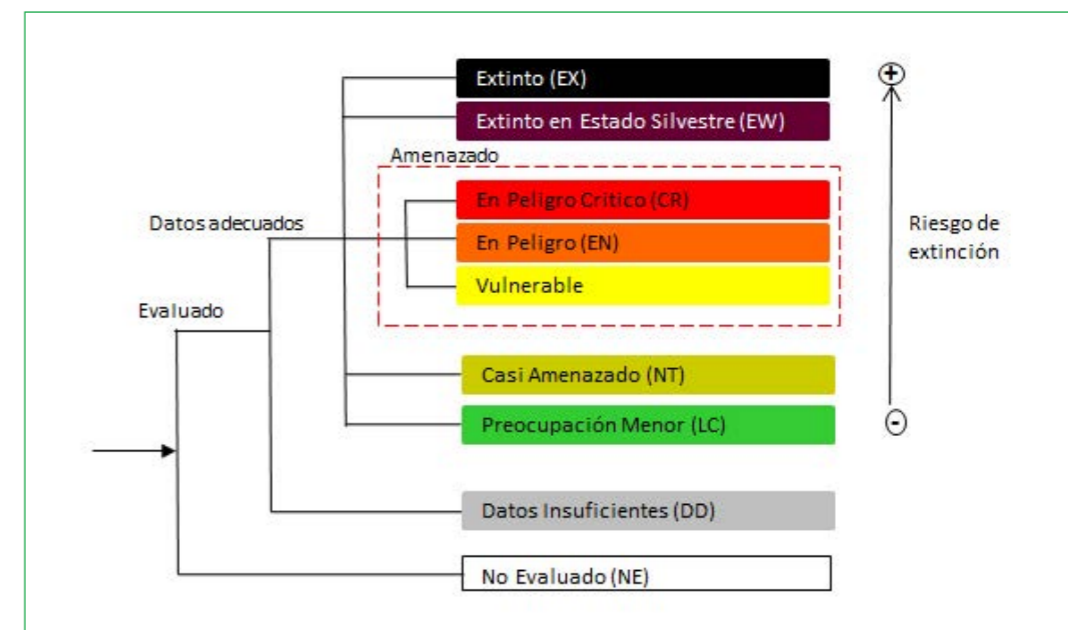
Fuente: (IAvH, 2017)

**Cuadro 17.** Porcentaje de especies que mantienen o cambian de categoría para las 222 especies que han sido evaluadas dos veces

	Permanecen en la misma categoría	Disminuyen el riesgo	Aumentaron el riesgo	Datos Deficientes
Aves (2002-2016)	47.18	34.51	16.90	1.41
Reptiles (2002-2015)	48.57	22.86	8.57	20.00
Peces (2002-2012)	53.33	40.00	6.67	0.00

Fuente: (Renjifo, L.M. et al., 2016) (Morales-Betancourt, M. A., et al., 2015) (Mojica, J. I. et al., 2012).

**Figura 29.** Categorías de Evaluaciones de Riesgo de Extinción. Tomado de IUCN 2012





# RESIDUOS PELIGROSOS

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Entre los años 1950 y 1980, consecuencia de la inadecuada disposición de residuos peligrosos (Respel) a nivel mundial, se presentaron eventos funestos para el ambiente y la salud, como el presentado en la isla de Minamata – Japón, donde por la contaminación con metilmercurio ocasionada por una empresa petroquímica en la bahía, que lleva el mismo nombre, durante una década, se presentaron muertes y casos asociados con malformaciones congénitas en la población. De manera similar, el evento presentado en la ciudad de Niagara Falls en EEUU, donde la construcción de una urbanización y una escuela sobre aproximadamente 20.000 toneladas de productos químicos tóxicos ocasionaron quemaduras, intoxicaciones y muertes especialmente en la población infantil, situación que conllevó al endurecimiento de leyes relacionadas con el tema en varios países, promoviendo que los comerciantes “tóxicos” buscaran deshacerse de éstos residuos en países donde las restricciones eran mínimas.

Dichos escenarios motivaron en el año 1989 la suscripción de un Convenio en Basilea – Suiza; por parte de 179 países pertenecientes a la ONU, cuyas disposiciones giran en torno a la disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional de éstos, así como la restricción de los movimientos transfronterizos y la aplicación de un sistema regulatorio para los movimientos permisibles de desechos peligrosos.

Igualmente en el año 2001, se suscribió el Convenio de Estocolmo, el cual busca proteger la salud humana y el ambiente de los Compuestos Orgánicos Persistentes, en el que se encuentran incluidos los PCB (bifenilos policlorados). En el marco del cumplimiento de estos importantes Convenios internacionales, ratificados posteriormente por Colombia, el IDEAM en conjunto con el Ministerio de Ambiente han buscado los mecanismos para realizar el seguimiento a los residuos peligrosos en el país, incluyendo los PCB.

Actualmente, tanto los generadores de Respel como los propietarios de equipos contaminados con PCB tienen la obligación legal de realizar reportes por medio de aplicativos creados para ello. Dicha información es revisada y transmitida por las 41 autoridades ambientales en el territorio nacional, convirtiéndose así en el insumo para actualizar de manera anual el estado de la generación y manejo de los Respel y de los equipos contaminados con PCB. Este insumo, que se presenta a la comunidad científica, a los tomadores de decisiones y al público en general, pretende brindar argumentos técnicos relacionados con el tema que permitan evidenciar la necesidad de políticas públicas, de iniciativas de investigación y alternativas de desarrollo dirigidas a proteger la salud y el ambiente de las consecuencias del inadecuado manejo de los residuos peligrosos en Colombia.

# DINÁMICA EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN COLOMBIA<sup>34</sup>

Adriana María Zapata Maya,  
Profesional Residuos Peligrosos  
Subdirección de Estudios Ambientales  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales

Aunque en el año 2016 la generación de residuos peligrosos disminuyó en un 24.8% con respecto al año 2015, el 60% de los establecimientos que reportaron sus datos en 2015 y 2016, aumentaron la generación de RESPEL. La actividad económica donde se reportó el mayor aumento de generación con respecto al año anterior, fue la industria del hierro y el acero.

**R**esiduo peligroso (RESPEL) es aquel residuo<sup>35</sup> o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas y radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos a la salud humana y el ambiente. Así mismo se considerarán residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que estuvieron en contacto con ellos. El conocer su generación y manejo en el país, contribuye a la vigilancia y control de éstos para evitar riesgos en el ambiente y en salud. Por medio de los datos del Registro de Generadores de Residuos Peligrosos<sup>36</sup> administrado por el IDEAM, en el cual el establecimiento generador, reporta el dato y la Autoridad Ambiental lo revisa y lo avala, el país logra obtener cifras anuales oficiales de la generación y manejo de estos residuos, permitiendo analizar los resultados y las necesidades de Políticas Nacionales y locales relacionadas con el tema.

En la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos (MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005) (2005-2018) establecida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se establecen tres objetivos específicos:

- Prevenir y minimizar la generación de RESPEL
- Promover la gestión y el manejo de los RESPEL generados
- Implementar los compromisos de los Convenios Internacionales ratificados por el país, relacionados con sustancias y residuos peligrosos

**Frente a la prevención y minimización de la generación**, en el año 2016, se reportó la menor cantidad de residuos peligrosos registrada desde el año 2013 con 305.216 toneladas, disminuyendo con respecto al 2015 en 100.862 toneladas, que equivalen a un 25% menos. Las tres actividades económicas que reportaron la mayor generación fueron: Las derivadas de extracción del petróleo crudo y gas natural con 117.171 toneladas (38%), las actividades de hospitales y clínicas con internación con 25.487 toneladas (8%) y las industrias básicas de hierro y acero con 25.093 toneladas (8%), así mismo son los sectores industriales que reportan las mayores cantidades en el manejo por medio del tratamiento, aprovechamiento y disposición final como se observa en el Cuadro 18.

<sup>34</sup> Si desea mayor información de residuos peligrosos, consulte los informes nacionales de generación y manejo disponibles desde el año 2011 al 2016 en el enlace <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/informes-nacionales-de-generacion-de-residuos-o-desechos-peligrosos>.  
<sup>35</sup> Artículo 2.2.6.11.3 del Decreto 1076 de 26 de mayo de 2015 y Artículo 3 de la Ley 1252 del 27 de noviembre de 2008  
<sup>36</sup> Es un instrumento de gestión administrado por el IDEAM mediante el cual se captura información de manera sistemática y continua sobre la generación y el manejo de residuos peligrosos, originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país.

**Cuadro 18.** Generación y manejo de residuos peligrosos de los sectores industriales de mayor generación en el año 2016 (Toneladas y %)

No	Actividad Económica CIU	Total RESPEL Generado	Aprovechamiento		Tratamiento		Disposición final	
		(Ton)	(Ton)	%	(Ton)	%	(Ton)	%
1	0610 Extracción de petróleo crudo	96.334	72.312	28%	153.531	59%	33.125	13%
2	8610 Actividades de hospitales y clínicas, con internación	25.487	541	2%	16.734	62%	9.916	36%
3	2410 Industrias básicas de hierro y de acero	25.093	2.066	8%	189	1%	22.821	91%

Fuente: (IDEAM, 2017)

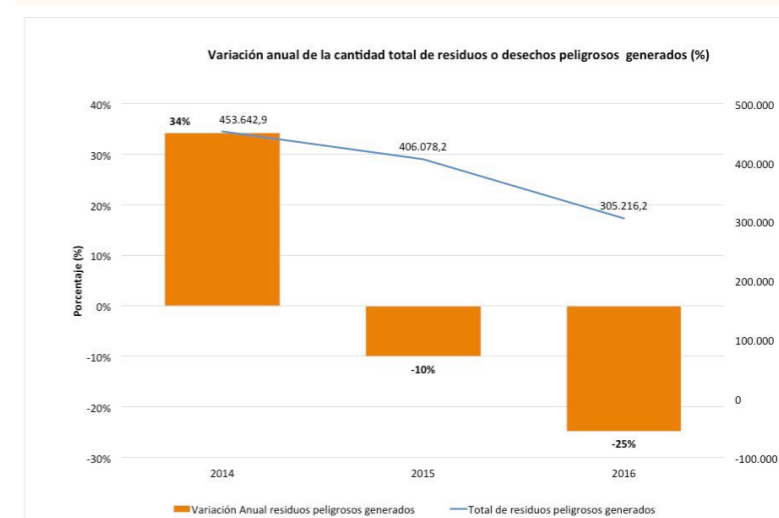
Si se compara la generación de 2014 con la del 2016 (Gráfica 49), se observa la tendencia a la disminución; lo anterior, contribuiría al cumplimiento de la meta del objetivo de la Política Nacional de Residuos Peligrosos (2005-2018,) de una disminución del 40% de la generación al año 2018.

Para evaluar si esta disminución en la generación es un comportamiento común en la mayoría de los establecimientos generadores, y por ende si los Planes de Gestión Integral de RESPEL que deben formular han sido efectivos, se analizó la disminución por establecimiento y por actividad productiva de los años 2015-2016,

encontrando que el 60,3% de los establecimientos aumentaron su generación de residuos peligrosos frente al 39,7% que la disminuyeron; entre estos últimos se encuentran los pertenecientes al sector petrolero, que se consideran grandes generadores de RESPEL por generar más de 1000 kilos al mes; por ello al disminuir las cifras de los grandes generadores, decreció la generación del año 2016 en un 25% como se mencionó anteriormente (Gráfica 49). Las actividades económicas donde se observó el mayor aumento en la generación de RESPEL con respecto al año 2015, fueron las industrias básicas del hierro y el acero (CIU<sup>37</sup> 2410), las industrias manufactureras

(CIU 3290) y por último la correspondiente a comercio de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores (CIU 4530). Lo anterior sugiere la necesidad de implementar nuevas estrategias o fortalecer las existentes dirigidas a la minimización en la generación de RESPEL, especialmente en estos sectores productivos. Los indicadores presentados en las gráficas 49, 50, 51 y 52 corresponden a variaciones calculadas de acuerdo con las cifras del año anterior en toneladas y porcentaje. Vale la pena aclarar que los porcentajes negativos indican decrecimiento o disminución y los positivos crecimiento o aumento.

**Gráfica 49.** Variación anual de la cantidad total de residuos o generados (%) 2014-2016



Fuente: (IDEAM, 2017)

<sup>37</sup> La Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIU se tiene en cuenta para comparar la generación de Respel por actividad económica a nivel nacional e internacional.

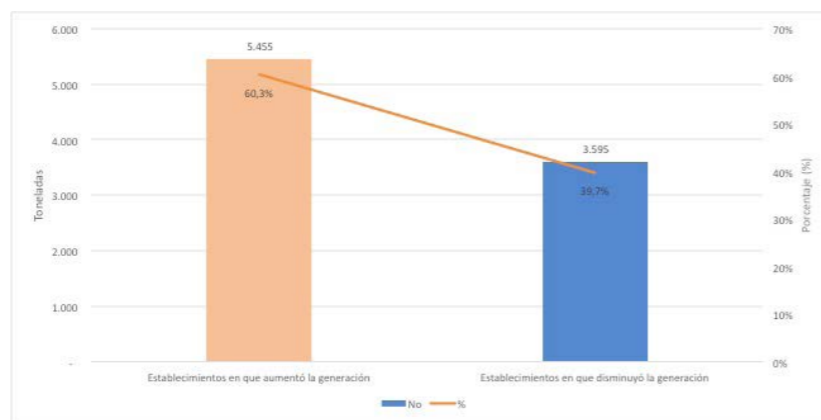
El segundo objetivo de la Política Nacional de Residuos Peligrosos, que es promover la gestión y el manejo de los RESPEL generados, y busca impulsar en primer lugar el aprovechamiento y valorización de los RESPEL para ser reincorporados a los procesos productivos, luego el tratamiento y finalmente la disposición final. De acuerdo con las cifras de los años 2014-2016, se observa cómo el aprovechamiento y la disposición final han ido disminuyendo con 37% y 30% en el 2016 respectivamente, como se presenta en las gráficas 51 y 52.

Con respecto al tratamiento ha presentado un leve aumento del 3%, como se puede ver en la Gráfica 53. Dado que los residuos del sector petrolero son los que registran el mayor nivel de aprovechamiento, puede inferirse que sea el motivo por el cual el nivel de aprovechamiento tienda a descender, al disminuir también su generación anual.

Ahora bien, si se analiza teniendo en cuenta el total de toneladas manejadas de los residuos peligrosos en los años 2014-2016, se reafirma la anterior conclusión; el aprovechamiento tiende a disminuir con respecto al tratamiento y la disposición final (Gráfica 54).

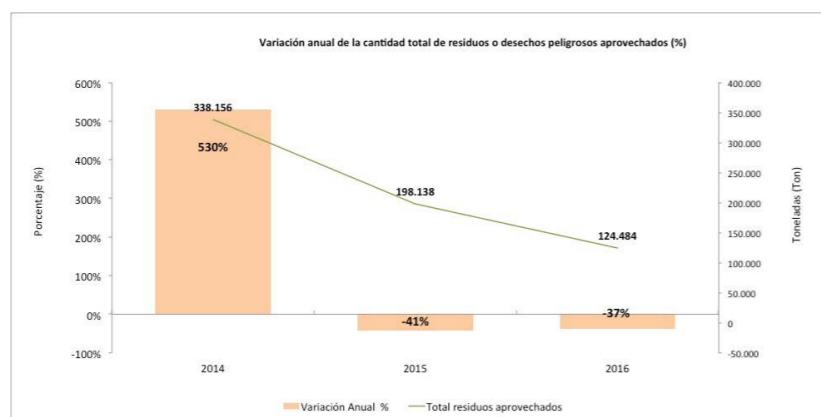
El análisis anterior permite concluir la necesidad de continuar impulsando el aprovechamiento y la valorización de los RESPEL, haciendo énfasis en las corrientes<sup>38</sup> de mayor generación en el país, que corresponden a mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua, desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas y los desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados, los cuales provienen principalmente del sector de producción de petróleo y gas natural y de actividades en hospitales y clínicas con

**Gráfica 50. Establecimientos que aumentaron o disminuyeron la generación de RESPEL 2015-2016 (ton-%)**



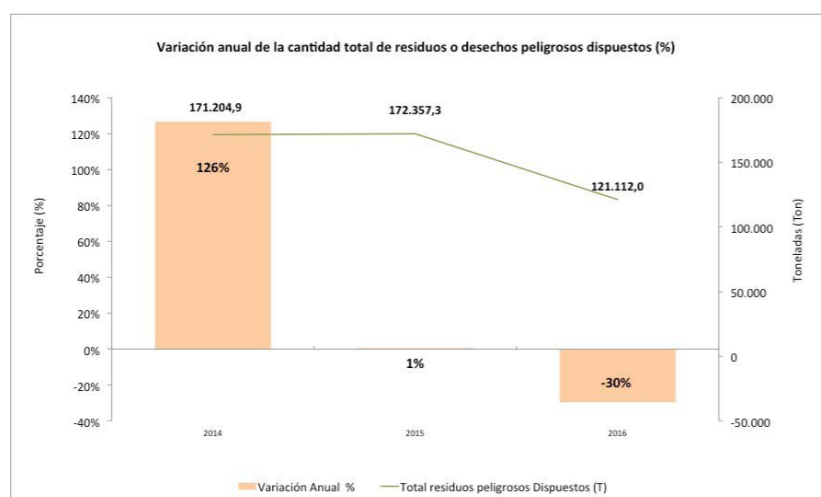
Fuente: (IDEAM, 2017)

**Gráfica 51. Variación anual de la cantidad total de residuos o desechos peligrosos aprovechados (%)**



Fuente: (IDEAM, 2017)

**Gráfica 52. Variación anual de la cantidad total de residuos o desechos peligrosos dispuestos (%)**



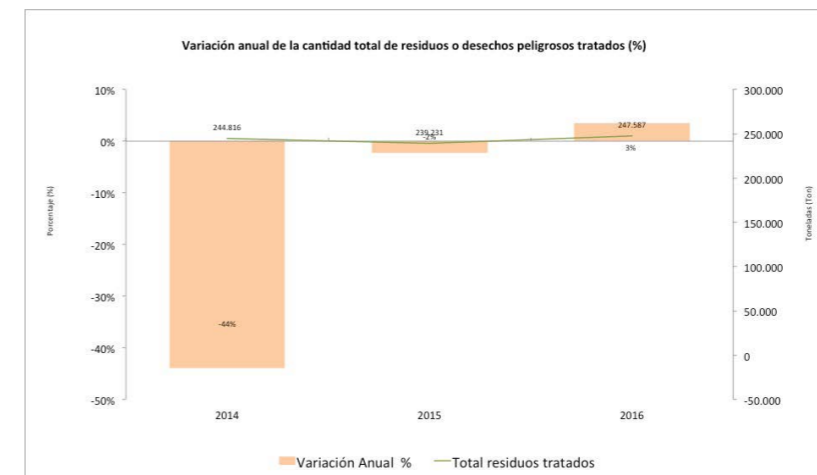
Fuente: (IDEAM, 2017)

<sup>38</sup> El término "corrientes" se establece en el Convenio de Basilea el cual regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, en este Convenio se hace referencia a las categorías de agrupación de los respel de acuerdo al tipo de desecho a controlar (o procesos generadores) y por los constituyentes peligrosos que poseen (MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, OCADE - Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial, 2007)

internación. Para lo anterior es de suma importancia el apoyo a la investigación de alternativas para la inclusión de los principales RESPEL producidos en el país en los procesos productivos así como

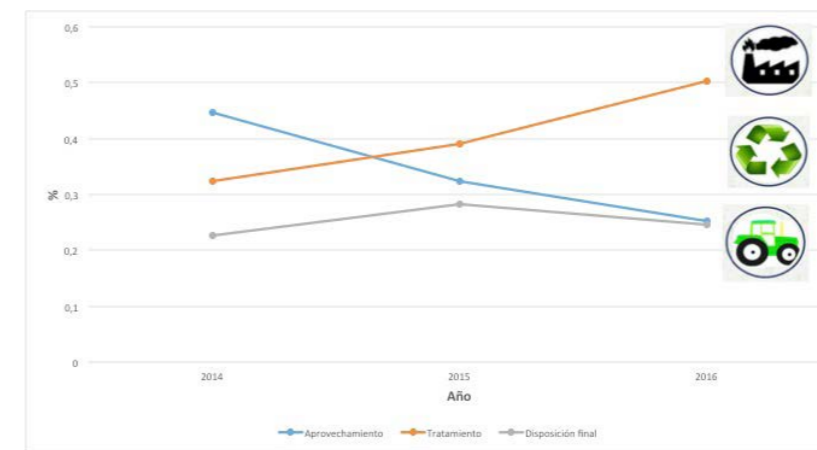
establecer incentivos al sector empresarial para invertir en ello y optar por el aprovechamiento ambientalmente adecuado de los RESPEL generados.

**Gráfica 53. Variación anual de la cantidad total de residuos o desechos peligrosos tratados (%)**



Fuente: (IDEAM, 2017)

**Gráfica 54. Aprovechamiento, tratamiento y disposición final por el generador y terceros**



Fuente: (IDEAM, 2017)



# SEGUIMIENTO A LAS EXISTENCIAS DE EQUIPOS CON PCB PERIODO DE BALANCE 2016

Carlos Daniel Urrea Hernandez,  
Profesional PCBs  
Subdirección de Estudios Ambientales  
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales

## 499.195

Equipos fueron registrados en el inventario de PCB para el periodo de Balance correspondiente al año 2016.

39 Los Grupos de PCB en el inventario se clasifican según su concentración de la siguiente manera: Grupo 1 (equipos que contiene más de 100.000 partes por millón (ppm)) - Grupo 2 (equipos que contienen entre 500 y 100.000 partes por millón (ppm)) - Grupo 3 (equipos que contienen entre 50 y 500 partes por millón (ppm))

40 Ley 1196 de 2008: Por medio de la cual se aprueba del Convenio de Estocolmo en Colombia y se establecen las metas de marcado, retiro de uso y eliminación de compuestos orgánicos persistentes en Colombia.

41 El Convenio de Estocolmo plantea tres metas que indican que todas las existencias de PCB deberán ser eliminadas a más tardar el 31 de Diciembre de 2028. Para lograrlo se debe inicialmente hacer una identificación de los equipos por medio de análisis de laboratorio en donde se establezca la concentración de PCB, y se proceda al marcado de los equipos. Posteriormente las existencias que hayan resultado contaminadas deberán ser retiradas de uso. La meta de Eliminación corresponde a todos los elementos que se hayan podido contaminar o que contengan PCB, por esta razón su cálculo se realiza en toneladas.

Los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) son sustancias que tienen propiedades toxicológicas, resistencia a la biodegradación, propiedades de bioacumulación y facilidad de transporte por el aire, el agua y a través de especies migratorias, lo que hace que esta problemática tenga intereses globales debido a que se pueden encontrar en zonas alejadas de su lugar de liberación, ocasionando acumulación en ecosistemas terrestres y acuáticos.

Los PCB o Bifenilos Policlorados, son compuestos orgánicos persistentes (COP) cuyas características principales consisten en ser excelentes aislantes frente al calor y líquidos oleosos a temperatura ambiente, que tienen la particularidad de mantenerse constantes durante muchos años sin necesidad de requerir cambio (longevidad). Gracias a estas propiedades, los PCB se consideran uno de los principales productos que dieron solución a los problemas presentados en la industria eléctrica, desde principios del siglo XX.

La cantidad de equipos reportada en el Inventario de PCB administrado por el IDEAM, incluye

equipos confirmados y sospechosos de los grupos 1, 2 3<sup>39</sup>. Siendo la confirmación de estos equipos una de las tareas pendientes para avanzar en la eliminación de aquellos que estén contaminados con PCB.

### ¿Cuáles son las necesidades el país en el tema de PCB?

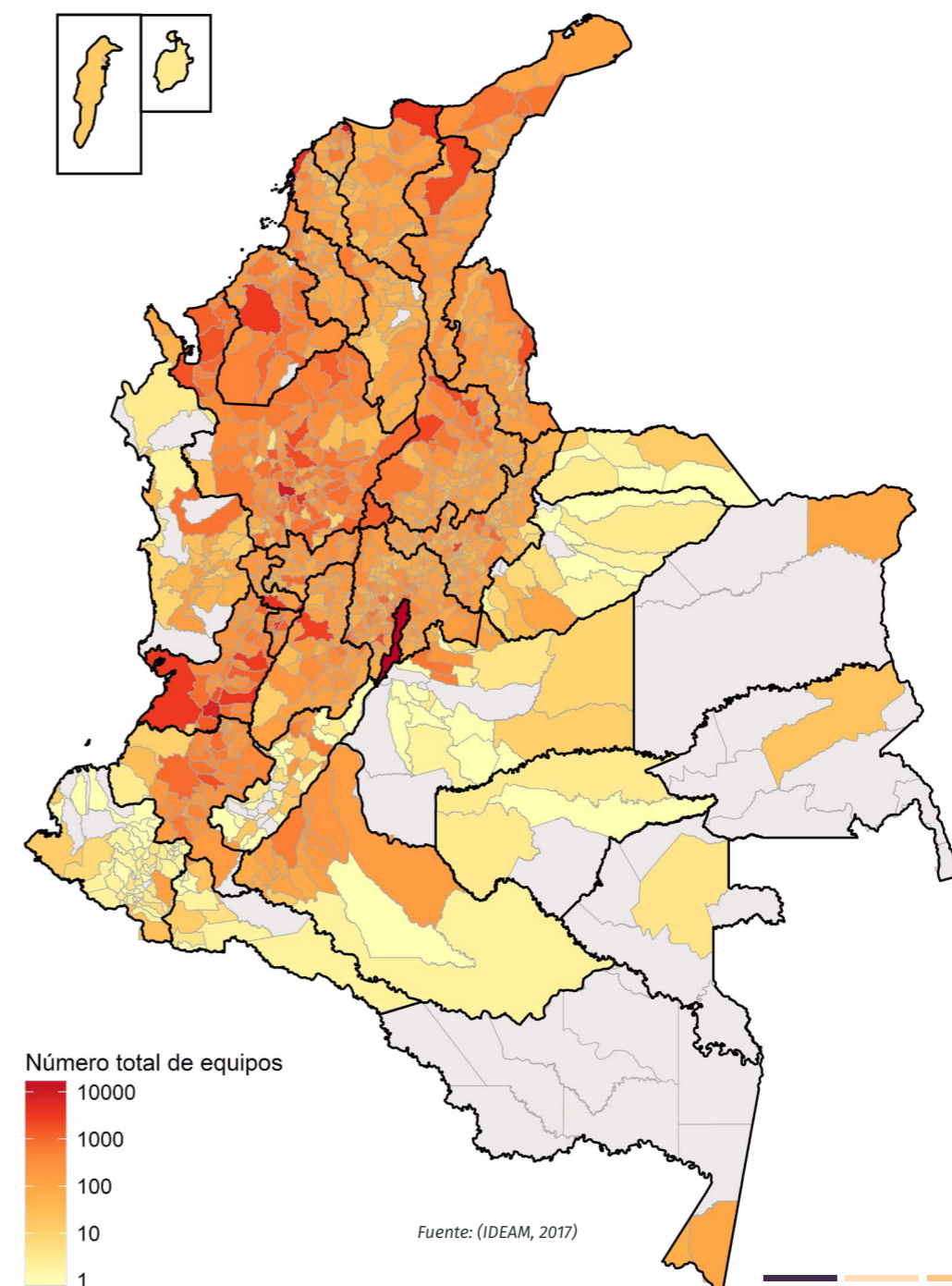
Conforme a lo ratificado por Colombia en la Ley 1196 del año 2008<sup>40</sup>, el uso de Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) debe estar completamente restringido en el año 2025, así como todos los equipos y desechos que contienen PCB deben estar eliminados en Colombia en el año 2028. Para lograr esta tarea debe haber un trabajo de confirmación de las unidades reportadas en el inventario, realizada por medio de análisis cuantitativo, en laboratorios acreditados por el IDEAM. En el año 2016 el país logró la meta de marcado<sup>41</sup> propuesta, superando el 30% y se encontró que dentro de este porcentaje cerca de 150.000 unidades no están contaminadas con PCB y por esta razón quedaron vinculados al grupo 4 es decir equipos libres de PCB, o con una concentración inferior a 50 ppm.

Los Departamentos que lideran el mercado de equipos son en su orden Antioquia (50.066 equipos equivalente a un 37,69%), Bogotá D.C (21.282 equipos equivalentes a un 47,16%), Atlántico (8,971 equipos equivalentes a un 39,25%). Para la meta de retiro de uso se confirmaron a su vez 1849 equipos y se lograron retirar 793 unidades, lo que indica que se avanzó cerca de un 43% en el retiro de uso de

los equipos que han confirmado que tienen PCB, siendo Bogotá, Valle del Cauca y Antioquia los departamentos que lideran el retiro de uso. Para la meta de desecho la cual equivale a todas las existencias y residuos que puedan contener PCB, existe confirmado un total de 1948 toneladas de las cuales se han eliminado 328.

Por lo anterior el país debe aumentar sus esfuerzos en la tarea de identificación de los equipos sospechosos, ya que si bien las cifras muestran que las existencias de equipos son en su mayoría libres de PCB, existe un rezago de más de 250.000 unidades que no están identificadas y que se encuentran marcadas como sospechosas, un número para revisar y que podría cambiar en cualquier momento.

Mapa 34. Número total de equipos por municipio para el 2016



# RELACIONES

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Nuestro país cuenta con 892.102 km<sup>2</sup> de área marina, del cual el 59% se encuentra en el Caribe y el 41% en el Pacífico. (SIAC - Sistema de Información Ambiental de Colombia, 2017). A grandes rasgos Colombia tiene un área jurisdiccional marítima que es relativamente igual a la de sus territorios emergidos (continental e insulares) (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017), es por esto que se hace necesario identificar los factores que inciden en la dinámica presentada en los ecosistemas marinos, así como las amenazas naturales que pueden originarse como resultado de la interacción de estos últimos.

En ese sentido, es importante resaltar la interrelación entre lo abiótico y lo biótico, en donde sus particularidades definen las características de cada ecosistema diferenciándolo del resto; es decir, sin factores abióticos no podría haber factores bióticos y si los primeros se alteran esto afectará a los organismos. En razón a lo anterior, es importante entender la dinámica espacial y temporal de los factores abióticos y su relación con los diferentes ecosistemas presentes en los mares y costas de Colombia, de tal manera que se promueva la conservación del equilibrio de dichos ecosistemas, teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos ofertados por estos. (INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2017)

La identificación de las geoamenazas para la zona del Pacífico y Caribe permitirá reconocer la vulnerabilidad que presentan no solo los elementos expuestos a estas, como la comunidad, sino además la fragilidad presentada por los diferentes sistemas expuestos (física, social, económica, ecológica, institucional y cultural), frente a la ocurrencia de eventos tales como avenida torrencial, remoción en masa, sismos, Inundación, Tormenta severa, mar de leva y erosión costera.

La generación de conocimiento sobre los escenarios de amenaza y vulnerabilidad por amenazas de tipo natural (geoamenaza), aportará los insumos necesarios para el diseño de herramientas de planeación enfocadas a la disminución del riesgo, de manera que permitan la toma de decisiones basadas en la cultura y conocimiento sobre el riesgo de desastres en sus diferentes ámbitos.

# GEOAMENAZAS EN EL MEDIO MARINO-COSTERO

Oswaldo Coca Domínguez,  
Silvio Andrés Ordoñez Zúñiga,  
Juan David Navia Díaz,  
Investigadores Científicos  
Programa Geociencias Marinas y Costeras - GEO  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR

## AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR EROSIÓN COSTERA

Las poblaciones costeras han tenido un claro impacto sobre el medio ambiente litoral a esto se suma la continua migración de población hacia las zonas costeras, que ofrecen a menudo condiciones más favorables al crecimiento económico. Este crecimiento económico ha implicado presión sobre las áreas naturales, proliferación de obras costeras, utilización de las orillas para fines recreativos y turísticos, extracción de material para distintos fines; pero estas no son las únicas presiones que reciben las zonas costeras, los fenómenos naturales también ejercen presión sobre las costas (Doody, P. M. Ferreira, S. Lombardo, I. Lucios, R. Misdorp, H. Niesing, A. Salman, M. Smallegange, J. Serra, E. Roca, P. Fernández, C. Pérez, 2005). Los desastres naturales en la zona costera, entre los que se cuentan los tsunamis, los huracanes, la erosión costera, entre otros, son causantes de múltiples pérdidas humanas y económicas, por la tanto un estudio de evaluación de la vulnerabilidad, en este caso por erosión costera

es de vital importancia para la población en general, aportando lineamientos para las políticas de prevención, control y mitigación, enmarcados en planes de ordenamiento territorial o en el manejo integrado de zonas costeras (MIZC). Por último la erosión costera la podemos definir como el avance del mar sobre el territorio, generando pérdida de este con sus respectivos impactos.

En general para el país existe una tendencia hacia la erosión costera. Las tasas de erosión en el Caribe mostraron que 6 de 8 departamentos tienen retroceso sobre su línea de costa. La Guajira y Atlántico son los departamentos con mayor pérdida de territorio; mientras que los departamentos de Córdoba y Bolívar presentaron una tendencia general a la estabilidad, sin desconocer procesos puntuales de erosión. Para el Pacífico colombiano la tendencia fue hacia la erosión costera en todos los departamentos, siendo el más crítico el departamento de Chocó,

seguido de Cauca, luego Nariño y por último el Valle del Cauca.

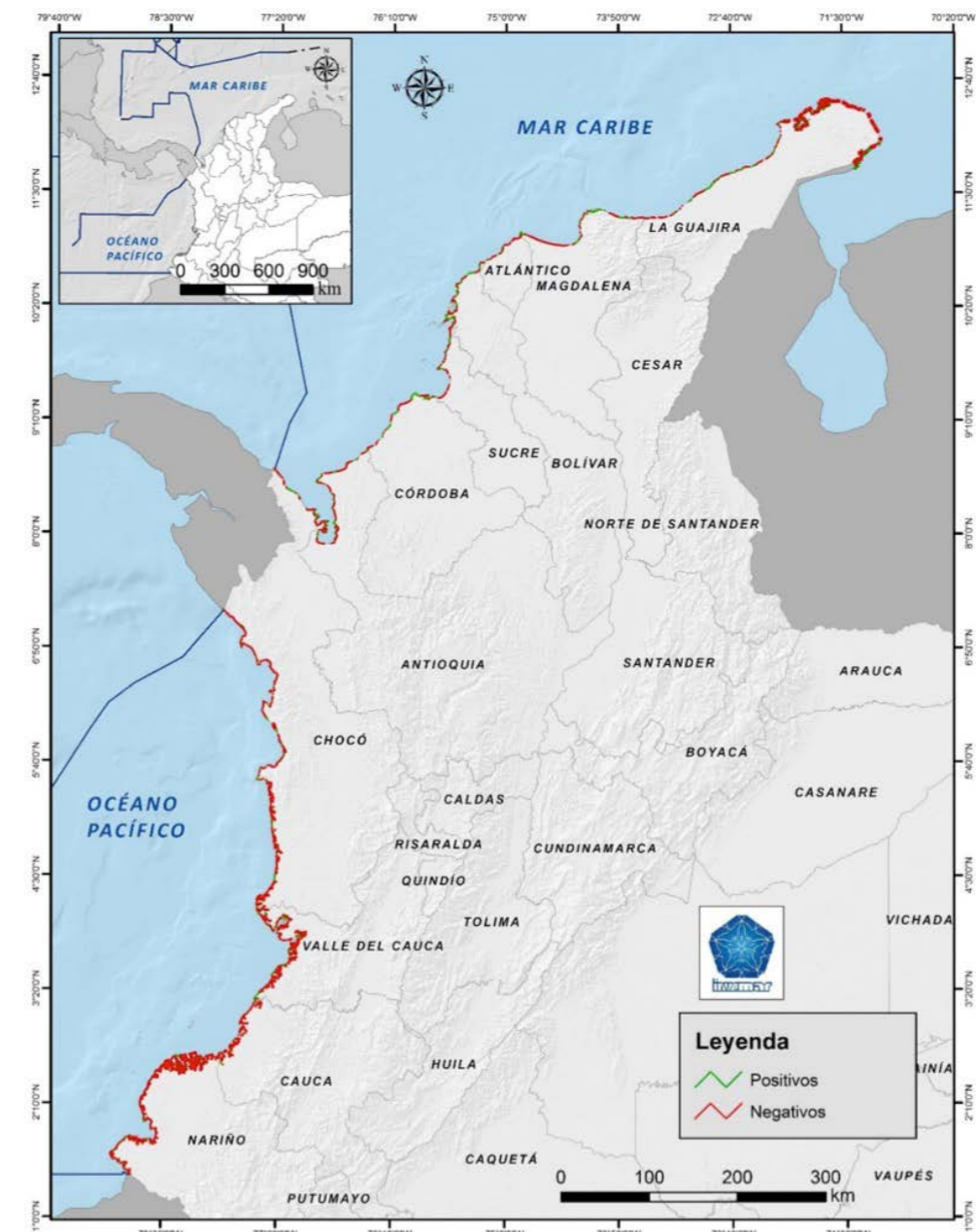
En La Guajira, hacia el sur de la capital y hacia los límites con el departamento del Magdalena, se observó mayor erosión. El departamento del Magdalena mostró que lo más crítico se ubica en la barra de Salamanca, desde Ciénaga, pasando por Tasajera hasta casi la desembocadura del río Magdalena. En el departamento del Atlántico se observaron sectores críticos como la Ciénaga de Mallorquín, Puerto Colombia y la Ensenada Rincón Hondo, donde se han presentado retrocesos de la línea de costa entre -20 y -40 m/año. El departamento de Bolívar presentó pérdidas que alcanzaron valores entre -10 y -30 m/año al sur de departamento. En Sucre, se presentaron variaciones entre erosión y acreción en el sector norte, hacia Punta Sabanetica, mientras que el golfo de Morrosquillo presentó valores que tendieron a la estabilidad. En el departamento de Córdoba,

en las playas de San Bernardo, los poblados de Minuto de Dios y Puerto Rey, además de algunas puntas rocosas, se presentaron pérdidas de territorio, donde los valores alcanzaron los -20 m/año. En Antioquia la erosión costera se observó en el sector de Zapata y Damaquiel, siendo este sector el de más longitud con esta afectación. En el departamento de Chocó, en la costa Caribe, los sectores de Zapzurro, Capurganá y Acaná presentaron erosión costera (Mapa 35).

Siguiendo con el departamento del Chocó pero en el área de Pacífico, hubo una variación entre erosión y acreción en la zona sur, donde las tasas alcanzaron valores de hasta -60 y -40 m/año, pero el promedio fue mayor hacia la erosión costera. Algo muy similar sucedió en el departamento de Valle del Cauca, donde presentó gran variabilidad entre los procesos de erosión y acreción, reflejo de una geomorfología de costas bajas y altas. En el departamento del

Cauca también se puede apreciar la alta variabilidad, pero esta vez asociada a las costas bajas. En el departamento de Nariño, al igual que en el Valle del Cauca y Cauca, se pudo observar la intercalación de erosión y acreción, demostrando lo heterogéneo de la variabilidad de los factores oceanográficos y geomorfológicos de la costa Pacífica sur de Colombia.

Mapa 35. Sectores en erosión costera (negativos) de Colombia



Fuente:  
(INVEMAR -  
Instituto de  
Investigaciones  
Marinas y  
Costeras José  
Benito Vives de  
Andrés, 2017)

# INDICADOR DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR EROSIÓN COSTERA

La erosión costera se basa del Balance de Sedimentos, cuando este balance se desestabiliza hablamos de procesos de erosión o acreción costera, causado principalmente por factores Antrópicos, climáticos, oceanográficos, tectónicos, movimientos eustáticos y procesos costeros, que afectan a escala local y regional de manera distinta. La Amenaza busca analizar e identificar, integrando estos factores, que zonas tienen una probabilidad de que estos factores ataquen y debiliten la línea de costa, presentando pérdidas de territorio. Junto con esto los elementos expuestos tienen una debilidad y una respuesta ante este fenómeno específico, el cual este indicador presenta como vulnerabilidad.

Para 2016, se realizó el análisis en

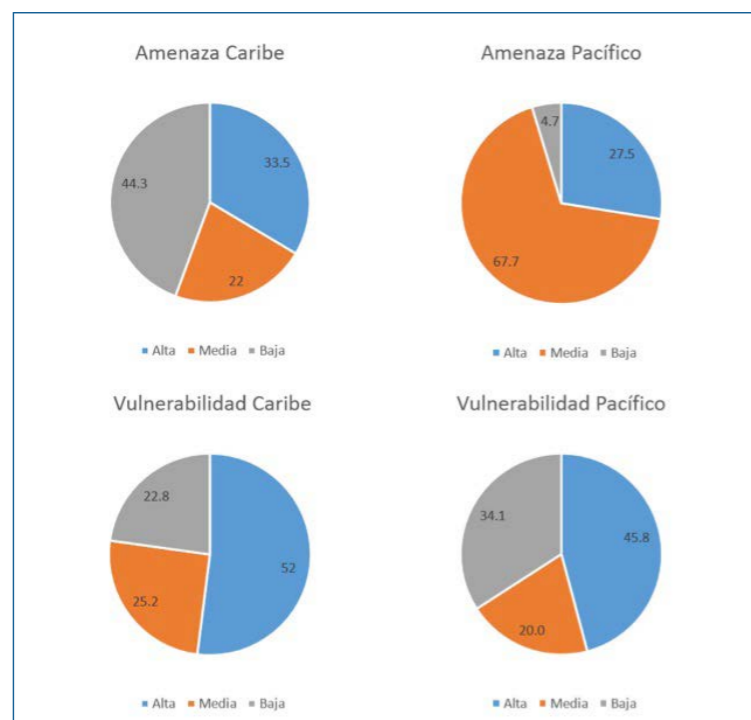
el departamento del Chocó, donde se presentó que el 1% de la línea de costa mantiene una amenaza muy alta, el 32% amenaza alta, el 62% amenaza media y el 5% una amenaza baja. Se evaluaron 39 poblaciones costeras, 12 poblados tienen vulnerabilidad alta (31%), 15 poblados media (38%) y 12 vulnerabilidad baja (31%) (MADS - Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2016).

En el Caribe colombiano se tomó la isla de San Andrés, donde se observó que el 20% se encuentra en amenaza alta, el 39% en amenaza media, el 34% una amenaza baja y la amenaza muy baja representó el 7%. En la isla de San Andrés se analizaron

15 zonas pobladas, de las cuales 4 presentaron vulnerabilidad baja (27%) y 11 vulnerabilidad media (73%). Para Cayo Serrana se obtuvo que el 54% se encuentra en amenaza baja y el 46% en muy baja. La vulnerabilidad total para el Cayo fue de clasificación media (Doody, P. M. Ferreira, S. Lombardo, I. Lucios, R. Misdorp, H. Niesing, A. Salman, M. Smallegange, J. Serra, E. Roca, P. Fernández, C. Pérez, 2005).

En su totalidad, de la línea de costa estudiada en el Caribe colombiano el 33,5% se encuentra en amenaza alta y el 52% en vulnerabilidad alta (Gráfica 55). Por su parte, sobre el litoral del Pacífico colombiano el 27,5% se encuentra en amenaza alta y el 45,8% en vulnerabilidad alta (Gráfica 55).

Gráfica 55. Porcentaje de amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en el Caribe y Pacífico colombiano



Fuente: (MADS - Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2016)

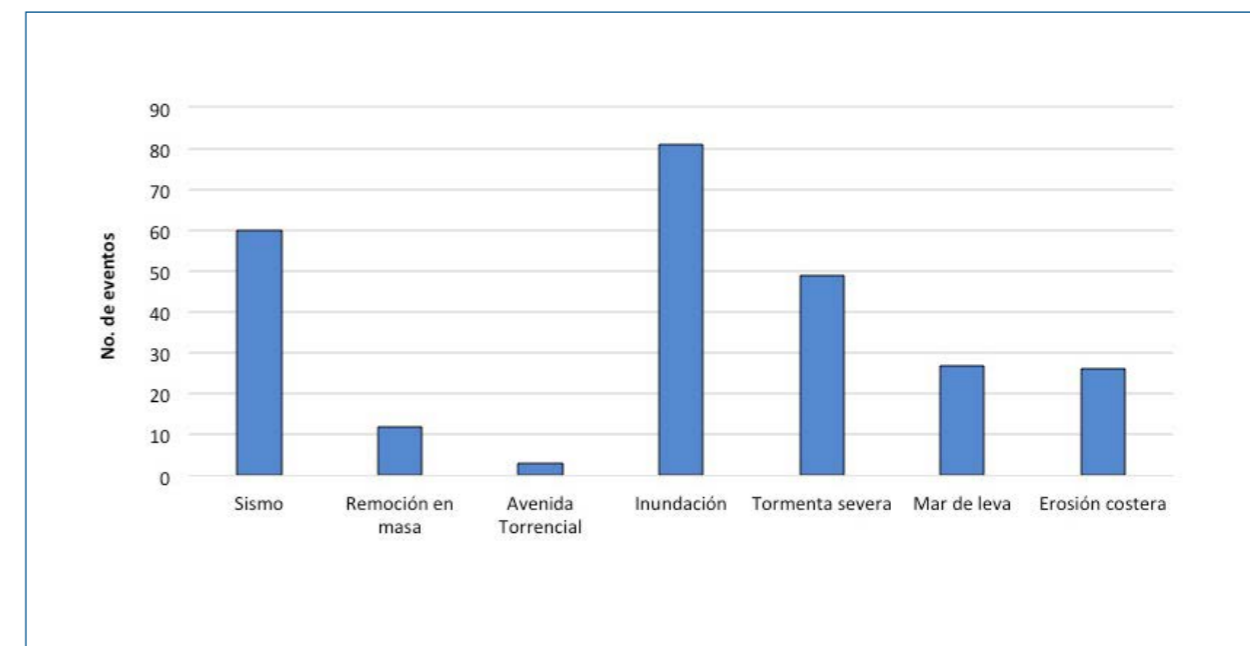
# OTRAS AMENAZAS DE ORIGEN METEOMARINO

La amenaza meteomarina se refiere a procesos o fenómenos físicos originados en la interface océano-atmósfera que pueden causar pérdidas potenciales en vidas, heridas u otros impactos en la salud, daños en la propiedad, afectación de servicios, ruptura social y económica o daño ambiental en las áreas costeras. Estos pueden ser caracterizados por su magnitud o intensidad, velocidad de inicio, duración y área de extensión, determinados cuantitativamente a partir de datos históricos o análisis científicos (Doody, P. M. Ferreira, S. Lombardo, I. Lucios, R. Misdorp, H. Niesing, A. Salman, M. Smallegange, J. Serra, E.

Roca, P. Fernández, C. Pérez, 2005). En el año 2015 se inició con el desarrollo de la metodología para la caracterización de amenazas ambientales (entre ellas las físicas), siendo Chocó Caribe y el golfo de Morrosquillo las áreas piloto seleccionadas (MADS - Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, 2015). Para el año 2016, la metodología se optimizó y se establecieron criterios de clasificación para las amenazas, seleccionando como áreas de interés Chocó Pacífico y el archipiélago de San Andrés Islas - SAI en el Caribe.

A partir de la consulta de fuentes oficiales de información sobre eventos meteomarinos, en el caso del Chocó se encontró que aquellos que más se presentan son las inundaciones (Gráfica 56). Sus efectos se incrementan en zonas de mayor pendiente, generando eventos de remoción en masa o durante periodos de marea alta (pleamares, pujas); los cuales pueden ocasionar el aumento nivel del agua de la llanura inundable y de los caudales en los esteros (Doody, P. M. Ferreira, S. Lombardo, I. Lucios, R. Misdorp, H. Niesing, A. Salman, M. Smallegange, J. Serra, E. Roca, P. Fernández, C. Pérez, 2005).

Gráfica 56. Histograma de eventos meteomarinos amenazantes en el departamento del Chocó durante el periodo 1966-2016



Fuente de datos: (DESINVENTAR)



La variable seleccionada para analizar esta amenaza fue la precipitación. Se seleccionaron dos estaciones IDEAM (Cúpica y Nuquí), ubicadas en la zona Norte del departamento. En la zona sur, no se cuenta con estaciones meteorológicas. Los mayores acumulados anuales se presentan en Cúpica, al norte (7295 mm) con respecto a Nuquí (5073 mm), indicando que hay un gradiente de precipitaciones con mayores valores al norte. Con el objetivo de clasificar el grado de amenaza por precipitación, se empleó la escala desarrollada por la Secretaría de Marina de México (Secretaría de Marina de México - SMM, 2016), la cual corresponde a la clasificación de la precipitación acumulada en 24 horas, clasificación que va desde

lluvia a lluvia extraordinaria. Esta clasificación reveló que en la zona el mayor porcentaje del tiempo los eventos se clasifican como "lluvia" (acumulado inferior a 25 mm en 24 horas) (Gráfica 57); aunque en Cúpica se presentan eventos de lluvia torrencial (entre 150 y 250 mm acumulados en 24 horas) (Gráfica 57).

Para el área de SAI, se encontró que los eventos que más se presentan son los ciclones tropicales (Gráfica 58); los cuales a su vez desencadenan procesos de erosión costera, principalmente en lugares que no están protegidos por la barrera coralina, como en la zona Este de la isla. Las variables seleccionadas para analizar esta amenaza fueron vientos y oleaje. Se analizaron datos de vientos

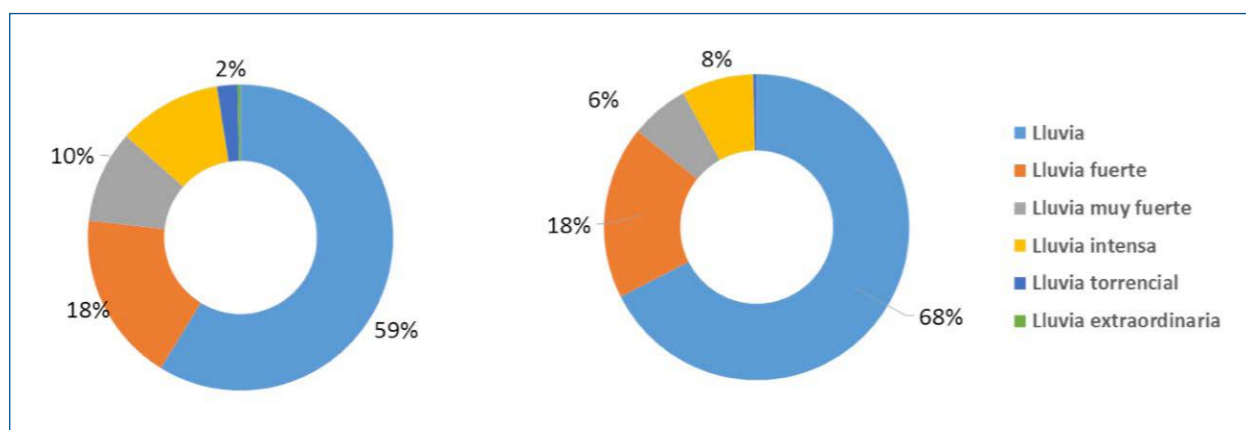
satelitales (Mesinger, F. G. Dimego, E. Kalnay, K. Mitchell, P. C. Shafran, W. Ebisuzaki, y M. B. Ek, 2006) y oleaje de boyas virtuales (OCEÁNICOS-UNAL, GICI-UDEM y UNINORTE, 2012) en el costado expuesto de la isla, los cuales fueron clasificados de acuerdo a la escala Beaufort de vientos (clasificación que va de flojito a temporal duro) y Douglas de oleaje (OMM - Organización Meteorológica Mundial, 2009), clasificación que va desde marejada hasta arbolada. Para la clasificación se calculó la función de distribución de velocidad de viento en (m/s) y altura significativa de la ola (m), la cual es presentada con la probabilidad acumulada de que un valor dado sea excedido.

Los resultados de esta clasificación mostraron que sobre el sector expuesto, hay una recurrencia del 50% de vientos en la escala Beaufort "Flojo", indicando que la mitad del

tiempo se puede registrar vientos por debajo de los 5,4 m/s (Gráfica 59 a). Esta clasificación presenta una contraparte en la categoría Douglas de altura de ola significativa, con un

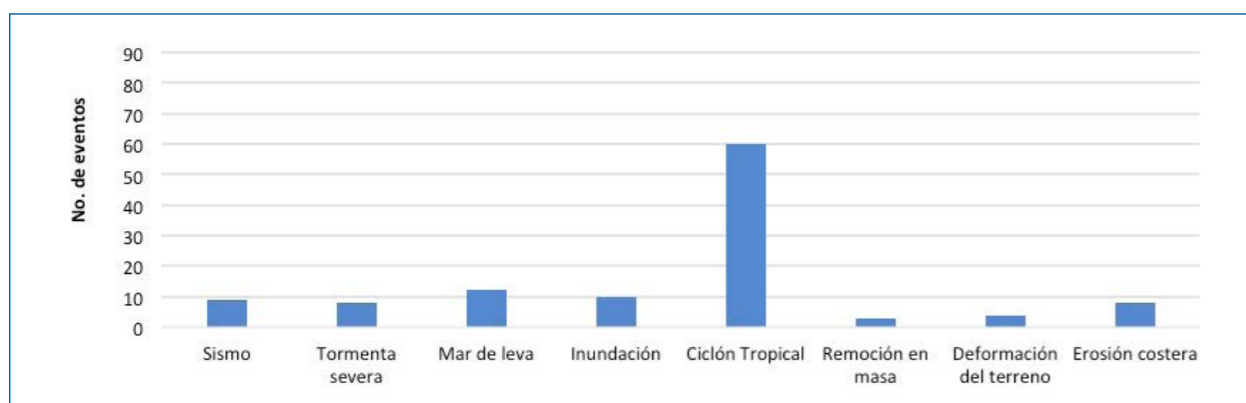
50% de probabilidades de generar oleaje clasificado como "Fuerte Marejada", que representa olas no inferiores a 2,5 m (Gráfica 59 b).

Gráfica 57. Clasificación de la lluvia acumulada en 24 horas en Cúpica (a) y Nuquí (b)



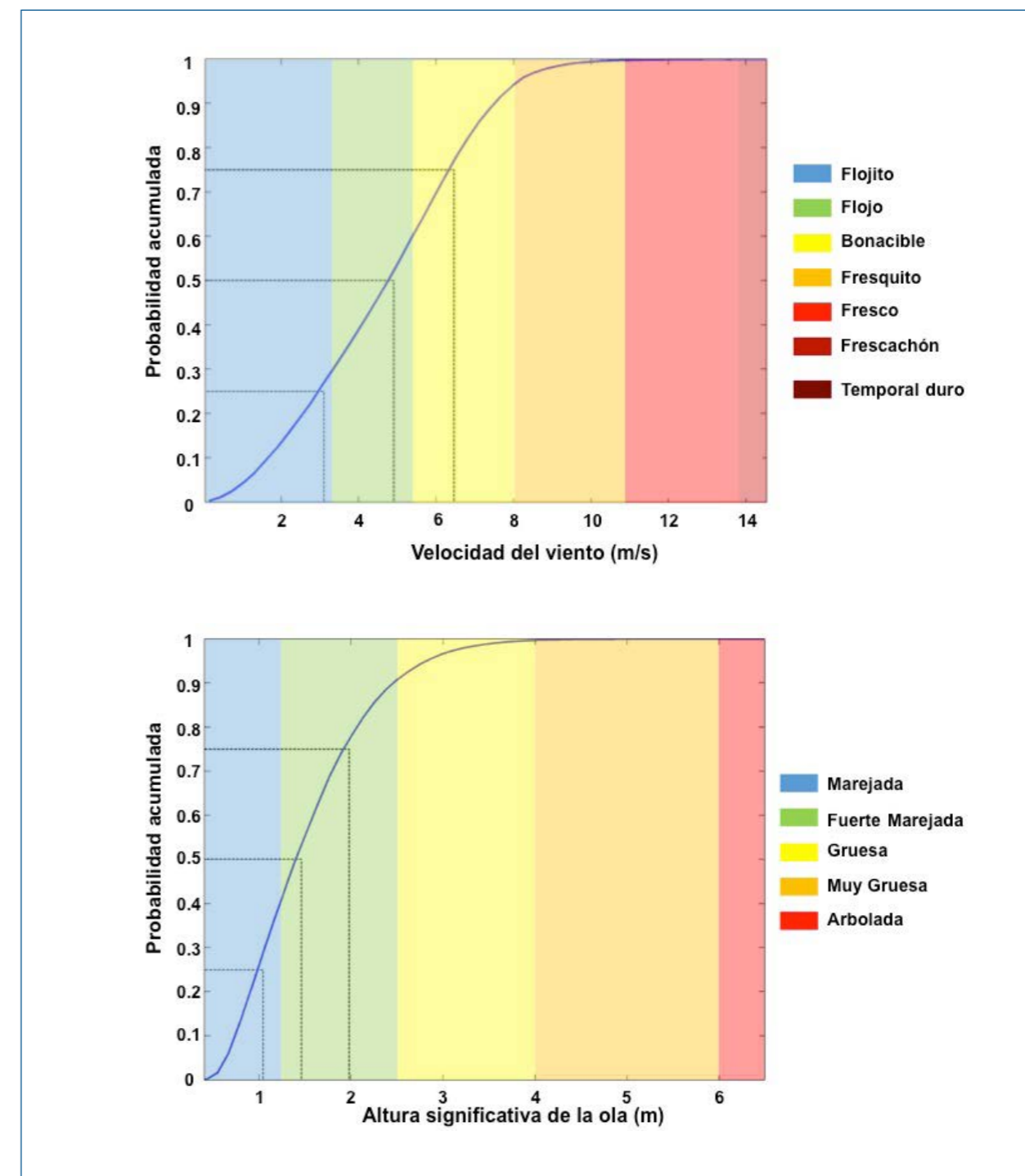
Fuente: (INVEMAR, 2017)

Gráfica 58. Histograma de eventos meteomarineros amenazantes en el Archipiélago de San Andrés durante el periodo 1966-2016



Fuente de datos: DESINVENTAR

Gráfica 59. Distribución de velocidades de viento(a) y altura significativa de la ola (b) en el sector expuesto de la isla de San Andrés. Escala de colores con escala Beaufort (vientos) y Douglas (oleaje)



Fuente: (INVEMAR, 2017)



# SUBSISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL SIAC ADMINISTRADOS POR EL IDEAM

## INFORME DEL ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente, de la mano de los institutos de investigación adscritos a este, teniendo como eje central el enfoque ecosistémico, ha venido avanzando en el desarrollo y mejoramiento de los subsistemas de información que dan cuenta de los recursos naturales existentes y de su relación con las actividades humanas, brindando sustento técnico con base en datos, para su correcta administración, gestión, uso y aprovechamiento .

Es así que el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, como coordinador del SIAC y brazo técnico de Minambiente administra entre otros, 4 de los subsistemas existentes, los cuales a partir del trabajo adelantado por el Instituto han venido siendo fortalecidos a través de procesos de mejoramiento continuo, en búsqueda de que el país logre contar con datos e información cada vez de mejor calidad y de mayor representatividad.

Por lo anterior, con ocasión del presente informe, desde el IDEAM se ha querido dar a conocer el avance en la implementación y

apropiación de los sistemas de información, a partir de la gestión realizada por el instituto, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (en virtud de las funciones que estas tienen como autoridades ambientales regionales) y por los diferentes actores involucrados en el funcionamiento y reporte de información.

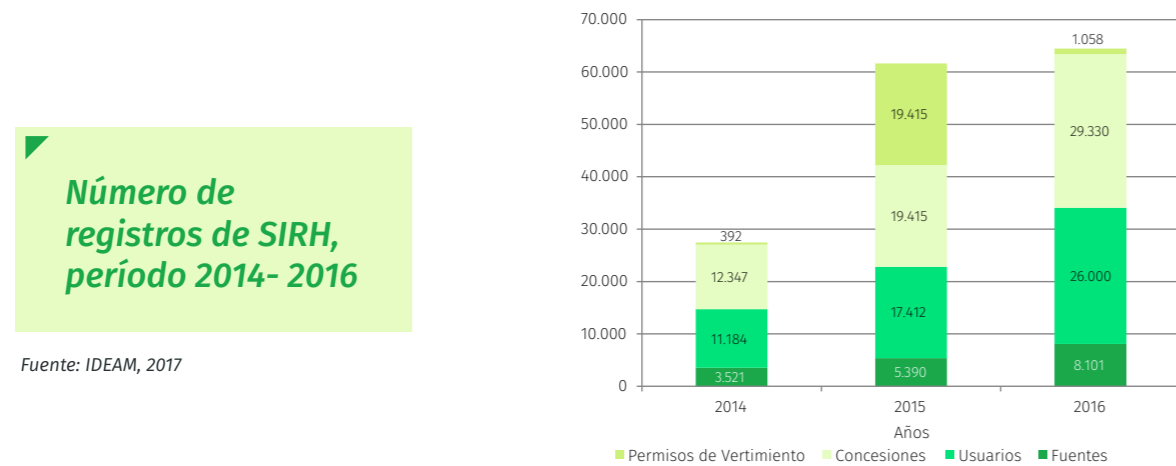
En relación con lo anterior, cabe señalar que los flujos de información que manejan los subsistemas son diferentes, dada la administración que sobre los recursos involucrados se realiza y la información que estos generan. En este sentido, es importante puntualizar que para el Sistema de Información de Calidad del Aire – SISAIRE, no es posible presentar la información desagregada por jurisdicción dado que el número de datos de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA, está definido por la tecnología que cada sistema ha implementado. De igual manera, el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono – SMBYC, genera información en donde no se requiere la participación de un tercero, a diferencia de los de los demás subsistemas.

A los registros de usuarios en los diferentes subsistemas

## SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO - SIRH

Conjunto de elementos que facilita el registro, manejo y consulta de datos para la gestión integral del recurso hídrico. El sistema gestiona datos de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, usuarios del agua que consumen o realizan vertimientos y puntos de monitoreo de calidad de las redes del IDEAM y de las autoridades ambientales.

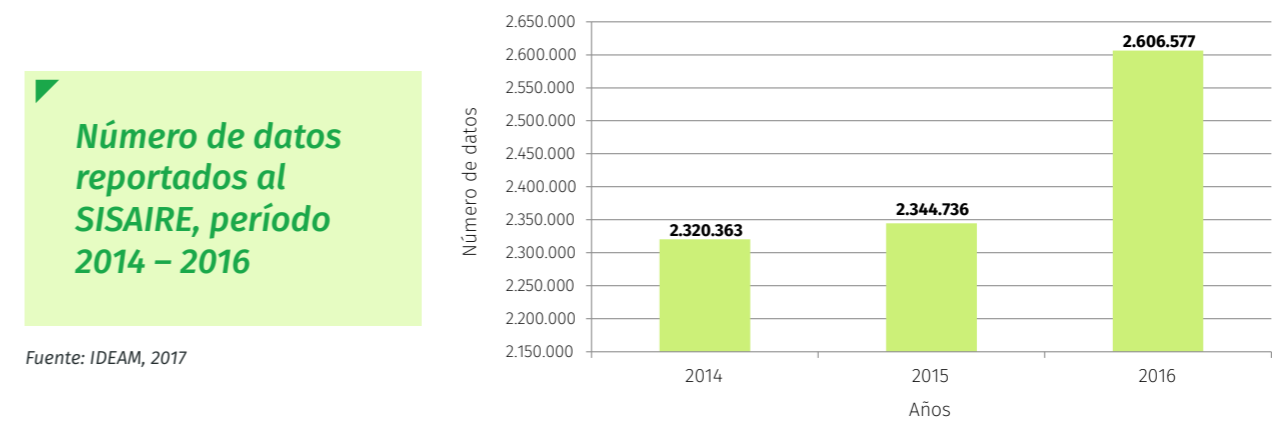
A continuación se presenta el estado de sus datos:



## SISTEMA DE INFORMACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE - SISAIRE

Herramienta para la captura, almacenamiento, transferencia, procesamiento y consulta de información actualizada y veraz sobre la calidad del aire, generada a través de los distintos Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire - SVCA del país, operados por las autoridades ambientales regionales y urbanas. De acuerdo con el artículo primero de la Resolución 651 de 2010, "el sistema debe constituirse en la fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales de prevención y control de la contaminación del aire".

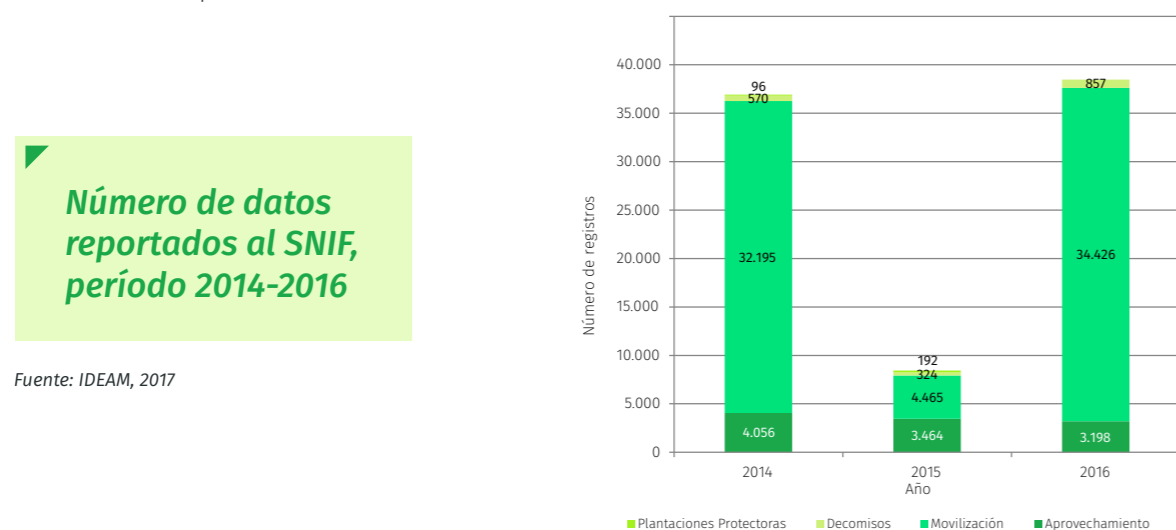
A continuación se presenta el estado de sus datos:



## SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN FORESTAL - SNIF

Herramienta que facilita la captura, procesamiento y difusión de la información sobre los ecosistemas boscosos incluyendo: ubicación, información sobre volumen de aprovechamientos forestales, movilizaciones y decomisos, así como principales especies maderables aprovechadas, uso actual y potencial de las especies forestales y áreas afectadas por incendios de la cobertura vegetal.

A continuación se presenta el estado de sus datos:



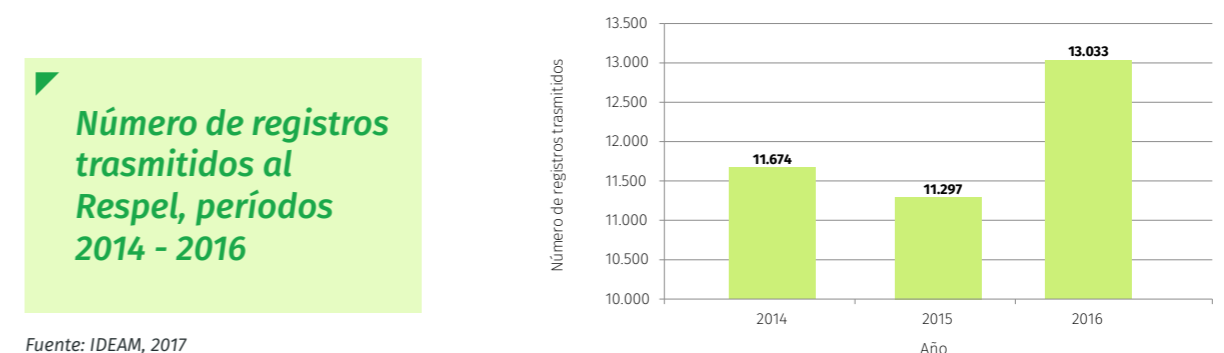
## SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES -SIUR

Este sistema de información se encuentra integrado por el Registro Único Ambiental (RUA), el Registro de Residuos Peligrosos (RESPEL) y el Registro de PCB.

### Registro de Residuos Peligrosos - RESPEL

El registro de generadores de residuos o desechos peligrosos es un instrumento de gestión que tiene como objetivo capturar información sobre la generación y el manejo de residuos o desechos peligrosos, originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país.

A continuación se presenta el estado de sus datos:

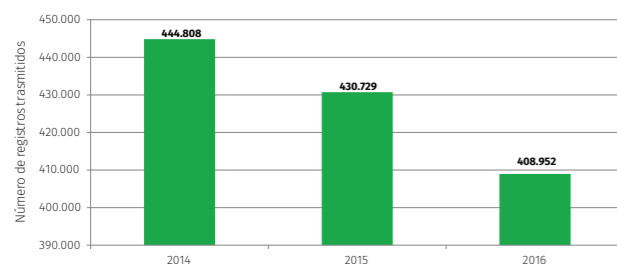


## Inventario de compuestos Bifenilos Policlorados - PCB

El sistema de información para PCB le permite contar al país con el inventario del total de los equipos y desechos de su propiedad para efectos de cuantificar y controlar los progresos alcanzados frente a la identificación y eliminación de equipos y desechos contaminados con PCB.

A continuación se presenta el estado de sus datos:

► Número de registros transmitidos al Inventario de PCB, período 2014-2016



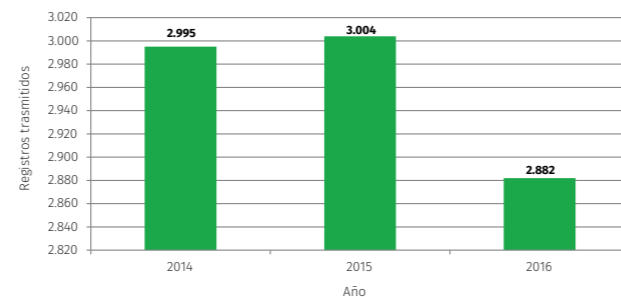
Fuente: IDEAM, 2017

## Registro Único Ambiental Manufacturero - RUA MF

El Registro Único Ambiental para el Sector Manufacturero - RUA MF es el instrumento de captura de información sobre el uso, demanda de los recursos naturales renovables por las actividades del sector manufacturero (según la CIIU 4.0 - Sección C.)»

A continuación se presenta el estado de sus datos:

► Número de registros transmitidos al RUA-MF, período 2014 - 2016



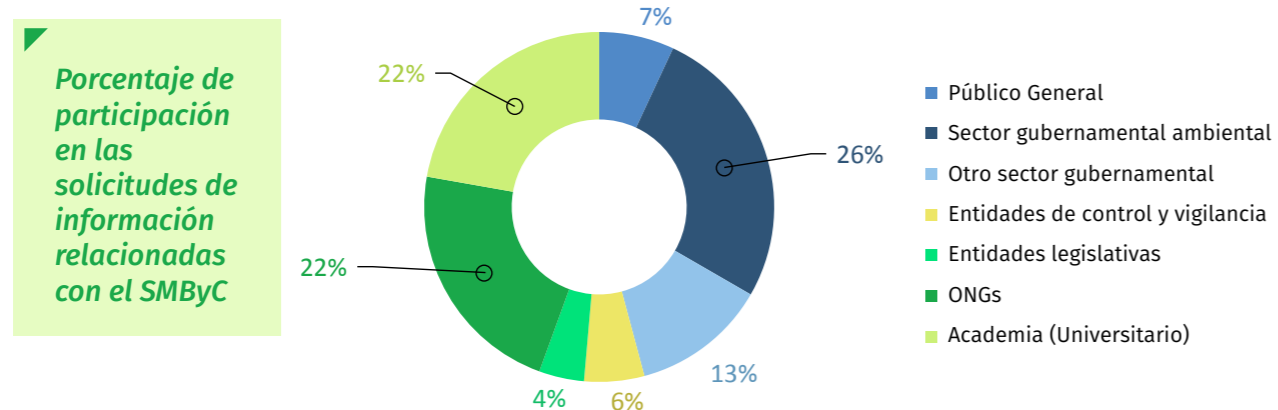
Fuente: IDEAM, 2017

# SISTEMA DE MONITOREO DE BOSQUES Y CARBONO - SMBYC

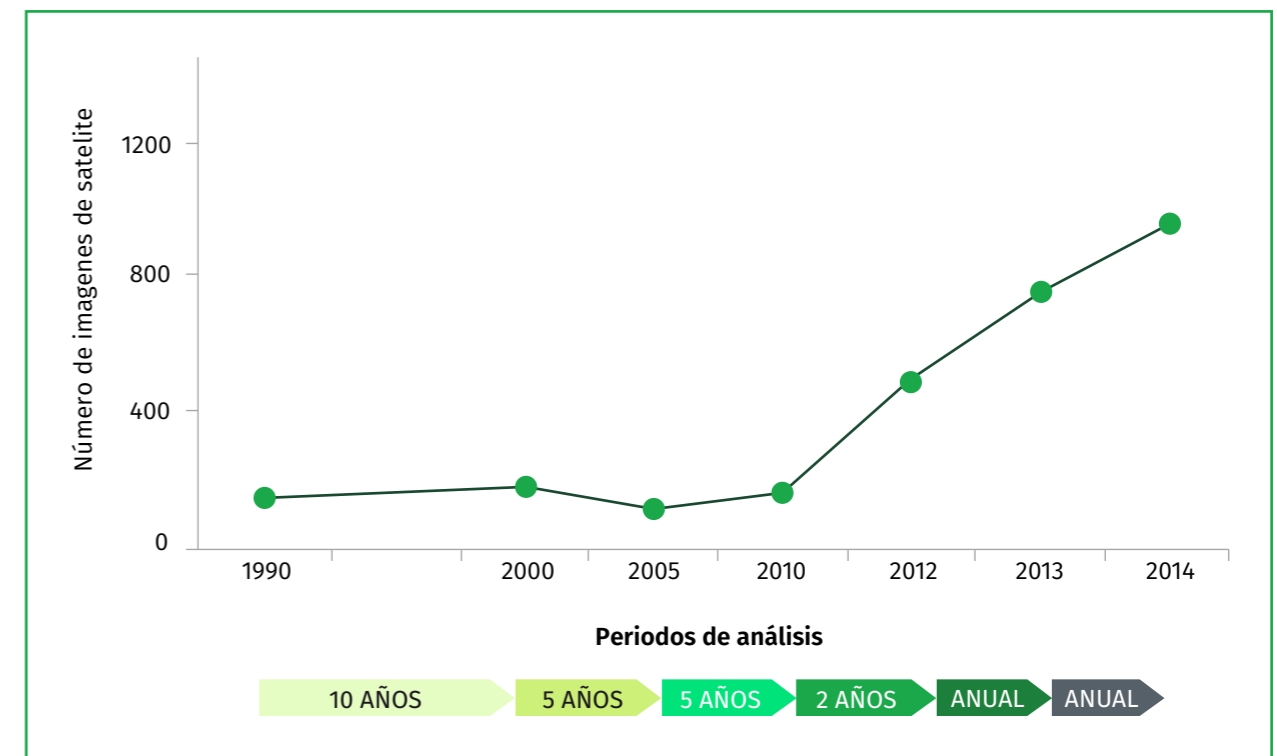
Es un conjunto de herramientas y procedimientos que permite conocer dónde, cuándo y por qué están sucediendo cambios en la superficie y en los contenidos de carbono de los bosques del país. El sistema consolida información de la superficie de bosque que genera alertas tempranas por deforestación (AT-D), realiza la caracterización de las causas y agentes de deforestación,

degradación y estimaciones del carbono almacenado en los bosques (stocks de carbono y emisiones GEI). En este sentido, el insumo principal para el desarrollo de las actividades anteriormente relacionadas son las imágenes satelitales, sobre las cuales se ha incrementado su uso en virtud de la también creciente demanda de información por parte de entidades del sector gubernamental ambiental y no ambiental, quienes

participan en esta con un 39%, ONG's y academia con un 22% cada una, el restante de usuarios de información correspondiente a entidades de control y vigilancia, entidades legislativas y público en general, quienes participan con un 39%, lo que conlleva la reducción de los tiempos de generación de información, como lo evidencian las siguientes gráficas.



► Incremento en el uso de datos satelitales por el SMBYC



Fuente: IDEAM, 2017

# ¿POR QUÉ REPORTAR INFORMACIÓN AMBIENTAL?

La información es una herramienta importante para la gestión pública y su uso puede mejorar tanto la efectividad de las decisiones del estado como los servicios que se brindan a los ciudadanos. Las entidades públicas y privadas cuentan con información sobre la ejecución de políticas y programas relacionados con el ambiente y con el comportamiento de las variables que lo definen. Al disponer información en forma de datos abiertos, se le da la posibilidad a la ciudadanía para colaborar, se facilita la veeduría de los procesos, la participación ciudadana, y se promueve la generación de soluciones a problemáticas públicas.

Los ciudadanos y tomadores de decisión necesitan conocer el estado de los recursos naturales y sus afectaciones, mediante el acceso a información actualizada y lineamientos prácticos que les permitan orientar el uso razonable del agua, del suelo, de los recursos forestales y de la biodiversidad. El conocimiento de los procesos permitirá no solo realizar una adecuada toma de decisiones sino también, actuar estratégicamente sobre temas como la seguridad alimentaria, suministro del recurso hídrico, estado y conservación de los servicios ecosistémicos, infraestructura, entre otros.

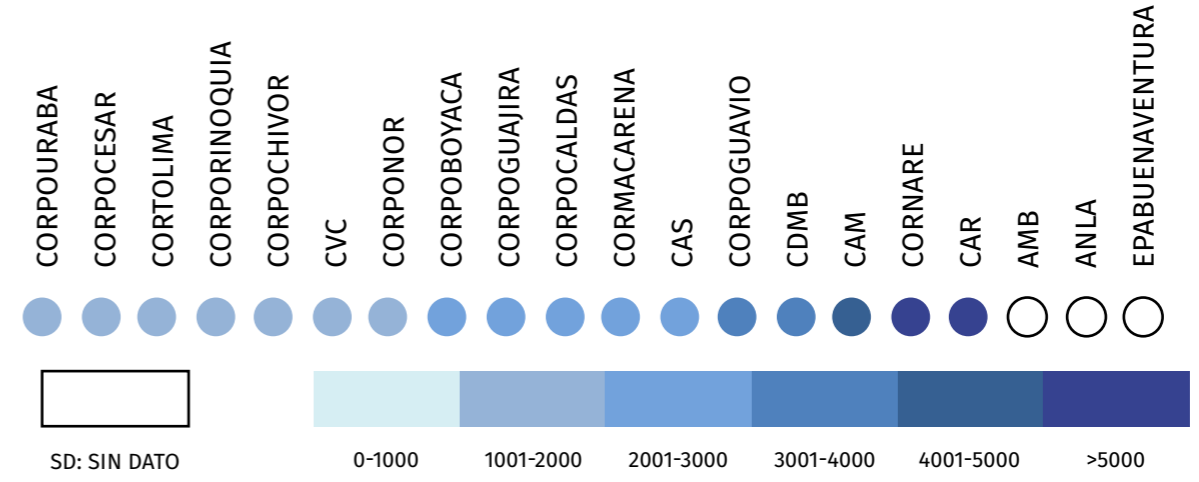
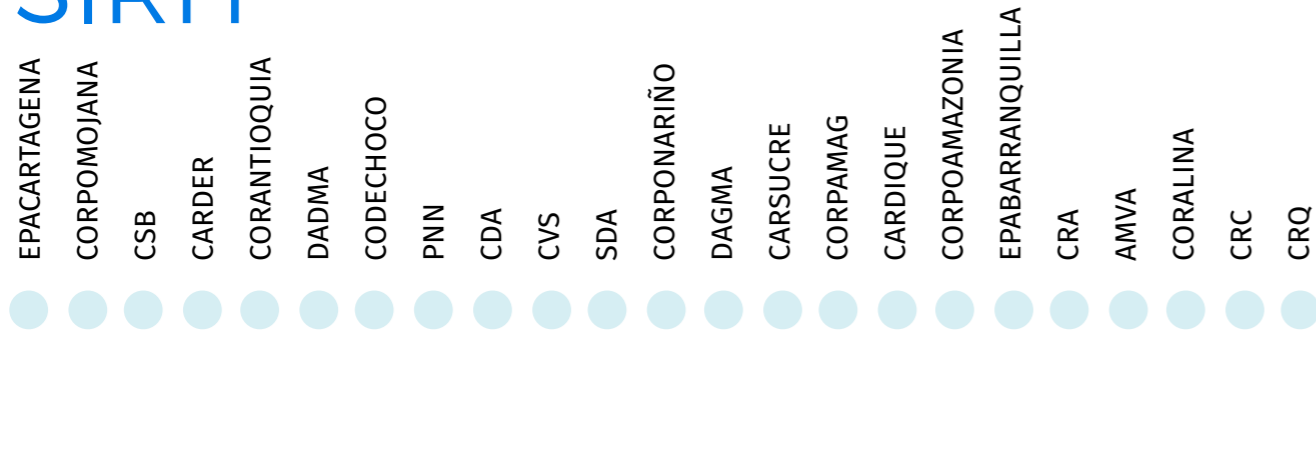
No contar con información detallada,

actualizada, clara, oportuna, y accesible en relación al estado del ambiente y a los efectos negativos que se están generando sobre éste, significa reducir las posibilidades de gestión para los ciudadanos y tomadores de decisiones; es cerrar los ojos ante las consecuencias futuras y no actuar para prevenir conflictos.

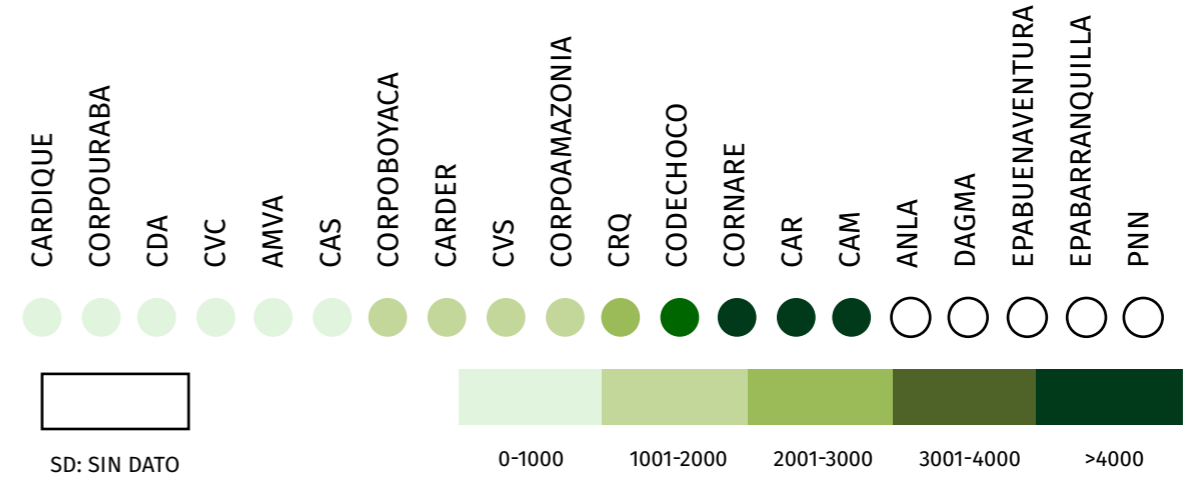
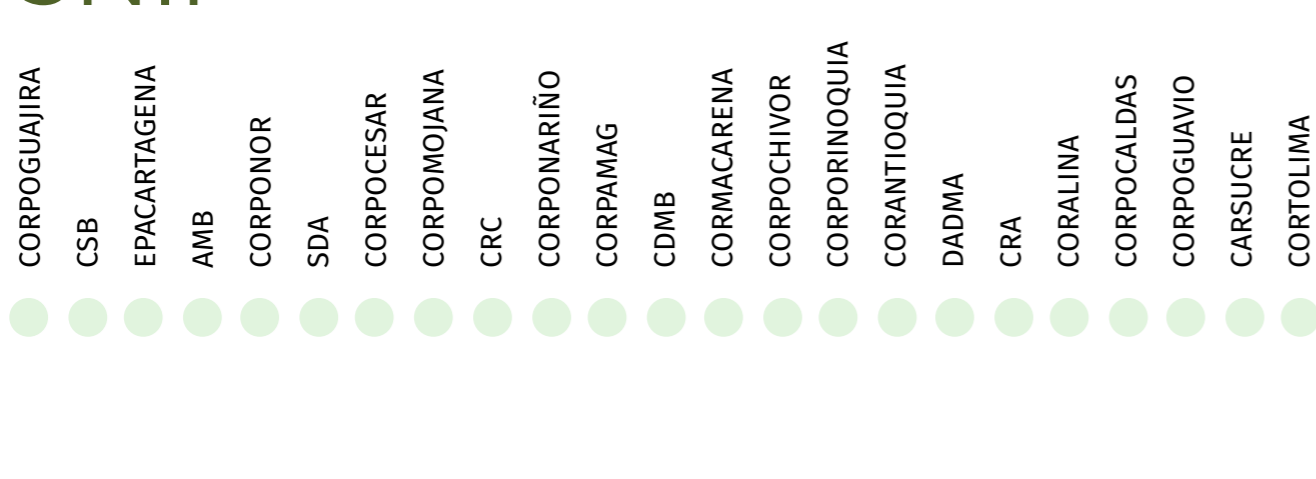
Finalmente, es necesario señalar que disponer la información no se refiere únicamente a publicar textos o documentos en un portal web. La estrategia de Gobierno en Línea, recomienda a las entidades públicas abrir la consulta de datos a los medios de comunicación, a investigadores y la ciudadanía en general para que se puedan consumir y reutilizar.

# NÚMERO DE REGISTROS POR AUTORIDAD AMBIENTAL EN LOS DIFERENTES SISTEMAS DE INFORMACIÓN

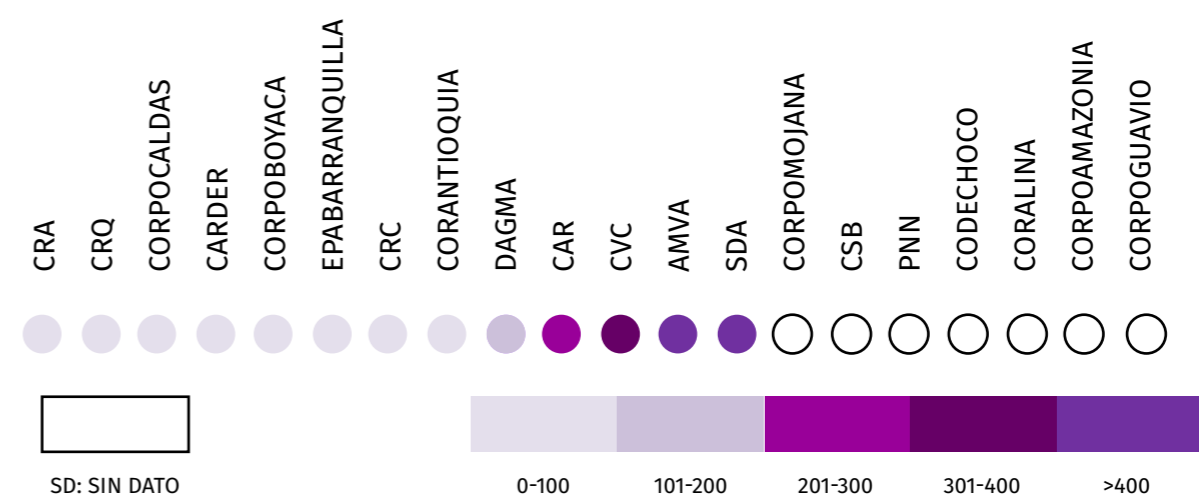
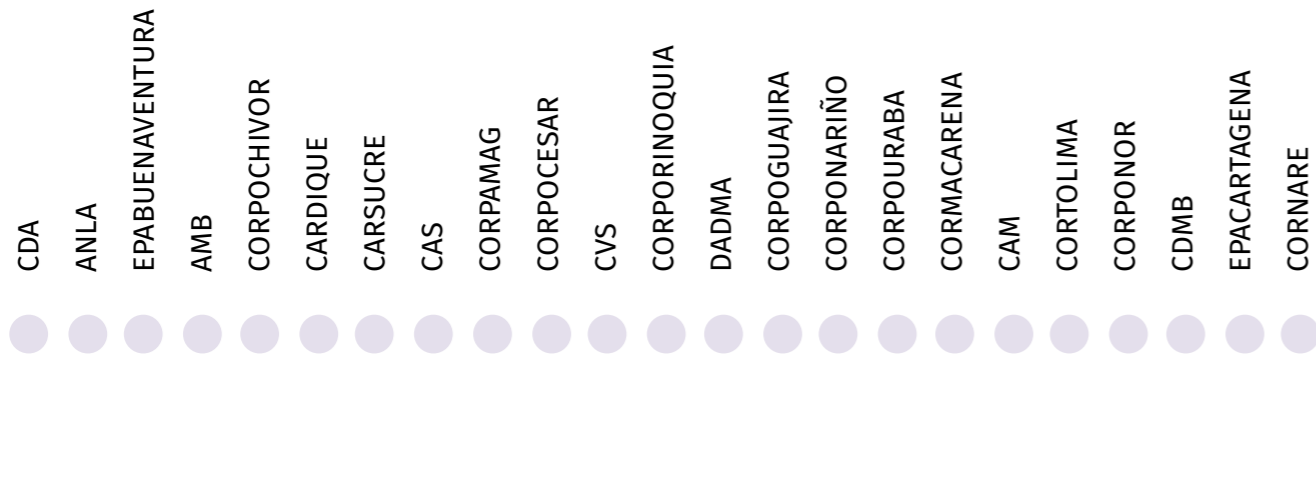
## SIRH



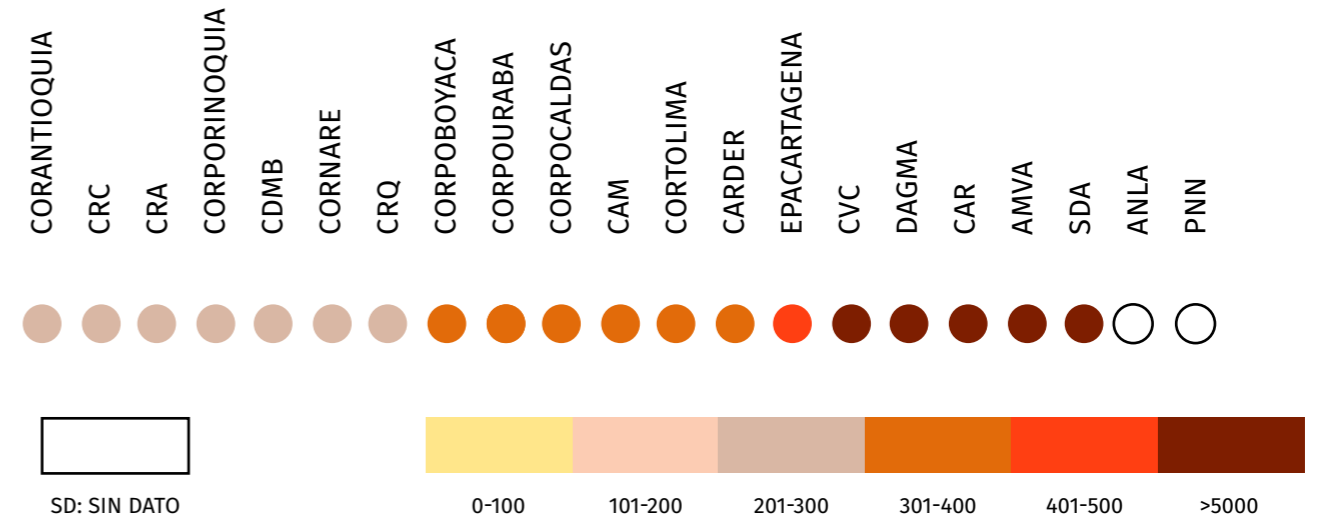
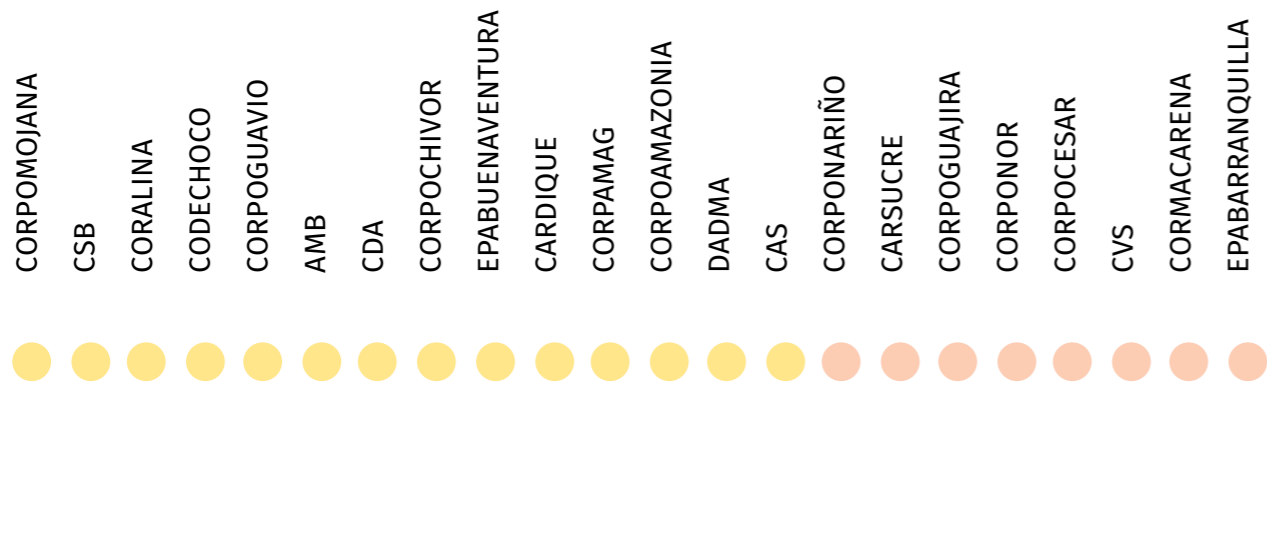
## SNIF



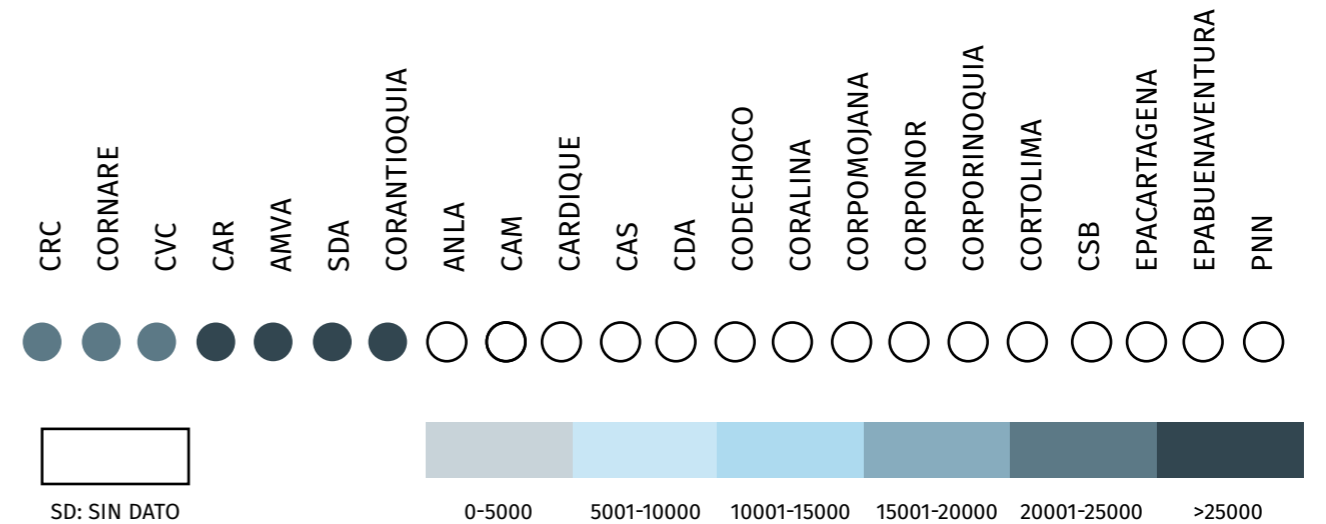
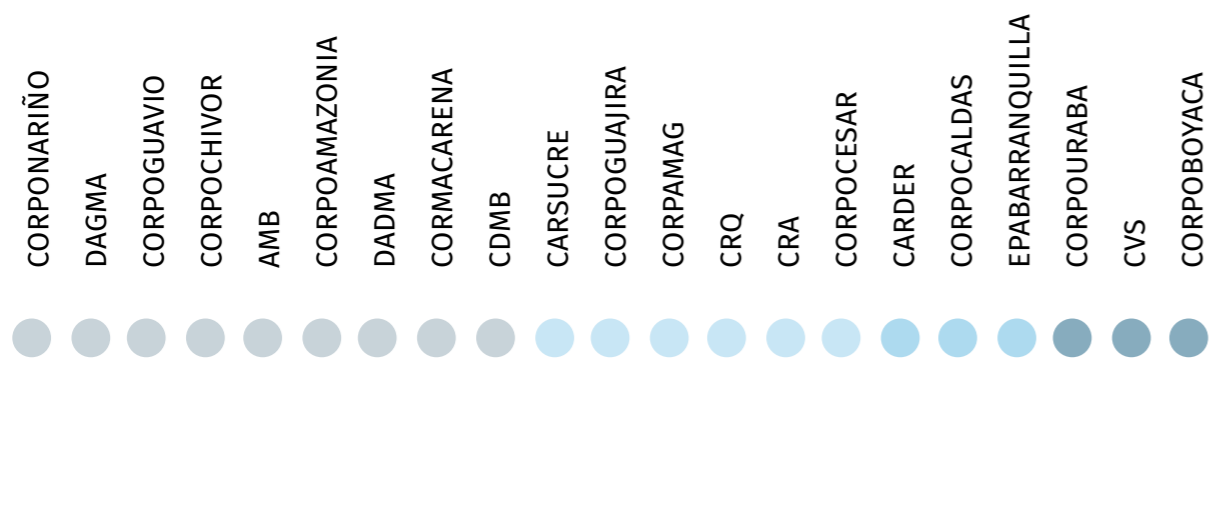
## RUA



# RESPEL



# PCB



# BIBLIOGRAFÍA

- Aceró, A. (2009). Invasión del pez Scorpenidae Pterois volitans/miles a los arrecifes colombianos. *Ecología y Origen*. Santa Marta: Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, CECIMAR/INVE-MAR. 14pp.
- Affek, A. y. (2017). Ecosystem potentials to provide services in the view of direct users. *Ecosystem Services*. 26: 183-19pp.
- Agudelo, E. (2015). La pesca en Amazonia, un servicio ecosistémico en riesgo. Colombia Amazónica Nueva época 8.
- Agudelo, E. (2007). La actividad pesquera en la zona suroriental de la Amazonia colombiana: una descripción de la captura y comercialización de los bagres transfronterizos. *Tesis de Máster en Ciencias Ambientales – Opción Economía Ecológica y Gestión Ambiental*. Barcelona, España: Instituto de Ciencias y ecnologías Ambientales ICTA – Universidad Autónoma de Barcelona.
- Agudelo, E. A. (2009). La utilización de los recursos icticos en la Amazonia sur de Colombia: una estrategia de vida, de ocupación y renta. En H. Bernal, C. Sierra, & M. Angulo (Edits.), *Amazonia y Agua: Desarrollo sostenible en el siglo XXI*. Bilbao, UNESCO: Desarrollo sostenible en el siglo XXI. (237- 247pp).
- Agudelo, E. S.-C. (2011). Los recursos pesqueros en la cuenca amazónica colombiana. En C. A. Lasso, F. Gutierrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramirez, & R. Ajiaco (Edits.). *II Diagnóstico de las pesquerías continentales en Colombia: Cuencas del Magdalena - Cauca, Simú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico*. Bogotá,, Colombia: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 143-166pp.
- Agudelo, E., & Alonso, J. (2011). Contexto de la pesca transfronteriza de los bagres en la región Sur-oriental de la Amazonia colombiana. En J. Núñez, F. Chu-Koo, J. Porto, & C. García-Dávila (Edits.), *Biología de las Poblaciones de Peces Amazónicos y Piscicultura*. Manaus, Brasil: Comunicaciones del Segundo Coloquio Internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (RIIA).
- Agudelo, E.; Salinas, Y.; Sánchez, C. L.; Muñoz-Sosa, D. L.; Alonso, J. C.; Arteaga, M. E.; Rodríguez, O. J.; Anzola, N. R.; Acosta, L. E.; Núñez, M.; Valdés, H. (2000). Bagres de la Amazonia Colombiana: Un recurso sin fronteras. Bogotá D.C.: SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Alcaldía de Cartagena de Indias, MADS, INVEMAR, CDKN y Cámara de Comercio de Cartagena. (2013). Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias. *Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 65, Santa Marta*.
- Alcaldía de Cartagena de Indias, MADS, INVEMAR, CDKN y Cámara de Comercio de Cartagena. (2014). Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias. *Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 64, Santa Marta*, 56pp.
- Alcaldía Municipal Río Quito . (S.F). Plan de Desarrollo Municipal del Río Quito es lo nuestro - Compromiso Social. 2012-2015.
- Alcaldía Municipal. (S.F). Diagnóstico. Río Quito: S.d.
- Allen, K. L., Molan, P. C., & Reid, G. M. (1991). A survey of the antibacterial activity of some New Zealand honeys. *J Pharm Pharmacol*. Dec; 43(12), 817-22pp.
- Alonso A. y Camargo, J. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas* 14, (3): 87-99pp.
- Alonso, D., H. Barbosa, M. Duque, I. Gil, M. Morales, S. Navarrete, M. Nieto, A. Ramírez, G. Sanclemente y J. Vásquez. (2015). Conceptualización del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia. Documento de Trabajo (Versión 1.0). *Proyecto COL752Proyecto COL75241 Diseño e implementación de un Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) en Colombia*. Invemar, MADS, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No 80. 80pp.
- Alonso, J., & Agudelo, E. (2002). Ecosistema Acuáticos. Perfil Ambiental de la Amazonia Colombiana. Tomo III. *Castaño-Uribe, C. & R. Carrillo (Eds). Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. Perfil del estado de los recursos naturales y del medio ambiente en Colombia*. Bogotá: MinAmbiente, IDEMA; SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR, Embajada del Reino de los Países Bajos.
- Alonso, J., Camacho, K., Núñez-Avellaneda, M., & Agudelo, E. (2009). Recursos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos. En PNUMA, & OTCA. *Perspectivas del medio ambiente en la Amazonia*. Ciudad de Panamá: GEOAMAZONIA (147 -161pp). Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y Centro de Investigaciones de La Universidad del Pacífico (CIUP).
- Alvard, M. J. (1997). The sustainability of subsistence hunting in the neotropics. *Conservation Biology*, 11 (4): 977-982pp.
- Álvarez, E. D. (2012). Tree aboveground biomass allometries for carbonstocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management*, 267: 297-308pp.
- Álvarez-León, R. y F. Gutiérrez-Bonilla. (2007). Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y trasplantados en Colombia: Antecedentes efectos y perspectivas. *Rev. Acad. Colomb.Cienc.* 30(121), 557-574pp.
- Andersen, N. (1982). The semiaquatic Bugs (Hemiptera: Gerromopha) Phylogeny, Adptations, Biogeography and Classification. *Entomograph Scandinavian Science Press LTD Klampenborg*, Vol. 3.
- Anderson. (1993). Clasificación del uso de tierra y cobertura. *Revista SIG – PAF*, 10pp.
- Araújo, F. G. (1998). Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidad de peixes para o rio paraiba do sul. *Rev. Brasil. Biol*, 58(4)pp.
- Arbeláez, N., C. Bernal, C. García y L. Espinosa. (11 de Agosto de 2016). *Evaluación de variables fisicoquímicas en un periodo de 24 horas en el sector de Pajarales, Ciénaga Grande de Santa Marta*. Obtenido de <http://www.invemar.org.co/-/resultados-preliminares-del-monitoreo-a-la-cienaga-grande-santa-marta>
- Ascencio, D. (2014). Evaluación de los cambios pre y post cosecha de la miel de abejas sin aguijón. *Universidad nacional de Colombia*. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Asprilla et al. S., Z. Mosquera-Murillo & M. Rivas. (2006). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad ecológica del agua en la parte media del río Cabi . Quibdó , Chocó, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*. Vol.18, 43-50pp.
- Asprilla, J. R. (2002). Ecología y estructura de la comunidad de anuros presentes en el corregimiento de Pacurita, municipio de Quibdó. *Revista Universidad Tecnológica del Chocó*, 35 – 40pp.
- Atencio, M., R. Morán y J. Jurado. (2006). Presencia de Penaeus monodon (Crustácea: Decapoda: Penaeidae) en aguas del golfo de Venezuela. *III Congreso Colombiano de Acuicultura*. Santa Marta: Universidad del Magdalena.160-161pp.
- Auditoría General de la República. (2004). Auditoría analítica de gestión al uso y manejo de plaguicidas en Colombia. Bogotá: AGR. 1-33pp.
- Ayma-Romay, A. P.-B. (2007). Estructura, composición y regeneración de un bosque de neblina. *Revista Boliviana de Ecología y conservación ambiental*, 21: 27-42pp.
- B. M. Ohsowski, P. D. (2014). Where the wild things are: looking for uncultured Glomeromycota. *New Phytologist*, 204 (1): 171-179pp.
- Banco Interamericano de Desarrollo & Conservación Internacional. (2017). Proyecto de Monitoreo de Glaciares Tropicales Andinos, en un Contexto de Cambio Climático. *Una Mirada Desde lo Social y lo Técnico*. Bogotá, Colombia: 145pp.
- Baptiste, M.P., N. Castaño, D. Cárdenas, F.P. Gutiérrez, D.L: Gil y C.A. Lasso (eds.). (2010). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Bogotá: IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 200pp.
- Baquero, L. y. (2007). Cría y manejo de abejas sin aguijón.
- Barns SM, C. E. (2007). Acidobactetia phylum sequences in uranium-contaminated subsurface sediments greatly expand the known diversity within the phylum. *Environ. Microbiol*, 73:3113-3116pp.
- Barragán-Virviescas, J. (1993). Presencia de Penaeus monodon (F.) en aguas ecuatorianas. *INP-Rev. Ciencias el Mar y Limnología*, 225-227pp.
- Batista, M.I., B. Horta e Costa, L. Goncalves, M. Henriques, K. Erzini, J.E. Caselle, E.J. Goncalves y H.N. Cabral. (2015). Assessment of catches, landings and fishing effort as useful tools for MPA management. *Fisheries Research*. 172: 197-208pp.
- Batista, V., Chaves, M., Faria Jr, C., de Oliveira, M., da Silva, A., & Bandeira, C. (2007). Caracterização socioeconômica da atividade pesqueira e da estrutura de comercialização do pescado na calha Solimões-Amazonas. En *IBAMA, O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca*. Manaus: Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. 19-59pp.
- Bayer, F. M. (1961). The shallow water Octocorallia of the West Indian region. A manual for marine biologists. *The Hauge: Martinus Nijhoff*, 400pp.
- Bedoya, M. (1999). Patrones de cacería en una comunidad indígena Ticuna en la Amazonia colombiana. En: Fang T., O. Montenegro & R. Bodmer (Eds.). Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina. *Instituto de Ecología. La Paz*, 71-75pp.

- Beltrán, et al. (2004). Evaluación de la calidad del agua del río Atrato en el sector la paloma a partir de la comunidad de Macroinvertebrados acuáticos. Tesis de grado Universidad Tecnológica del Chocó.
- Bennett, E. &. (2000). Hunting for the sustainability: the start of a synthesis. En: Robinson, J.G. & E.L. Bennett (Eds.). Hunting for sustainability in tropical forests.
- Bernal, R. &. (1993). Las palmas del andén Pacífico colombiano. En leyva (ed), Colombia Pacifico. Tomo I.
- Betancur, J. &. (2006). Las bromelias. In N. Garcia & G. Galeano (Eds.), Libro de Rojo de Plantas de Colombia. Vol. 3: Las bromelias, Las labiadas, y Las pasifloras. *Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. IAvH, Instituto de ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, MinAmbiente.
- Bijayalaxmi Devi, N. &. (2006). Seasonal dynamics in soil microbial biomass C, N and P in a mixed-oak forest ecosystem of Manipur, North-east India. *Appl. Soil Ecol*, 31:220-227pp.
- Blanco, J.A., E.A. Viloria y J.C. Narváez. (2006). ENSO and salinity changes in the Ciénaga Grande de Santa Marta coastal lagoon system, Colombian Caribbean. Colombia: Estuarine, coastal and shelf science. 66: 157-167pp.
- Blaustein, A. &. (1995). Declive de las poblaciones de anfibios. *Investigación y ciencia*, 225 (junio, 1995), 8-13pp.
- Bodenkunde., V. u. (1920). Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. *Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart*.
- Bodmer, R. P. (2006). Manejo de fauna silvestre por las comunidades Kandozi del Chapuri. *Informe técnico, WCS*.
- Bonkowski, M. (2004). Protozoa and plant growth: the microbial loop in soil revisited. *New Phytol*, 162:617-631pp.
- Brack, A. I. (Abril de 2011). Minería Aurífera en Madre de Dios y Contaminación con Mercurio - Una Bomba de Tiempo. Lima, Peru: Ministerio del Ambiente.
- Brienen. (2015). *Long-term decline of the Amazon carbón sink*. Obtenido de Nature 519:344-348pp: doi: 10.1038/nature14283
- Buchman, M.F. (2008). Screening Quick Reference Tables (SQURTs). *NOOA OR&R report 08-1 Seattle WA, office of response and restoration division*. National Oceanic and Atmospheric Administration. 34pp.
- Burgos, D. (2010). Uso de la leña: normatividad, consumo y contaminación intramuros en Rincón Chamula, Chiapas, México. Chiapas, México: Tesis para optar a título de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.
- Burke, L., K. Reytar, M. Spalding & A. Perry. (2011). Reefs at risk revisited. *World Resources Institute, Washington, DC.*, 114pp.
- C. F. CODECHOCO. (2006). Plan de manejo integrado de los humedales del Bajo y Medio Atrato. 540p.
- C. P. Peña-Venegas, G. I. (2006). Micorizas Arbusculares de la Amazonia colombiana. *Catálogo Ilustrado. SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI*. 90pp.
- C.P. Peña-Venegas, E. M. (2013). C fixing capacity of Amazonian soils and its relationship with their state of degradation. C.P. Peña-Venegas XVII Conference of the International Soil Conservation ISCO 2013. 324-32pp.
- C.P. Peña-Venegas, T. W. (s.f.). Arbuscular mycorrhization of manioc in natural and anthropogenic soils of the Colombian Amazon region. 2015 En preparación.
- Cabrera, E., V. D. (2011). Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina. Bogotá D.C.: IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales.
- Cabrera, J. &. (1995). Mamíferos Macarena. Giro editores LTDA. Campbell (eds.), *Urubamba. the Biodiversity of a Peruvian Rainforest. SI/MAB Series*, Mamíferos Macarena. Giro editores LTDA. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 133 pp.
- Caddy, J.F. y R. Mahon. (1995). Reference points for fisheries management. Rome: FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. FAO. 83pp.
- Cairns, S.D. (1999). Species richness of recent Scleractini. *Atoll Research Bulletin 459*, 1-12pp.
- Caldeira Costa, H., M. Ribeiro Moura & R. Neves Feio. (2013). Taxonomic revision of Drymoluber Amaral, 1930 (Serpentes: Colubridae). *Zootaxa 3716 (3)*, 349-394pp.
- Calidris. (2002). Evaluación de los humedales de las deltas de los ríos san Juan y Baudó y ciénagas de Tumaradó, Perancho, La Honda y La Rica – Bajo Atrato-departamento del Chocó. Santiago de Cali, Colombia: 42pp.
- Campbell, D.E. (2000). Using energy systems theory to define, measure and interpret ecological integrity and ecosystem health. *Ecosystem Health 6(3)*, 191-204pp.
- Campos, C. (1987). Aspectos etnofisiológicos relacionados con la actividad de la caza de los indígenas Ticuna, San Martín de Amacayacu (Amazonas-Colombia). Bogotá, Colombia: Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias, Carrera de Biología.
- Cárdenas López, D. N. (2012). La madera un Combustible Milenario de los pueblos Amazónicos. *Revista Colombia Amazónica 5*, 43-57pp.
- Cárdenas López, D., N.L. Marín & N. Castaño. (2012). Plantas Alimenticias No Convencionales. *Revista Colombia Amazónica 5*, 59-81pp.
- Cárdenas O, Silva E, Morales L, Ortiz J. (2005). Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001. Bogotá: Biomédica. 25:170-80pp. Instituto Nacional de Salud.
- Cárdenas, D., Castaño, N. (2008). Flora de las formaciones rocosas de la serranía de La Lindosa. Bogotá, Colombia: SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- Cardona, M. A. (2001). Metodología para la estimación de la biomasa aérea y contenido de carbono en bosques. IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
- Carrillo, M. C. (2007). Acidobacteria phylum sequences in uranium-contaminated subsurface sediments greatly expand the known diversity. expand the known diversity within the phylum. *apple environ microbiol 73*, 3113-3116pp.
- Casas et al, L., K.E. Córdoba-Aragón, S. Asprilla-Murillo y Z.Mosquera. C. (2006). Composición y distribución del orden Ephemeroptera en los ríos Tutunendo y Catagadó. Quibdó, Chocó, Colombia: Asociación Colombiana de Limnología -Neolimnos, 1. 92-97pp.
- Casas, A. et al. (2008). Comunidad de ofidios diurnos presentes en Beté, Municipio del Medio Atrato. Chocó, Colombia: Trabajo de grado como requisito parcial para optar por el título de biólogo con énfasis en recursos naturales de la Universidad Tecnológica de Chocó “Diego Luis Córdoba”. 36 pp.
- Castaño C. et al. (2002). Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Bogotá, Colombia: Sistema de Información Ambiental de Colombia-SIAC.
- Castaño, O. G. (2004). Reptiles en el Choco Biogeográfico. En: RANGEL-CH. *Diversidad Biótica tomo IV*. Colombia: Editorial Guadalupe Ltda. 277-324pp.
- Castaño, O., G. Cárdenas, E. Hernández Y F. Castro. (2004). Diversidad Biótica tomo IV. Editorial Guadalupe Ltda. 277-324pp.
- Castillo, C. (1981). Citas Bibliografías de los Peces de los Principales Cuencas hidrográficas del Depto del Chocó. *Breve inventario Taxonómico de los Peces de Bajo San Juan*. Chocó, Colombia: Trabajo de Grado, Depto de Biología Universidad del Valle.
- Castro HF, C. A. (2010). Soil microbial community responses to multiple experimental climate change drivers. *Appl. Environ. Microbiol*, 76:999-1007pp.
- CCME – Canadian Council of Ministers of the Environment. (1999). *Canadian Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life*. Obtenido de <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html?chems=79,94&chapters=1,2,3,4,5>
- Chave, J. A. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145: 87-9pp.
- CHAVE, J. M.-L. (2006). Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. *Ecological Applications 16(6)*, 2356-2367pp.
- Chave, J. R.-M.-Y.-L. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. NOGUEIRA, E.M., ORTIZ-MALAVASSI, E., PÉLISSIER, R., PLOTON. *Global Change Biology 20(10)*, 3177-3190pp.
- Chen, C., I. Noble, J. Hellman, Murillo, M., Chawla, N. (2015). *University of Notre Dame Global Adaptation Index: Country Index Technical Report*. Obtenido de USA: University of Notre Dame: [http://index.nd-gain.org:8080/documents/nd-gain\\_technical\\_document\\_2015.pdf](http://index.nd-gain.org:8080/documents/nd-gain_technical_document_2015.pdf)
- Chevalier, P.O., E. Gutierrez, D. Ibarzabal, S. Romero, V. Isla, J. Calderin & E. Hernandez. (2008). First record of Pterois volitans (Pisces: Scorpaenidae) for Cuban waters. *Solenodon 7*, 37-40pp.
- Chu H, F. N. (2010). Soil bacterial diversity in the Arctic is not fundamentally different from that found in other biomes. *Chu H, F. N. (2010). Chu H, Fierer N, Lauber C Soil bacterial diversity in the Arctic is not fundamentally different Environ Microbiol 12(11)*, 2998-3006pp.
- CITES. (2010). Appendices I, II, III, to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. *CITES Parties at the Ninth Conference of the Parties. U.S. Fish and Wildlife Service*, [wep page](http://www.fws.gov/cites/).
- Cochrane, K.L. (2005). Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. Roma: FAO Documento Técnico de Pesca. No. 424. FAO. 231pp.
- CODECHOCÓ - Corporación autónoma regional para el desarrollo sostenible del Chocó. (2008). *Informe técnico sobre la actividad minera en el municipio de Rio Quito*. Choco.
- CODECHOCÓ - Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó. (2010). *Informe final: Diversidad de aves migratorias y residentes presentes en tres municipios de Bosque Pluvial Tropical (bp-t) en el departamento del Chocó*. Quibdó: 43pp.
- CODECHOCÓ, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ, INCODER. (2010). Plan de manejo y conservación de las especies de peces de importancia socioeconómica en la cuenca media y baja del Atrato. Chocó, Colombia: 122pp.
- Coles, S.L., F.L.M. Kandel, P.A. Reath, K. Longenecker & L.G. Eldredge. (2006). Rapid assessment of non-indigenous marine species on coral reefs in the main Hawaiian Islands. *Pacific Science 60*, 483-507pp.
- Collins, J. P. (2003). Global amphibian



- declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9, 89–98pp.
- COM, R. d. (2008). *Impactos sobre la explotación minera en Rio Quito*. Chocó.
- Condit, R. (1998). *Tropical forest census plots*. Berlin.: Springer-Verlag Berlin.
- Condit, R. H. (1996). Changes in tree species abundance in a Neotropical forest: impact of climate change. *Journal of Tropical Ecology* 12, 231-256pp.
- CONPES 3680. (2010). Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 74 pp.
- Córdoba, K., L. Casas, Z. Mosquera-Murillo & S. Asprilla. (2007). Composición y variación temporal del orden Ephemeroptera (Insecta) en los ríos Tutunendo y Catugado. Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, Vol. 19. 34-41pp.
- Córdoba-Murueta, J.H., M. de J. Acosta-Ruiz y D. Voltolina-Lobina. (1994). Primer registro de *Panaeus monodon* (Fabricius, 1798) en las costas de Sinaloa, México. *Rev. Invest. Científica* 5(1), 31-32pp.
- Corredor, P. (2000). Estructura de la comunidad edáfica del género *Streptomyces* en bosques relictuales y agroecosistemas del Quindío (Andes Colombianos). Quindío: Tesis de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- Costa-Neto, E. & E. (2006). Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 423-442pp.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. D. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon y J. Paruelo. (1998). The value of the world's ecosystem services and natural capital.
- Cräutlein, M. K. (2011). *DNA barcoding: a tool for improved taxon identification and detection of species diversity*. Obtenido de Biodiversity and Conservation, 20(2), 373–389pp: <http://doi.org/10.1007/s10531-010-9964-0>.
- Crawford, C.R., P. Steele, A.L. McMillen-Jackson y T.M. Bert. (2011). Effectiveness of bycatch-reduction devices in roller-frame trawls used in the Florida shrimp fishery. *Fisheries Research*. 108(2-3): 248-257pp.
- Crump, M. (1971). Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* (3), 1-62pp.
- Crump, M. L. (1974). Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Kansas: University of Kansas, Museum of Natural History. Miscellaneous Publications*, 61, 1-68pp.
- Cruz, D. (2011). Cambio cultural, economía e instituciones. *Análisis de la sostenibilidad de la actividad de cacería en la comunidad de La Ceiba, río Inirida*. Guainía, Colombia: Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y rurales, Carrera Ecología.
- D. Redecker, A. S. (2013). An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). *Mycorrhiza* 23 (7), 515-531pp.
- Dancé et al. (1984). Algunas características dasonómicas en los diferentes estadios del bosque secundario. *Revista Forestal del Perú* 12(1-2), 1-15pp.
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (30 de Junio de 2008). *Proyecciones de población 2006-2010*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/>
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2011). *Estimaciones 2000-2005 y proyecciones 2005-2010*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co>
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2017). *Información Estadística. Codificación de la División Político-Administrativa de Colombia (Divipola)*. Obtenido de Codificación Municipios y Centros Poblados: <https://www.dane.gov.co/index.php/sistema-estadistico-nacional-sen/normas-y-estandares/nomenclaturas-y-clasificaciones/nomenclaturas/codificacion-de-la-division-politico-administrativa-de-colombia-divipola>
- David, A. M.-O.-A.-A.-A. (2013). *Informe técnico. Aplicación de una metodología para la Valoración Integral de la Biodiversidad y de los Servicios Ecosistémicos: Proyecto piloto en la Cuenca Media-Alta del Río Otún (Risaralda)*. Bogotá: MADs - Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, IAvH - Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Davis, J.L., D.L. Childers y D.N. Kuhn. (1999). *Thalassia testudinum* meadow: molecular genetic assessment of population structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 186: 127-136pp.
- Dawes, C. (1986). *Botánica marina*. México: Editorial Limusa. 563pp.
- De la Hoz, N. (1998). *Caracterización de los patrones de cacería en la comunidad Aduche y el asentamiento de Puerto Santander-Araracuara, Medio Caquetá, Amazonia colombiana*. Bogotá: Trabajo de grado para optar al título de Bióloga, Pontificia Universidad Javeriana.
- De la Montaña, E. (2013). Cacería de subsistencia de distintos grupos indígenas de la Amazonia Ecuatoriana. *Ecosistemas*, 22 (2), 84-96pp.
- De la Peña A., C. Rojas y M. De la Peña. (2010). Valoración económica de manglar por el almacenamiento de carbono, Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clío América*. Universidad del Magdalena. Año 4 N° 7: 133-150pp.
- De Martonne, E. (1923). Aridité indices d'aridité. *Académie des Sciences. Comptes Rendus* 182(23), 1935-1938.
- De Poorter, M. D. (2009). Amenaza marina, especies exóticas invasoras en el entorno marino. *UICN*, 30pp.
- De Sá, R. O, Grant, T., Camargo, A., Heyer, W. R., Ponsa, M. L & E. Stanley. (2014). Systematics of the Neotropical Genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): Phylogeny, the Relevance of Non-molecular Evidence, and Species Accounts. *South American Journal of Herpetology*, 9:S1-S100.
- De Souza-Mazurek, R. T. (2000). Subsistence hunting among the Waimiri Atroari Indians in central Amazonia. Brazil. *Biodiversity & Conservation*, 9 (5), 579–596pp.
- Defler, T., & Palacios, P. A. (2002). Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial. Bogotá. *Imani. Universidad Nacional*.
- De-Oliveira, A. a. (2008). What we must do – an exotic invasive species in paradise. *Revista Biotemas* 21.
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Secretaría ejecutiva para asuntos económicos y sociales, OEA - Organización de Estados Americanos. (1993). *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integral*. Obtenido de <http://WWW.oas.org/usde/publications/Unit/oea65s/ch19.htm>.
- Devaney, D. & L. Eldredge. (1977). Protozoa through Ctenophora. *D. y Devaney, Reef and Shore Fauna of Hawaii Section 1*, 64pp.
- Díaz, J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F. A. Zapata y S. Zea. (2000). Áreas coralinas de Colombia. Santa Marta, Colombia: Serie de Publicaciones Especiales del Invenmar No. 5, 176pp.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios y D.I. Gómez-López. (2003). Praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. *INVERMAR, Serie Publicaciones Especiales N° 10*. 160pp.
- Díaz-Cárdenas, C., Cardona, G., Cárdenas L., D & Peña-Venegas, C.P. (2012). Composición de las comunidades bacterianas de suelos de bosques húmedos tropic. *Revista Colombia Amazonica* 5. *SINCHI - Instituto Amazonico de Investigaciones Científicas*, 73-77pp.
- DNP - Departamento Nacional de Planeación. (2007). 2019 Visión Colombia II Centenario. Aprovechar el territorio marino Costero en forma eficiente y sostenible. *DIMAR - Dirección Nacional Marítima, DNP - Departamento Nacional Planeación*, 101pp.
- DNP - Departamento Nacional de Planeación. (07 de 05 de 2017). *Estudios de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental en Colombia*. Recuperado el 14 de 11 de 2017, de Departamento Nacional de Planeación: [https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradaci%C3%B3n-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones-.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradaci%C3%B3n-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones-.aspx)
- Dominguez y Fernández, H. R. (2001). Guía para la determinación de los artrópodos sudamericanos. Argentina: Editorial Universidad de Tucumán.
- Doody, P. M. Ferreira, S. Lombardo, I. Lucios, R. Misdorp, H. Niesing, A. Salman, M. Smallegange, J. Serra, E. Roca, P. Fernández, C. Pérez. (2005). *Vivir con la erosión costera en Europa. Comisión Europea. Países Bajos*. Países Bajos, Países Bajos: Comisión Europea. 40 pp.
- Duellman, W. & R. TRUE. (1986). Anuran amphibians from a tropical dry forest in southeastern Peru and comparisons of the anurans among sites in the upper Amazon Basin. *Occasional Papers of the Museum of Natural History: University of Kansas* (180), 1-34pp.
- Duellman, W. E. (1985). Duellman, W. E. (1985.). Reproductive modes in anuran amphibians. *phylogenetic significance of adaptive strategies. S Afr J Sci* 81, 174–178pp.
- Duellman, W. E. (1978). The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Kansas. Miscellaneous Publications, Museum of Natural History, University of Kansas*, 65, 1-352pp.
- Duellman, W. E. (1986). Reproductive strategies. En W. E. Duellman. *Baltimore-London: Biology of Amphibians. Baltimore-London: The John Hopkins University Press*, 13-50pp.
- Dupuis, L. A. SMITH, J. & BUNNELL F. (1994). Relation of terrestrial-breeding amphibian abundance to tree-stand age. *Conservation Biology* (9), 645-653pp.
- El Tiempo. (Abril de 2006). Presencia del camarón gigante *Panaeus monodon* en Cartagena. *El Tiempo*.
- Emerson, S. et al. (2008). Chemical oceanography and the marine carbon cycle. *Cambridge University Press. Nueva York*, 453pp.
- Emmons I. y F. FeerL. (1999). Mamíferos de los Bosques Húmedos de Américo Tropical. Una Guía de Campo. Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.: Edición en Español. 298 pp.
- EPA – Environmental Protection Agency of US. (2012). Quantifying Coral Reef Ecosystem Services. Washington D. C. 147pp: EPA/A/600/R-11/206.
- EPA – Environmental Protection Agency of US. (2015). National Recommended Water Quality Criteria. U.S. Washington: 401 M. 26pp.
- Escobar - Sánchez, O. (2010). Bioacumulación y biomagnificación de mercurio y selenio en peces pelágicos mayores de la costa occidental de baja california sur.

- Mexico: Tesis doctoral en ciencias marinas. Instituto politécnico nacional centro interdisciplinario de ciencias marina.
- Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Santiago de Chile: Ed Publicación de las Naciones Unidas. CEPAL, 68pp.
- Eslava, J. (1994). Climatología del Pacífico colombiano. *Academia colombiana de ciencias geofísicas. ACCG. Colección Eratóstenes*, Bogotá. 79pp.
- Evans, E.C.I., N.L. Buske, J.G. Grovhoug, E.B. Guinther, P.L. Jokiel, D.T. O Kam, E.A. Kay, T.J. Peeling & S.V. Smith. (1974). Pearl Harbor biological survey - Final Report, Rep. No. NUC TN 1128. San Diego: Naval Undersea Center (NUC).
- Fabricius, K.E. (2005). Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50, 125-146pp.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2000). Indicadores para el desarrollo sostenible de la pesca de captura marina. *Orientaciones técnicas para la pesca responsable, No.8. Roma. 68pp.*
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Las amenazas para los bosques. *Unasylva - No. 217 - Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, Vol. 55 2004/2.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). Global Forest Resources Assessment 2015. *¿How are the world's forests changing?*. Second Edition. SBN 978-92-5-109283-5. First published, 2015.
- Fernández, H. R. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos sudamericanos*. Argentina: Editorial Universidad de Tucumán.
- Fernández, N. y Solano F. (2005). Índices de calidad y de contaminación del agua. Pamplona: Universidad de Pamplona. 43 – 53pp.
- Feyer et al. F., M. L. Nobriga & T. R. Sommer. (2007). Multidecadal trends for three declining fish species: habitat patterns and mechanisms in the San Francisco estuary, California, USA. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Science*, 64: 723-734 (doi:10.1139/F07).
- Fierer N., M. J. (2007). Environmental controls on the landscape-scale biogeography of stream bacterial communities. *Ecol.* 88, 2162-2173pp.
- Fierer N., B. M. (2007). Toward and ecological classification of soil bacteria. *Ecol.* 88, 1354-1364pp.
- forest., T. e. (1992). The empty forest. *BioScience*, 42 (6). *BioScience*, 42 (6), 412-422.
- Forney, J. (1971). Development of dominant year classes in a yellow perch population. *Trans Am, fish.*
- Francou, B. & Pizarro, L. (1985). *El Niño y la Sequía en los Altos Andes Centrales (Perú y Bolivia)*. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Francou, B., & Pouyaud, B. (2004). Métodos de observación de glaciares en los Andes Tropicales: Mediciones de terreno y procesamiento de datos. París, Francia: Publicaciones GREAT ICE IRD, IRD.
- Francou, B., Ribstein, P., Sémiond, H., Porticarrero, C. & Rodríguez, A. (1995). Balances de glaciares y clima en Bolivia y Perú: Impacto de los eventos ENSO. 24 (3).661-670pp. París, Francia: Bulletin de l'Institut français d'études andines.
- Frézal, L. et al. (2008). *Four years of DNA barcoding: current advances and prospects*. Obtenido de Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases: <http://doi.org/10.1016/j.mee>
- Galeano, E., D. I. Gómez, R. Navas, D. Alonso, E. Zarza- González, M. Cano-Correa, V. Ward Bolivar, L. S. Posada-Osorio, N. Bolaños, L. F. Payan y C. Aponte. (2016). *Reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos en Colombia (2014-2015). Proyecto COL75241, PIMS # 3997, Diseño e implementación de un Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) en Colombia*. Invemar, MADS, GEF y PNUD. Obtenido de Serie de publicaciones Generales del Invemar # 86, 44pp: [http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/monitoreo\\_arrecifes\\_2014-2015\\_baja.pdf](http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/monitoreo_arrecifes_2014-2015_baja.pdf).
- Garcés-Ordóñez, O., E. Arteaga, P. Obando, L.J. Vivas-aguas, L. Espinosa, M. González, C. Giraldo y C. Ricaurte. (2016). *Atención a eventuales emergencias ambientales en la zona marino-costera del departamento del Magdalena*. Santa Marta: Convenio CORPAMAG-INVEMAR No. 14 de 2014. codifio: PRY-CAM-011-14. 79pp.
- Garcés-Ordóñez, O., L.J. Vivas-Aguas, M. Martínez, T. Córdoba, A. Contreras, P. Obando, Y. Moreno, J. Muñoz, Y. Nieto, M. Ríos, J. Sánchez y D. Sánchez. (2016). Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras del Caribe y Pacífico colombianos. *Serie de Publicaciones Periodico INVEMAR N°4. Red de vigilancia para conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM) Informe Técnico 2015. INVEMAR, MADS y CAR Costeras*, 377pp.
- García, F. C. (2012). Distribución vertical de temperatura y salinidad en el área costera de Santa Marta. *Dyna* 171, 232-238pp.
- García, H. (1996). Que es el análisis estadístico multivariado. Sigma, ISSN-e 2027-064X, Vol. 7. 33-40pp.
- Garrity, G. M. (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Obtenido de Obtenido de 2nd ed., vol. 2. The Proteobacteria, part C. : <http://coo.fieldofscie>
- Garzón-Ferreira, J., M.C. Reyes-Nivia y A. Rodríguez-Ramírez. (2002). *Manual de métodos del SI-MAC-Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia*. Invemar. Santa Marta, Colombia. 102pp.
- Gentry, A. (1993). Riqueza de especies y composición florística de la comunidad de plantas de la región del Chocó.
- Gibbons, J. W. D. E. Scott, T. J. Ryan, K. A. Buhlmann, T. D. Tuberville, B. S. Metts, J. L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy & C. T. Winne. (2000). The global decline of reptiles, deja vu amphibians. *Bioscience* 50, 653-666pp.
- Gibbs, H. B. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letters* 2, 045023.
- Giraldo H., R., J. Martinez, L. Hurtado, S. Zea y E. Madera. (1995). *Análisis de clasificación de series temporales: el caso de salinidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Santa Marta: Boletín de investigaciones marinas y costeras, 24 (1): 123-134pp.
- Gómez-Lemos y Campos, L. (2008). Presencia de Penaeus monodon Fabricius, 1798 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) en aguas de La Guajira colombiana. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 37(2), 221-225pp.
- Gómez-López, D. I., S. M. Navarrete Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, L. Muñoz-Escobar y E. Galeano. (2014). *Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICTPM)*. Obtenido de Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 68, Santa Marta. 36 pp: [http://cinto.invemar.org.co/al-fresco/d/d/workspace/SpacesS-tore/1be5c583-14a6-4322-84ea-ff-820588d67c/0068-Pr otocoloIndicadorCondicionTendenciaPraderadePastosMarinosICTPM.pdf?ticket=TIK-ET\\_fc4d769d440185af-d83eaa4085b0f2f61f536cb1](http://cinto.invemar.org.co/al-fresco/d/d/workspace/SpacesS-tore/1be5c583-14a6-4322-84ea-ff-820588d67c/0068-Pr otocoloIndicadorCondicionTendenciaPraderadePastosMarinosICTPM.pdf?ticket=TIK-ET_fc4d769d440185af-d83eaa4085b0f2f61f536cb1)
- González, C. (2012). Biodiversidad y cambio climático. Biodiversidad, conservación y desarrollo. Bogotá: editado por J.A. Sánchez y S. Madriñán. Ediciones Uniandinas. 468pp.
- González, J. T. (2010). Investigación participativa sobre la actividad de cacería de subsistencia. En: Cabalzar, A. (Ed.). Manejo do mundo: Conhecimentos e práticas dos povos indígenas do Rio negro, Noroeste Amazônico. *ISA- Instituto SocioAmbiental y FOIRN*.
- González, J., Grijalba-Bendeck, M., Acero, A. y Betancur, R. (2009). The invasive red lionfish Pterois volitans (Linnaeus, 1758), in the Southwestern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4(3): 507-510pp.
- Gracia, A. J.-M.-A. (2011). Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, . *Serie de Publicaciones Especiales No. 23. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia*, 136p.
- Gregory, T. R. (2005). DNA barcoding does not compete with taxonomy. . *Nature*, 434, 1067.
- Guerrero G, P. H.-S. (2004). Evolutionary, structural and function all relationships revealed by comparative analysis of syntenic genes in Rhizobiales. *BMC Evol Biol* 5(1), 55-59. .
- Guerrero G, P. H.-S. (2004). Evolutionary, structural and function all relationships revealed by comparative analysis of syntenic genes in Rhizobiales. . *BMC Evol Biol* 5(1), 55-59.
- Guerrero, K. &. (2008). First record of the Indo-Pacific red lionfish Pterois volitans (Linnaeus, 1758) for the Dominican Republic. *Aquatic Invasions* 3: , 255-256.
- Gutierrez – Hernandez, A. (2003). Analisis limnologico e ictiofaunístico del embalse Zimapa Querétaro Hidalgo. . Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Queretaro.
- Gutiérrez – Rey, F. L.–M.-C. (2004). Perfiles urbanos en la Amazonia Colombiana: un enfoque para el desarrollo sostenible. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, p. 260.
- Gutiérrez Bonilla, F. d. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. *propuestas de lineamientos para el control de los impactos*. . Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 156p.
- Gutiérrez, A. (2010). Evaluación del impacto de una especie de octocoral invasora (Carijoa riisei) en el Pacífico Oriental Tropical. . Bogotá, Colombia.: Universidad de los Andes.
- Gutiérrez, B. F.-L. (2011). Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Atrato. Capítulo 3. Pp. 103-118. *En: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez-Gil y R. E. Ajiaco-Martínez (Editores). II. Pesquerías continentales de Colombia: Bogotá D. C., Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. .*
- Gutiérrez, S. (2012). El invasor del Pacífico. . *Hipótesis* 12, 6-7.
- Guzmán, J. (2005). Actividad de cacería y percepciones de la fauna en la comunidad de Punta Pava, Reserva Nacional Natural Puinawai, Guainía, Colombia. . *Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo*. . Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología.

- Haddad, C. F. (2005). Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *BioScience*, 55, 207-217.
- Haeberli, W., Hoelzle, M., Käab, A., Keller, F., Vonder Mühl, D. and Wagner, S. (1998). Ten years after drilling through the permafrost of the active rock glacier Murtèl, Eastern Swiss Alps. (págs. 403 – 410 pp). Proceedings of 7th International Conference on Permafrost.
- Haggarty, D. y. (2006). CPUE as an index of relative abundance for near-shore reef fishes. *Fisheries Research*. 81: 89-93.
- Halfiter, G. (1992). La diversidad biológica de Iberoamérica I. *Instituto de ecología, A.C. Secretaria de desarrollo social*. México D. F., México: Acta Zoológica Mexicana (n.s.).
- Hallegraeff G.M., D.M. Anderson y A.D. Cembella (Ed.). (2004). *Manual on harmful marine microalgae. Monographs on Oceanographic Methodology*. Paris: UNESCO Publishing. 793pp.
- Hallegraeff G.M., S.I. Blackburn, C.J. Bolch y R.J. Lewis. (2001). Harmful algae bloom 2000. *Proceedings of the Ninth International Conference on Harmful Algae Blooms*. Hobart, Australia: UNESCO. 518pp.
- Harshbarger, J. C. M. J. Coffey & M. Y. Young. (2000). Intersexes in Mississippi River shovelnose sturgeon sampled below Saint Louis, Missouri, USA. *Marine Environment Restoration* 50, 247-250 (doi:10.1016/S0141-1136(00)00055-6).
- Hart Robert D. (1985). Conceptos básicos sobre ecosistemas. Turrialba CR: Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza – CATIE.
- Heinrichs J, H. J. (2007). Evolution of leafy liverworts (Jungermanniidae, Marchantiophyta). *estimating divergence times from chloroplast DNA sequences using penalized likelihood with integrated fossil evidence*. Taxon 56: 31-4.
- Hemminga, M. A., y C.M. Duarte. (2000). *Seagrass ecology*. Cambridge University Press.
- Herazo, D. A. (2006). Análisis de la composición y abundancia de la ictiofauna presente en la pesca del camarón rosado (*Penaeus notialis*) en el golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1): 46-61.
- Herlemann, D. G. (2007). The Termite Group I phylum highly diverse and widespread in the environment. *Appl. Environ. Microbiol.* 73 (20), 6682-6685. doi:10.1128/AEM.00712-07. PMC 2075069. PMID 17704269.
- Hernández et al., R. O. (2001). Caracterización preliminar de la comunidad de reptiles en un sector de la Serranía del Perijá. *Caldasia* 23(2), 475-489.
- Hero, J. M. (1990). An illustrated key to tadpoles occurring in Central Amazon rainforest, Manaus. *Amazonas-Brasil: Amazoniana* 11(2), 201-262.
- Heyer et al., W. M. (1994). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. *Smithsonian Institution Press, Washington D.C.*, 364 PP.
- Heyer W.R. (1998). The relationships of *Leptodactylus diadema* (Anura, Leptodactylidae). *Alytes* 16, 1-24.
- Higgins, A., J.C. Restrepo, J.C. Ortiz, J. Pierini y L. Otero. (2016). Suspended sediment transport in the Magdalena River (Colombia, South America): Hydrologic regime, rating parameters and effective discharge variability. *International Journal of Sediment Research*. Vol. 31, No. 1, 25-35pp.
- Hiraishi A & Ueda Y. (1994). *Rhodoplanes* gen. nov., a new genus of phototrophic bacteria including *Rhodopseudomonas rosea* as *Rhodoplanes roseus* comb. nov. and *Rhodoplanes elegans* sp. nov. a new g. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 665-673.199.
- Hödl, W. (1990). Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte der Zoologie*, 38, 41-60.
- Hoegh-Guldberg, O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine Freshwater Research*. 50, 839-66.
- Holdridge, L. G. (1971). Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study. *Pergamon Press, Oxford*.
- Hose, G. G. (2005). Spatial and rainfall related patterns of bacterial contamination in Sydney Harbour estuary. 349-358.
- Hoy Diario del Magdalena. (27 de Agosto de 2008). Pescaron camarón gigante en Ciénaga.
- HRI-Healthy Reefs Initiative. (2012). *Reporte de la salud ecológica del Arrecife Mesoamericano. Quintana Roo*. Obtenido de www.healthyreefs.org.
- I. M. Cardoso, T. W. (2006). Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Ecosystems and Environment* 116, 72-84.
- IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2014). *La biodiversidad y los servicios ecosistémicos*. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de En Colombia: <http://www.humboldt.org.co/es/biodiversidad/que-es-la-biodiversidad>
- IAVH, IDEAM, IIAP, INVEMAR y SINCHI. (2011). Informe del Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2010. Bogotá D.C. 384 pp.
- IAvH. (2012). Mapa de Unidades Bióticas de Colombia. Bogotá.
- Ibañez et al., R. A. (1999). The Amphibians of Barro Colorado nature monument soberania national park and adjacent areas I Ed panama. *editorial mirrachi & publish*, 192p.
- Ibarra K.P., M.C. Gómez, E.A. Vilorio, E. Arteaga, I. Cuadrado, M.F. Martínez, Y. Nieto, J. A. Rodríguez, L.V. Licero, L.V. Perdomo, S. Chávez, J.A. Romero y M. Rueda. (2014). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Santa Marta: INVE-MAR. Informe Técnico Final 2014. 140pp.+ anexos.
- Ibarra, K.P., M.C. Gómez, E.A. Vilorio, E. Arteaga, M. Quintero, I. Cuadrado, J.A. Rodríguez, L. Licero, L.V. Perdomo y M. Rueda. (2014). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Santa Marta: INVEMAR. Informe Técnico Final 2013. 160pp.+ anexos.
- Ibarra-Gutiérrez, K.P., T.L. Córdoba-Mesa, E. Arteaga-Sogamoso, A.J. Contreras-Guerrero y Nieto-Gil. (2016). *Componente calidad de aguas y sedimentos*. pp 1-57. Santa Marta: Informe Técnico Final 2015, Volumen 14. 181pp.+ anexos.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá.
- IDEAM - Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). Sistema Nacional de Información Forestal - SNIF. Bogotá.
- IDEAM - Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2012). Información hidrológica en 26 estaciones ubicadas en los litorales Pacífico y Caribe colombiano. *Series históricas a escala mensual. Formato digital*. Bogotá, Colombia.
- IDEAM - Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). Actualización indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia: Años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas. *IDEAM-METE/001-2012*. Bogotá, Colombia.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2013). Análisis de las Dinámicas de Cambio de las Coberturas de la Tierra en Colombia. *escala 1:100.000, periodos 2000-2002 y 2005-2009*.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Atlas de Radiación*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2001). Los glaciares colombianos, expresión del cambio climático global. Bogotá D. C., Colombia: 19pp.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2013). Mapa de clima de Colombia clasificación Caldas Land. *Serie de datos 1981 - 2010*. Bogotá.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). *Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. Bogotá.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Actualización del componente meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico. Bogotá: 134pp.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Galindo G., Espejo O. J., Rubiano J. C., Vergara L. K., Cabrera E. *Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0.*, 52pp. Bogotá, D.C., Colombia.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Mapa de coberturas de la tierra del territorio colombiano (periodo 2010-2012). Colombia: IDEAM.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2016). Anuario Climatológico año 2015. Bogotá: 365pp.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2016). *El niño continúa en su fase de mayor intensidad*. Recuperado el 05 de 02 de 2016, de <http://www.ideam.gov.co/> 25/
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Anomalías de temperatura: Mapas 2016*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/anomalia-de-temperatura-media-por-ano>
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011 - 2100. Herramientas científicas para la toma de decisiones - Enfoque Nacional - Departamental*. Bogotá D.C., Colombia: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Anomalías de temperatura: Mapas 2016*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/anomalia-de-temperatura-media-por-ano>

rología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería. (2016). *Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero - Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería, FMAM.

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, PNUD - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, DNP - Departamento Nacional de Planeación, Cancillería. (2017). *Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería, FMAM.

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Atlas de Viento*. Obtenido de Visor: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>

IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

IDEAM. (2010). Mapa de susceptibilidad general del terreno a los deslizamientos de tierra a nivel nacional. Bogotá.

IDEAM. (2013c). Estado de la Biodiversidad, de los ecosistemas continentales, marinos, costeros y avances en el conocimiento. *Informe del Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2011*. Bogotá, Colombia: Tomo 2. Bogotá.

IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2012). *Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo*. Bogotá, Colombia: 344 pp.

IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá D.C.: 496pp.

IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Indicadores ambientales. Ecosistemas (recursos forestales)*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas-recursos-forestales>.

IDEAM, I. (2016). *El niño continúa en su fase de mayor intensidad*. Recuperado el 05 de 02 de 2016, de IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2016. El niño continúa en su fase de mayor intensidad. <http://www.ideam.gov.co/25/02/2016>.

IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI y IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá, D. C.: 276pp + 37 anexos.

IDEAM, IGAC, SINCHI, IAvH, UAESPNN Y CORMAGDALENA. (2010). Capa Nacional de Cobertura de la Tierra Línea Base (2000-2002): Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000, V2.0. Bogotá, Colombia.

IDEAM, MADS, IGAC, IIAP, SINCHI, PNN y WWF. (2012). Capa Nacional de Cobertura de la Tierra (periodo 2005-2009): Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000, V1.0. Bogotá, D.C., Colombia.

IDEAM, MADS, UDCA. (2015). Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia- 2015. *IDEAM.Publicación aprobada por el IDEAM*. Bogotá D.C., Colombia., 188 pp: ISBN: 978-958-8067-78-0 - Distribución gratuita.

IDEAM, SINCHI, IGAC, PNN y MADS. (2015). Capa Nacional de Cobertura de la Tierra (periodo 2010-2012): Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000, V 1.0. Bogotá, D.C., Colombia.

IDEAM, UDCA. (2015 de diciembre de 2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión. *IDEAM - MADS - U.D.C.A, Bogotá D.C., Colombia., 170 págs. Versión 2. Publicación aprobada por el IDEAM*. Bogotá D.C., Colombia.: ISBN:978-958-8067-71-1 Distribución Gratuita.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann . (2007). Fortalecimiento de Procesos de Investigación y Ordenamiento e Impulsar Dinámicas Productivas Sostenibles con Participación Comunitaria en el Marco de la Agenda 21. Equipo Técnico IIAP. Equipo Grupo GATT.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann . (2012). Estado de los ecosistemas y de la biodiversidad del Choco Biogeográfico. Bogotá: IIAP.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2007). Estaciones Ambientales del IIAP: Antecedentes, Actualidades y Proyecciones. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2010). *Caracterización ecológica de una zona de alta montaña (Litoral del San Juan) como herramienta de proyección para el establecimiento de una figura de conservación en el Chocó Biogeográfico*. 194pp. Obtenido de <http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/cepduende.pdf>

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2012). *Caracterización ambiental del complejo cenagoso La Larga, Tagachi, Chocó*. Obtenido de [http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/caracterizacion\\_ambiental\\_del\\_complejo\\_cenagoso\\_la\\_larga\\_tagachi.pdf](http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/caracterizacion_ambiental_del_complejo_cenagoso_la_larga_tagachi.pdf)

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von

Neumann. (2012). *Caracterización ecológica del páramo de Tatamá. Informe final*. 109pp. Obtenido de <http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/ceptatama.pdf>

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2012). *Valoración integral de bienes y servicios que presentan los ecosistemas de alta montaña paramo Tataamá*. Quibdó-Chocó: 59 pp.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2013). *Caracterización ecológica del complejo cenagoso La Honda, Tanguí - Medio Atrato, Chocó*. Obtenido de <http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/ceptangui.pdf>

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2013). *Caracterización ecológica del humedal costero Obregón, en territorio de comunidades negras de Guapi-Cauca*. Obtenido de <http://siatpc.iiap.org.co/docs/a>

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2013). Evaluación de calidad de una fuente hídrica disturbada por la actividad minera utilizando indicadores biológicos. (Macroinvertebrados acuáticos y peces). Quebrada el Atajo. Guapi, Cauca.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2015). *Caracterización ambiental y diagnóstico de la afectación minera en el río Acaniseco, municipio de Acaandí - Chocó*. Quibdó, Chocó: Informe final. 112 pp.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2015). *Caracterización ecológica del complejo cenagoso Montaña, Carmen de Darién, Bajo Atrato*. Informe final, Quibdó.94 pp.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von

Neumann. (2016). *Calidad ecológica y contaminación mercurial en el río Neguá, municipio de Quibdó*. Quibdó: Informe final. 117 pp.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2016). Calidad físico-química y ecológica de la quebrada Doña Josefa como análisis de las perturbaciones generadas por la minería y otras actividades antrópicas. *Informe Final*. Quibdó, Chocó: IIAP .

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2016). *Caracterización ecológica de la ciénaga el Guineo, río Salaquí-Cuneca Baja de Atrato*. Quibdó: Informe final. 107 pp.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2017). *IIAP*. Obtenido de ¿Quiénes somos?: <http://iiap.org.co/es/entidad/nosotros>

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (2017). *Proyecto "Fortalecimiento de Procesos de Investigación y Ordenamiento e Impulsar Dinámicas Productivas Sostenibles con Participación Comunitaria en el Marco de la Agenda 21*. Chocó.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann. (S.F). Implementación del plan de manejo ambiental parcial de recuperación y conservación de la cuenca hidrográfica del río cabi. fase I. *Plan de monitoreo y suspensión de minería mecanizada año 2009*.

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann, MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Inventario, priorización y caracterización de las ciénagas del municipio del Medio Atrato -Chocó*. Obtenido de <http://siatpc.iiap.org.co/docs/avances/ipccienagabete.pdf>

IIAP - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von

tales del Pacífico John Von Neumann, CODECHOCÓ, MAVDT - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial . (2008). Inventario, priorización y caracterización de las ciénagas del Medio Atrato-Chocó: capítulo fauna (Anfibios). Chocó, Colombia.

IIAP, I. d. (2011). Valoración integrar de los ecosistemas cenagosos del municipio del medio Atrato Choco-caso Ciénaga grande de Bete. 46 p.

Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Mexico: 212pp.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2005). Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá D.C.: ISBN: 958-8067-14-6.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (25 de Octubre de 2017). *Indicadores IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/agua>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2017). *Anomalías de Precipitación: Mapas 2016*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/anomalia-de-la-precipitacion-mensual-por-ano>.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP. (2005). Documento Agenda Pacifico 21. IIAP.

Instituto Nacional de Vías y Universidad Tecnológica del Chocó. (2009). Estudios y análisis para la investigación de la factibilidad técnica, socio-económica y ambiental del corredor Atrato-San Juan. *Informe final*. 200 pp.

Instituto SINCHI, &. P. (2016). Mapa de ecosistemas de la Amazonia colombiana del año 2012, . *segunda versión. Convenio Instituto SINCHI - Parques Nacionales*

Naturales. Bogotá, D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2011). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2010*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 322pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2012). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2011*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. 203pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2013). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2012*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. 169pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2013). *Sistema de Soporte de Decisiones para el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas*. Recuperado el 16 de 02 de 2016, de <http://gis.invemar.org.co/ssdsamp>.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2014). *Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país. Código: ACT-BEM-001-014. Informe técnico final*. Santa Marta: Convenio MADS-INVEMAR No. 190.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2014). *Evolución reciente de la línea de costa entre isla de Salamanca y el Parque Nacional Natural Tayrona (departamento del Magdalena)*. Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 82pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2014). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2013*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. 192pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2015). *Concepto técnico sobre la mortalidad de peces en el sector Pajarral, Ciénaga Grande de Santa Marta, Magdalena, en julio de 2015*. Santa Marta, Magdalena, Colombia: CPT-CAM-015-15. Santa Marta. 11p.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2015). *Concepto técnico sobre mortalidad de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta (sector Caño Grande - Pajarales) ocurrida en noviembre de 2015*. Santa Marta, Magdalena, Colombia: CPT-CAM-022-15.13pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2015). *Concepto técnico sobre vertimiento de aguas residuales al río Manzanares y la bahía de Santa Marta*. Santa Marta. 14pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2015). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2014*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. 176pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2016). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2015*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. 200pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2016). *Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Base de datos de la Red de vig-*

*ilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – RED-CAM*. Recuperado el 18 de 05 de 2016, de <http://www.invemar.org.co/siam/redcam>.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *A cerca de INVEMAR*. Obtenido de Colombia 50% mar: <http://www.invemar.org.co/web/guest/50-mar>

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos*. Garcés, O. y L. Espinosa (Eds.). *Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – RED-CAM: INVEMAR, MADS y CAR costeras. Informe técnico 2016*. Serie de Publicaciones Periódicas No. 4 (2017) del INVEMAR, Santa Marta. 260pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país*. Contrato PNUD. Informe técnico final. 256pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Evaluación de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta en el marco del Plan de Acción para la atención de la Calamidad Pública*. Santa Marta, Magdalena, Colombia: Informe Técnico Final. Convenio 131 de 2016 INVEMAR - CORPAMAG. PRY-CAM-017-16.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2016*. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. 200 pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *INVEMAR*. Obtenido de <http://www.invemar.org.co/web/guest/historia>

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Santa Marta, Magdalena, Colombia: Informe Técnico Final 2016, Volumen 15. Santa Marta 164pp. + Anexos.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Sistema de Información Ambiental Marina - Sistema de Soporte al Monitoreo de las Áreas Coralinas (Datos Monitoreo Áreas Coralinas): Indicadores*. Obtenido de "Indicador de Condición Tendencia Áreas Coralinas": <http://siam.invemar.org>

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2017). *Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Base de datos de la Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia - RED-CAM*. Recuperado el 16 de 01 de 2017, de Monitoreo RED-CAM aguas marinas. CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSU-CRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCÓ, CRC, CORPONARIÑO, INVEMAR, MADS: <http://www.invemar.org.co/siam/redcam>

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2015). *Aportes sedimentarios del río Sinú y su relación con los procesos costeros del departamento de Córdoba*. Santa Marta. 62pp: Informe técnico final. Actividad

GEO - BPIN INVEMAR.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Cardique - Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique. (2014). *Informe Técnico de Avance 001: Plan de ordenación y manejo integrado de la zona costera de la Unidad Ambiental Costera río Magdalena complejo Canal del Dique-Sistema Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta*. Bolívar. 95pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, CVS - Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge. (2015). *Monitoreo de la calidad de las aguas marinas y monitoreo de la erosión costera en el departamento de Córdoba*. 65pp.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, G. -G. (2013). *Vulnerabilidad por erosión costera en el departamento del Cauca – Pacífico*. Santa Marta. 70pp: Informe técnico final. Actividad GEO – BPIN INVEMAR.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2013). *Vulnerabilidad por erosión costera en las Islas de Providencia y Santa Catalina*. INVEMAR. 110pp: Informe final. Proyecto BPIN INVEMAR, Actividad GEO – Erosión costera.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2014). *Análisis de la dinámica litoral y poblacional en el caserío de La Barra, Buenaventura*. Santa Marta. 28pp: Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2014). *Dis-*

*persión de sedimentos mediante el estudio de la dinámica meteo-marina en el sector Isla-Salamanca – PNN Tayrona (departamento del Magdalena)*. Colombia. 60pp: Santa Marta D.T.C.H.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2014). *Erosión costera en la isla de San Andrés*. Santa Marta. 72pp: Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2014). *Evolución litoral reciente, amenaza y vulnerabilidad por erosión costera de la bocana de la bahía de Buenaventura (Valle del Cauca), Pacífico colombiano*. Santa Marta. 85pp: Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2014). *Evolución reciente de la línea de costa entre isla de Salamanca y el Parque Nacional Natural Tayrona (departamento del Magdalena)*. Colombia. 82pp: Santa Marta D.T.C.H.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2015). *Dinámica litoral y vulnerabilidad por amenazas naturales en el norte de Nariño (énfasis en erosión costera)*. Santa Marta. 111pp: Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR.

INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, GEO - Group Earth Observation. (2015). *Evolución reciente de la zona costera del Valle del Cauca, Santa Marta D.T.C.H., Colombia*. Santa Marta. 77pp: Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR.

- INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias-CDKN. (2012). Lineamientos para la adaptación al cambio climático de Cartagena de Indias. *Proyecto Integración de la adaptación Al Cambio Climático en la Planificación Territorial y Gestión Sectorial de Cartagena de Indias*. Cartagena: Editores: Rojas, G. X., Blanco y F Navarrete. Series de documentos especiales del Invemar N° 55.40.
- INVEMAR. Garcés-Ordóñez, O. L.-A. (2016). *Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 4. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia*. Santa Marta: Informe técnico 2015. INVEMAR, MADS y CAR costeras.
- INVIAS - Instituto Nacional de Vías, UTCH - Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba. (2012). *Investigación para la complementación de los estudios de factibilidad (fase II) para la navegabilidad del río Atrato*.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers*. Obtenido de [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- IPCC - Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2003). *Anexo B Glosario de términos En: Tercer informe de evaluación: rms-sp.pdf*. Recuperado el 2017, de síntesis. 173 – 199pp: Disponible En: <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- IPCC - Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2014). *Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Recuperado el 2017, de Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]: Ginebra, Suiza. 127-141pp. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf)
- IPCC. (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. *Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: Equipo de Redacción principal: Pachauri, R.K y Reisinger, A. Directores de Publicación IPCC.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature. (2012). IUCN Red List Categories and Criteria. *Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK*: iv + 32pp.
- IUCN. (2014). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Obtenido de <http://www.iucnredlist.org>
- Jerozolimski, A. &. (2003). Bringing home the biggest bacon: a cross-site analysis of the structure of hunter-kill profiles in Neotropical forests. *a cross-s Biological Conservation, 111*, 415-425. Obtenido de 415-425
- Jiménez, O. A. (2010). Avance en la implementación de un zoológico comunitario del Zaino (Pecari tajacu) en Villacanto municipio de Río Quito . *como estrategia de manejo sostenible en la Región Chocóana*.
- Jones, F. A. (2011). *The roots of diversity*:. Obtenido de Below ground species richness and rooting distributions in a tropical forest revealed by DNA barcodes and inverse modeling. PLoS ONE6(9). : <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0024506>
- Jorge Ignacio del Valle. (2005). Renacientes del Guandal: . “grupos negreros” de los ríos Satinga, y Sanquianga. *Prácticas tradicionales de producción y ordenamiento territorial, 8*. Documento Agenda Pacifico 21, IIAP Año 2005.
- Kadlec, R. H. (1996). *Treatment Wetlands*. CRC Press. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 893 pp. En: Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands. Editado por Jan Vymazal. . *Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.*, 2001.
- Karr, J. (1991). Biology Integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological application 1(1)*, 66-84.
- Karr, J.R. (1991). Biology Integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological application 1(1)*: 66-84pp.
- Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant P.R., Schlosser, I.J. (1986). “Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale”. *Illinois Natural History Survey Special Publication, 5*, 1-28 pp.
- Kaser, G., Ames, A., & Zamora, M. (1990). Glacier fluctuations and climate in the Cordillera Blanca. 14, 136–140pp. Peru: Ann. Glaciol.
- Kenny, J. S. (1969). The Amphibia of Trinidad, Studies on the Fauna of Curacao. 29, No. 108, 1-78.
- Kinupp, V. & I. Barros. (2008). “Teores de proteínas e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliça e frutas”. *Ciênc. Tecnol. Aliment, Campinas 28(4)*, 846-857pp.
- Kulichevskaya IS., I. A. ( 2008 ). Singulifera acidiphila gen. nov., sp. nov., a non-filamentous, Isosphaera-like planctomycete from acidic northern wetlands . *Int J Syst Evol Microbiol. 2008 May 58 (Pt 5) doi:10.1099/ijs.0.65593-0.*, 1186-93. .
- L., Z. (2008). Assessing bacterial diversity in soil. . *J Soils Sediments 8 (6):379–388.*, (6):379–388.
- Labropoulou, M. y. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: *The role of fishery*. *Scientia Marina.*, 68(1): 215-226.
- Lang, R. (1915). Versucheinerexakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. *Internationale Mitteilungen fuer Bodenkunde 5*, 312–346pp.
- Leeuwenberg, F. (1997). Manejo adaptado para fauna cinegética en reservas comunales indígenas: el ejemplo Xavante. *En: Fang, T., R. Bodmer, R. Aquino & M. Valqui (Eds.). Manejo de fauna silvestre en la amazonia*. Instituto de Ecología. La Paz. 119-128pp.
- Little, D. P. (2014). Authentication of Ginkgo biloba herbal dietary supplements using DNA barcoding. . *Genome, 57(9)*, 513–516. Obtenido de <http://doi.org/10.1139/gen-2014-0130>.
- López J. et al. (2005). Caracterización y dinámica de la estructura diamétrica de un bosque tropical secundario en Campeche. México. : *Revista Ciencia Forestal en México 30(98)*, 51-71.
- Lowe S., M. B. (2000). *100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database*. . Firts published as special list-out in Aliens 12. December 200. Update and reprinted Version 2004: Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12p.
- Lozano O & Murillo Y. (2011). Modelo ic-ticos piloto de monitoreo de calidad de agua en una microcuenca del alto San Juan. . Chocó, Colombia: Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica del Chocó.
- Lozano y Salas, Y. E. (2006). Evaluación del impacto de la actividad minera sobre la calidad del agua en el río Opagadó. Condoto, Chocó, Colombia: Tesis de Grado Universidad Tecnológica del Chocó.
- Lutz, B. & G. R. Kloss. (1952). Short notes on some frogs from the upper Amazons and a few vicariant forms. *Memorias Instituto Oswaldo Cruz 50*: 629- 678pp.
- Lynch, J. D. & J. M Renjifo. (2001). Guía de anfibios y reptiles de Bogotá y sus alrededores.
- Lynch, J. D. & Suárez-Mayorga. (2011). Clave ilustrada de los renacuajos en las tierras bajas al oriente de los Andes, con énfasis en Hylidae. *Caldasia, 33(1)*, 235-270pp.
- Lynch, J. D. (1998). La riqueza de la fauna anfibia de los Andes Colombianos. *Innovación y Ciencia 7*, 46-51pp.
- Lynch, J. D. (1999). Lista anotada y clave para las ranas (Genero Eleutherodactylus) Chocoanas del Valle del Cauca, y apuntes sobre las especies de la Cordillera Occidental Adyacente. *Caldasia 21(2)*, 184-202pp.
- Lynch, J. D. (2009). Snakes of the genus Oxyrhopus (Colubridae: Squamata) in Colombia: taxonomy and geographic variation. *Colombia. Papéis Avulsos de Zoologia 49 (25)*, 319-337pp.
- Lynch, J. D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 36 (140)*, 435-449pp.
- M. Öpik, M. Moora, J. Liira, M. Zobel. (2006). Composition of root-colonizing arbuscular mycorrhizal fungal communities in different ecosystems around the globe. *Journal of Ecology 94*, 778-790pp.
- M., B. (2004). Protozoa and plant growth: themicrobial loop in soil revisited. *New Phytol.162*, 617-631pp.
- Machado et al., A. C. (2000). Ictiofauna de la cuenca del Río Cuyuní en Venezuela Interciencia. *Venezuela. Asociación Interciencia. vol. 25, núm. 1, enero-febrero*, pp13-21.
- MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IAVH - Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2012). *Convenio Interadministrativo de Asociación 11-103: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia Esc 1:100*. Bogotá D.C.
- MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (5 de Diciembre de 2016). *Qué es el cambio climático. Cambio Climático*. Obtenido de Pulido A.D., Gómajoa L.F., (2016). Hoja metodológica del indicador Emisiones Netas Nacionales de Gases de Efecto Invernadero - GEI (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/cambio-climatico/introduccion-cambio-climatico/que-es-el-cambio-climatico>
- MADS - Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2015). *Convenio No. 484 de 2015. Avances en la investigación y el conocimiento sobre amenazas y vulnerabilidad por erosión costera y riesgo ecológico en la zona costera colombiana. Componente 2: Diagnóstico de riesgo ecológico y ambiental*. Informe técnico final. 193pp.
- MADS - Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés. (2016). *Resolución No. 478 de 2016. Componente 5: Realizar el diagnóstico de riesgo ecológico y ambiental en las CAR costeras del departamento de Chocó Pacífico y la isla de San Andres*. Colombia: Informe técnico final. 101pp.
- Magdalena., H. D. (2008). Pescaron camaron gigante en Ciénaga. . *Hoy Diario del Magdalena.* ., 27 de Agosto.
- Maldonado, A. (2010). The impact of subsistence hunting by Tikunas on game species in Amacayacu Na-

- tional Park, Colombian Amazon. . *MThesis submitted in partial fulfillment of the requirements of the award of Doctor of Philosophy, Oxford Brookes University*. Oxford: Oxford: Departament of anthropology and Geography.
- Malina, J. (1996). *Water quality. in. Mays, L. eds. Water resources Handbook*. USA: McGraw-Hill. 8.3-8.49pp.
- Manahan, S. (2007). *Introducción a la química ambiental (primera Edición)*. . España. 150-152.: Reverté Ediciones S. A.
- Mancera, J. E., y L. A. Vidal. (1994). *Florecimiento de microalgas relacionado con mortandad masiva de peces en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano*. Santa Marta, Colombia: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betin, 23: 103-117pp.
- Mancera-Rodríguez., N. A.-L. (2006). Estado del conocimiento de las concentraciones De mercurio y otros metales pesados en peces Dulceacuicolas de Colombia. . *Departamento de Produccion Animal*. . Bogotá, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellin. Fundacion GeoSur.
- Margules, C. &. (2000. ). Systematic conservation planning. . *Nature vol. 405*, 243–253.
- Margules. C. et. al. (2000). Systematic conservation planning. . *Nature 405*, 243 – 253.
- 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. Santa Marta: Informe Técnico Final de Proyecto. INVEMAR/ COLCIENCIAS. 45 p.
- Marqués et al., M. J.-C. (2001). Los macroinvertebrados como índices de evaluación rápida de ecosistemas acuáticos contaminados por metales pesados. *Ecotoxicology and Environmental Restoration 4*, 25-31.
- Marrugo J, L. E. (2007). Hallazgo de mercurio en peces de la ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. . *Universidad de Córdoba, Grupo de aguas, Química Aplicada y Ambiental*. Cali , Colombia: Universidad del Valle, Departamento de Química. .
- Martínez Anzola, T. (2006). Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia. . Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Dirección de Cadenas Productivas.
- Martínez Anzola, T. (07 de 05 de 2011). Sin año de Publicación, Recuperado de Contribución a la optimización del sistema productivo del polen en los bosques altoandinos de Colombia. *de Apiario los Citricos. Recuperado el 15 de 08 de 2010*.
- Maturin, M., Palacios, J., & Lozano, Y. C. (2005). Biología reproductiva del bagre sapo pseudopimelodus zungaro en la cuenca media del río Atrato. *memorias de VII simposio colombiano de ictiología*. Capitulo (IV): 130-132pp.
- MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2002). Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas. Bogotá D. C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 64pp.
- MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Bogotá, D.C., Colombia: (33)120p .
- MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, OC-ADE - Organización de Control Ambiental y Desarrollo Empresarial. (2007). Gestión integral de residuos o desechos peligrosos: bases conceptuales. Bogotá, Colombia: 186pp.
- Mayo. S. et al. (2004). Ecología Trófica de Hoplias malabariscus (Pisces: Actiopterygii:Erythrinidae) presente en la Ciénaga del Recuerdo Sanceno. Quibdó-Chocó. Quibdó, Chocó: Trabajo de grado para optar por el título de biólogo con énfasis en recursos naturales de la Universidad Tecnológica del Choco Diego Luis Córdoba” 31 p.
- Mazzucconi et al., S. L. (2009). Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. Pp. 167-231. *En: E. Domínguez & H.R. Fernández (eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. . Tucuman, Argentina: Fundacion Miguel Lillo.
- McDiarmid, R. W. (1999). Tadpoles: The biology of anuran larvae. . United States of America: McDiarmid, R. W. & R. Altig. . (1999). Tadpoles: The biology of anuran larvae. . United States of America: The University of Chicago Press.
- Mena- García, D. (2003). “Diversidad de Peces de la cuenca hidrográfica del río cabí, chocó. Tesis de pregrado. Universidad tecnológica del Chocó.
- Mena, P. J. (2000). The sustainability of current hunting practices by the Huaorani. . *En: Robinson, J.G. & E.L. Bennett (Eds.). Hunting for sustainability in tropical forests*. . New York: Columbia University Press. Pp. 57-78.
- Mendoza, A. (2004). Seguimiento y monitoreo participativo de la actividad de cacería en la región de Puerto Nariño, Amazonas - Colombia. *Trabajo de grado para optar al título de Biólogo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
- Merritt & Cummins, r. w. (1996). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. *Kendall/Hunt Publishing Company*. . Dubuque, Iowa. Univ. of California, Berkeley. Pág. 862.
- Mertens, R. (1925). Eine neue Eidechsen-gattung aus del Familie der Leposterniden. *Senckenbergiana 7* (5): 170-171pp.
- Mesinger, F, G. Dimego, E. Kalnay, K. Mitchell, P. C. Shafran, W. Ebisuzaki, y M. B. Ek. (2006). North American regional reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 87, No. 3*, 343-360pp.
- Mineros, G. p. (S.F.). Vista General de la Actividad.
- Ministerio de Agricultura. (1984). Decreto 1594 del 1984. Bogotá: 55pp.
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2002). *Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas*. . Bogotá D. C. 64p: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. .
- Ministerio de Salud. (1984). Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 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 – Ley 281 de 1974 en cuanto a uso. Bogotá , Colombia.
- Ministerio de Salud. (1984). Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 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- Ley 281 de 1974. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Tecnologías de la Informática y las telecomunicaciones. (2011). Diagnóstico: Uso de medios sociales en el estado Colombiano. *Programa Agenda de Conectividad Estrategia de Gobierno en Línea*. Colombia.
- MinSalud, M. (1984). Decreto No. 1594 del 26 de junio de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, . *así como el Capítulo II del Título VI – Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III – Libro I*.
- Mitchell, M. S. (1991). Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. . New Mexico, USA: Segunda edición. Proyecto del Río. 200p.
- MMA, IDEAM, SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR y Embajada del Reino de los Países Bajos. (2002). Primera generación de Indicadores de Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. *Sistema de información ambiental de Colombia –SIAC*. eds C. Castaño-Urbe y R. Carrillo.
- Mojica et al., J. I.–L. (2002). Libro rojo de peces dulceacuicolas de Colombia. Instituto de ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Mojica, J. I. et al. (2012). *Libro rojo de peces dulceacuicolas de Colombia 2012*. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicas Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Montagnini, F. (1992). Sistemas Agroforestales: . *Principios y aplicaciones en los trópicos*. San Jose, Costa Rica: 2ed, Pág., 99:109 .
- Montenegro, O. L. (2007). Mamíferos terrestres del sur de la Amazonia. *En: Ruiz, S.L., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J.C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García & L. Rodríguez (Eds.). Diversidad Biológica y cultural del Sur de la Amazonia Colombia- Diagnostico*. Bogotá D. C.: Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi & UAESPNN. Pp. 136 -141pp.
- Morales-Betancourt, M. A., et al. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Universidad de Antioquia.
- Morales-Salazar, M. V.-A.-M.-B. (2012). Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa. Costa Rica:. *Revista Forestal Mesoame*.
- Morris, J. J. (2009). The biology and ecology of invasive Indo-Pacific lionfish. . Morris, J.A. Jr. 2009. The biology and ecology of invasive Indo-Pacific lionfish. Disertación doctoral. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina USA. North Carolina, USA: Disertación doctoral. North Carolina State University, Raleigh,.
- Mosquera et al., Z. D. (2006). Estudio del orden Trichoptera (Insecta) en dos ecosistemas lóticos del municipio de . Quibdó, Chocó, Colombia. *Libro de la Asociación Colombiana de Limnología*. , Vol. 1, 85 – 91.
- Mosquera–Magaña, H. J.-L. (2005). Hábitos alimenticios y Factor de Condición K de la Doncella. (Ageneiosus pardalis, Lütken, 1874) en el río Atrato – Colombia. Colombia. *Memorias de VII simposio colombiano de ictiología*. , Capitulo (VIII): 330 -332.
- Moya & Rivas. (2007). Fauna anura presente en la cabecera municipal de Quibdó. *Memorias del XLII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Barranquilla, 9 al 12 de octubre.
- Moya & Rivas. (2008). Fauna anfibia presente en el corregimiento de San Isidro municipio de Río Quito- Chocó. *JM VHMEmorias del XLIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Yopal - Casanare, 7 al 10 de octubre.
- Muñoz-Sevilla, N. y. (2017). Latin American and Caribbean regional perspective on Ecosystem Based Management (EBM) of Large Marine Ecosystems goods and services. . *Environmental Development*. 22: 9-17.
- Murcia-García U, Gualdrón A, Londoño M. (2016). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. *Cambios multitem-*

- porales en el periodo 2012 al 2014 y coberturas del año 2014. SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 178 pp. 138 Anexos en DVD.
- Murcia-García U, Latorre j, Jaramillo O, Cañón I. (2016). Mapa de ecosistemas de la amazonia colombiana año 2012. v2.1 escala 1:100.000. (*Memoria técnica*). Contexto EcoBiogeográfico y estado legal del territorio. Bogotá D.C: SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas y PNN -Parques Nacionales Naturales.
- Murcia-García, U. B., & Cañón, I. (2016). Condición de los ecosistemas acuáticos y terrestres de la Amazonia Colombiana, año 2012. Bogotá, D.C.; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI".
- Murgel, S. (1984). Limnología Sanitaria, estudio de la contaminación de aguas continentales. Washington. 120p.: Universidad de Sao Paulo y Organización de los Estados Americanos.
- Murray Roberts, J. A. (2009). Cold-water corals. The biology and geology of deep-sea coral habitats. New York. 324p.: Cambridge University Press, .
- Naether A., B. V. (2012). Environmental Factors Affect Acidobacterial Communities Below. The subgroup Level in Grassland and Forest Soils. *Applied and Environmental Microbiology*. 78 (20):, 7398-7406.
- Najera, R. I. (1980). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. .
- Nates Parra, G. (2011). Guía para la cría y manejo de la abeja angelita o virginita *Tetragonisca angustula* Illiger. Bogotá: Convenio Andrés Bello (Serie Ciencia y Tecnología No.84).
- Nates, P. &. (2013). Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia. *Acta biológica colombiana. Artículo de investigación*. Bogotá: Universidad nacional de Colombia.
- Navarrete-Ramírez, S.M. (2014). Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (Pterois volitans). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invenmar, GEF y PNUD. Santa Marta: Serie de Publicaciones Generales del Invenmar No. 70, 24pp.
- Navarro, j. F. (2000). Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Medellín, Colombia: Edición de Campo. .
- Nellemann, C., E. Corcoran, C. M. Duarte, L. Valdes, C. DeYoung, L. Fonseca y G. Grimsditch (Eds). (2009). *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal*. Obtenido de [www.grida.no](http://www.grida.no).
- Nithaniyal, S. N. (2014). *DNA Barcode Authentication of Wood Samples of Threatened and Commercial Timber Trees within the Tropical Dry Evergreen Forest of India*. . Obtenido de PLoS ONE, 9(9), e107669. : <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0107669>
- Nivia, E. (2004). *Contexto: agricultura orgánica y plaguicidas*. . Obtenido de Por la eliminación de los plaguicidas extremadamente y altamente tóxicos. Los plaguicidas en Colombia.: Rev Semillas Obtenido en: <http://>
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. (2014). *Plaguicidas con solicitudes de prohibición y de severa restricción*. Obtenido de <http://www.olca.cl/oca/plaguicidas/plag04.htm>
- OCEÁNICOS-UNAL, GICI-UDEM y UNINORTE. (2012). Generación de regímenes de oleaje medios y extrémos en el Caribe Colombiano". *Programa de investigación Análisis y Valoración de los procesos erosivos en la Costa continental e Insular del Caribe Colombia*. no. Convenio Especial de Cooperación 153 entre el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "Jose Benito Vives de Andrés" INVENMAR y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS.
- Odhav, B. S. (2007). Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Food Composition and Analysis* 20(5), 430-435.
- OMM - Organización Meteorológica Mundial. (2009). Manual de Claves: Claves Internacionales. *Volumen I.1 Parte A - Claves alfanuméricas*, 216pp.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. (2003). Sulfate in drinking-water. *Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/114).
- ONU - Organización de las Naciones. (2004). *Informe de la séptima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Recuperado el 21 de 7 de 2014, de PNUMA/CDB/COP/7/21 (Decisión VII/ 11: Enfoque por Ecosistemas: [www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-07&id=7](http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-07&id=7)
- ONU - Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las Naciones unidas sobre Cambio Climático*. Obtenido de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- ONU - Organización de las Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. ONU, 30pp.
- Ortega-Lara et al., A. A. (2002). Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca. *Informe presentado a la Corporación Autónoma Regional del Cauca* . . Popayan, Cauca, Colombia: CRF Fundacion para la investigación y el Desarrollo Sostenible Funides 139 p.
- Ortiz, J. B. (2012). Investigating the collapse of the Puerto Colombia Pier (Colombian Caribbean Coast) in march 2009: methodology for the reconstruction of extreme events and the evaluation of their impact on the coastal infrastructure. *Journal of Coastal Research*, 1-10.
- Ortiz, J. C. (2007). Huracanes y tormentas tropicales en el mar Caribe colombiano desde 1900. *Boletín Científico CIOH* 25, 54-60.
- Ortiz-Royero, J. L. (2013). Cold fronts in the Colombian Caribbean Sea and their relationship to extreme wave events. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 13, 2797-2804.
- Osorno-Muñoz, M. (1999). Evaluación del efecto de borde para poblaciones de Eleutherodactylus viejas (Amphibia Anura: Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, *en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta Tensión. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, a y Naturales. Suplemento especial* 23., 347-356.
- P. L. Leal, S. L. (2009). Occurrence and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in trap cultures from soils under different land use systems in the Amazon. *Journal of Microbiology* 40: , 111-121.
- Paez et al., V. C. (2002). Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia.
- Palacios, M. (2007). Chorrobocón, el territorio indígena Puinave sobre paisajes del río Inirida, Guainía, Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 59, 179-200.
- Palacios, M. J. (2012). Algunos aspectos biológicos y ecológicos del charre (*Pimelodus punctatus*), en la cuenca media del Río Atrato . Chocó, Colombia: Trabajo de Grado Para Optar por el Título de Biólogas con Énfasis en Recursos Natural.
- Palomeque, D. (2006). Monitoreo y caracterización Físicoquímica y microbiológica del Río Quito, Atrato y San Juan en el Departamento del Chocó. . Chocó: Trabajo de grado, Universidad Tecnológica del Chocó.
- Papaconstantinou., L. M. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: *The role of fishery*. Scientia Marina., 68(1): 215-226.
- Paramo, J. D. (2014). Reproduction of the pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* (Decapoda: Penaeidae) in the Colombian Caribbean. *Revista de Biología Tropical*, 62(2): 513-521.
- Paramo, J. y-P. (2010). Morphological differentiation of southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquat. Living. Resour.* 23: 95-101.
- Parra, L. A. (2011). Introducción a la Ecología del Fuego. *En: Parra Lara, A (Editor), Incendios de la cobertura Vegetal en Colombia*. . Cali. 232 p.: Universidad Autónoma de Occidente. .
- Parra, L. A. (2011). *Introducción a la Ecología del Fuego. En: Parra Lara, A (Editor), Incendios de la cobertura Vegetal en Colombia*. . Cali. 232 p.: Universidad Autónoma de Occidente. .
- Paz Cook, M. (2008). Miel en el tratamiento de heridas: *creencia o realidad*. . Horizonte de Enfermería, Volumen 19, N.1, 81-86.
- Pendleton, L., D.C. Donato, B.C. Murray, S. Crooks, W. A. Jenkins, S. Sifleet, C. Craft, J.W. Fourqurean, J. B. Kauffman, N. Marbá, P. Megonigal, E. Pidgeon, D. Herr, D. Gordon y A. Baldera. (2012). *Estimating global "Blue Carbon" emissions from vegetated coastal ecosystems*. Obtenido de PLoS ONE 7(9):e43542. doi:10.1371/journal.pone.0043542.
- Peña-Venegas, C. P. (2010). Dinámica de los suelos amazónicos: procesos de degradación y alternativas para su recuperación. . Editorial Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. Primera edición. P: 94.
- PH., J. (2006). Identifying the dominant soil bacterial taxa in libraries of 16S575 rRNA and 16S rRNA genes. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, 1719-1728.
- Pingguo, H. y V. Balzano. (2012). *The effect of grid spacing on size selectivity of shrimps in a pink shrimp trawl with a dual-grid size-sorting system*. Fisheries Research. 121-122: 81-87pp.
- Pires, A. C. (2010). DNA barcoding and traditional taxonomy unified through Integrative Taxonomy: a view that challenges the debate questioning both methodologies. *Biota Neotropica*, 10(2), 339-346.
- Plata, A. (2012). Importancia de la fauna silvestre en la etnia Sikuani, comunidad de Cumariana, selva de Matavén., Vichada, Colombia: Cátedra Ambiental Ciudadana, una multiconstrucción para la Universidad Colombiana, 1 (1): 1-21.
- Plissock P. et al. (2008). *Análisis de representatividad ecosistémica de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile. Informe Final*. Chile: PDF B Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile.
- Polhemus & Manzano, M. R. (1992). Marine Heteroptera of the Eastern Tropical Pacific (Gelastocoridae, Gerridae, Mesoveliidae, Saldidae, Veliidae). *Oxford, USA: Oxford University Press, USA* , 302-320.
- Politis G. et al. (1994). Algunos aspectos de la subsistencia de los Nukak de la Amazonia colombiana. *Colombia Amazónica*, 169-207.
- Politis, G. G. (1997). Caza, recolección y pesca como estrategia de explotación de recursos en forestas tropicales lluviosas: los Nukak de la amazonia colombiana. *Revista Española de Antropología*



- Americana*, 27, 167–197.
- Pombal, P. J. (2007). Estratégias y modos reproductivos em anuros. En L. B. Nascimento, *Herpetologia no Brasil II. Soc. Bras. Herpetologia - SBH*, págs. 110-116.
- Pope, K. M. (2016). Fishing for ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 183: 408-417.
- Posada, O. N.-A. (2012). Aspectos físicos del paisaje en la zona marina y costera. En: CORPOGUAJIRA-INVEMAR. 2012. Atlas marino-costero de La Guajira. Santa Marta. *Serie de Publicaciones Especiales INVEMAR #27*, 24-43.
- Pough, H. F. (1999). *Salamanders, anurans and caecilians*. In: Pough, H. F., Janis, C. M. & Heiser, J. B. *Vertebrate Life*. New Jersey (USA). : 5 Edition, Prentice Hall, 773p. .
- Poveda. (2004). La hidroclimatología de Colombia: . *Una síntesis desde la escala inter-década hasta la escala diurna*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 28 (197): 201 - 222.
- Presidencia de la Republica. (2011). Malpelo y el Desarrollo sostenible de la Colombia Marina. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 40(Supl Esp): 9-10pp.
- Pulido A.D., G. L.-G. (2016). Hoja metodológica del indicador Emisiones Netas Nacionales de Gases de Efecto Invernadero - GEI (Versión 1,00). . *Sistemas de Indicadores Ambientales de Colombia*. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM 17 p.
- Quiroz-Carranza, J. e. (2010). *Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán*. Yucatán, México: Medra y Bosques 16 (2): 47-67.
- R. O. Freitas, E. B. (2014). Arbuscular mycorrhizal fungal communities along a pedo-hydrological gradient in a Central Amazonian terra firme forest. . *Mycorrhiza* 24, 21-32.
- Ramírez, A. y Viña, G. (1998). Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. BP. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. 70 – 72pp.
- Ramírez-Barón, J.S., A. Franco-Herrera, L.M. García-Hoyos y D.A. López. (2010). La comunidad fitoplanctónica durante eventos de surgencia y no surgencia, en la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 39(2), 233-263pp.
- Ramirez-Moreno, G. y. (2011). Comunidades de Palmas en dos bosques del Chocó-Colombia.
- Rangel-CH, O. (2004). Amenazas a la biota y a los Ecosistemas del Chocó Biogeográfico. En: J. O, Rangel-Ch. (Ed.). *Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico / Costa Pacífica*. Bogotá, D. C., 841-866 pp.
- Reading. C. J. et al., L. M. (2010). *Are snake populations in widespread decline?*. Recuperado el 20 de 06 de 2010, de Biology Letters. : doi:10.1098/rsbl.2010
- Reguera, B., R. Alonso, A. Moreira y S. Méndez. (2011). Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. *Manuales y Guías de la COI*, 59. París y Viena: COI de UNESCO y OIEA. 46 pp + anexos.
- Renjifo, L.M. et al. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y Bosques húmedos del centro, norte y oriente del país*. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.
- Ricaurte-Villota C, M. L. Bastidas-Salamanca, O. C. Domínguez, P. A. Quintero, M. E. González-Arteaga, A. C. Campuzano-Hernández, A. C. Dueñas-Lagos, D. A. Romero-Rodríguez, M. Murcia-Riaño, R. Navas-Camacho, D. I. Gómez-López, P. S. Obando-Madera, L. J. (2017). *Estado del ambiente y los ecosistemas marinos y costeros*. 47-57pp. En: *INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2016. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 200pp*. Obtenido de [http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER\\_2016\\_baja.pdf/4648b25a-fb94-4294-9ecb-a027abb3a211](http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER_2016_baja.pdf/4648b25a-fb94-4294-9ecb-a027abb3a211)
- Rincon-Ruiz, A. L. (2015). *Fases de preparación y caracterización: Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (VIBSE) Cuenca del río Orotoy-Meta. Informe de trabajo*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rincon-Ruiz, A. L. (2016). Conflictos socioambientales y servicios ecosistémicos en la cuenca del río Orotoy: Reflexiones para su gestión. Bogotá, Colombia. *Artículo en revisión por publicar. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.
- Rivas y Mosquera, M. (2002). Calidad Ecológica de las aguas de la parte media del río Cabi (Quibdó- Chocó): utilizando la comunidad de Macroinvertebrados acuáticos como indicadores. Quibdó, Chocó: Tesis de grado Universidad Tecnológica del Chocó.
- Rivas, N. (2007). Marco Conceptual y Metodológico de la Investigación en el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. Ejercicio de Construcción Colectiva. Edición y Compilación - Socióloga Equipo Técnico de Apoyo.
- Rivas-Lara, T.-R.-M.-M.-R.-H.-S. (2004). Inventario preliminar de aves paseriformes en 4 zonas del área urbana del municipio de Quibdó. Chocó, Colombia: Programa de biología con énfasis en recursos naturales. Facultad de ciencias básicas. Tesis de pregrado .
- Rivera, A., F. Bown, F. Napoleoni, C. Muñoz y M. vuille. (2016). *Balance de Masa glaciario*, 203 pp. Valdivia, Chile: Ediciones CECs.
- Rivera, S., Gómez, C., Vargas, C., Tapia, A., & Guadarrama, F. (12 de 2011). Cambio Climático Global a través del tiempo geológico. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria - Facultad de Ciencia y Tecnología*, 10(10), 114-122. Citado en Pulido A.D., Gomajoa L.F. (2016). *Hoja metodológica del indicador Emisiones Netas Nacionales de Gases de Efecto Invernadero - GEI (Versión 1,00). Sistemas de Indicadores Ambientales de Colombia*. IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 17 pp.
- Rivera-Monroy, V., J. Mancera-Pineda, R. Twilley, O. Casas-Monroy, E. Castañeda-Moya, J. Restrepo, F. Daza-Monroy, L. Perdomo, S. Reyes-Forero, E. Campos, M. Villamil y F. Pinto-Nolla. (2001). *Estructura y función de un ecosistema de manglar a lo largo de una trayectoria de restauración: el caso de la región Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe final*. Santa Marta: Contrato 429-97 Minambiente/INVEMAR/COLCIENCIAS/University of Louisiana at Lafayette/Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis”. 244pp.
- Robinson J. et al. (1991). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago: University of Chicago Press. .
- Roca., D. C.-5. (2011). Áreas de endemismo. Págs. 41-55. . En: *De Carvalho C. & Almeida E. (Eds.)*. São Paulo: Roca.: Biogeografía da América do Sul: padrões e processos.
- Rodríguez C. et al. (2003). Manejo indígena de la fauna en el medio y bajo río Caquetá (Amazonia colombiana). *Tradición, transformaciones y desafíos para su uso sostenible*. En: *Polanco-Ochoa, R. (Ed.)*. *Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica*. Bogotá, Colombia: Selección de trabajo V congreso Internacional, Cites. Fundación Natura, 325-337pp.
- Rodríguez JLM., P. V. (2013). Conversion of the Amazon rainforest to agriculture results in biotichomogenization of soil bacterial communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 110, 988-993.
- Rodríguez, A., M. Rueda, J. Viaña, C. García, F. Rico, L. García y A. Girón. (2012). Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012. INVEMAR, COLCIENCIAS, INCODER. *Serie de publicaciones generales del INVEMAR No. 56*, 114pp.
- Rodríguez, L. & W. E. Duellman. (1994). *Guide to the frogs of the Iquitos Region, Amazonian Peru*. Kansas. *Special Publication, Natural History Museum, University of Kansas*, 1-80pp.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & Romero, M. (2004). Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Unidad de Sistemas de Información Geográfica.
- Rodríguez-Rincón, A. M., S. M. Navarrete-Ramírez, D. I. Gómez-López y R. Navas-Camacho. (2014). *Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICTAC). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. *Invemar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 66, Santa Marta, Colombia. 52pp*. Obtenido de <http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/01+ProtocoloIndicadorAreasCoralinasdigital.pdf/2cbb4fe-dc3e-423a-b2f1-e191ee42deed>
- Rubio, F. O.-M.-M.-V. (2012). *Informe técnico. Aplicación de una metodología para la Valoración Integral de la Biodiversidad y de los Servicios Ecosistémicos: Proyecto piloto en el páramo de Rabanal (Boyacá y Cundinamarca)*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rueda, J. V. (1999). Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. . *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (23), 475-497.
- Rueda, M. F. (2017). Evaluación de recursos claves y medidas de manejo sugeridas para el Comité Ejecutivo para la Pesca. Concepto Técnico (CPT-VAR-009-17), Santa Marta. 61p.
- Rueda, M. F.-M. (2010). Evaluación biológico-pesquera del estado de las poblaciones de camarón de aguas profundas, mediante la aplicación de métodos directos (prospección pesquera) e indirectos (estadísticas de captura y esfuerzo) en el Pacífico colombiano. Informe Técnico. Informe Técnico Final. Santa Marta. 130p.
- Rueda, M. J. (2006). La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andreis”-INVEMAR. 60p.
- Rueda, M., J. Angulo, N. Madrid, F. Rico y A. Girón. (2006). La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis - INVEMAR. 60pp.

- S., Geovo & S. Asprilla. Salas Y. (2011). Caracterización de las comunidades perifíticas y de macroinvertebrados acuáticos presentes en el río Pacurita, corregimiento de Pacurita, Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, Vol 1 (2).
- Salthe, S. N. (1973). Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. En J. L. Vial, *Evolutionary biology of anurans. Contemporary research on major problems. Missouri: Columbia: University of Missouri Press.*, 22-249.
- Salthe, D et al. (1972). Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. En J. L. Vial, *Evolutionary biology of anurans. Contemporary research on major problems. University of Missouri Press.*, págs. 22-249.
- Samboni, N. Y. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*. 27 (003), 172-181.
- SANBI. (2017). *Red List of South African Plants*. Obtenido de <http://redlist.sanbi.org/>
- Sánchez, D. A. (2013). Larval morphology of Dart-poison frogs. (Anura: Dendrobatoidea: Aromobatidae and Dendrobatidae). *Zootaxa* 3637 (5), 569-591.
- Sánchez-Botero, J. I. (2002). Ictiofauna y actividad pesquera en la microcuenca del río Chajeradó, Atrato medio. Colombia. *Actual Biol* 24 (77), 67-71.
- Sánchez-Duarte, P. y C.A. Lasso. (2013). Evaluación del impacto de las medidas de conservación del Libro Rojo de peces dulceacuícolas (2002-2012) en Colombia. *Biota Colombiana*, 14 (2): 288-312pp.
- Sanders, I. R. (2014). Plant and arbuscular mycorrhizal fungal diversity: Are we looking at the relevant levels of diversity and are we using the right techniques? *New Phytologist* 164 (3), 415-418.
- Santander, E., L. Herrera y C. Merino. (2003). Fluctuación diaria del fitoplancton en la capa superficial del océano durante la primavera de 1997 en el norte de Chile (20°18'S). *II. Composición específica y abundancia celular. Revista de Biología Marina y Oceanografía* 38, 13-25pp.
- Sar, E.A., M.E. Ferrario y B. Reguera. (2002). *Floraciones algales nocivas en el cono sur americano*. España: Vigo, España: Instituto Español de Oceanografía. 311pp.
- Sarmiento, A. (1998). Composición y distribución de fauna silvestre utilizada para cacería en la comunidad indígena Andoque y el asentamiento de Puerto Santander-Araracuara, medio Río Caquetá. *Composición y distribución de fauna silvestre utilizada para cacería en la comunidad indígena Andoque y el asentamiento de Puerto Santander-Araracuara, medio Río Caquetá*. Amazona, Colombia: Trabajo de grado para optar al título de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera Biología.
- Saunders, D. A. (1991). biological consequences of ecosystem fragmentation. A. Review. *Conservations Biology*. 5, 18-32.
- Scarpeta, M. &. (2001). Diversidad ictica de la quebrada Pando, sistema hídrico del Atrato. Quibdó, Chocó: Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba.
- Schmeda-Hirschmann, G. G. (2005). Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentina Yungas. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85(8), 1357-1364.
- Secretaría de Marina de México - SMM. (2016). *Escala de Lluvia*. Obtenido de [http://meteorologia.semar.gob.mx/dirmet/escalas/escala\\_lluvia.pdf](http://meteorologia.semar.gob.mx/dirmet/escalas/escala_lluvia.pdf)
- Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. (1998). Fisheries bioeconomics. *Theory, modelling and management*. 108pp.
- Seoáñez, M. (1999). Ingeniería del medioambiente aplicada al medio natural continental. Madrid, España. *Segunda edición, Ediciones Mundi-Prensa*. 702 p., 702 p.
- Shapcott, A. F. (2015). *Mapping Biodiversity and Setting Conservation Priorities for SE Queensland's Rainforests Using DNA Barcoding*. *PLOS ONE*, 10(3), e0122164. Obtenido de <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0122164>
- Short, F.T., E.W. Koch, J.C. Creed, K.M. Magalhaes, E. Fernandez y J.L. Gaeckle. (2006). SeagrassNet monitoring across the Americas: case studies of seagrass decline. *Mar. Ecol.*, 27: 277-289pp.
- Short, F.T., McKenzie, L.J., Coles, R.G., Vidler, K.P., Gaeckle, J.L. (2008). *SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat*. Spanish edition. University of New Hampshire Publication. 75pp.
- SIAC - Sistema de Información Ambiental de Colombia. (2017). *Ecosistemas Marinos*. Obtenido de <http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Biodiversidad2/MarinosCosteros/marinosCosteros.xhtml>
- SIAT-AC. (2013). *Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIATAC*. Bogotá D.C. Recuperado el Noviembre de 2015, de [www.siatac.co](http://www.siatac.co)
- SIAT-AC. (2015). *Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana*. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://siat.ac.co/web/guest>
- SIB. (2017). *Biodiversidad en cifras*. Recuperado el Junio de 2017, de <https://www.sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras/>
- Silva Garnica, D. A. (2005). Guía ambiental apícola. Bogotá D.C.: Silva Garnica, D., Arcos Dorados, A., & Gomez, D. (2005). Guía ambiental apícola. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. .
- SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, PNN - Parques Nacionales Naturales. (2016). Mapa de ecosistemas de la Amazonia colombiana del año 2012. *Segunda versión*. Bogotá, D.C.
- Sinesterra N.A. y Chaverra, R. (2002). De la calidad de agua en la parte baja del río cabí, mediante el uso de indicadores fisicoquímicos y biológicos en el Municipio de Quibdó. Chocó: Tesis de grado Universidad Tecnológica del chocó.
- Sinesterra N.A. y Chaverra, R. (2002). De la calidad de agua en la parte baja del río cabí, mediante el uso de indicadores fisicoquímicos y biológicos en el Municipio de Quibdó- Chocó. Tesis de grado Universidad Tecnológica del chocó.
- Sotomayor, H. D. (1998). La nutrición de los Nukak. *Una sociedad amazónica en proceso de contacto*. Maguare, 13: 117-142.
- Souza, D. (2017). Assessing the risk of extinction of Brazil's flora. *A computational approach based on micro-services and geospatial analysis*. WCAMA - 7<sup>o</sup> Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais.
- Steer, R. F. (1997). Documento preliminar y de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. *Documento de consultoría*. Ministerio del Medio Ambiente. Documento inédito. 413 p. .
- Stumm, et al. (1981). *Aquatic Chemistry. An Introduction Emphasizing Chemical Equilibrium in natural Water*. Nueva York, London, Sydney, Toronto: Ed. Wiley-Interscience, pp. 583.
- Suárez Mayorga, A & J.D. Lynch. (2001b). Redescription of the tadpole of *Hyla vigilans* (Anura: Hylidae) and notes about possible taxonomic relationships. *Caribbean Journal of Science* 37(1-2), 116-119pp.
- Suárez Mayorga, A. &. (2001a). Los renacuajos colombianos de *Sphaenorhynchus* (Hylidae). Descripción, anotaciones sistemáticas y ecológicas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 25, 411-418pp.
- Suárez, L. &. (1994). Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. Quito. *EcoCiencia*. .
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2015). *Disposición Final de Residuos Sólidos. Informe Nacional*. Bogotá: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- T. Helgason, A. H. (2009). Natural selection and the evolutionary ecology of the arbuscular mycorrhizal fungi (Phylum Glomeromycota). *Journal of Experimental Botany*, 60 (9), 2465-2480pp.
- Tabuti, J. R. (2003). Firewood use in Bulamogi County, Uganda: Species selection harvesting and consumption patterns. *Biomass and Bioenergy*, 25, pp 581-596.
- Tafur, M. P. (2010). Evaluación de la sostenibilidad de la cacería de mamíferos en la comunidad de Zancudo, Reserva Nacional Natural Puinawai, Guainía-Colombia. Bogotá D.C.: Tesis para optar al título de Magister en Ciencias-Biología. Universidad Nacional.
- Tavera, H. (2014). Tercer informe documento final de los lineamientos nacionales para el monitoreo de ecosistemas de manglar en Colombia. Contrato de prestación de servicios No. 52 -14, en el marco del Convenio No. 156 del 2014 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS y la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible. ASOCARS. 57p.
- Tejada, C. L. (2003). Panorama de la contaminación marina del Pacífico colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. *DIMAR. Serie Publicaciones Especiale*.
- Tetay Botia, C. N., Orjuela, L. C., & García Herran, M. (2015). Capítulo 6 Calidad del Agua. En M. y. Instituto de Hidrología, *Estudio Nacional del Agua ENA 2014* (págs. 242-271). Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales .
- Tirira, D. G. (1999). Tirira, D. G. (ed.). (1999). Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología. Pontificia Universidad Católica del Ecuador and SIMBIOE. Quito. *Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 2.*, .
- Torres et al., R. G. (2006). Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo, Chocó-Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat.*, 30.
- Townsend, W. (1996). Nyao itō: Caza y pesca de los Sirionó. Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés, FUND-ECO. La Paz.
- Ü. Saks, J. D. (2014). Botany 92.
- UNESCO - United Nations Educational, S. a. (1984). Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. *Manuales y guías No. 13 de la COI*. 87 p.
- Unidad Nacional Para La Gestión Del Riesgo. 2013, 2. y. (2013, 2014 y 2015). Reporte anual de eventos de deslizamientos de tierra ocurridos en Colombia. Bogotá D.C.: Archivos excel. .
- Universidad de Extremadura. (1994). *El ámbito de estudio de la Etología*. Obtenido de Etología: Introducción a la ciencia del comportamiento: <http://dehesa>.

Universidad Tecnológica del Chocó. (2007). Caracterización taxonómica de la fauna de vertebrados presentes en el municipio de municipio de río quito. Quibdó, Chocó: 30pp.

UTCH, U. T. (2007). Caracterización taxonómica de la fauna de vertebrados presentes en el municipio de municipio de río quito. Quibdó, Chocó: pp 30.

Van Dyk J.S., P. B. (2011). Review on the use of enzymes for the detection of organochlorine, organo phosphate and carbamate pesticides in the environment. *Chemosphere* 2011;82:291-307.

Vanegas, M. (2006). (2006). Caracterización de la cacería y su importancia en la seguridad alimentaria familiar de una comunidad indígena Piaroa en el resguardo unificado selva de Matavén, *Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología.

Vázquez Romero, R. E. (2006). Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. *Produmedios*.

Vargas F. & F. Castro. (1999). Distribución y preferencias de microhabitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas de Anchicayá, Pacífico colombiano. *Caldasia* 21(1), 95-108.

Vázquez Romero, R. E. (1985). Mercado y comercialización de productos apícolas en el departamento de Cundinamarca, *trabajo dirigido presentado como requisito para optar al título de zootecnista*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Vega-Sequeda, J. R.-C.-L. (2011). Estado de los arrecifes coralinos en Colombia. En: INVEMAR. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2010. Santa Marta. *Serie de publicaciones periódicas del INVEMAR N° 8*.

Velandia, D. 2. (2006). Evaluación y caracterización de micorrizas arbusculares asociadas a yuca (*manihot esculenta* sp) en dos regiones de la Amazonía colombiana. *Trabajo de grado microbiología agrícola y veterinaria*. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana.

Ventura M, C. C. (2007). Genomics of actinobacteria: tracing the evolutionary history of an ancient phylum. *Microbiol Mol Biol Rev* 71(3), 495-548.

Vickers, W. (1991). Hunting yields and game composition over ten years in an Amazonian village. En: *Robinson, J.G. & K.H. Redford (Eds.). Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago: University of Chicago Press. Pp. 53-81.

Vilchez, B. et al. (2006). Estructura de una población del árbol *Peltogyne purpurea* (Cesalpiniaceae) en un bosque intervenido de la Península de Osa. Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 54(3), 1019-1029.

Vit, P. (2004). Productos de la colmena secretados por las abejas: Cera de abejas, Jalea Real y Veneno de abejas. *Revista de Instituto Nacional de Higiene San Rafael Rangel*, V.36. N.1, 32-39.

Vivas-Aguas, L.J. (2011). Formulación del índice de calidad de aguas costeras -ICAM para los países del Pacífico Sudeste. *Documento Metodológico. Proyecto Red de información y datos del Pacífico Sur para el apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera-SPINCAM*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR. 40pp.

W.R. H. (1998). The relationships of *Lepidodactylus diedrus* (Anura, Lepidodactylidae). *Alytes* 16, 1-24.

Wagner, M. H. (2006). The Planctomyces, Verrucomicrobia, Chlamydiae and Sisterphylacomprise a super phylum with biotechnological and medical relevance. *Current Opinion in Biotechnology* 17, 241-249.

Wassersug, R. (1975). The adaptive significance of the tadpole stage with comments of the maintenance of complex life cycles in anurans. *American Zool.* 15, 405-417.

Wells, M., V.L. Trainer, T.J. Smayda, B. Karlson, C.G. Trick, R.M. Kudela, A. Ishikawa, S. Bernard, A. Wulff, D.M. Anderson y W.P. Cochlan. (2015). *Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future*. *Harmful Algae*, 49: 68-93pp.

Whitehead et al., H. J. (1997). Past and distant whaling and the rapid decline of sperm whales off the Galapagos Islands. *Conservation Biology* 11, 1387-1396.

WHO. (1991). Environmental Health Criteria 101 (IPCS). *Methylmercury*. Genova, Italy: World Health Organization.

Winne et al., C. T. (2007). Enigmatic decline of a protected population of eastern kingsnakes, *Lampropeltis getula*, in South Carolina. *Copeia* 2007, 507-519.

World Glacier Monitoring Service. (2015). *Global Glacier Change Bulletin No.1 (2012 - 2013)*. Zurich: ICSU (WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS.

Yadira, R. (2011). Lineamientos y recomendaciones para el uso de medios sociales en el Estado Colombiano. *Programa Gobierno en línea*. Colombia: Comunicaciones y prensa del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Yamada, A. T. (2006). Nitrogen Fixation by Termites in Tropical Forest, Thailand. *Ecosystems* 9 (1), 75-83.

Ye, Y. A. (2000). Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. *Fisheries Research*. 45: 9-19.

Yepes A. N. et al. (2011). Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-Carbono en Colombia. Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales.

Young et al., B. E. (2001). Colomna, S. Ron, E. La Marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves & D. Romo. *Population*.

Youssef, N. H. (2009). Diversity rankings among bacterial lineages in soil. *ISME J.* 3, 305-313.

ZANNE, A. L.-G. (2009). *Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum*. Obtenido de Dryad Digital Repository: doi:10.5061/dryad.234.

Zapata-Ríos, G. (2001). Sustentabilidad de la cacería de subsistencia: el caso de cuatro comunidades quichuas en la Amazonía nororiental ecuatoriana. *Mastozoología Neotropical*, 8 (1), 59-66.

Zhang, L. et al. (2008). Assessing bacterial diversity in soil. *J Soils Sediments* 8 (6):, 379-388.





**IDEAM**