

Serie de Publicaciones Periódicas

Número 3 • Marzo de 2014



**ivamar**

Santa Marta • Colombia

ISSN: 1692-5025

**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés"**  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



**INFORME DEL ESTADO DE LOS  
AMBIENTES Y RECURSOS  
MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA  
AÑO 2013**



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
José Benito Vives de Andrés  
**INVEMAR**

Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero, Santa Marta  
D.T.C.H.  
PBX (+57) (+5) 4328600 Fax (+5) 4328694  
[www.invemar.org.co](http://www.invemar.org.co)

Director General  
Francisco Armando Arias Isaza

Subdirector Coordinación de Investigaciones  
(SCI)  
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Recursos y Apoyo a la Investigación  
(SRA)  
Sandra Rincón Cabal

Coordinador Programa de Biodiversidad y  
Ecosistemas  
Marinos  
(BEM)  
David Alonso Carvajal

Coordinadora Programa Calidad Ambiental  
Marina  
(CAM)  
Luisa Fernanda Espinosa Díaz

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y  
Costeras  
(GEO)  
Constanza Ricaurte Villote

Coordinadora Programa Investigación para la  
Gestión  
Marina y Costera  
(GEZ)  
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador Programa Valoración y  
Aprovechamiento de Recursos  
(VAR)  
Mario E. Rueda Hernández

Coordinador Servicios Científicos  
(CSC)  
Jesús Antonio Garay Tinoco (E)

Santa Marta, 2014

#### **Coordinación General**

Jesús Antonio Garay Tinoco  
Subdirector Coordinación de Investigaciones

#### **Autores**

##### **Capítulo I.**

Blanca O. Posada, Daniel Rozo.

##### **Capítulo II.**

Martha Bastidas Salamanca, Nelson Rangel Buitrago, David Morales Giraldo, Constanza Ricaurte, Diana Isabel Gomez-López, Raúl Navas Camacho, Sandra M. Navarrete y David A. Alonso C. Lizbeth Janet Vivas-Aguas, Paola Sofía Obando Madera, Jenny Alexandra Rodríguez Rodríguez, Lucía Victoria Licero Villanueva, Laura Victoria Perdomo

##### **Capítulo III.**

Mario Rueda, Javier Gómez-León, Efraín Viloria, Marisol Santos-Acevedo, Diana Bustos-Montes, Alexander Girón, Elkin Rafael Pardo, Jorge Viaña, Luisa García, Carlos Puentes, Alfredo Rodríguez, Ana María Galeano, José Alexander Romero, Germán Angulo, Lizbeth Janet Vivas-Aguas, Mary Alejandra Ríos y Diana Carolina Sánchez

##### **Capítulo IV.**

Myriam Vargas, Andrea Contreras, Keila Guillén, Luis Pupo, Milena Hernández Ortiz, Sandra Navarrete- Ramírez, David Alonso Carvajal, Angélica Rodríguez-Rincón, Mauricio Bejarano Lucía Victoria Licero Villanueva, Jenny Alexandra Rodríguez Rodríguez, Laura Victoria Perdomo

##### **Capítulo V.**

Carlos Eduardo Peña Mejía, Carolina García-Valencia, Anny Zamora

#### **Compilación y producción editorial**

Leonardo J. Arias-Alemán  
Carolina García-Valencia

#### **Foto portada**

Vista Aérea de San Andrés, San Andrés Islas  
(Foto: Milena Hernández).

#### **Diseño e impresión**

Litoflash

*Las líneas de delimitación fronteriza presentados en este documento, son una representación gráfica aproximada con fines ilustrativos solamente.*

Derechos Reservados conforme a la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

#### **Citar la obra completa:**

**INVEMAR, 2014. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2013. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 192p.**

#### **Citar capítulos:**

**Autores, 2014. Título capítulo. (intervalo de páginas ej: Pp. 10-20). En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2013. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 192p.**

**ISSN: 1692-5025**

**Palabras Clave: ambientes marinos, recursos marinos, ecosistemas, aguas marinas, Colombia.**



## PRESENTACIÓN

*“Conocer el estado de los recursos naturales, de manera periódica, en el tiempo y en el espacio, constituye una importante labor para reunir información de base que permita la toma de decisiones y el diseño y aplicación de estrategias de conservación, a tiempo”.*

El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR entrega la edición 2013 en la cual el contenido y estructura del Informe recientemente modificados, presenta un diseño y conceptualización basado en indicadores de Estado, Presión y Respuesta, para la presentación de la información que año a año se incorpora gracias al avance en los estudios e investigación del instituto.

Esta nueva propuesta de diseño en su tercera versión ofrece a los lectores una información contextualizada y de más fácil comprensión, cuyo enfoque pretende describir aquellos asuntos ambientales estratégicos que expresan la situación actual y las tendencias de cambio de los ecosistemas marinos y costeros y de sus servicios, relacionándolos con las causas y factores que tienen incidencia sobre éstos de manera directa e indirecta.

El informe del estado de los recursos marinos, constituye el balance anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables, así como recomendaciones y alternativas para el logro de un desarrollo en armonía con la naturaleza, en las áreas geográficas y temáticas de competencia del INVEMAR. Se genera anualmente desde 1995 en respuesta al cumplimiento del artículo 6 del decreto 1276 de junio de 1994, de amplia circulación y acceso vía digital. En él se procura año a año, sumar conocimiento para otorgar un criterio responsable a la labor del manejo del ambiente y sus bienes y servicios.

Deseamos avanzar en el poblamiento de los indicadores ya implementados y continuar en el diseño de nuevos en pro de optimizar la representación de la información y su utilización en la toma de decisiones. Seguimos abiertos a la contribución de todas las entidades cuyas competencias tengan injerencia en los temas marinos y costeros, y cuyos resultados complementen esta publicación, ya que para el país, la información que se compila en este informe marca un referente importante para resolver preguntas del tipo qué hay, dónde está y cómo está, para utilizar de manera acertada una de las riquezas que hacen de Colombia un país privilegiado: sus zonas costeras y marinas en el océano Pacífico y el mar Caribe.

**FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA**

*Director General*



## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA</b>	<b>11</b>
<b>MARCO GEOGRÁFICO</b>	<b>12</b>
<b>UNIDADES DE GESTIÓN</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II. ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS</b>	<b>23</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>24</b>
<b>EL AMBIENTE ABIÓTICO</b>	<b>25</b>
▼ Oceanografía y clima	27
▼ Fondos Marinos	31
▼ Erosión	32
Diagnóstico de la erosión en el Caribe y Pacífico	33
Factores que causan erosión costera	35
▼ Estado de la calidad de las aguas marino-costeras del caribe y pacífico colombianos	42
<b>BIODIVERSIDAD MARINA</b>	<b>52</b>
<b>ECOSISTEMAS Y HABITATS</b>	<b>53</b>
▼ Arrecifes coralinos	53
Localización y distribución	53
▼ Manglares	70
Localización y distribución	71
<b>CAPÍTULO III. CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN</b>	<b>83</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>84</b>
<b>CAUSAS Y TENSORES DIRECTOS</b>	<b>84</b>
▼ Aprovechamiento de recursos pesqueros	84
▼ Desarrollo de acuicultura marina	120
▼ Bioprospección marina	125
▼ Fuentes terrestres de contaminación al mar	130
Aguas residuales domésticas	134
Descarga de ríos	138
<b>CAPÍTULO IV. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES DE RESPUESTA</b>	<b>141</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>142</b>
▼ Manejo Integrado de Zonas Costeras	145
▼ Subsistema de áreas costeras y marinas protegidas	153
<b>RESTAURACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE ECOSISTEMAS</b>	<b>162</b>
<b>VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS</b>	<b>167</b>
<b>CAPÍTULO V. ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN</b>	<b>171</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>172</b>
<b>ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS EN EL AMBIENTE MARINO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS</b>	<b>173</b>
▼ Playas	173
<b>ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE LAS CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS</b>	<b>175</b>
<b>CAUSAS Y TENSORES INDIRECTOS</b>	<b>175</b>
▼ Cambio climático	175
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>179</b>



## BATERÍA DE INDICADORES

<b>CAPÍTULO I. LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II. ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS</b>	<b>23</b>
Indicador de porcentaje de línea de costa con erosión costera por departamento	37
Indicador de porcentaje de línea de costa intervenida para territorios insulares del Caribe	40
Indicador de calidad aguas	43
Variación interanual de la cobertura de corales duros y algas en áreas de monitoreo	54
Variación interanual de ocurrencia de enfermedades y blanqueamiento en los corales duros en áreas de monitoreo SIMAC	57
Abundancia de erizos (erizos/20m <sup>2</sup> ) en las áreas de monitoreo	60
Indicador de integridad ecológica para corales - IIE <sub>c</sub>	63
Indicador de extensión: tasas de forestación o deforestación de manglar (cambio en la cobertura)	75
Indicador de Integridad Biológica para Manglares - IBI <sub>m</sub>	78
<b>CAPÍTULO III. CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN</b>	<b>83</b>
Indicador de captura total y captura por especie (nacional)	85
Indicador de captura total y captura por especie para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	88
Indicador de abundancia relativa de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	91
Indicador de talla media de captura para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	93
Indicador de proporción de pesca incidental y descartes para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	96
Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	98
Indicador de renta económica de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	101
Indicador de captura total y captura por especie: pesca nacional industrial de camarón	103
Indicador de abundancia relativa del camarón: pesca industrial nacional	106
Indicador de talla media de captura (TMC): pesca industrial nacional de camarón	108
Indicador de proporción de pesca incidental y descartes: pesca industrial nacional de camarón	111
Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas: pesca industrial nacional de camarón	113
Indicador de rentabilidad económica: pesca industrial nacional de camarón	116
Indicador de esfuerzo de la acuicultura marina	121
Indicador anual de la acuicultura marina nacional	123
Indicador de especies bioprospectadas (ensayadas)	126
Indicador de organismos marinos con estructura química determinada/ elucidada	128
<b>CAPÍTULO IV. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES DE RESPUESTA</b>	<b>141</b>
Avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras	146
Número de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero	151
% de áreas protegidas con plan de manejo vs total de áreas protegidas	156
Representatividad (%) de un ecosistema natural dentro de las áreas protegidas	158
Indicador de proporción de área de manglar destinada a conservación, recuperación y uso sostenible vs área total de manglar	163
Indicador de valor de estimaciones de medidas de bienestar asociadas a servicios ecosistémicos	169
<b>CAPÍTULO V. ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN</b>	<b>171</b>



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Áreas y longitudes aproximadas de la zona marina y costera de Colombia. Los vectores fueron re proyectados de Magna Colombia Bogotá a Lambert Azimutal Colombia para estimar las áreas.	13
Tabla 2.	Gobernabilidad en las regiones costeras colombianas.	16
Tabla 3.	Porcentajes de erosión determinados por litoral.	38
Tabla 4.	Porcentajes de erosión determinados por litoral.	41
Tabla 5.	Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras - ICAM (Vivas-Aguas, 2011).	43
Tabla 6.	Opciones de medidas que se pueden adoptar según la valoración del indicador (ICAM). Modificado de Marín <i>et al.</i> , 2001.	51
Tabla 7.	Área instalada, área activa y producción para el cultivo de camarón <i>P. vannamei</i> por departamento.	64
Tabla 8.	Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y Pacífico colombianas, agrupadas por UAC's y Departamentos. Datos tomados de Sánchez-Páez <i>et al.</i> (2004). CAL: Caribe Insular, ATG: Alta Guajira, VNS: Vertiente Norte de la Sierra Nevada, CGSM: Río Magdalena y complejo Canal del Dique- Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, RSGM: Río Sinú y el Golfo de Morrosquillo, DA: El Darién, PNC: Pacífico Norte Chocoano, BA: El Baudó, MAB: Málaga-Buenaventura y LAS: Llanura Aluvial Sur.	74
Tabla 9.	Actualización de cobertura de manglar en Colombia, discriminada por departamentos. Los datos para la cobertura del 2013 fueron tomados de: <sup>1</sup> Vivas-Aguas <i>et al.</i> , 2012 ; <sup>2</sup> Gil-Torres <i>et al.</i> , 2009; <sup>3</sup> MAVDT, 2007a; <sup>4</sup> Ibarra <i>et al.</i> , 2013; <sup>5</sup> INVEVAR, 2005; <sup>6</sup> INVEVAR,2007; <sup>7</sup> Laboratorio de Sistema de Información LabSis-INVEVAR; <sup>8</sup> Sánchez-Páez <i>et al.</i> , 2004; <sup>9</sup> Solano <i>et al.</i> , 2009; <sup>10</sup> MAVDT, 2009; <sup>11</sup> INVEVAR-CVC, 2007; <sup>12</sup> MAVDT, 2007b; <sup>13</sup> MAVDT, 2010; <sup>14</sup> CORPONARIÑO <i>et al.</i> , 2010; <sup>15</sup> MMA-IIAP, 2001; <sup>16</sup> Alcaldía de Turbo <i>et al.</i> , 2003; <sup>17</sup> CVS e INVEVAR, 2010; <sup>18</sup> INVEVAR-CVS, 2012; <sup>19</sup> Sánchez-Páez <i>et al.</i> , 2004. PNNT: Parque Nacional Natural Tayrona, ZDERS: Zona Deltaico Estuarina de Río Sinú.	76
Tabla 10.	Indicador de extensión Caso "Ciénaga Grande de Santa Marta"	77
Tabla 11.	Escala de valoración del Indicador de Integridad Biológica	79
Tabla 12.	Área instalada, área activa y producción para el cultivo de camarón <i>P. vannamei</i> por departamento.	121
Tabla 13.	Consolidado de especies cuya bioactividad ha sido evaluada y las que se han caracterizado químicamente hasta el 2012 y las publicadas en el 2013	125
Tabla 14.	Actividades humanas, usos de la zona costera, fuentes terrestres de contaminación y contaminantes que afectan la calidad del agua en Colombia. Fuentes de información: CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CIOH, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCO, CORPOURABÁ, CVC, CRC, CORPONARIÑO e INVEVAR.	111
Tabla 15.	Sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en diferentes municipios costeros del Caribe. Fuente: Consejo municipal de Los Córdoba, 2008; Consejo municipal de Puerto Escondido, 2008; Vivas-Aguas <i>et al.</i> , 2010; INVEVAR y MADS, 2011; Consejo municipal de Canalete, 2012; Consejo municipal de San Antero, 2012; SUI, 2012; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABA, 2012; CORPAMAG, 2012; CARSUCRE, 2012; CVS, 2012.	132
Tabla 16.	Caudal promedio histórico y carga anual estimada de contaminantes que aportaron en el 2012 los principales tributarios que desembocan en el litoral Caribe y Pacífico colombiano. HAT: hidrocarburos de petróleo, NID: nitrógeno inorgánico disuelto (amonio, nitritos y nitratos), PO <sub>4</sub> : ortofosfatos, SST: sólidos suspendidos totales, CTE: coliformes termotolerantes, DBO <sub>5</sub> : demanda bioquímica de oxígeno. Fuente Datos: Caudal ríos de serie de tiempo 1959-2010 (IDEAM, 2012); Restrepo J. 2006; Garay <i>et al.</i> , 2006; Concentraciones: Base de datos REDCAM, INVEVAR 2013.	117
Tabla 17.	Listado de áreas marinas protegidas del SAMP.	155
Tabla 18.	Línea Base (año 2010) y Cálculo (año 2013)	159

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fronteras nacionales e internacionales de la zona marino – costera del territorio colombiano (modificado de IGAC, 2002).	14
Figura 2. Localización de las Unidades Ambientales Oceánicas y Costeras (INVEMAR, 2000).	21
Figura 3. Aspectos físicos abordados en el componente abiótico de los proyectos de investigación realizados en 2013. Isla Grande (Programa GEO).	25
Figura 4. Obras de protección hechas con materiales extraídos de las zonas litorales y rellenos de las mismas. Izquierda: espolón en isla Múcura hecho con restos de caracolejo y coral fósil sacado del mar. Derecha: relleno con arena en muro de protección en isla Pirata (Programa GEO).	26
Figura 5. Destrucción de viviendas y arboles derivada de la incidencia de las denominadas “pujas” o mareas vivas. (Programa GEO).	27
Figura 6. Diagramas TS (temperatura-salinidad) encontrados en 2012 y 2013 en la zona del PNNCRSB (INVEMAR-GEO, 2013a).	28
Figura 7. Variabilidad estacional de la TSM, CLA y ANM (2007-2013) en el Caribe colombiano (Rueda <i>et al.</i> , 2014).	29
Figura 8. Serie de tiempo de la magnitud del viento y rosa de direcciones para la IPSC durante el periodo 1948-2013. Fuente de datos: Reanalysis de NCEP/NCAR (INVEMAR-GEO, 2013b).	31
Figura 9. Mosaico de sonar de barrido lateral (A) e interpretación de fondos (B) en un área entre isla Grande e isla Tesoro (INVEMAR-GEO, 2013a).	32
Figura 10. Retroceso costero y cambios volumétricos en el corregimiento de La Barra, Pacífico Colombiano. Fotografía izquierda tomada el 25 de mayo de 2013, fotografía de la derecha tomada el 24 de julio de 2013 (Programa GEO, Invemar).	34
Figura 11. Escala de tiempo vs distancia de los factores naturales que influyen en la erosión costera de las costas de Colombia.	36
Figura 12. Escala de tiempo vs distancia de los factores antropogénicos que influyen en la erosión costera de las costas de Colombia.	36
Figura 13. Cambios en la línea de costa por departamento.	37
Figura 14. Porcentajes de línea de costa intervenida por territorios insulares estudiados	40
Figura 15. Calidad del agua marino-costera evaluada con el índice para preservación de flora y fauna (ICAM <sub>PEF</sub> ), en las zonas costeras del Caribe y Pacífico colombianos en época seca (a y b) y de lluvias (c y d) de 2012. Los valores en las barras representan el número de sitios (índices) en cada categoría; los colores de las barras representan la calidad de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 5). Para mayor información consultar el portal web: <a href="http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp">http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp</a> .	44
Figura 16. Estado del agua marino-costera evaluada con el índice de calidad para preservación de flora y fauna (ICAM <sub>PEF</sub> ) en sitios con tendencia al deterioro durante la época seca (a y b) y lluvia (c y d) de 2012. Los colores de las bandas representan la proporción de sitios valorados en cada categoría de calidad de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 5).	46
Figura 17. Variación interanual de la cobertura de corales duros y algas en áreas de monitoreo	54
Figura 18. Variación interanual de ocurrencia de enfermedades y blanqueamiento en los corales duros en áreas de monitoreo SIMAC	57
Figura 19. Abundancia de erizos (erizos/20m <sup>2</sup> ) en las áreas de monitoreo	60
Figura 20. Número de estaciones por categoría de estado de integridad ecológica, según el Integridad Ecológica para Corales (IIE <sub>c</sub> ) para distintas áreas de monitoreo del SIMAC.	65



Figura 21. Ubicación espacial de los manglares en el Caribe continental e insular colombiano.	72
Figura 22. Ubicación espacial de los manglares en el litoral Pacífico colombiano.	73
Figura 23. Serie histórica del Indicador de Integridad Biológica de manglares (IBIm) en cinco estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).	79
Figura 24. Captura industrial y artesanal desembarcada para el Caribe y Pacífico colombiano. * Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y agosto. Para el Caso Caribe, en 2013, solo se cuenta con información disponible de pesca artesanal.	85
Figura 25. Captura artesanal por especie desembarcada para el Caribe y Pacífico colombianos. * Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y agosto.	86
Figura 26. Captura industrial por especie desembarcada para el Caribe y Pacífico colombianos. * Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y agosto.	86
Figura 27. Captura desembarcada total y por grupos de especies en la CGSM.	88
Figura 28. Composición interanual de la captura desembarcada por especies en la CGSM.	89
Figura 29. Abundancia relativa de peces (A) e invertebrados (B) por arte de pesca en la CGSM.	91
Figura 30. Variación interanual de las tallas media de captura (TMC) para las principales especies en la CGSM y su ubicación con respecto a la talla media de madurez sexual (TMM).	93
Figura 31. Composición porcentual de las capturas por arte de pesca para 2013, discriminando las capturas objetivo, incidental y descartes en la CGSM.	96
Figura 32. Fracción desovante y juvenil de los principales recursos pesqueros en la CGSM durante 2013.	98
Figura 33. Variación interanual de la renta económica promedio mensual (+/- EE) por pescador para los principales artes de pesca en la CGSM y su ubicación con respecto a una renta umbral del SMMLV para cada año (en el 2013: SMMLV = \$ 589.500).	101
Figura 34. Variación interanual de la captura objetivo en las pesquerías de camarón del Pacífico (CAS y CAP) y su relación con la cuota global de pesca anual (punto de referencia).	103
Figura 35. Variación interanual de la captura objetivo en la pesquería de camarón del Caribe colombiano y su relación con la cuota global de pesca (punto de referencia).	104
Figura 36. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) estimada en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y Caribe (B) colombiano.	106
Figura 37. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).	108
Figura 38. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de <i>F. notialis</i> , principal especie en la pesquería de CAS del Caribe colombiano con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).	109
Figura 39. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y del Caribe colombianos (B).	111
Figura 40. Estructura de tallas para las hembras de las principales especies objetivo en las pesquerías de CAS (A y B) y de CAP (C y D) del Pacífico colombiano durante 2013, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).	113
Figura 41. Estructura de tallas para las hembras de la principal especie objetivo en la pesquería del Caribe colombiano durante 2013, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).	114
Figura 42. Variación interanual de la renta promedio por faena ( $\pm$ DE) en las pesquerías de CAS (A) y CAP (B) en el Pacífico colombiano. CT = Costos totales. (--- PRL = 15%CT)	116

Figura 43. Variación interanual de la renta promedio por faena ( $\pm$ DE) en las pesquerías de CAS del Caribe colombiano, con puerto de desembarco Cartagena (A) y Tolú (B). CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).	117
Figura 44. Producción anual de cultivo del camarón <i>P. vannamei</i> en Colombia (hasta junio de 2012).	123
Figura 45. Producción anual de cultivo del camarón <i>P. vannamei</i> en Colombia (hasta junio de 2012).	124
Figura 46. Especies de organismos marinos por grupos ensayados para evaluar su bioactividad.	126
Figura 47. Especies de organismos marinos cuyos extractos han sido caracterizados químicamente.	128
Figura 48. Principales fuentes terrestres de contaminación que llegan a las aguas marino-costeras de Colombia. Fuente: IGAC, 2002; Supertransporte, 2008; DANE, 2011.	131
Figura 49. Caudal estimado de vertido de aguas residuales domésticas – ARD y cobertura de alcantarillado en los municipios costeros del Caribe y Pacífico colombiano, es de resaltar los picos en grandes centros urbanos. Fuente caudal: cálculo Invermar, UNEP/UCR/2010. Población y cobertura alcantarillado: DANE 2011, SSPD según censo 2005, Federación Colombiana de Municipios, 2012; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABA, 2012; CORPAMAG, 2012.	135
Figura 50. Esquema de las acciones desarrolladas para la planificación ambiental y la gestión integrada de los ambientes marinos y costeros en Colombia	143
Figura 51. Metodología COLMIZC (Tomado de Rojas <i>et al.</i> , 2010)	144
Figura 52. Avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras	147
Figura 53. Mapa de los avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras	148
Figura 54. Número de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero	152f
Figura 55. Representatividad (%) de los ecosistemas marino costeros dentro de las áreas marinas protegidas, reportes año 2010 (línea base) y año 2013. (Fuente: Datos proyecto GEF-SAMP).	156
Figura 56. Representatividad (%) de los ecosistemas marino costeros dentro de las áreas marinas protegidas, reportes año 2010 (línea base) y año 2013. (Fuente: Datos proyecto GEF-SAMP).	159
Figura 57. Sectores de manglar a nivel nacional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación, zonas de preservación y zonas de uso Sostenible. Departamentos con sectores de manglar en los que su zonificación no ha sido aprobada oficialmente por el MADS.	164
Figura 58. Áreas de manglar a nivel regional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación zonas de preservación y zonas de uso Sostenible. *Departamentos con sectores de manglar en los que su zonificación no ha sido aprobada oficialmente por el MADS.	165
Figura 59. Disponibilidad a pagar (DAP: persona/día) por servicios ecosistémicos.	169
Figura 60. Marco conceptual de la metodología usada para la identificación de playas con potencial de restauración en el Caribe colombiano.	173





# Capítulo I

## LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA



invemar

COLOMBIA  
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
"José Benito Vives De Andrés" INVEMAR  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



## MARCO GEOGRAFICO

Colombia es un país con 1'137.814 km<sup>2</sup> de área continental, cuenta aproximadamente con 3.531km de costa en el océano Pacífico y el mar Caribe, que le otorgan otros 892.102 km<sup>2</sup> de aguas jurisdiccionales, según el mapa Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos (IDEAM *et al.*, 2007), para un extensión total aproximada de 2'070.408 km<sup>2</sup>. Es así como Colombia tiene un área jurisdiccional marítima relativamente igual a la de su territorio emergido (continental e insular), y de ahí el origen del lema institucional del INVEMAR: “Colombia 50% Mar”.

Desde la perspectiva biogeográfica, a lo largo de la jurisdicción marina se diferencian la región del Atlántico Tropical y la región del Pacífico Este Tropical, dentro de las cuales se encuentran tres provincias: Provincia Océano Pacífico Tropical, Provincia Mar Caribe y la Provincia Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En cada una de ellas se presentan sistemas insulares, diversos paisajes y ecosistemas característicos del trópico. Las máximas profundidades alcanzan los 4.990 m en la cuenca Colombia en el mar Caribe (IDEAM *et al.*, 2007).

La zona costera definida por la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia PNAOCI, corresponde a la franja del litoral de 2 km atrás de los ecosistemas de influencia marina y de los centros poblados costeros y tiene una extensión emergida (continental e insular) de 16.128 km<sup>2</sup> (aprox. 1,5% del territorio emergido), pero la extensión de la zona costera también va hasta la plataforma continental mar adentro. La mayor parte del límite exterior de la plataforma continental coincide con la isóbata de los 200 m y en general la zona costera marina representa un 6% de las aguas jurisdiccionales.

El Caribe colombiano está localizado en el sector más septentrional de Suramérica, en su extremo noroccidental. Debido a la ubicación del archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y los cayos e islotes asociados, Colombia tiene fronteras internacionales con Jamaica, Haití y República Dominicana al norte, con Costa Rica y Nicaragua al noroccidente, hacia el oriente limita con Venezuela, en donde la frontera cruza la línea de costa en el sector de Castilletes (N 11°50', W71°20') y al occidente comparte frontera con Panamá, cruzando la zona costera en Cabo Tiburón (N 08°41'7,3" W 77°21'50,9"). Tiene una longitud de línea de costa de 1.932 km, una zona costera emergida de 7.673 km<sup>2</sup> y una superficie de aguas jurisdiccionales de 532.154 km<sup>2</sup> (Tabla 1) (Figura 1).



**Tabla 1.** Áreas y longitudes aproximadas de la zona marina y costera de Colombia. Los vectores fueron re proyectados de Magna Colombia Bogotá a Lambert Azimutal Colombia para estimar las áreas<sup>1</sup>.

		REGIÓN		TOTAL
		Caribe	Pacífico	
Línea de costa (km)	Continental	1.785	1.545	3.531
	Insular del margen continental	86	50	
	Insular Oceánico	60	4	
	Subtotal	1.932	1.599	
Área emergida de la zona costera (km <sup>2</sup> )	Continental	7.594	8.435	16.128
	Insular del margen continental	30	20	
	Insular Oceánico	49	1	
	Subtotal	7.673	8.456	
Extensión de aguas jurisdiccionales (km <sup>2</sup> )	Extensión de aguas costeras	30.219	21.205	892.102
	Extensión de aguas oceánicas	501.935	338.744	
	Subtotal	532.154	359.948	

La gobernabilidad de la costa continental del Caribe colombiano está conformada por las gobernaciones de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia y Chocó, en total 41 municipios, 7 Capitanías de Puerto y 11 Autoridades Ambientales entre Corporaciones Autónomas Regionales – CAR y Departamentos Técnico Administrativos de Medio Ambiente, encargados de la gestión ambiental (Tabla 2), entre sí las cabeceras municipales están comunicadas por una red vial primaria pavimentada, y vías secundarias que comunican con poblaciones menores. Desde el punto de vista fisiográfico costero predomina la llanura Caribe, que se extiende hacia el norte de las estribaciones de las cordilleras Occidental y Central (serranías de Abibe y San Jerónimo). Resaltan el relieve de la Sierra Nevada de Santa Marta que se levanta desde el nivel del mar hasta 5.770 m, como un macizo aislado, los paisajes desérticos de La Guajira, los deltas de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato, así como los golfos de Morrosquillo en Sucre y de Urabá en Antioquia (INVEMAR, Carsucre y CVS, 2002; Ingeominas, 1998; Steer *et al.*, 1997, Correa y Restrepo, 2002; Posada *et al.*, 2008). Los archipiélagos de las islas del Rosario y de San Bernardo, ambos originados por diapirismo de lodo, colonizados por formaciones arrecifales (Verne, 1985; Ingeominas, 1998), pertenecen al Caribe insular continental y se localizan en la plataforma continental frente a los departamentos de Bolívar y Sucre.

1. Los datos de áreas y distancias de esta tabla tienen como fuente principal la base de datos geográfica del mapa de ecosistemas continentales costeros y marinos escala 1:500.000, (IDEAM *et al.*, 2007) y fueron ajustados acorde a las siguientes condiciones. Línea de costa: \*insular del margen continental Pacífico incluye isla Gorgona, \*\*insular del margen continental Caribe incluye islas tierra Bomba, Fuerte, Arena e islas del Rosario y San Bernardo. \*\*\*insular oceánico Caribe incluye islas de San Andrés y Providencia. \*\*\*\*insular oceánico Pacífico incluye isla Malpelo. \*\*\*\*\*continental Caribe borde litoral externo, sin contar límites internos de lagunas costeras. \*\*\*\*\*continental Pacífico borde litoral externo, sin contar límites internos de los esteros e incluyendo San Andrés de Tumaco.

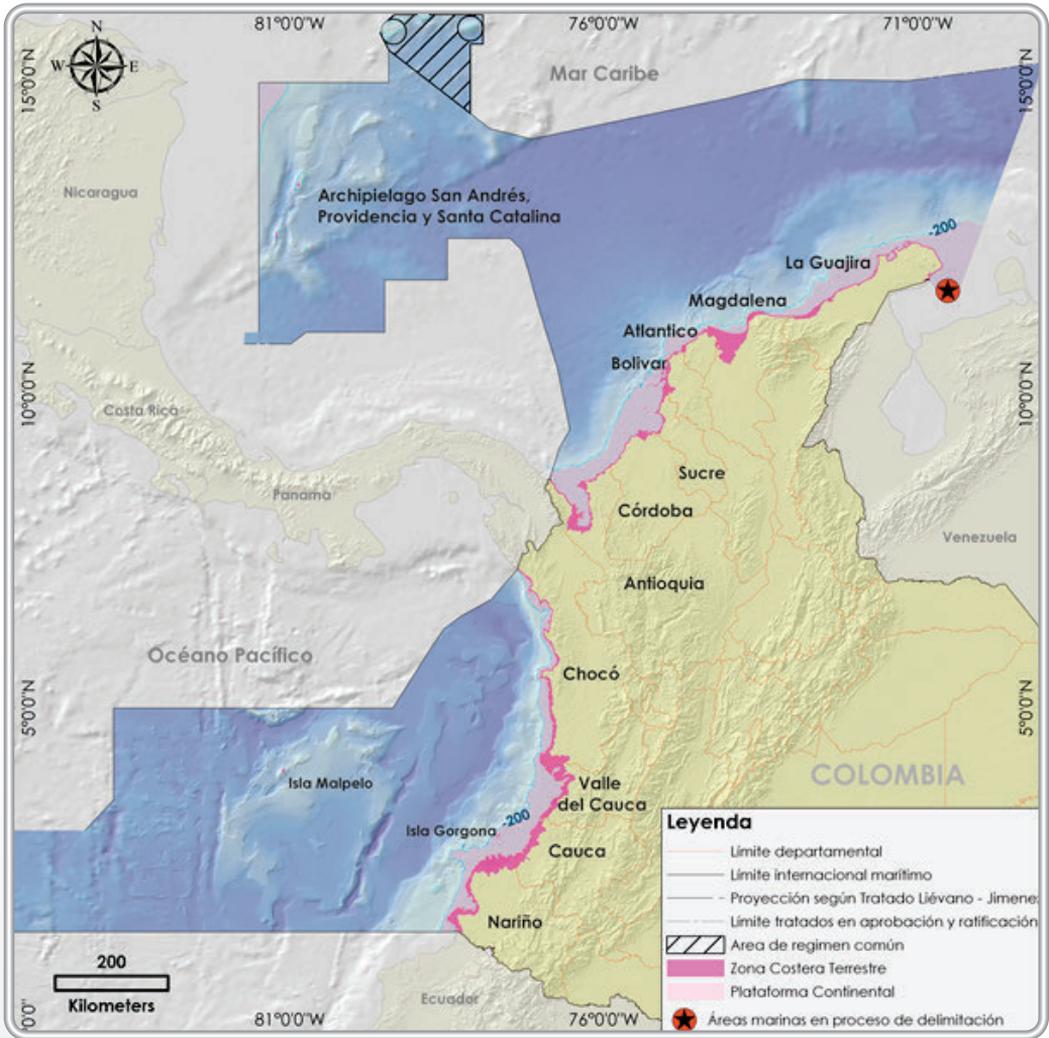


Figura 1. Fronteras nacionales e internacionales de la zona marino – costera del territorio colombiano (modificado de IGAC, 2002).

La costa Caribe insular oceánica está conformada por el Archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y sus islotes y cayos asociados; se ubica al noroeste del país, en la llamada zona de elevación de Nicaragua, entre las coordenadas 10°49' y 16°10' de latitud Norte y 78° 00' y 82°14' de longitud Oeste (Figura 1). Tiene una extensión de línea de costa de 60 km aproximadamente y un área terrestre de 49 km<sup>2</sup> (Posada *et al.*, 2011) (Tabla 1). Administrativamente está conformada por un solo departamento que se comunica con el resto del país a través del Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla en San Andrés Isla, 2 Capitanías de Puerto y por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina CORALINA encargada de la gestión ambiental en el Archipiélago (Tabla 2).

El Pacífico colombiano se ubica en la región occidental de Colombia; está limitado al norte por la frontera internacional con Panamá, que cruza el litoral en el sector intermedio entre punta Cocalito en Panamá y punta Ardita en Colombia (N 7°12'39,3" W 77°53'20,9") y al sur por la frontera internacional con Ecuador marcada en la zona costera por el río Mataje (N 1°26' W 78°49'). Entre la isla de Malpelo, perteneciente a Colombia, y la isla de Coco, de propiedad de Costa Rica, se ha delimitado una frontera internacional marina y submarina, aunque el tratado aún no ha sido firmado por parte de Costa Rica. El Pacífico colombiano tiene una línea de costa de 1.544 km de longitud, una porción emergida de la zona costera e insular de 8.455 km<sup>2</sup> y una superficie de aguas jurisdiccionales de 359.948 km<sup>2</sup> correspondiente al 18% del territorio nacional, extensión que ve favorecida por la ubicación de la isla Malpelo en aguas oceánicas distantes de la costa, aproximadamente 380 km (Tabla 1) (INVEMAR, 2002; Steer *et al.*, 1997; Posada *et al.*, 2009 y Posada *et al.*, 2011).

El litoral Pacífico está integrado por los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, 16 municipios costeros, 4 Capitanías de Puerto y 4 CAR (Tabla 2). El principal medio de comunicación entre los municipios costeros es el transporte fluvial y marítimo, mientras que la red vial primaria existe solamente entre las poblaciones de Cali y Buenaventura en el Valle del Cauca, y entre Pasto y Tumaco en Nariño (Ingeominas, 1998; Steer *et al.*, 1997). La costa del Pacífico se divide en dos regiones fisiográficamente diferentes: la zona norte, entre Panamá y Cabo Corrientes, de aproximadamente 375 km de longitud, constituida por costas acantiladas muy accidentadas, correspondientes a la serranía del Baudó. Hacia el sur de Cabo Corrientes hasta el límite con el Ecuador la costa es baja, aluvial, con planos inundables cubiertos por manglares, una red de drenaje densa conformada por ríos y esteros y sólo interrumpidos por pequeños tramos de acantilados en bahías de Málaga, Buenaventura y Tumaco (Ingeominas, 1998; Posada *et al.*, 2009).



**Tabla 2.** Gobernabilidad en las regiones costeras colombianas.

	Departamentos	Municipios costeros	Autoridades ambientales	Capitanías de puerto
Costa Caribe	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Isla San Andrés	CORALINA	San Andrés
		Isla Providencia		Providencia
	La Guajira	Uribia	CORPOGUAJIRA	Puerto Bolívar
		Manaure		
		Riohacha		Riohacha
		Dibulla		
	Magdalena	Santa Marta	DADMA	Santa Marta
		Ciénaga	CORPAMAG	
		Zona Bananera		
		Puebloviejo		
		El Retén		
		Pivijay		
		SitioNuevo		
		Remolino		
		Salamina		
	Atlántico	Barranquilla	DAMAB	Barranquilla
		Puerto Colombia	CRA	
		Tubará		
		Juan de Acosta		
		Piojó		
		Luruaco		
	Bolívar	Cartagena de Indias	EPA	Cartagena
		Santa Catalina	CARDIQUE	
Santa Rosa				
Turbaco				
Turbaná				
Arjona				





	Departamentos	Municipios costeros	Autoridades ambientales	Capitanías de puerto
Costa Caribe	Sucre	San Onofre	CARSUCRE	Coveñas
		Tolú		
		Coveñas		
		Palmito		
	Córdoba	San Antero	CVS	
		San Bernardo del Viento		
		Lorica		
		Moñitos		
		Puerto Escondido		
		Los Córdoba		
	Antioquia	Arboletes	CORPOURABÁ	
		San Juan de Urabá		
		Necoclí		
Turbo				
Chocó	Unguía	CODECHOCÓ	Turbo	
	Acandí			
	Jurado		Bahía Solano	
	Bojayá			
	Bahía Solano			
	Nuquí		Buenaventura	
	Bajo Baudó			
	Valle del Cauca		Buenaventura	CVC
Cauca	López de Micay	CRC	Guapi	
	Timbiquí			
	Guapi			
Nariño	Santa Bárbara	CORPONARIÑO	Tumaco	
	El Charco			
	La Tola			
	Olaya Herrera			
	Mosquera			
	Francisco Pizarro			
	San Andrés de Tumaco			



La costa del Pacífico insular está conformada por la isla de Gorgona, en el margen continental, y la isla Malpelo, en el sector oceánico (Figura 1). Tienen una longitud total de línea de costa de 25 km y 4 km respectivamente y un relieve montañoso y escarpado, con abundante vegetación tropical para Gorgona y suelos desnudos en Malpelo (Tabla 1) (Posada *et al.*, 2011).

A nivel poblacional, Colombia es un país con 45,5 millones de habitantes (DANE, 2010), concentrados en su mayoría en las ciudades capitales continentales. Se estima que la población costera representa aproximadamente el 11% de la población total (DANE, 2010), con una tendencia de crecimiento ocasionada por los acelerados procesos de urbanización. Lo anterior es más evidente en el Caribe, donde se concentra el mayor número de habitantes (84% de la población total costera), siendo los municipios de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta los de mayor proporción. En el Pacífico, solo se encuentra el 16% de la población costera del país, siendo el municipio de Buenaventura el principal centro poblado.

A pesar de lo anterior, la distribución de la población en la zona costera colombiana contrasta con la tendencia mundial, en la que la mayoría de la población se asienta en la costa. Sin embargo, los municipios costeros son los de mayor tasa de crecimiento poblacional del país, los principales receptores de población desplazada y en general los de menor nivel de vida en comparación con el promedio nacional.

Por otra parte, la zona costera colombiana se constituye en el principal eje de desarrollo económico del país, especialmente por la realización de actividades relacionadas con el transporte marítimo, el comercio exterior, el turismo, la pesca y el sector minero-energético (Ramos y Guerrero, 2010). Este último, ha venido tomando auge por la potencialidad que presentan las áreas marinas y costeras para su usufructo y por los diferentes programas de desarrollo que se vienen impulsando a nivel nacional. En este sentido, se resalta que los departamentos costeros aportaron para el año 2010 aproximadamente el 40% al PIB del país, proyectado para el año 2010 en 548.273 millones de pesos (DANE, 2010).

## UNIDADES DE GESTIÓN

Según el DNP (2007)<sup>2</sup>, el ordenamiento territorial (OT) se refiere, por una parte, a la organización y la estructura político administrativa del Estado: funciones, competencias, interrelaciones entre los niveles de gobierno, etc. Y por la otra, a la relación de la sociedad con el territorio, que se evidencia a través de diferentes dinámicas y prácticas políticas, sociales, económicas, ambientales y culturales, generadoras de condiciones específicas de desarrollo territorial. Ambos elementos del OT son interdependientes y de su adecuada regulación y planificación depende la posibilidad de administrar y gestionar eficientemente el territorio tanto continental como marino y aprovechar sus potencialidades en procura de un desarrollo equilibrado y sostenible, una mayor integridad territorial, un fuerte sentido de cohesión social y, en general, un mayor nivel de bienestar para la población.

<sup>2</sup>DNP, 2007. Visión Colombia Segundo Centenario. Aprovechar el territorio marino costero de forma eficiente y sostenible



En este contexto, la PNAOCI (MMA, 2001), estableció las tres grandes Regiones oceánicas y costeras del país (Caribe Continental e Insular y Pacífico Continental), como regiones integrales de planificación del desarrollo y ordenamiento territorial, reconociendo que cada una de ellas tiene dinámicas y características particulares que ameritan reconocer en estos procesos estas peculiaridades.

Según la Política Nacional, esta estrategia permite establecer diferentes niveles o instancias dentro del proceso de administración de las zonas costeras. Hace énfasis en la escala de las grandes regiones para mostrar la necesidad de agrupar administrativamente y para efectos de planificación estratégica a todas las unidades administrativas de cada costa, con base en el argumento de que cada una de ellas tiene su propia base ecosistémica, problemática y diagnóstico.

Por otra parte, al interior de cada una de las Regiones Integrales de Planificación, se definieron unidades ambientales y geográficas continuas, con ecosistemas claramente definidos, que requieren una visualización y manejo unificado. Se establecieron 12 unidades ambientales, unas de carácter costero y otras oceánicas –UACO's, que constituyen los espacios oceánicos y la zona costera nacional. Su descripción y localización (ver Figura 2), es la siguiente:

## Región Caribe Insular

**Unidad Ambiental Caribe Insular – Reserva de Biósfera SEAFLOWER:** comprende todo el territorio del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, los terrenos emergidos así como los recursos de la plataforma arrecifal y prearrecifal y los espacios oceánicos.

## Región Caribe Continental y Oceánica

**Unidad Ambiental Costera de la Alta Guajira:** desde Castilletes (frontera con Venezuela) hasta la boca del río Ranchería en el departamento de la Guajira.

**Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta:** desde la boca del río Ranchería (inclusive) hasta la boca del río Córdoba (inclusive) en el departamento del Magdalena.

**Unidad Ambiental Costera del Río Magdalena:** complejo Canal del Dique – sistema lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta: Desde la boca del río Córdoba y hasta el Delta del Canal del Dique (inclusive) en el departamento de Bolívar. Incluye el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario.

**Unidad Ambiental Costera Estuarina del Río Sinú y el Golfo de Morrosquillo:** desde el delta del Canal del Dique hasta punta Caribaná en el departamento de Antioquia. Incluye el Archipiélago de San Bernardo.

**Unidad Ambiental Costera del Darién:** desde Punta Caribaná hasta Cabo Tiburón (Frontera con Panamá) en el departamento del Chocó.



**Unidad Ambiental Caribe Oceánico:** representada por todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia en el mar Caribe a partir de la isóbata de los 200 m, límite convencional de la plataforma continental o insular.

## Región Pacífico

**Unidad Ambiental Costera del Alto Chocó:** desde la frontera con Panamá (Hito Pacífico) hasta Cabo Corrientes en el departamento del Chocó.

**Unidad Ambiental Costera del Frente Río Baudó - Río Docampadó:** desde Cabo Corrientes hasta el delta del río San Juan en el departamento del Chocó.

**Unidad Ambiental Costera del Complejo de Málaga - Buenaventura:** desde el delta del río San Juan (inclusive) hasta la boca del río San Juan de Micay en el departamento del Cauca.

**Unidad Ambiental Costera de la Llanura Aluvial Sur:** desde la boca del río San Juan de Micay (inclusive) hasta la boca del río Mataje (Hito Casas Viejas - Frontera con Ecuador) en el departamento de Nariño. Incluye las islas de Gorgona y Gorgonilla.

**Unidad Ambiental Pacífico Oceánico:** representada por todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia en el océano Pacífico a partir de la isóbata límite convencional de la plataforma continental o insular.



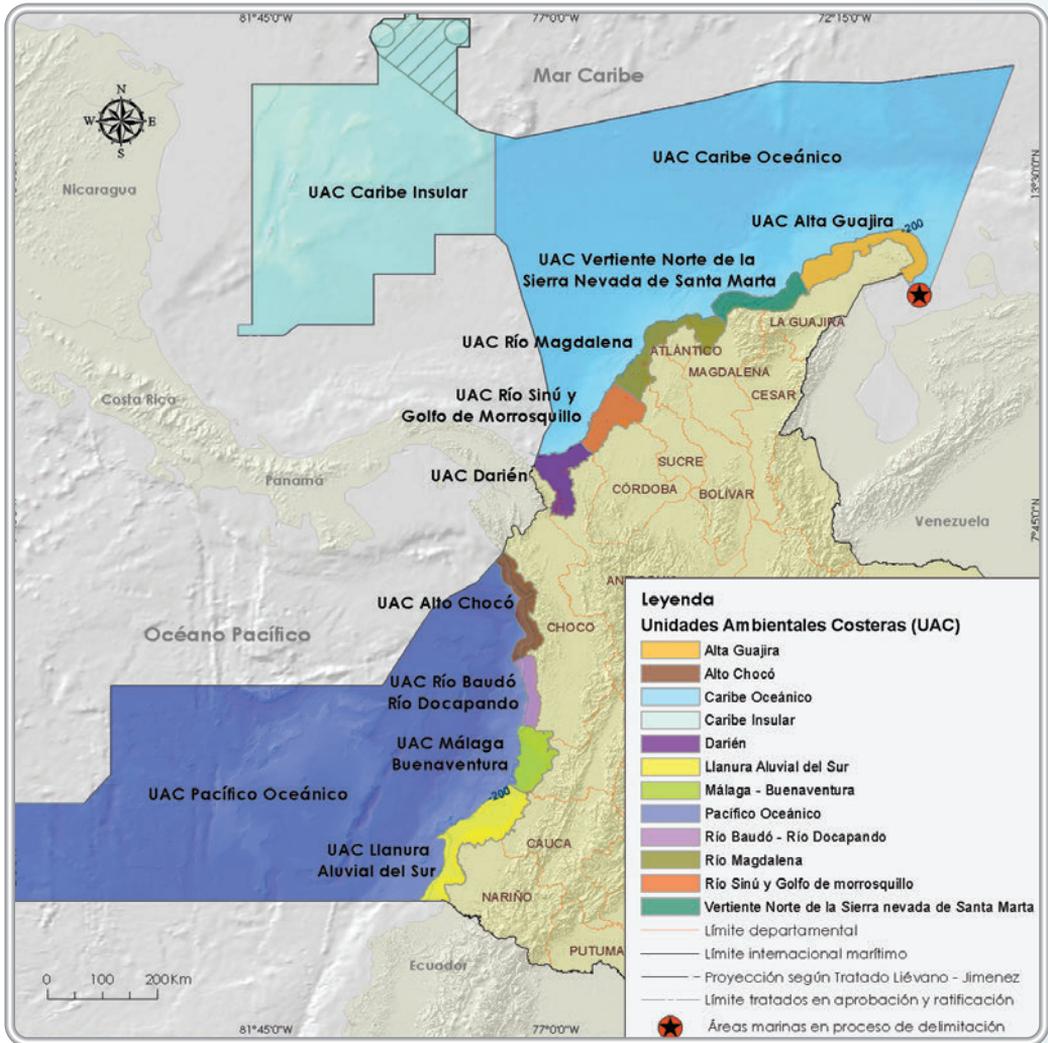


Figura 2. Localización de las Unidades Ambientales Oceánicas y Costeras (INVEMAR, 2000).



# Capítulo II

## ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS



COLOMBIA  
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
"José Benito Vives De Andrés" INVEMAR  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas fundamentales en el mantenimiento y buena gestión de los ecosistemas marinos y costeros (y en sus homólogos continentales) son los referentes a la parte abiótica que interactúa directamente con estos. Es así como los procesos Climáticos, el grado de Erosión y Acreción, Cambios en los regímenes hidrológicos y oceanográficos y la misma calidad del agua, eje transversal en común entre todos, individual o sinérgicamente se convierten en un factor que contribuye tanto positiva como negativamente en su desarrollo integral, determinando su sostenibilidad a futuro.

Un seguimiento de estos factores básicos abióticos que sustentan los ecosistemas marino costeros, permitirá determinar con suficiente antelación las acciones a tomar para prevenir, mitigar, restaurar o inminente e inevitablemente observar el colapso de ciertas áreas con ecosistemas llevados a la degradación o eliminación local.

Es por las razones anteriores que el Instituto ha desarrollado en colaboración con las autoridades ambientales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo sostenible – CAR, Gobernaciones departamentales y Parques Nacionales Naturales principalmente, a través de convenios y acuerdos, la justificación, planificación y desarrollo de una red de muestreo específica para cada área, con el fin de realizar acciones tendientes a levantar la información pertinente lo más minuciosamente posible, de los cambios que se presenten en el medio abiótico, con el fin de ofrecer la mejor información técnica para que se tomen las mejores decisiones administrativas en la gestión de las problemáticas y mitigación de las mismas en la conservación de los ecosistemas de los litorales costeros del país.

En el documento a continuación, se presentan en detalle el desarrollo de estos procesos llevados a cabo en el último año, que corresponden al trabajo multidisciplinario de los grupos de Geociencias Marinas y Calidad Ambiental, para que el lector tenga una idea clara de las características y procesos que son tenidos en cuenta para el análisis y explicación de los indicadores determinados en cada uno de estos.

## EL AMBIENTE ABIÓTICO

Los aspectos físicos del ambiente abiótico estudiados por el INVEMAR durante el año 2013 fueron abordados desde un enfoque multidisciplinario, incluyendo mediciones y análisis desde el punto de vista geomorfológico, sedimentológico, geofísico, oceanográfico y climático (Figura 3). Esta información sirvió de insumo para estudiar procesos como la erosión costera, la sedimentación, el detrimento de la calidad del agua, los recursos hidrobiológicos y como aporte a la caracterización *off-shore*.

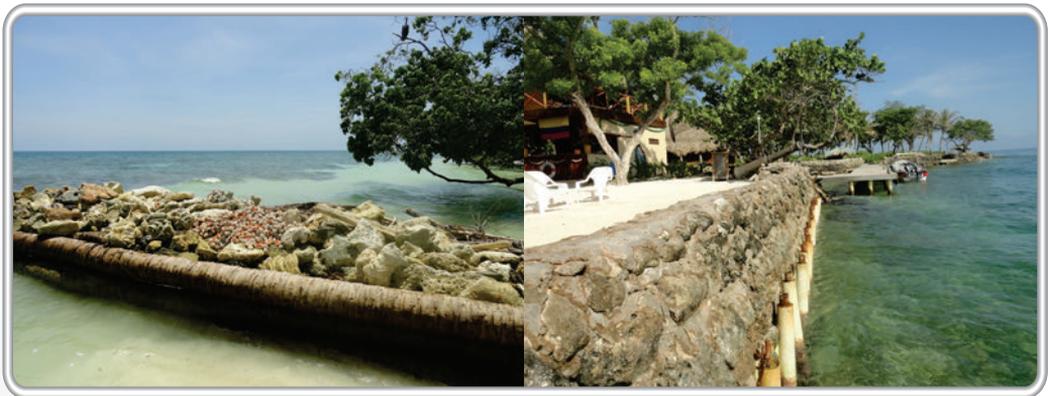


**Figura 3.** Aspectos físicos abordados en el componente abiótico de los proyectos de investigación realizados en 2013. Isla Grande (Programa GEO).



Algunos de estos estudios permitieron contribuir al conocimiento del medio ambiente abiótico de las zonas marino-costeras de Colombia que albergan ecosistemas estratégicos; como por ejemplo, áreas de Parques Nacionales Naturales. Este fue el caso de los estudios en el Caribe realizados en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRSB) y las islas de Providencia y Santa Catalina, pertenecientes a la reserva de la biósfera Seaflower; mientras que en el Pacífico se hizo lo propio en el Parque Nacional Natural Gorgona (PNNG) y La Barra, zona que hace parte del Parque Nacional Natural Uramba (Bahía Málaga).

En el PNNCRSB, el estudio se centró principalmente en la determinación de la influencia y el grado de impacto asociado a las actividades realizadas por el hombre. Para esto se realizó el inventario de obras de defensa costera (Figura 4) y se hizo un análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para todo el PNNCRSB. Así mismo se profundizó en el estudio del sustrato marino tomando como base las imágenes captadas con sonar de barrido lateral en el año 2012 y se describieron las condiciones físico-químicas, hidrodinámicas y meteorológicas en el área del parque, durante diferentes épocas climáticas (INVEMAR-GEO, 2013a).



**Figura 4.** Obras de protección hechas con materiales extraídos de las zonas litorales y rellenos de las mismas. Izquierda: espolón en isla Múcura hecho con restos de caracolejo y coral fósil sacado del mar. Derecha: relleno con arena en muro de protección en isla Pirata (Programa GEO).

En las islas de Providencia y Santa Catalina, se efectuó un análisis de amenaza y vulnerabilidad a la erosión costera, mediante la aplicación de herramientas SIG y métodos multicriterio (Gornitz *et al.*, 1994; Rangel y Posada, 2014). Los métodos multicriterio son una metodología holística, diseñada teniendo en cuenta las condiciones intrínsecas (naturales – culturales) de cada región. El uso de esta metodología permite obtener diferencias importantes en los resultados debido a que el “índice o indicador integrado” que se usa, es calculado a partir de variables que incluyen aspectos físicos, socioeconómicas, de conservación y de patrimonio (comunidades minorías étnicas). De igual forma, en estas dos islas, se profundizó en el estudio de la vulnerabilidad teniendo en cuenta sus elementos expuestos, como la fragilidad estructural y corporal (INVEMAR-GEO, 2013c).

Para el Pacífico colombiano, los estudios relacionados al medio abiótico se centraron en los litorales de Cauca y Valle que están altamente condicionados por el régimen mesomareal de la zona. El régimen mareal es uno de los agentes que contribuye de manera significativa con los cambios en la morfología litoral dentro de la costa Pacífica colombiana. Eventualmente las mareas (en especial las mareas vivas – denominadas como “pujas” por los pobladores de la zona) pueden llegar a representar una amenaza para la población que se encuentra asentada sobre el borde costero (Figura 5).



**Figura 5.** Destrucción de viviendas y árboles derivada de la incidencia de las denominadas “pujas” o mareas vivas (Programa GEO).

### ▼ Oceanografía y clima

El conocimiento de las características: temperatura, salinidad, turbidez y circulación en la columna de agua, constituye un aporte al entendimiento de la matriz física donde se desarrollan los ecosistemas naturales y es un buen indicador de cambios ambientales, ya que estas variables responden ante eventos de vientos, oleaje, descargas y variaciones en nivel del mar.

Para la zona del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo PNNCRSB, las mediciones hidrodinámicas realizadas en 2013 mostraron que, con excepción de marzo, las corrientes en la zona tienen una dirección predominantemente hacia el norte, al parecer, inmersas dentro de la contracorriente descrita por otros autores para la zona. Así mismo, resultó interesante el papel que juega la batimetría de la zona, puesto que genera patrones locales no descritos anteriormente. Las variables físicas evaluadas durante 2012 y 2013 presentaron diferencias espaciales y temporales (Figura 6). Resultaron similares las mediciones en los meses de marzo (2013) y julio (2013), los cuales se caracterizan por la presencia de vientos; así como las realizadas en mayo (2012) y octubre (2012). Espacialmente también se encontraron diferencias entre la zona norte (islas del Rosario) y sur (islas de San Bernardo) del PNNCRSB, las cuales fueron atribuidas a la desigual incidencia de los vientos y descargas sobre la zona.

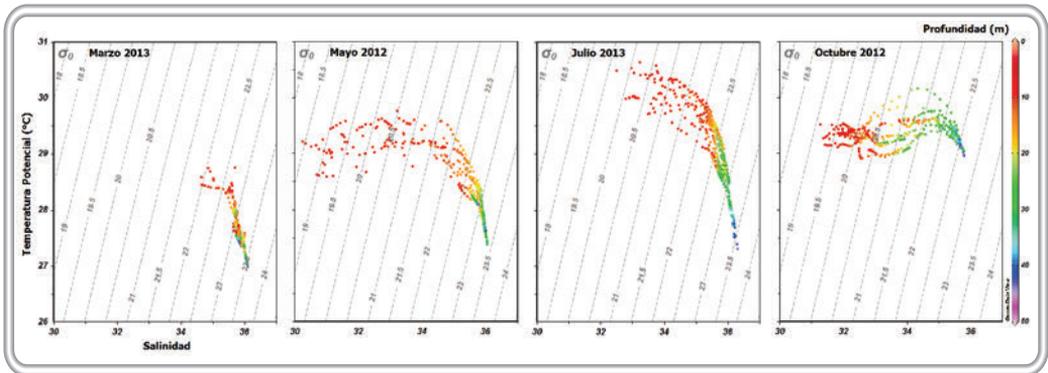
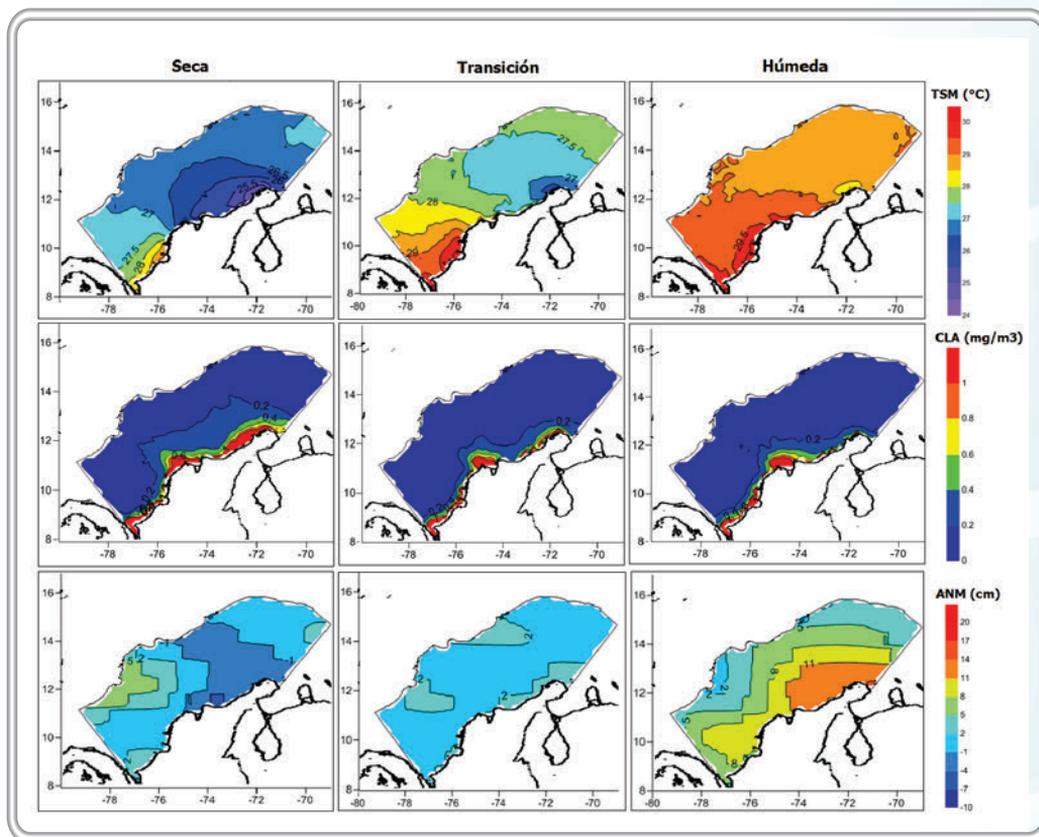


Figura 6. Diagramas TS (temperatura-salinidad) encontrados en 2012 y 2013 en la zona del PNNCRSB (INVEMAR-GEO, 2013a).

Otro de los temas abordados por el INVEMAR desde el componente oceanográfico fue el apoyar las investigaciones sobre recursos hidrobiológicos empleando nuevas tecnologías. En la actualidad y gracias a la teledetección, es posible la visualización de áreas hacia donde se sienten atraídas las especies marinas, ya que empleando información satelital, es posible identificar asociaciones entre imágenes de temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila-a (CLA), anomalías del nivel del mar (ANM) y rendimientos de pesca de algunas especies. En el 2013 se describió la dinámica oceanográfica superficial entre los años 2007 y 2013 en un polígono del Caribe empleando imágenes satelitales mensuales del sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) tanto para TSM como para CLA y de ANM del altímetro TOPEX-POSEIDON (Figura 7), las cuales fueron analizadas de acuerdo a las tres épocas climáticas establecidas para el Caribe colombiano (Rueda *et al.*, 2014).

Espacialmente se identificaron tres zonas donde las variaciones de TSM, CLA y ANM fueron claramente diferenciables. La TSM presentó variaciones de sur a norte paralelas a la costa: un sector sur caracterizado por las mayores TSM y asociado al giro Panamá-Colombia; un sector centro con TSM intermedias entre sur y norte y un sector norte con las menores TSM y claramente afectado por la surgencia de La Guajira, la cual es mayor durante la época seca; mientras que las variaciones de la CLA fueron más evidentes de forma perpendicular a la costa y asociadas a las descargas de los principales ríos. La ANM presentó variaciones espaciales asociadas principalmente a la zona de influencia de la surgencia de La Guajira, tal que esta zona presenta las mayores anomalías negativas (divergencia del agua) durante la época seca y las mayores anomalías positivas (convergencia del agua) durante la época húmeda.



**Figura 7.** Variabilidad estacional de la TSM, CLA y ANM (2007-2013) en el Caribe colombiano (Rueda *et al.*, 2014).

Para el Pacífico colombiano, la zona marino-costera e insular del departamento del Cauca fue objeto de estudio en el 2013 (INVEMAR-GEO, 2013b). Se identificaron dos ambientes marino-costeros de acuerdo a sus características termohalinas; uno costero con profundidades bajas, alta concentración de sólidos suspendidos, alta variabilidad en temperatura, salinidad y oxígeno, relacionado con la dinámica de estos sistemas deltaicos donde intervienen la marea, la descarga de los ríos y la interacción entre aguas continentales menos densas con las aguas oceánicas de mayor densidad y otro ambiente totalmente oceánico (isla Gorgona); con una columna de agua bien estratificada y bastante clara en términos de transparencia del agua. Se encontró que la influencia de la marea y la descarga de los ríos, aportan notoriamente a los procesos de mezcla que se dan en la zona costera y su dinámica puede tener grandes impactos en la geomorfología de la línea de costa y en el balance sedimentario de estos sistemas de deposición.

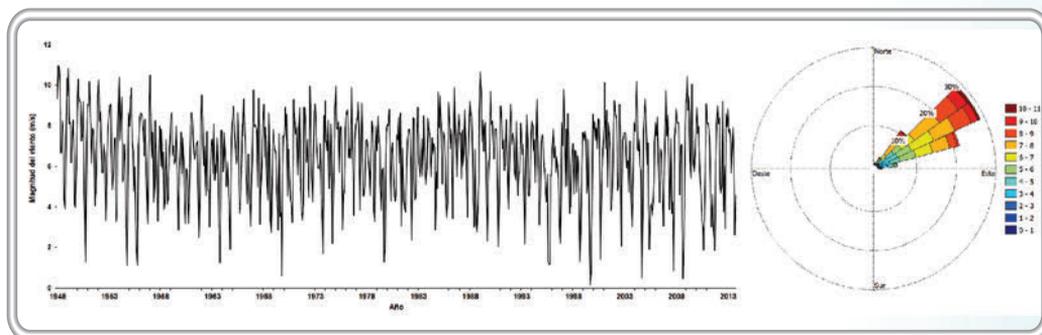


Ecosistemas de alta importancia ecológica, pero así mismo con grandes problemas de contaminación igualmente fueron objeto de estudio en el 2013. La determinación del estado del arte en cuanto a estudios oceanográficos y de calidad de agua durante los últimos 12 años en la ciénaga de La Virgen (Caribe colombiano), arrojaron 14 estudios de impacto ambiental no publicados, 8 publicaciones, 6 informes y 1 Tesis de pregrado (Vivas-Aguas *et al.*, 2014) y constituyó un insumo necesario para formular un proyecto de monitoreo, teniendo en cuenta la importancia de los recursos hidrobiológicos de este ecosistema y caños adyacentes.

Estudios oceanográficos costa afuera también hicieron parte de los quehaceres del INVEMAR en el 2013. El estudio de las condiciones oceanográficas para el mes de agosto y septiembre de 2013 en el área del régimen común con Jamaica, mostraron que las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto presentaron el comportamiento esperado en aguas tropicales, se distribuyeron verticalmente en cuatro capas (de mezcla, subsuperficial, intermedia y profunda) y no se evidenció la presencia de afloramientos para el área de estudio. Se identificaron cuatro masas de agua, las cuales concuerdan con otros estudios realizados para el Caribe: Agua Superficial Subtropical (ASS), Agua Central del Atlántico Norte (ACAN), Agua Intermedia Subantártica (AIS) y Agua Profunda del Caribe (APC). Al igual que en estudios previos, no se identificó el Agua Superficial del Caribe (ASC), lo cual fue atribuido a la lejanía de la zona de estudio con respecto a aportes de agua dulce que contribuyeran a la disminución de la salinidad en superficie en el Caribe continental, característica de esta masa de agua (INVEMAR-MCS, 2013).

Durante el 2013 también fueron utilizadas imágenes de satélite, bases de datos globales existentes y series de oleaje de boyas virtuales como complemento a la información oceanográfica y climática adquirida en campo o como sustituto en casos en que no fue posible adquirir datos *in situ*. Este fue el caso de las islas de Providencia y Santa Catalina (IPSC), donde empleando información de *Reanalysis, del World Ocean Atlas* y de boyas virtuales se realizó una aproximación a la caracterización oceanográfica y climática de la zona marina adyacente a las islas, en el contexto de la erosión costera (INVEMAR-GEO, 2013d). Esta caracterización reveló que la magnitud del viento para el periodo 1948- 2013 fue en promedio de 6,44 m/s y presentó un predominio total de vientos provenientes del primer cuadrante, específicamente del noreste (Figura 8), resultados coherentes con los encontrados para el oleaje, donde se encontró que en la isla de Providencia, este proviene principalmente del primer cuadrante y específicamente la altura de oleaje más frecuente proviene del este-noreste con una probabilidad de 41%.





**Figura 8.** Serie de tiempo de la magnitud del viento y rosa de direcciones para la IPSC durante el periodo 1948-2013. Fuente de datos: Reanalysis de NCEP/NCAR (INVEMAR-GEO, 2013c).

### ▼ Fondos Marinos

En el 2013 se contribuyó además al estado del conocimiento abiótico de los fondos marinos. A partir del diseño e implementación de una metodología (aún en fase de validación) para procesar e interpretar información adquirida mediante el sonar de barrido lateral, fue posible diferenciar tipos de sustrato marino con el fin de contribuir al conocimiento en la distribución del material sedimentario que dio origen a la formación o erosión de las islas del PNNCRSB (INVEMAR-GEO, 2013a). A partir de la interpretación de los mosaicos de sonar de barrido lateral se identificaron con detalle, en imágenes con tamaño de pixel de 0,30 m, las distribuciones de dos tipos principales de fondos marinos correspondientes a fondos arenosos y fondos coralinos, ambos de origen biogénico (Figura 9). Estos fondos se subdividieron según la respuesta acústica o las distribuciones espaciales en cinco clases: fondos arenosos, fondos arenosos poblados por fanerógamas, formaciones coralinas, formaciones coralinas dispersas (sustrato de bloques coralinos) y formaciones coralinas y derrubios.

El desarrollo y aplicación de los métodos de identificación geofísicos acústicos en el medio submarino, también permitieron caracterizar zonas de interés para ecosistemas, habiendo registrado el 60% del área en los fondos con profundidad menor a 50 m alrededor de la isla Gorgona, contribuyendo a ampliar el conocimiento espacial que se tiene de la distribución de los sustratos. De igual manera ha servido para caracterizar áreas de importancia, debido al impacto antrópico, como zonas de interés para tuberías submarinas, áreas de dragado para canales de navegación o zonas de vertimientos de residuos sólidos.

El producto generado de esta metodología son imágenes georreferenciadas que permiten ubicar los sitios estratégicos para el desarrollo de la investigación, complementando el conocimiento de los fondos, con el uso de herramientas tradicionales, como la toma de fotografías y videos mediante buceo autónomo o la toma de muestras de fondo con dragas o nucleadores. Así mismo, abre las puertas para la implementación de nuevas tecnologías en la exploración de las profundidades marinas, con equipos especializados como los ROV y AUV.

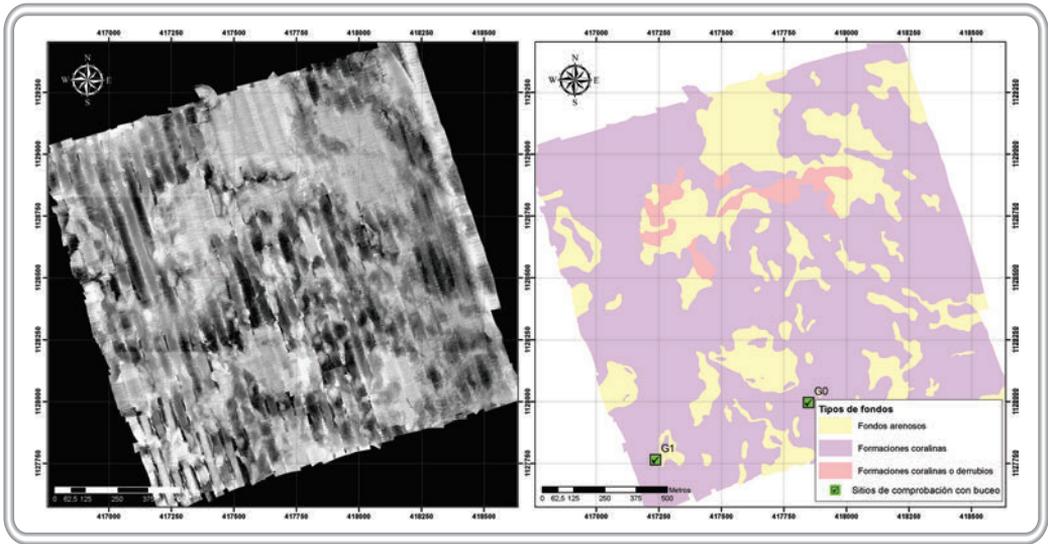


Figura 9. Mosaico de sonar de barrido lateral (A) e interpretación de fondos (B) en un área entre isla Grande e isla Tesoro (INVEMAR-GEO, 2013a).

Otro de los aportes de esta metodología estuvo enmarcado dentro de la generación del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia a escala 1:100.000, como insumo para la gestión y gobernabilidad del territorio, la negociación con sectores de desarrollo, el conocimiento y monitoreo de la biodiversidad ante escenarios de cambio y políticas de conservación y uso (Millán *et al.*, 2013). El conocimiento acerca de los fondos sirvió como sustento a la clasificación de ecosistemas marinos, siendo la geomorfología y los sustratos dos de los componentes temáticos involucrados en la caracterización de las unidades de geoforma y facies en las zonas someras (Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo) y profundas (talud superficial frente a los departamentos de Antioquia, Córdoba y Sucre).

## ▼ Erosión

La zona costera es un sistema geomorfológico muy dinámico en el que se producen cambios constantes a diversas escalas, tanto temporales como espaciales (Del Rio *et al.*, 2013). La mayoría de estos cambios están relacionados con la erosión, que es un problema en muchas zonas costeras y es causada tanto por efectos naturales como por actividades humanas (Van Rijn, 2011). A largo plazo (siglos a milenios), la erosión costera abarca dominios regionales y es causada principalmente por las variaciones del nivel del mar y los cambios climáticos globales (Cooper y Pilkey, 2004; Becker *et al.*, 2012; Jevrejeva *et al.*, 2012). En un lapso de tiempo intermedio (décadas a varios años), los factores que intervienen en la erosión costera (naturales y antropogénicos) están directamente relacionados con el balance de sedimentos en la zona

litoral (Komar, 2000; Cooper *et al.*, 2012). En el corto plazo (días - meses - años), la erosión costera está asociada a las variaciones en la energía del oleaje y los procesos relacionados con este tipo de eventos (Rangel y Anfuso, 2013).

La erosión costera influye de manera significativa en los diferentes ecosistemas marino-costeros del mundo. La incidencia de este fenómeno puede afectar y alterar el desarrollo de actividades productivas como el turismo, el aprovechamiento forestal y la pesca. Este es un fenómeno de origen natural que puede ser influenciado y acelerado por la intervención del hombre. En este sentido, la determinación de su grado de amenaza y vulnerabilidad – riesgo asociados, es de vital importancia para la población en general ya que aporta los lineamientos necesarios para la generación de políticas de desarrollo, prevención, control y mitigación; todo esto enmarcado dentro de los planes de ordenamiento territorial o de manejo integrado de la zona costera.

En los litorales Caribe y Pacífico de Colombia, diversos autores (Lessuer y Vernet, 1979; Page, 1983; Martínez *et al.*, 1990; Correa *et al.*, 2005; Rangel y Anfuso, 2009; Correa y Morton, 2006; Restrepo *et al.*, 2012; Rangel *et al.*, 2013) han concluido que la erosión costera es producto tanto de procesos naturales (*i.e.* oleajes extremos, desbalances sedimentarios, elevación del nivel del mar, etc.) como inducidos por el hombre (*i.e.* extracción de arena, construcción “empírica” de obras en la zona litoral, modificaciones en cuencas de drenaje, etc.).

### Diagnóstico de la erosión en el Caribe y Pacífico

Para el caso del PNNCRSB, el fenómeno erosivo se advierte en la gran mayoría de las islas y se ha visto reflejado con un retroceso constante de la línea de costa que alcanza tasas de hasta 2 m/año. Un ejemplo de este fenómeno es la isla Maravilla, en el archipiélago de San Bernardo, la cual ha desaparecido casi en su totalidad, quedando solo una pequeña parte en la que se encuentran restos de mangle.

Sin duda alguna, los fenómenos que ocurren en el PNNCRSB tienen su origen en dos fuerzas modeladoras: la natural y la antropogénica. Por parte de la natural se tienen todos los fenómenos que acontecen en el entorno e incluyen los eventos extremos de oleaje, el ascenso en el nivel del mar, desbalance sedimentario y tectónica. Dentro de la fuerza antropogénica se encuentran procesos tales como, la construcción de obras de defensa costeras, ocupación indebida del espacio litoral, eliminación de la cobertura vegetal y extracción de sedimentos. El grado de intervención antropogénica dentro del PNNCRSB es tal, que en algunas de las islas (*i.e.* Bonaire, Caguano) la longitud de línea de costa modificada y construida supera la longitud de línea de costa original.

Los serios procesos erosivos identificados a lo largo del PNNCRSB, han traído consigo que un porcentaje considerable de este parque se encuentre en un serio estado de amenaza. En detalle, tan solo el 31% de la totalidad del parque puede ser catalogado dentro de un rango de amenaza muy baja – baja, el 25% dentro de un rango de amenaza moderado y el restante 43% dentro de valores de amenaza alta y muy alta. Así mismo, la vulnerabilidad, calculada desde un punto de vista económico, reflejó que el 20% del área se encuentra dentro de un rango de vulnerabilidad muy alta –alta (coincidiendo con las zonas de mayor intervención antropogénica).



Por su parte, en las islas de Providencia y Santa Catalina se determinó que la erosión litoral predomina en los sectores de Santa Catalina, *Bottom House Bay*, *South West Bay* y *Fresh Water*. Las actividades humanas deben considerarse como el factor más importante en el fenómeno erosivo, por cuanto es demostrable que ellas han causado cambios apreciables en el balance de sedimentos litorales y han modificado la morfología de la línea costera, acelerando en gran medida los niveles de erosión de las playas. Las principales actividades antrópicas identificadas como responsables del fenómeno erosivo en estas islas incluyen:

- Construcción de estructuras costeras, como espolones y muros de contención sin estudios técnicos, que no han producido los resultados esperados y han modificado el transporte natural de los sedimentos.
- Construcción de infraestructura vial cerca o sobre el área de playa.
- Rellenos y dragados que han ocasionado la pérdida de los pantanos de manglar y de pastos marinos, y han modificado la morfología de la línea de costa.
- Vertimiento de aguas residuales provocando pérdidas de arenas por arrastre y un aumento en la contaminación que se ve reflejado en la degradación de los arrecifes, e impactan la principal fuente de sedimentos formadores de playas.
- Eliminación de pastos marinos y vegetación rastrera y arbustiva asociada a las zonas de playas, disminuyendo así la protección ofrecida por ellas al suelo durante las épocas de lluvias.



**Figura 10.** Retroceso costero y cambios volumétricos en el corregimiento de La Barra, Pacífico Colombiano. Fotografía izquierda tomada el 25 de mayo de 2013, fotografía de la derecha tomada el 24 de julio de 2013 (Programa GEO, Invemar).

En la costa Pacífica colombiana también se presentan graves problemas de erosión. En 2013 se evidenció tasas de erosión que alcanzaron valores cercanos a los 65 m/año en el poblado de La Barra, municipio de Buenaventura. En esta localidad la erosión costera ha producido que 89, de 133

predios (equivalentes a un 66% de la población), sean catalogados dentro de un grado de exposición alta. Esto significa que el fenómeno erosivo es tan alto y la población tan vulnerable, que no es posible llevar a cabo acciones de mitigación, dejando como única salida para enfrentar este problema la reubicación total del poblado.

Así mismo, las playas de La Bocana y Punta Soldado, en la parte externa de la bocana de la bahía de Buenaventura, se encuentran en una fase erosiva aguda, debido al exceso de energía que llega con los trenes de oleaje habituales. Las evidencias indican que diversos factores han tenido un efecto en el patrón espacial de desplazamiento y en las tasas de erosión/acreción en la parte externa de la bocana de Buenaventura. Entre estos factores se incluyen cambios en la batimetría cercana a la costa, eventos extremos de oleaje (asociados con el paso de embarcaciones – *wave wake*) y cambios en el régimen del transporte sedimentario inducidos por factores naturales.

### **Factores que causan erosión costera**

Los ejemplos anteriormente presentados, son algunas muestras de la problemática asociada a la erosión costera en Colombia. Las evidencias indican que en los últimos 30 años, mientras las actividades urbanísticas crecían a lo largo del país, la erosión costera se convirtió en un serio problema de creciente magnitud y en la tendencia dominante a lo largo de las costas de Colombia.

Según los resultados encontrados, es evidente que las costas de Colombia están siendo afectadas por una alta dinámica litoral y en muchos casos, a nivel local, por un desordenado desarrollo urbano. La gran mayoría de informes realizados basan sus metodologías de trabajo en el análisis de fotografías aéreas y mediciones puntuales en campo. La información derivada de monitoreo es casi nula y en general, su implementación se está empezando a desarrollar de forma reciente a lo largo de la costa. Hoy en día, se han llevado a cabo algunas mejoras en este sentido, gracias al desarrollo de nuevos estudios ambientales, colaboraciones con entidades de investigación y la formulación de directrices generales para contrarrestar la erosión costera a nivel regional y nacional (INVEMAR. 2013a).

Los estudios realizados han permitido determinar de manera general, cuales son los factores (naturales y antropogénicos) que han favorecido el incremento de la erosión costera en las costas de Colombia. En las Figura 11 y Figura 12 se resumen estos factores, en función de las escalas de tiempo e intervención.

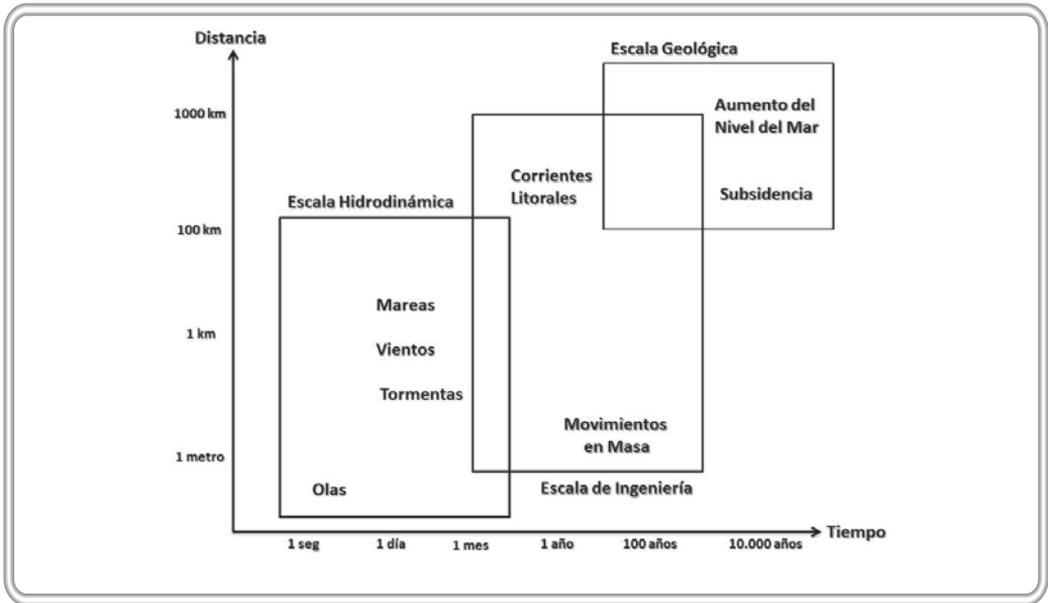


Figura 11. Escala de tiempo vs distancia de los factores naturales que influyen en la erosión costera de las costas de Colombia.

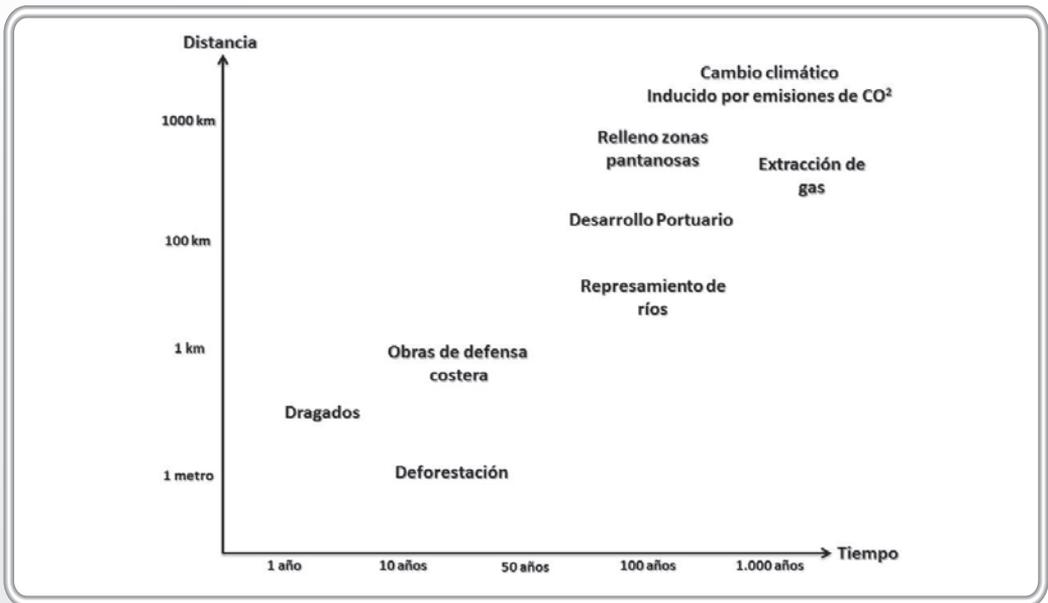


Figura 12. Escala de tiempo vs distancia de los factores antropogénicos que influyen en la erosión costera de las costas de Colombia.

A continuación se presentan los indicadores de porcentaje de línea de costa con erosión costera y grado de intervención de la línea de costa actualizados al año 2013.

## Indicador de porcentaje de línea de costa con erosión costera por departamento

### Definición e importancia del indicador

El indicador presenta un balance de la longitud de litoral afectado por la erosión costera, por departamento, con relación a la longitud total del mismo. Mide qué tanto los procesos erosivos están afectando la costa de cada uno de los departamentos costeros de Colombia.

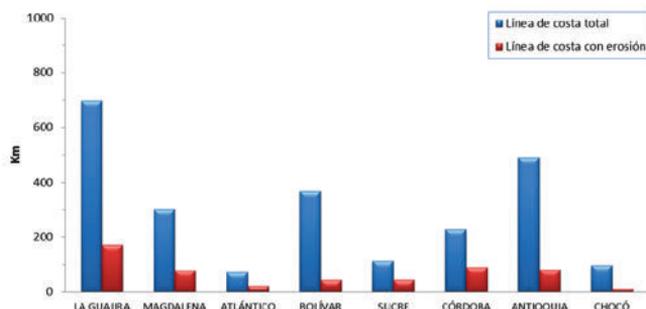
### Fuente de los datos e información

Publicaciones de diagnóstico de la erosión costera en la costa Caribe, del Pacífico e insular de Colombia, compilados a partir de información secundaria producida por diversas instituciones y trabajo de campo llevado a cabo por el INVEMAR desde el año 2000 hasta 2013. De igual forma se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes para los dos últimos años: Andrade *et al.*, 2013; Botero *et al.*, 2013; Harbitz *et al.*, 2012; Hoyos *et al.*, 2013; Ortiz *et al.*, 2012 y 2013; Rangel *et al.*, 2013, Rangel y Posada, 2014; Restrepo *et al.*, 2012 y 2014.

### Periodo reportado

Se actualizaron a 2013 todos los datos para los departamentos costeros de Colombia.

### Reporte o cálculo del indicador



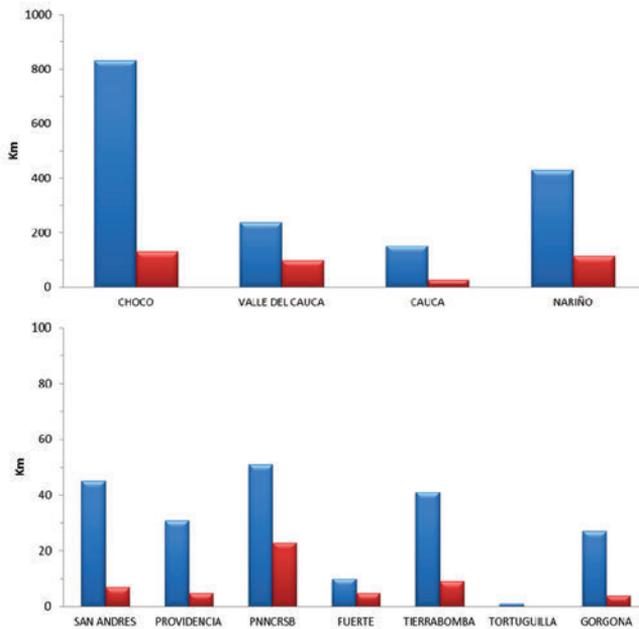


Figura 13. Cambios en la línea de costa por departamento y sector.

Tabla 3. Porcentajes de erosión determinados por litoral.

	Línea de Costa Total (km)	Línea de Costa con Erosión (km)	% Erosión Total
Caribe	2363	540	25
Insular	206	53	23
Pacífico	1653	375	26

### Interpretación de los resultados

Las gráficas presentadas indican que aproximadamente una cuarta parte de los litorales Caribe, Pacífico y territorios insulares colombianos están sufriendo un proceso erosivo importante. Se estiman valores cercanos al 25 % para el Caribe, 26% para el Pacífico y 24% para las zonas insulares (Figura 13).

### Limitaciones del indicador

El indicador depende del diagnóstico de la erosión realizado en 2008, 2009 y 2011 para el Caribe, Pacífico y las zonas insulares respectivamente. Es actualizado a partir de los estudios previamente mencionados realizados hasta 2013. Se debe tener en cuenta que existe mucha información sobre la erosión costera que es de acceso restringido ya que es efectuada por empresas consultoras.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Actualizar el diagnóstico de la erosión costera al menos cada 4 años, con la ayuda de imágenes de satélite y fotografías aéreas, con reconocimiento de campo de acuerdo con los resultados de la interpretación.



## Indicador de porcentaje de línea de costa intervenida para territorios insulares del Caribe

### Definición e importancia del indicador

El indicador (Índice K) presenta la relación existente entre la longitud total (I) de todas las estructuras realizadas por el hombre en un sector litoral y la longitud (L) del sector investigado. Mide qué tanto se ha intervenido un sector litoral determinado, en este caso los territorios insulares del Caribe (Isla Fuerte, PNNCRSB y Providencia- Santa Catalina). De acuerdo a este indicador, diferentes categorías de impacto antropogénico pudieron ser estimadas, obteniéndose valores de impacto “mínimo” con  $K = 0,0001-0,1$ ; “promedio” cuando  $K = 0,11-0,5$ ; “máximo” con  $K = 0,51-1,0$ , y “extremo” si  $K > 1,0$ .

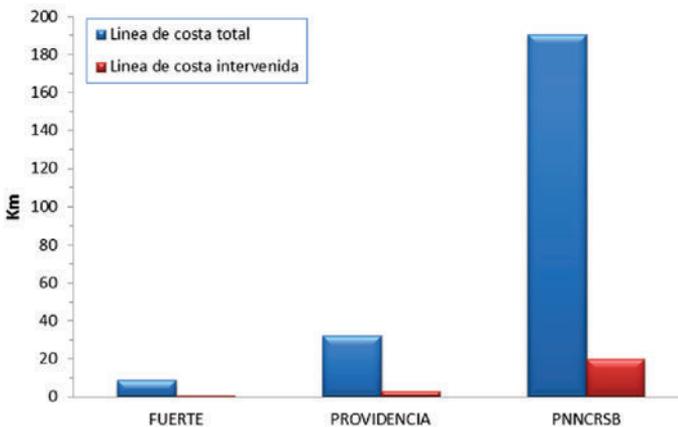
### Fuente de los datos e información

Publicaciones de diagnóstico de la erosión costera en la costa Caribe y trabajo de campo llevado a cabo por el INVEMAR durante los años 2012 y 2013.

### Periodo reportado

2012 y 2013.

### Reporte o cálculo del indicador



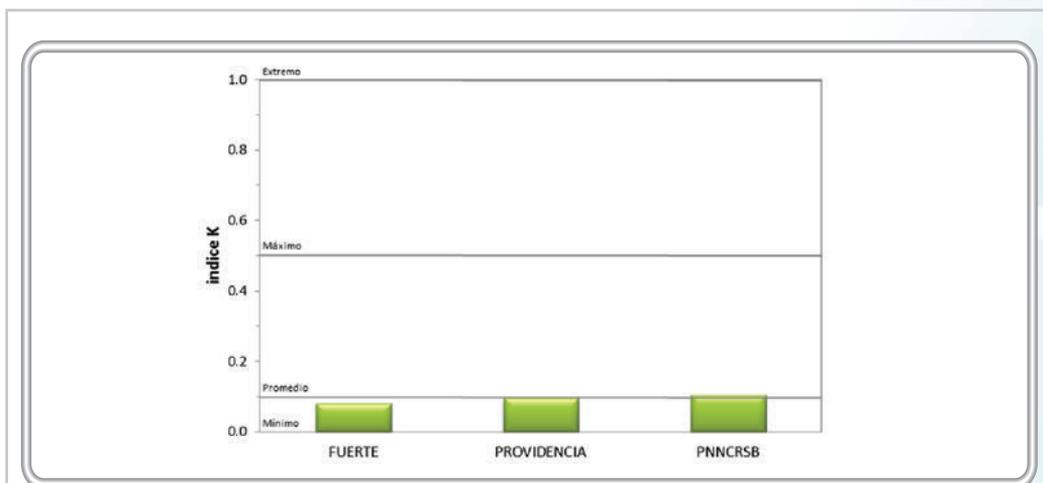


Figura 14. Porcentajes de línea de costa intervenida por territorios insulares estudiados.

Tabla 4. Porcentajes de erosión determinados por litoral.

	Línea de Costa Total (km)	Línea de Costa con Erosión (km)	% Erosión Total
Caribe	2363	540	25
Insular	206	53	23
Pacífico	1653	375	26

### Interpretación de los resultados

Las gráficas presentadas indican que un porcentaje significativo de los territorios insulares ha sido altamente intervenido por el hombre. En isla Fuerte, el Parque Nacional Natural Islas del Rosario y San Bernardo y las islas de Providencia - Santa Catalina se identificaron más de 300 obras ingenieriles de defensa, las cuales fueron ejecutadas con el fin de contrarrestar severos procesos erosivos más que de prevenirlos.

### Limitaciones del indicador

El indicador depende de la disposición de información, solo ha sido aplicado en tres áreas insulares específicas.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Aplicar el indicador en más áreas litorales de Colombia. Así mismo se sugiere que después de aplicado, este índice sea actualizado periódicamente.



## ▼ Estado de la calidad de las aguas marino-costeras del Caribe y el Pacífico colombianos

Los indicadores de calidad se están usando como una alternativa práctica y viable para facilitar la interpretación de resultados de variables físicas, químicas y biológicas de un programa de monitoreo de recurso hídrico, ya que las diferentes variables son combinadas para generar un valor que puede ser interpretado fácilmente, tanto por expertos como por el público en general, permitiendo evaluar las diferentes acciones que se han tomado en un cuerpo de agua (Samboni *et al.*, 2007; Vivas-Aguas *et al.*, 2011).

En el caso del recurso hídrico marino-costero de Colombia, el programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia - REDCAM viene evaluando por varios años los cambios de calidad con el índice de calidad marinas y costeras (ICAM), el cual permite cuantificar el estado de conservación o deterioro de este tipo de aguas, de acuerdo a las características medidas en un lugar y tiempo específico, particularmente en las dos épocas climáticas típicas. Es decir, las temporadas de sequía o de escasas precipitaciones (época seca) que tienen sus puntos más altos entre los meses de diciembre a abril, extendido hasta junio; y las temporadas de altas o mayores precipitaciones (época lluviosa), que empiezan a manifestarse desde julio hasta noviembre, con los picos más altos en los meses de septiembre, octubre y noviembre (IDEAM, 2012b).

No obstante, cabe anotar que estas condiciones climáticas son generalmente similares en la costa Caribe, pero difieren de la costa Pacífica por sus características oceanográficas y meteorológicas que están determinadas por la Zona de Convergencia InterTropical de bajas presiones ZCIT, donde confluyen durante todo el año los vientos Alisios del noreste y sureste, y la cercanía a las masas oceánicas. El desplazamiento de la ZCIT, cuando está situada más al sur y no ejerce influencia directa sobre la zona, determina para toda la región la temporada menos lluviosa, entre los meses de diciembre a marzo. Cuando la ZCIT está al norte del país, en el extremo sur del área los meses menos lluviosos son julio, agosto y septiembre. Mientras que al norte del Pacífico, debido al estancamiento de la ZCIT, el segundo período menos lluvioso es bastante incierto y prácticamente indefinible (Eslava, 1994; Tejada *et al.*, 2003).



## Indicador de calidad aguas

### Definición e importancia del indicador

El índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM) es un indicador de estado que facilita la interpretación de las condiciones naturales y el impacto antropogénico de las actividades humanas sobre el recurso hídrico marino en una escala de cinco categorías de calidad definidas entre 0 y 100 (Tabla 5). El ICAM permite resumir la información de ocho variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termotolerantes), integradas con ponderaciones en una ecuación de promedio geométrico ponderado. Estas variables representan según sus valores de aceptación o rechazo una calidad o condición del agua en función de los valores de referencias de normas nacionales o internacionales para la preservación de la flora y fauna.

$$ICAM = \left( \prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum_i w_i}}$$

Donde:

ICAM = es la calidad del agua en función de la destinación del recurso.

$$ICAM = [(X_{OD})^{0.16} \times (X_{pH})^{0.12} \times (X_{SST})^{0.13} \times (X_{DBO})^{0.13} \times (X_{CTE})^{0.14} \times (X_{HAT})^{0.12} \times (X_{NO3})^{0.09} \times (X_{PO4})^{0.13}]^{1/w_i}$$

$X_i$  = subíndice de calidad de la variable  $i$

$W_i$  = factor de ponderación para cada subíndice  $i$  según su importancia dentro del ICAM, el cual es ponderado entre cero y uno.

**Tabla 5.** Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras – ICAM (Vivas-Aguas, 2011).

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

Para mayor información consultar la hoja metodológica en:  
[http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier\\_icam.jsp](http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp)



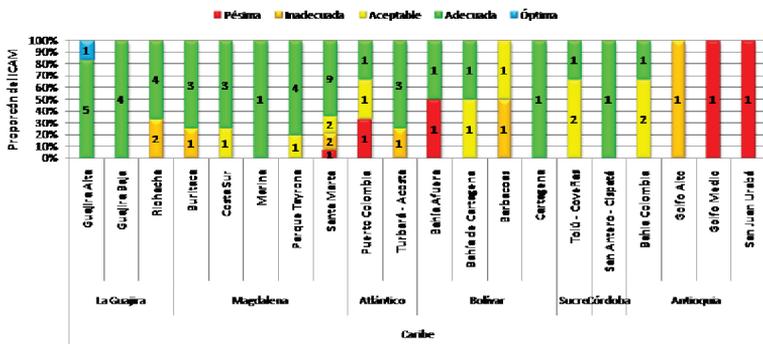
### Fuente de los datos e información

Programa Nacional de Monitoreo. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. <http://www.invemar.org.co/siam/redcam>. INVEMAR/REDCAM-SIAM.

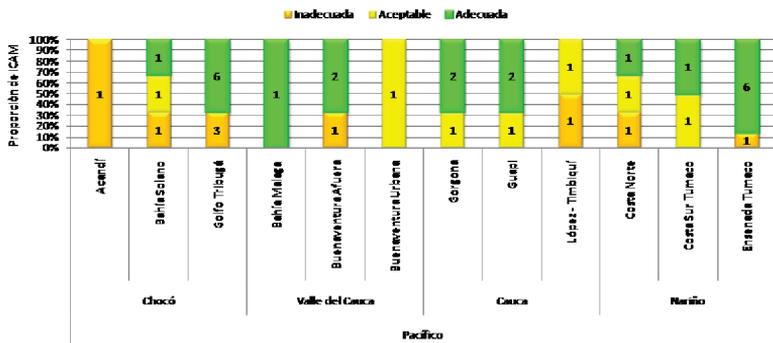
### Periodo reportado

Los resultados que aquí se presenta son de muestreos de la REDCAM Año 2012 en dos épocas climáticas, seca y de lluvias.

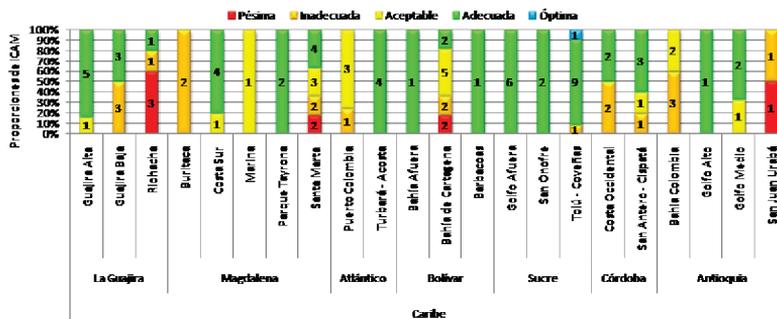
### Reporte o cálculo del indicador



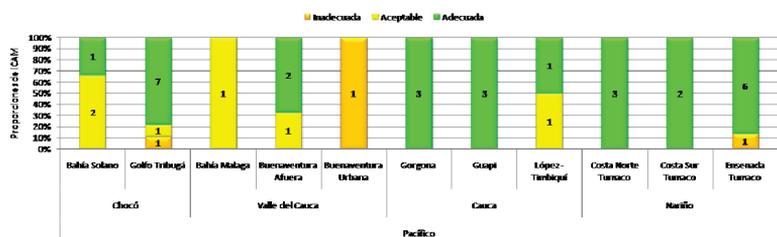
A



B



C

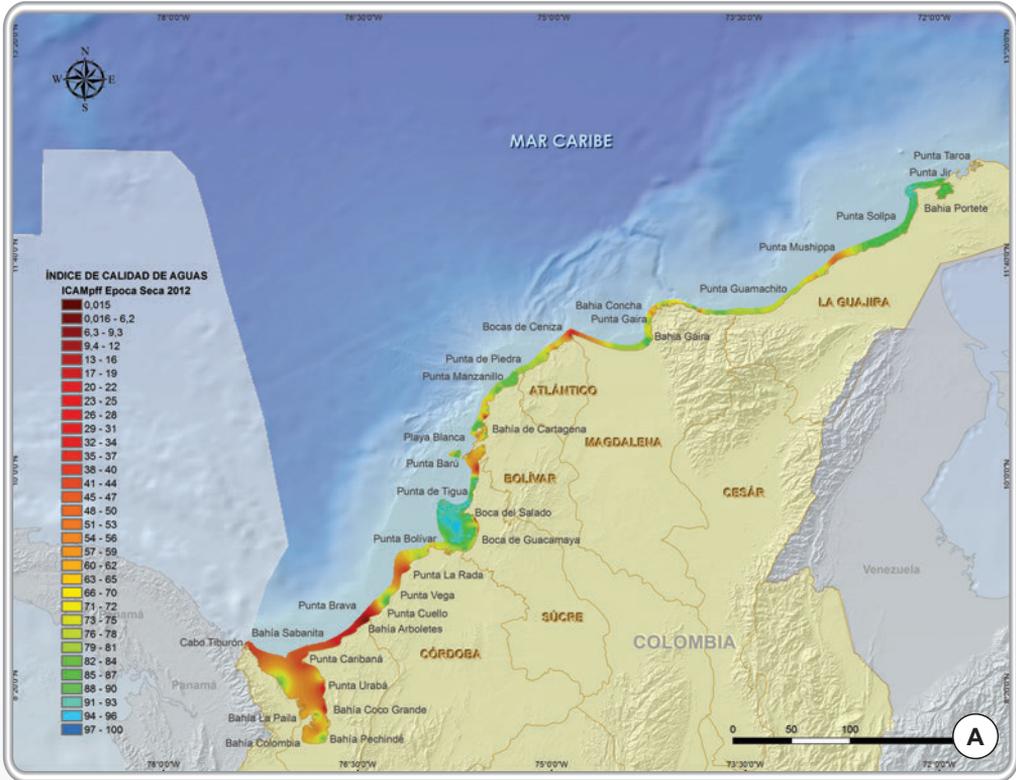


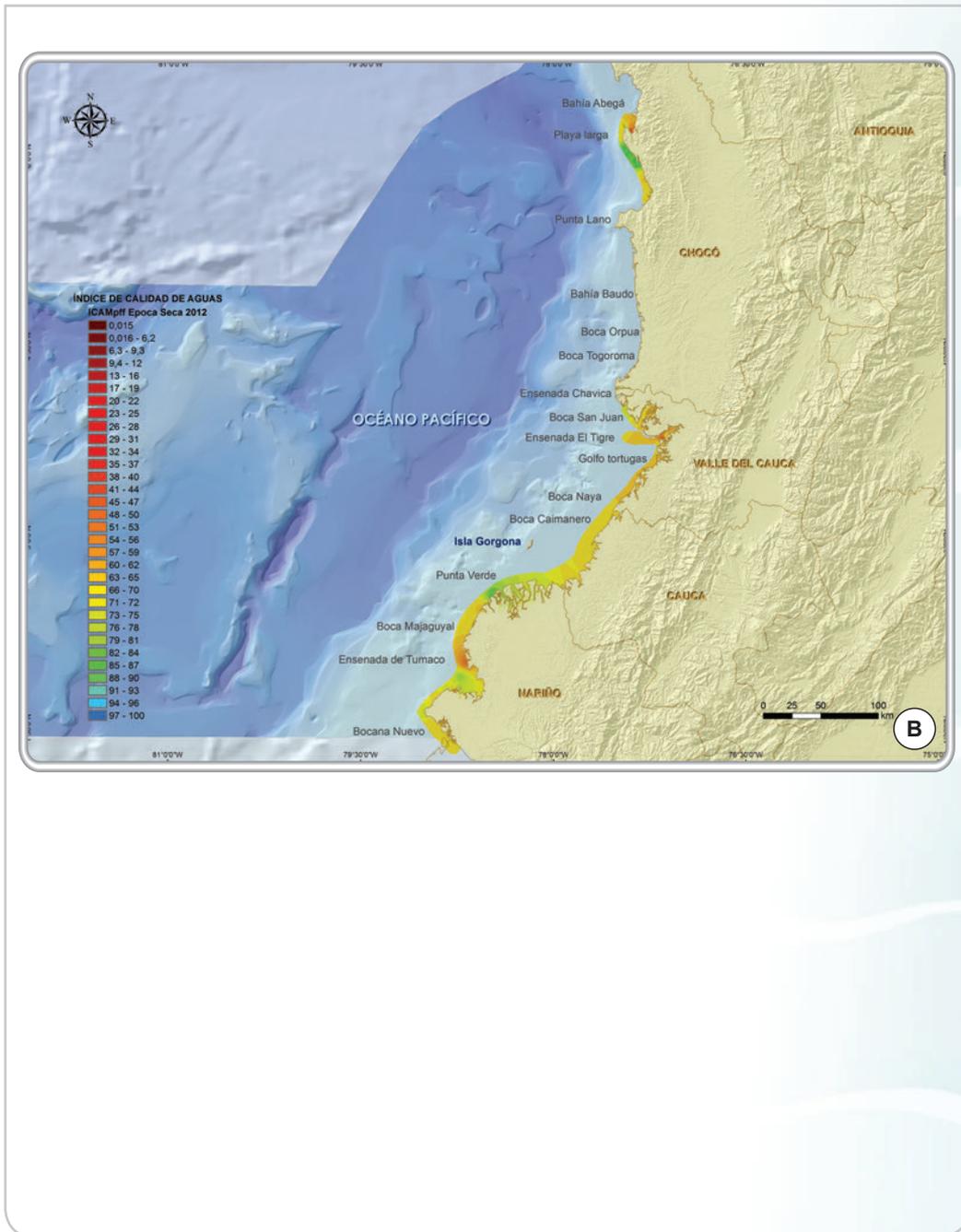
D

**Figura 15.** Calidad del agua marino-costera evaluada con el índice para preservación de flora y fauna (ICAM<sub>PF</sub>), en las zonas costeras del Caribe y Pacífico colombianos en época seca (A y B) y de lluvias (C y D) de 2012. Los valores en las barras representan el número de sitios (Índices) en cada categoría; los colores de las barras representan la calidad de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 5). Para mayor información consultar el portal web: [http://siam.invermar.org.co/indicadores/ier\\_icam.jsp](http://siam.invermar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp).

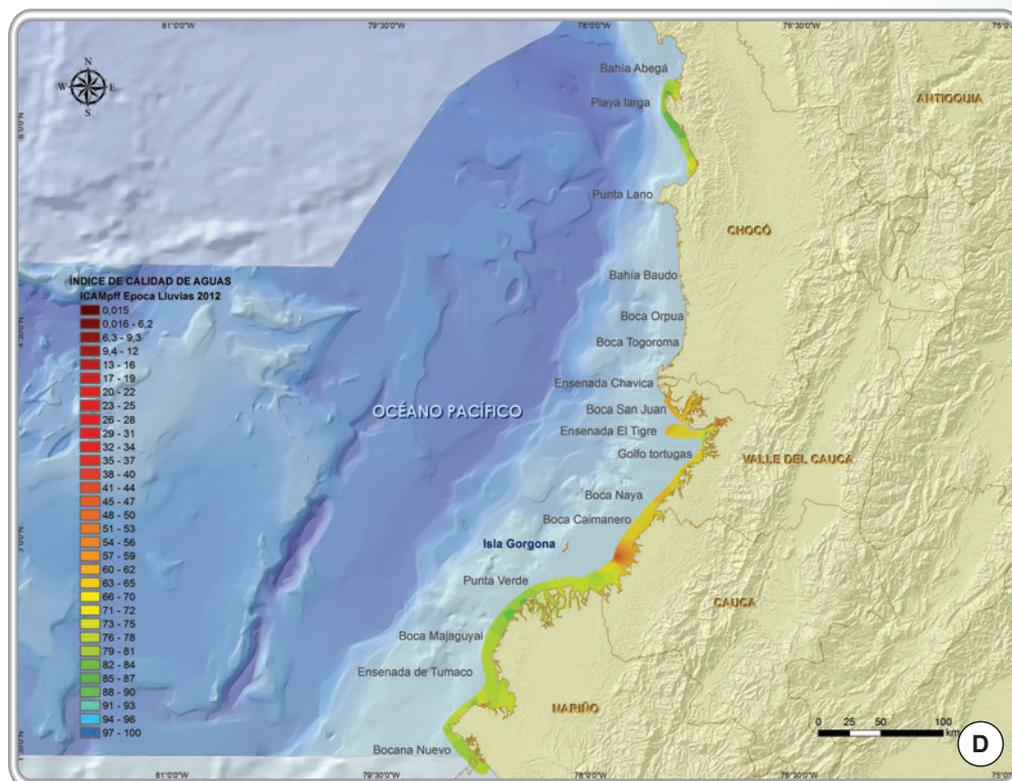


## Interpretación de los resultados









**Figura 16.** Estado del agua marino-costera evaluada con el índice de calidad para preservación de flora y fauna ( $ICAM_{PFF}$ ) en sitios con tendencia al deterioro durante la época seca (A y B) y lluvia (C y D) de 2012. Los colores de las bandas representan la proporción de sitios valorados en cada categoría de calidad de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 5).

Los resultados de los 241  $ICAM_{PFF}$  calculados durante el año 2012 en estaciones de los 12 departamentos costeros de Colombia, mostraron que el 1% (2  $ICAM$ ) se estuvo dentro de la calidad óptima, y el 60% (145  $ICAM$ ) en condiciones adecuadas del agua para la preservación de la vida acuática; con la mayor proporción de sitios en los departamentos de Sucre (18  $ICAM$ ), La Guajira (22  $ICAM$ ) y Magdalena (30  $ICAM$ ) en el Caribe; y en Chocó (15  $ICAM$ ) y Nariño (19  $ICAM$ ) en el Pacífico. La mayor variación se presentó durante la época de lluvias (Figura 15). El 17% (42) de los  $ICAM_{PFF}$  mostraron calidad aceptable del agua; el 16% (39) fue inadecuada y el 5% (13) una pésima calidad que se encontró en la mayoría de los departamentos del Caribe, en pocas estaciones y ambas épocas climáticas, a excepción de Sucre y Córdoba (Figura 15).



Durante la época seca de 2012 la calidad del agua osciló entre 4,41 hasta 91,05 en el Caribe con representación en todas las categorías de acuerdo a la Tabla 5. Se presentaron excelentes características del agua marino-costera en el 64 % los 68 ICAM<sub>PPF</sub> de los cuales el 1 % fue punta Cabo de la Vela, en la alta Guajira con un valor de 91 que representó el 1% (1 ICAM) con óptimas condiciones del agua para la preservación de la flora y la fauna marina en todos los departamentos, pero con mayor representación en zonas y estaciones de La Guajira (13) y Magdalena (20; Figura 15). El 16% (11) de los sitios presentaron características aceptables del agua, principalmente en los departamentos de Magdalena (4), Bolívar (2), Sucre (2) y Antioquia. El 12% (8) obtuvo una calidad inadecuada y el 7 % una pésima calidad del agua en 5 estaciones de las zonas de Santa Marta (Magdalena), Puerto Colombia (Atlántico), bahía afuera -playa Crespo (Bolívar), golfo medio – playa La Martina y San Juan de Urabá – playa Arboletes (Antioquia; Figura 15 a y b Figura 16 a y b). En la costa del Pacífico la calidad del agua osciló entre 36,24 hasta 89,61 de acuerdo a la Tabla 5 entre adecuada e inadecuada calidad. Las tres zonas de Chocó mostraron sitios de inadecuada calidad (Figura 15 b), además de la ensenada de Tumaco y costa norte en Nariño; López-Timbiqui en Cauca y Bahía afuera en el Valle del Cauca (frente al río Anchicayá).

En la época de lluvias de 2012 los ICAM fluctuaron entre 14,83 hasta 90,26 y se observó variaciones en la distribución de calidad en algunas zonas de varios departamentos (Figura 15 c y d). El 60% de los sitios mostraron calidad entre óptima y adecuada, de los cuales el 1% (1) obtuvo condiciones óptimas en la zona de Tolú-Coveñas – estación Puntepedras (90,26) en el departamento de Sucre. El 19% (27) mostró aceptable calidad del agua, el 16% (23) alcanzó una calidad inadecuada y el 6% (8) pésimas características del agua para la preservación de los ecosistemas marino-costeros, particularmente en las zonas de Riohacha en La Guajira (muelle, playa y vertimiento), Santa Marta (muelle de Cabotaje) en Magdalena, bahía de Cartagena (Alcalis) en Bolívar y en San Juan de Urabá (playa de Arboletes) en Antioquia ( Figura 15c y Figura 16c). El porcentaje de sitios en pésimas condiciones aumentó en la época de lluvias con relación a la época seca, mostrando que la baja calidad del agua se mantiene en algunos sitios (Figura 16) como muelle cabotaje, álcalis, vertimiento Riohacha y playa Arboletes, que año tras año han reincidido ). A diferencia del Caribe, en la costa del Pacífico se presentaron condiciones inadecuadas del agua en Chocó (golfo Tribugá), Valle del Cauca (frente a Dagua), Nariño (puente El Pindo) y en Cauca (frente a río Saija).

El análisis de los sitios con los peores índices de calidad del agua para la preservación de la vida acuática, demostró que las variables que mayor influencia ejercieron sobre estos resultados fueron las altas concentraciones de coliformes termotolerantes, nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos y algunos valores bajos de oxígeno disuelto.

### Limitaciones del indicador

El ICAM<sub>PF</sub> está formulado para estimar principalmente la calidad del agua con fines de preservación de flora y fauna en cuerpos de agua marinos y costeros. Se recomienda excluir aplicaciones en aguas típicamente continentales o estuarinas (p.e. Ciénaga Grande de Santa Marta – Caribe colombiano) ó donde la salinidad sea inferior a 25, teniendo en cuenta que las características propias de otros sistemas no son compatibles con la propuesta de este índice, y los resultados no estarían acordes con la calidad esperada.

Para calcular el ICAM no debe existir ausencia de datos, sin embargo, si por alguna razón falta una de las variables requeridas, la ecuación de agregación permite soportar el cálculo del ICAM con un mínimo de variables, pero debe tenerse en cuenta que el margen de confianza del resultado disminuye, así como su representatividad objetiva.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Debido a que el ICAM incorpora en su estructura de cálculo variables que obedecen a cambios naturales y antropogénicos en la calidad del agua marino-costera, la representación del resultado esperado es adecuada, siempre y cuando los datos de las variables se hayan obtenido mediante técnicas analíticas validadas con metodologías ampliamente usadas y comprobadas que permitan comparar los resultados en una escala nacional o internacional.

Como alternativas de manejo del estado de contaminación identificado por el ICAM<sub>PF</sub>, se propone adoptar medidas de seguimiento e investigación descritas en la Tabla 6, para identificar la causa y la fuente o fuentes del deterioro del agua, de manera que sirva para diseñar las medidas de reducción o mitigación del impacto sobre el ecosistema que esté

**Tabla 6.** Opciones de medidas que se pueden adoptar según la valoración del indicador (ICAM) (modificado de Marín *et al.*, 2001).

Escala de calidad	Color	Categorías	Opciones de medidas a adoptar
Óptima	Azul	100-90	Continuar con el monitoreo
Adecuada	Verde	90-70	Caracterización, diagnóstico, verificación
Aceptable	Amarillo	70-50	Monitoreo y evaluación: fisicoquímicos y tóxicos semestral
Inadecuada	Naranja	50-25	Monitoreo /bioensayos/ medidas de control y vigilancia. Evaluación: fisicoquímicos y tóxicos plan de contingencia trimestral
Pésima	Rojo	25-0	Monitoreo y seguimiento /bioensayos/ evaluación: fisicoquímicos y tóxicos /plan de contingencia/ aplicación de medidas de choques trimestral



## BIODIVERSIDAD MARINA

La medición de la integridad biológica tiene varias aproximaciones: en el contexto general implica la toma de información necesaria que refleje su estructura (midiendo entre sus procesos el cómo, cuántos, cuáles), su función (entre quienes, cómo, cuándo y dónde entre otros) y del estado en que se encuentren los organismos que lo fundamentan (salud). Con esta visión global se han desarrollado los indicadores de integridad biológica para los arrecifes coralinos, identificando los atributos que con una mayor certeza nos representen la integridad del ecosistema. Esta toma de información ha requerido casi de la especialización del personal que toma los datos y deja muy poco para ser realizado por personal no experto.

Por otra parte, teniendo en cuenta que las dificultades en cuanto a financiación de las actividades que promueven el levantamiento de la información básica de las variables para medir la integridad son mayores, se hace necesario involucrar más áreas y un mayor número de personas y de entidades que hacen parte de la administración de estos recursos naturales a través del trabajo en conjunto para levantar en campo esta información. Con el empuje que ha desarrollado el proyecto GEF-SAMP Subsistema de Áreas Marinas Protegidas se concretó la oportunidad de elaborar unos protocolos de levantamiento de información un poco más sencillos que requieren la colecta de variables básicas y menos especialización por parte del personal, pero si un gran trabajo de capacitación al interior del grupo de trabajo. Como la idea no es apartarse de los indicadores de integridad complejos, cada tres años se seguiría levantando esta información y entre el 2014 y 2015 se probaran los protocolos adaptados con el personal de Parques Nacionales Naturales y corporaciones autónomas regionales con el fin de ir compilando valiosa información con una mayor área muestral para tratar de obtener mejores aproximaciones de la integridad del ecosistema o especie que podrán verificarse a partir del 2016.

Por lo anterior, los resultados que se presentan a continuación corresponden a los análisis de integridad ecológica del ecosistema de arrecifes con la información que ha sido colectada por el SIMAC (monitoreo complejo), con un ajuste con respecto a los resultados presentados en el 2012, ya que se tiene en cuenta un mayor detalle en el comportamiento de las áreas arrecifales en los dos ámbitos en que se muestrean (somero: <2m - 5m profundidad y profundo: >5m - 12m de profundidad) y que hasta el año 2012 fueron contabilizados como uno solo.

Con respecto al ecosistema de pastos marinos, la información de línea base para la construcción del indicador de integridad se está levantando en campo por INVEMAR en las áreas de los parques Tayrona y Corales del Rosario y San Bernardo. Se espera que para el 2015 se tenga un mejor conocimiento de este ecosistema, que permita determinar a futuro mejores épocas de muestreo y un mayor conocimiento de los aspectos funcionales y fenológicos relevantes para generar apropiadas acciones de manejo del ecosistema.



## ECOSISTEMAS Y HABITATS

### ▼ Arrecifes coralinos

Los arrecifes coralinos constituyen uno de los ecosistemas más diversos del mundo, habitados por cerca del 25% de todas las especies marinas (Töpfer, 2003). Están considerados como los homólogos de las selvas tropicales por su alta diversidad. Estos poseen una importancia vital por los bienes y servicios que brindan a las naciones costeras tropicales y subtropicales (Hoegh-Guldberg, 2004). Los arrecifes coralinos protegen las costas y a ecosistemas adyacentes de la erosión (pastos marinos y manglares); ofrecen subsistencia a poblaciones costeras quienes extraen recursos pesqueros de gran valor (Hoegh-Guldberg, 1999; Buddemeier *et al.*, 2004). La profundidad, la luz y el grado de exposición al oleaje, inciden en la estructura de los arrecifes y en los esquemas de abundancia y distribución de las especies de coral que lo forman (Díaz-Pulido *et al.*, 2004). Estas condiciones aportan un determinado nivel de resiliencia a los arrecifes e inciden en su capacidad de supervivencia y recuperación ante las principales amenazas que le impone el mundo moderno: la sobrepesca, el desarrollo costero y el cambio climático global (Lesser *et al.*, 2007). Los arrecifes coralinos han sufrido una extensa degradación en las últimas décadas y cerca del 75% están bajo amenaza como resultado de las perturbaciones de tipo antropogénicas y naturales (Burke *et al.*, 2011). Actualmente, el cambio climático global es una amenaza aún mayor para el futuro a largo plazo de los arrecifes de coral en todo el mundo (Birkeland, 1997; Díaz *et al.*, 2000; Wilkinson y Souter, 2008; Burke *et al.*, 2011).

### Localización y distribución

Colombia posee arrecifes coralinos tanto en el Pacífico como en el Atlántico. Según Díaz *et al.* (2000) los arrecifes colombianos abarcan una extensión total de 2900 km<sup>2</sup>, pero tan solo 1091 km<sup>2</sup> comprenden fondos con alta cobertura arrecifal. Esto representa menos del 0,4% de los arrecifes coralinos existentes en el mundo (Spalding *et al.*, 2001). De los 1091 km<sup>2</sup> aquellos ubicados en el océano Pacífico comprenden apenas una pequeña fracción (15 Km<sup>2</sup>) distribuida entre la isla Gorgona, la ensenada de Utría, punta Tebada e isla Malpelo (Díaz *et al.*, 2000), siendo los arrecifes de Gorgona los más extensos y mejor consolidados. Las áreas arrecifales del Caribe cubren una mayor extensión, dentro de la cual, el 77% se concentra en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, donde además se observan los arrecifes más complejos y desarrollados. En cuanto a las formaciones coralinas continentales, las más desarrolladas y complejas se ubican en los Archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo. (Díaz *et al.*, 2000). Aunque estos arrecifes presentan diferentes estados de conservación, de acuerdo al análisis realizado por el proyecto *Reefs at Risk Revisited* (Burke *et al.*, 2011), se identificaron los arrecifes continentales del Caribe colombiano con un grado de amenaza de medio a alto, mientras que los arrecifes del Pacífico que se encuentran en zonas remotas (isla Gorgona y Malpelo) evidencian un bajo nivel de amenaza.



## Variación interanual de la cobertura de corales duros y algas en áreas de monitoreo

### Definición e importancia del indicador

Los arrecifes de coral son hoy día el ecosistema marino emblemático en todo el globo terrestre. Por su importancia tanto económica como ecológica debe asegurarse su conservación y protección al igual que el monitoreo constante de sus condiciones de salud.

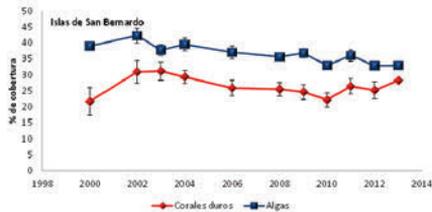
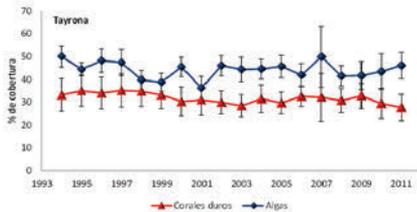
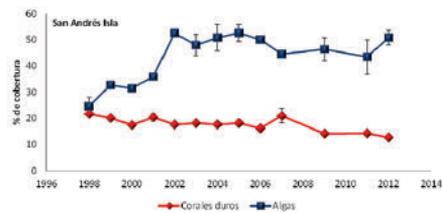
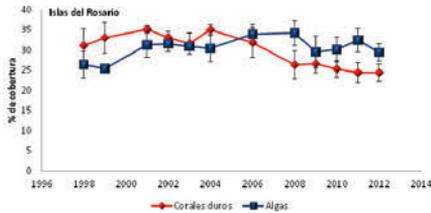
### Fuente de los datos e información

Los datos provienen del monitoreo que año tras año lleva a cabo el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia, SIMAC. Fundado en 1998 con 4 estaciones, tiene en estos momentos 11 sitios, tres de ellos en el Pacífico, los demás en el Caribe colombiano.

### Periodo reportado

1998 - 2013.

### Reporte o cálculo del indicador



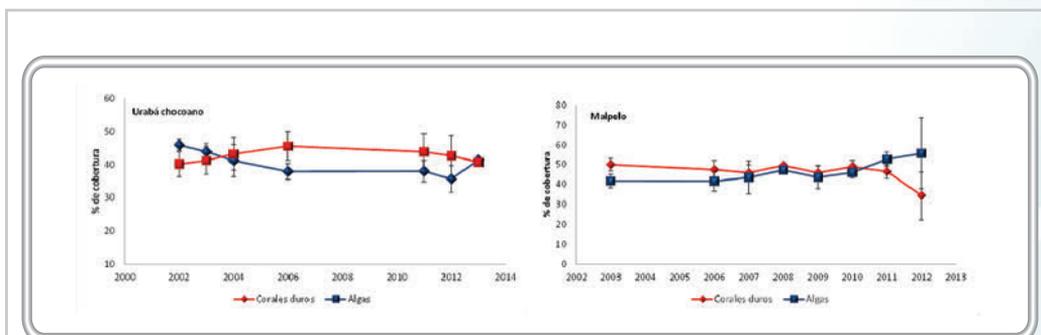


Figura 17. Variación interanual de la cobertura de corales duros y algas en áreas de monitoreo.

## Interpretación de los resultados

Para las áreas presentadas (Figura 17) continúa presentándose la pérdida gradual de tejido vivo coralino. Los valores tan bajos de San Andrés se deben al promedio de sus estaciones de profundidad media, (buena cobertura) con las estaciones someras caracterizadas por una pobre cobertura. Se observa que después de 2010, año de blanqueamiento de efecto regional, las coberturas presentaron un descenso más marcado en todas las áreas. Algunas áreas presentan una aparente recuperación que debe ser mirada con mayor detalle. Por otro lado en Urabá se observa descenso de cobertura debido principalmente a la incidencia de blanqueamiento 2010 y subsecuente aparición de enfermedades. Estos agentes de deterioro naturales solo permiten ser seguidos en el tiempo y registrar sus efectos. Caso semejante es la pérdida severa de cobertura coralina en Malpelo debido 1) a la acción mecánica de una ola de gran tamaño producida aparentemente por un sismo de origen tectónico en 2010 que aparentemente removió los cimientos de las colonias y 2) de las marejadas que normalmente golpean la roca cada año.

## Limitaciones del indicador

Las estaciones de monitoreo del SIMAC abarcan tan solo 400 m<sup>2</sup> en cada uno de los distintos arrecifes del país, poseen las limitaciones propias de cada técnica de monitoreo y se carece de una frecuencia de observación ideal por lo que las generalizaciones a partir de cada estación deben ser realizadas con mucha cautela a la hora de entregar resultados.



### Recomendaciones y alternativas de manejo

Si bien los factores naturales de deterioro ambiental no pueden ser controlados, si lo son aquellos que son producto de actividades humanas como manejo de aguas residuales con emisarios submarinos adecuados o cuidado con el vertimiento de sustancias tóxicas industriales, agroquímicos, pesticidas, etc., a fuentes de agua que finalmente lleguen al mar, arrastrando además toneladas de sedimentos terrígenos producto de la deforestación de cuencas, como es el caso del canal del Dique. Situaciones como esta deben ser tomadas seriamente por el gobierno nacional.

Ante el advenimiento de agentes naturales de deterioro como en el caso de Malpelo, tan solo queda la implementación de planes de seguimiento por parte de la autoridad ambiental y controlar el ingreso de buzos en las zonas afectadas con el fin de minimizar la mayor cantidad posible de impactos.

## Variación interanual de ocurrencia de enfermedades y blanqueamiento en los corales duros en áreas de monitoreo SIMAC

### Definición e importancia del indicador

Las enfermedades coralinas y el blanqueamiento son los factores de deterioro y pérdida de cobertura coralina más importantes, influenciadas directamente por el calentamiento global y eventos como El Niño/Niña. Si bien no pueden ser contrarrestados, es importante constatar la tasa con que generan la pérdida de cobertura y los factores que los están activando.

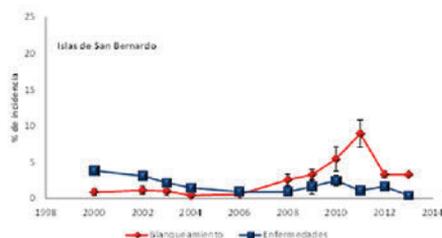
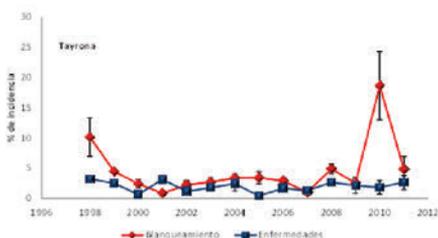
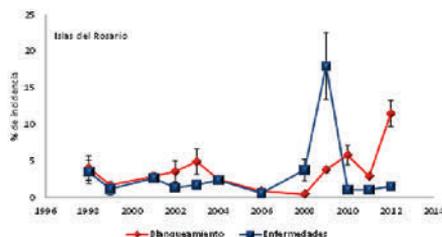
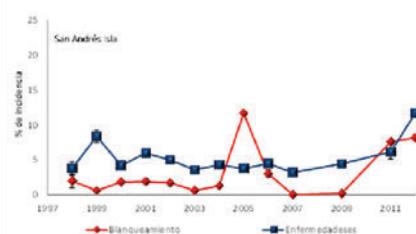
### Fuente de los datos e información

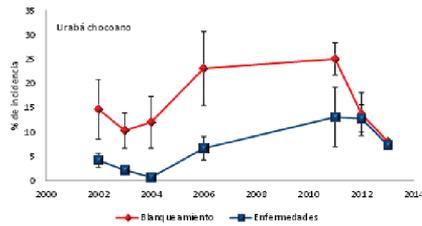
Los datos provienen del monitoreo de las estaciones del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia, SIMAC. Establecido en 1998 con 4 estaciones, tiene en estos momentos 11 sitios, tres de ellos en el Pacífico, los demás en el Caribe colombiano.

### Periodo reportado

1998–2013.

### Reporte o cálculo del indicador





**Figura 18.** Variación interanual de ocurrencia de enfermedades y blanqueamiento en los corales duros en áreas de monitoreo SIMAC.

### Interpretación de los resultados

La incidencia de la enfermedad de los lunares oscuros en San Andrés (Figura 18) ha sobrepasado los valores históricos y está afectando especialmente la especie *Favia fragum*, que normalmente no presentaba señales de enfermedad. En las islas del Rosario la incidencia de enfermedades ha fluctuado poco a partir de 2010 que bajó a valores mínimos al igual que en Tayrona. Por su parte el blanqueamiento continúa presentando valores altos de incidencia en San Andrés e Islas del Rosario (Figura 18) lo que aparentemente puede relacionarse con la mayor incidencia de enfermedades.

Después del severo blanqueamiento de 2010 (Figura 18) los niveles de incidencia de este fenómeno fisiológico han venido disminuyendo con el tiempo. Así mismo ha disminuido la incidencia de las distintas enfermedades que se han reportado para ambos sectores. En Urabá siguen viéndose las enfermedades de lunares oscuros y banda amarilla pero en más baja densidad al interior de las estaciones.

### Limitaciones del indicador

Las estaciones de monitoreo del SIMAC abarcan tan solo 400 m<sup>2</sup> en cada uno de los distintos arrecifes del país, poseen las limitaciones propias de cada técnica de monitoreo y se carece de una frecuencia de observación ideal por lo que las generalizaciones a partir de cada estación deben ser realizadas con mucha cautela a la hora de entregar resultados.



### Recomendaciones y alternativas de manejo

Además de garantizar el monitoreo permanente en las áreas existentes, es de vital importancia la toma de conciencia y participación activa por parte del gobierno nacional y departamental para minimizar los efectos generados por dos impactos; los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas y la problemática del canal del dique.



## Abundancia de erizos (ind. /20m<sup>2</sup>) en las áreas de monitoreo coralino

### Definición e importancia del indicador

Los erizos son tomados como un indicador de estado de la salud de los arrecifes pues juegan un papel importante en el control de la expansión de algas que actúan como competidoras por espacio con los corales. Especies como el erizo negro *Diadema antillarum* se han visto seriamente afectadas y sus poblaciones fueron gravemente diezgadas en los años 70's. En algunas localidades se ha visto una lenta recuperación de sus poblaciones. Otros erizos menos importantes son quienes predominan en nuestros arrecifes del Caribe.

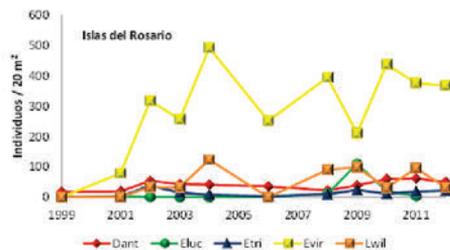
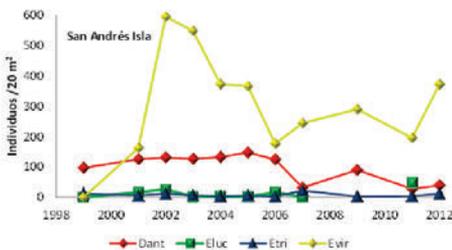
### Fuente de los datos e información

Los datos provienen del monitoreo que año tras año lleva a cabo el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia, SIMAC. Establecido desde 1998 con 4 estaciones, tiene en estos momentos 11 sitios, tres de ellos en el Pacífico, los demás en el Caribe colombiano.

### Periodo reportado

1998 - 2013.

### Reporte o cálculo del indicador



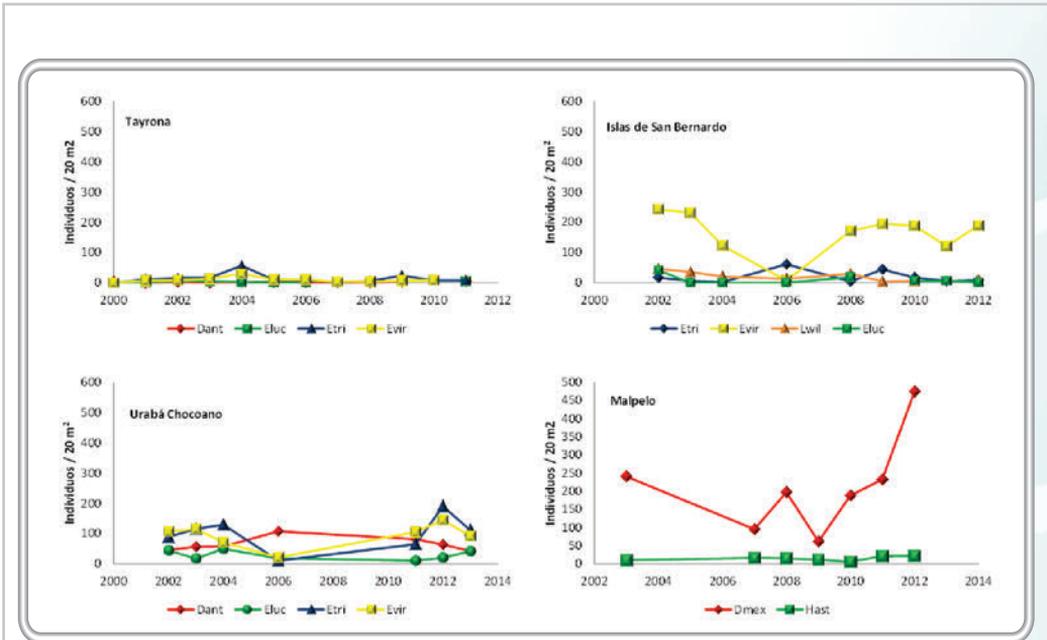


Figura 19. Abundancia de erizos (ind. /20m<sup>2</sup>) en las áreas de monitoreo.

### Interpretación de los resultados

Para las estaciones de San Andrés e Islas del Rosario (Figura 19) continua presentándose una dominancia de la especie *Echinometra viridis*, situación muy común en gran parte de las estaciones y arrecifes del país. Situación contraria al menos por algunos años es la mayor presencia del erizo lápiz *Eucidaris tribuloides* en las estaciones de Tayrona (Figura 19). Para el año 2011 el número de individuos registrados de ambas especies se ve similar aunque considerablemente más bajo que en años anteriores.

En las estaciones de Islas de San Bernardo y del Urabá chocoano (Figura 19) se presenta la misma situación de dominancia por parte del erizo verde *Echinometra viridis* con algunos brotes puntuales del erizo lápiz *Eucidaris tribuloides*. Para las estaciones de la isla Malpelo se ha venido presentando un incremento desmedido de la población del erizo negro *Diadema mexicanum* concomitantemente con la pérdida repentina de cobertura coralina debida, posiblemente a movimientos tectónicos. Si bien la presencia de los erizos del género *Diadema* tanto del Caribe como de Pacífico es importante por su aporte en el control de algas competidoras del coral, también es cierto que incrementos desmedidos de estas especies pueden llevar a un deterioro de los fondos marinos denominados blanquizales debido a que arrasan con todo.



### Limitaciones del indicador

Las estaciones de monitoreo del SIMAC abarcan tan solo 400 m<sup>2</sup> en cada uno de los distintos arrecifes del país, poseen las limitaciones propias de cada técnica de monitoreo y se carece de una frecuencia de observación ideal por lo que las generalizaciones a partir de cada estación deben ser realizadas con mucha cautela a la hora de entregar resultados.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Para especies que no juegan un papel preponderante en el control de la expansión de algas por el arrecife, tan solo se puede verificar su presencia, controlando que sus poblaciones no comiencen a desaparecer. Los mayores esfuerzos deben estar destinados a la verificación y seguimiento de individuos de la especie *Diadema antillarum*, casi extinta y verdaderamente controladora de algas competidoras por espacio en los arrecifes coralinos del Caribe.

## Indicador de Integridad Ecológica para Corales - IIE<sub>c</sub>

### Definición e importancia del indicador

El indicador de integridad ecológica de corales (IIE<sub>c</sub>), al ser un indicador de estado que evalúa características estructurales y funcionales de áreas coralinas, permite conocer el estado de integridad ecológica, y por tanto de conservación de dichas áreas, así como los cambios a través del tiempo. Lo anterior, teniendo en cuenta que la integridad biótica o ecológica deseable de un sistema natural se entiende como el estado en el cual este sistema tiene la capacidad de mantenerse equilibrado y adaptable, con su red de componentes y procesos completa y funcionando óptimamente, de forma equiparable a las condiciones prístinas o a un estado de referencia de la región (Karr y Duley, 1981; Karr, 1991; Angermeier y Karr, 1994; Campbell, 2000; Parrish *et al.*, 2003).

El IIE<sub>c</sub> al ser un indicador compuesto permite integrar, por medio de la función de promedio geométrico ponderado, la información de once variables en un solo valor numérico (Ecuación 1). El peso o factor de ponderación (w) que aporta cada variable se obtuvo a partir de un análisis de componentes principales (ACP) con datos históricos del SIMAC, usando el modelo de correlación de Pearson.

Las variables, que son clasificadas según valores de referencia, evalúan aspectos estructurales (CCV: % de cobertura de corales escleractíneos vivos; CAFT: % de cobertura de algas frondosas y tapete algal; RC: riqueza de especies de coral y R: índice de rugosidad), de salud (B: % de colonias de coral con blanqueamiento; y E: % de colonias enfermas) y funcionales (RI: riqueza de invertebrados; RP: riqueza de peces; DD: densidad de *Diadema antillarum*; AH: abundancia de peces herbívoros; y AC: abundancia de peces carnívoros) del ecosistema.

$$IIE_c = \left( \prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum w_i}}$$

$$IIE_c = CCV^{0,15} \times CAFT^{0,10} \times RC^{0,09} \times R^{0,09} \times B^{0,13} \times E^{0,07} \times RI^{0,06} \times RP^{0,06} \times DD^{0,06} \times AH^{0,09} \times AC^{0,10}$$

El valor del IIE<sub>c</sub> es clasificado según una escala establecida, de tal forma que las áreas coralinas evaluadas que se encuentren más deterioradas (estado de integridad ecológica regular y no deseable) tendrán los valores más bajos y las que se hallen más conservadas y estables (estado de integridad ecológica aceptable, bueno y deseable) los valores más altos (Tabla 7).



**Tabla 7.** Escala de clasificación del Índice de Integridad Ecológica para Corales (IIE<sub>c</sub>). Se presentan cinco calificaciones posibles de estado de integridad ecológica para áreas coralinas.

Estado de Integridad ecológica	Valor IIE <sub>c</sub>
Deseable	> 4 – 5
Bueno	> 3 – 4
Aceptable	> 2 – 3
Regular	> 1,5 – 2
No deseable	1 – 1,5

### Actualización del indicador

Teniendo en cuenta que el IIE<sub>c</sub> se encuentra en periodo de ajuste y revisión, se realizaron algunas actualizaciones con relación al reporte del indicador para el consecutivo de años 1994 – 2011 (INVEMAR, 2012b).

Primero, la información del IIE<sub>c</sub> para las áreas coralinas analizadas hasta 2012 ó 2013 se presenta por separado para profundidad somera (3-8 m) e intermedia (9-12 m). Esto considerando que a través de los años se ha reflejado un comportamiento diferenciable dado por las características propias de las formaciones coralinas de cada nivel de profundidad. Por lo cual, es importante distinguir y detallar la tendencia del estado de integridad ecológica de cada nivel de profundidad para asegurar que se conserven y manejen adecuadamente áreas representativas de las formaciones coralinas de cada localidad.

Segundo, para la variable estructural que se refiere al porcentaje de cobertura de algas, se decidió tener en cuenta únicamente las macroalgas frondosas y el tapete o césped algal (CMFT), teniendo en cuenta que estas algas son competidoras importantes de los corales duros y que pasan a dominar la superficie del fondo cuando los procesos de degradación en el arrecife están bastante avanzados (Huges, 1994; Díaz-Pulido y Garzón-Ferreira, 2002). Por otra parte, se partió de considerar que las áreas con mayor capacidad de reclutamiento tienden a tener muchas algas coralinas incrustantes, por lo que no se consideran una amenaza para el ecosistema.

### Fuente de los datos e información

Base de datos SIMAC actualizada a 2013 y protocolo para la obtención del indicador en: INVEMAR, 2010. Hoja Metodológica Indicador de Integridad de Áreas Coralinas. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras–INVEMAR. Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 10 p.



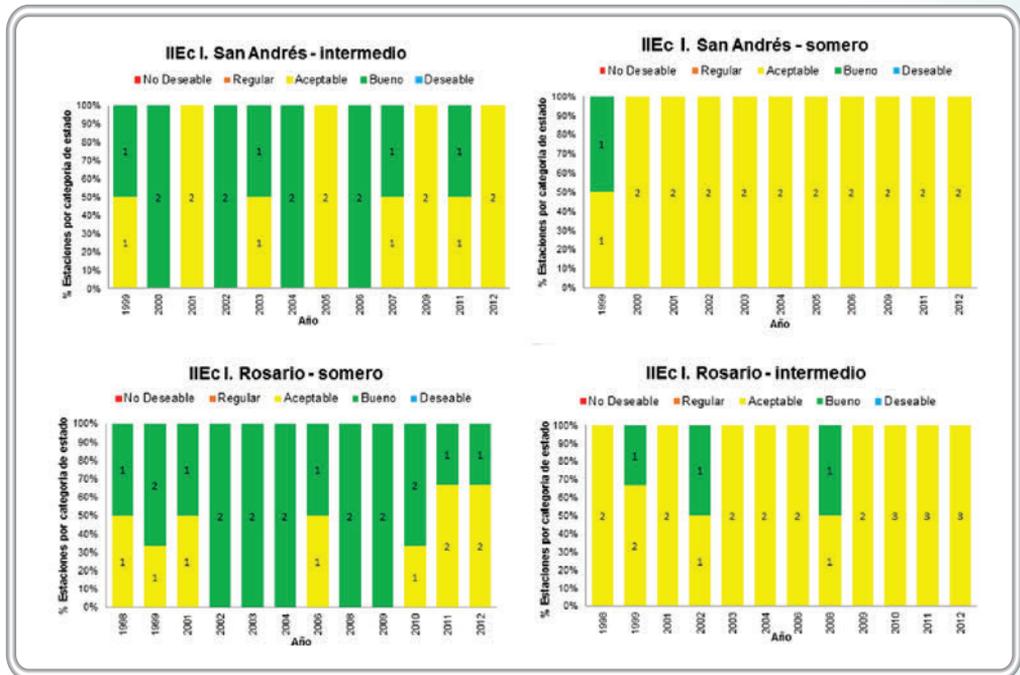
**Periodo reportado**

1998 – 2013.

**Reporte o cálculo del indicador**

Debido a que para los años 2012 y 2013 no se monitorearon todas las estaciones del SIMAC, se consideraron un total de 26 estaciones agrupadas en cinco áreas, las cuales corresponden a: isla de San Andrés, islas del Rosario, islas de San Bernardo, las estaciones de Chengue del Parque Nacional Natural Tayrona y el Urabá Chocoano. No todas estas áreas fueron monitoreadas durante 2013.

Se presentan a continuación la tendencia hasta 2012 ó 2013 del porcentaje de estaciones por categoría de estado de integridad ecológica para distintas áreas donde se realiza el monitoreo del SIMAC (Figura 20).



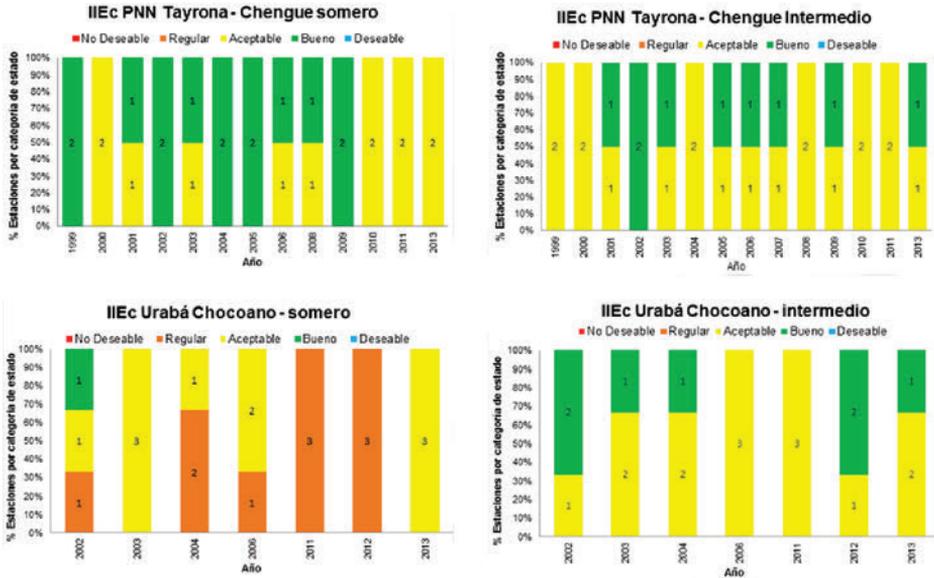


Figura 20. Número de estaciones por categoría de estado de integridad ecológica, según el Integridad Ecológica para Corales (IIE<sub>c</sub>) para distintas áreas de monitoreo del SIMAC.

### Interpretación de los resultados

Teniendo en cuenta que las actualizaciones realizadas al IIEc con respecto a su primera presentación en el año 2012 (INVEMAR, 2012b) no incluyeron cambios drásticos, se presenta nuevamente el mismo comportamiento general para las estaciones evaluadas, en donde la mayoría de estas a lo largo de los periodos evaluados se encuentran entre las categorías de estado de integridad ecológica aceptable y buen estado.

Sin embargo, el cambio más notorio es que no se presentan estaciones en estado deseable en ninguna de las áreas, lo cual si se había registrado para islas del Rosario en el reporte de 2012. Esto se debe principalmente a la separación de la información por niveles de profundidad, lo cual permite una interpretación con mayor detalle y precisión de las estaciones al interior de las áreas y refleja la inconveniencia de promediar información proveniente de formaciones coralinas con características distintas propias de su ubicación espacial, pues al hacerlo el efecto general es sobreestimar el resultado del IIEc.

Por su parte, el incluir para la variable porcentaje de cobertura de algas todas las formas de crecimiento (frondosas, calcáreas erectas, calcáreas incrustantes y tapete algal), como se realizó para el primer reporte del indicador en el 2012, generó algunas subestimaciones del valor del IIE<sub>c</sub> para las estaciones en donde se presentaron altos porcentajes de algas calcáreas. De las cuales, las calcáreas incrustantes, como se mencionó anteriormente, no deben interpretarse como un signo negativo para las formaciones coralinas, ya que por el contrario favorecen el reclutamiento de larvas de coral. El ajuste del IIE<sub>c</sub> para el presente reporte, incluyendo solamente algas frondosas y tapete algal, generó valores más favorables para algunas estaciones de las distintas áreas.

El mayor número de estaciones con estado de integridad ecológica aceptable y regular se han presentado para los niveles de profundidad someros de isla de San Andrés y Urabá chocoano, respectivamente. Esto se explica principalmente por los bajos valores que han presentado las variables riqueza de corales, densidad del erizo *Diadema antillarum* y las abundancias de peces herbívoros y carnívoros a través de los años. Sin embargo, este comportamiento parece mantenerse estable y no está empeorando a través del tiempo, incluyendo los nuevos años reportados, es decir no se presentaron estaciones con estado no deseable.

Es importante aclarar que en el caso de las estaciones someras de Urabá chocoano los valores de estado regular y aceptable están relacionados con la sensibilidad de la prueba, sin embargo a medida que se continúe el monitoreo y con el reporte del indicador se podrá establecer si éste corresponde con las condiciones del área. Particularmente, estas estaciones se caracterizan por estar conformadas por extensos tapetes muy someros de grandes colonias de *Siderastrea siderea*, mezcladas con algunas colonias de *Porites astreoides*, *Millepora alcicornis*, *Agaricia tenuifolia*, *Agaricia agaricites* y *Diploria strigosa*. El porcentaje de cobertura de coral vivo es alto y bajo el porcentaje de algas, sin embargo la riqueza coralina es baja y se presenta una alta prevalencia de enfermedad de lunares oscuros y blanqueamiento en forma de lunares blancos, ambos tensores muy comunes en la especie *Siderastrea siderea* en particular. Son bajos también los valores de rugosidad, la densidad de erizo *Diadema antillarum* y las abundancias de las especies de peces de herbívoros y carnívoros (comerciales), debido a la poca profundidad donde se encuentran las estaciones monitoreadas. Los bajos valores que obtiene cada una de las variables anteriores hacen que pese a que los corales del Urabá chocoano estén en muy buenas condiciones en términos de cobertura coralina, la condición de integridad ecológica está calificada como regular.

Con relación a los nuevos años registrados, 2012 y 2013, para las áreas monitoreadas, la tendencia general es la de presentar fluctuaciones menores en el número de estaciones entre los estados de integridad ecológica aceptable y bueno, como se venía observando en años



anteriores. Aunque la situación no es preocupante al no estarse observando un deterioro del estado de integridad de las áreas coralinas en general, tampoco es alentadora, pues no se observa una tendencia hacia mejores condiciones. Por lo tanto, se hace muy importante continuar con el monitoreo y con el estudio de medidas de manejo que permitan obtener mejores resultados que aseguren el mantenimiento de las áreas entre valores buenos y deseables de integridad y no en el límite aceptable. Las variables con mayor tendencia a la disminución y que a su vez pueden tener viables opciones de manejo, son las abundancias de peces herbívoros y carnívoros, entre los que se encuentran varios peces comerciales.

### Limitaciones del indicador

El IIE<sub>C</sub> no tiene reportes consecutivos para todas las estaciones del SIMAC debido principalmente a que la cantidad de áreas con formaciones coralinas que logran monitorearse por año depende de las condiciones ambientales que permitan realizar los monitoreos en los tiempos planeados y del presupuesto para trabajo de campo con que se cuente en cada temporada. Lo anterior teniendo en cuenta que algunas de las variables que conforman el indicador son susceptibles a cambios considerables según la época climática en que se miden, por lo que para contar con información comparable se hace necesario realizar los monitoreos en la misma época año tras año.

Por otra parte, el número de estaciones de monitoreo es representativo para las distintas áreas de monitoreo en cuanto a diversidad, riqueza, equitatividad, y estado de salud, por lo que no constituye toda el área coralina de un lugar determinado.

El error inherente asociado con la toma de datos en campo y la falta de información temporal, hacen menos robusto al indicador en algunos sitios. Sin embargo en la medida en que más datos puedan ser colectados en campo siguiendo los protocolos estrictamente, se irá afinando el indicador.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

El IIE<sub>C</sub> facilita la obtención de reportes del estado de integridad del ecosistema de áreas coralinas panorámicos e instantáneos y la observación de cambios y desarrollo a través del tiempo. Lo anterior, con el fin de establecer diagnósticos tempranos, y que los tomadores de decisiones puedan llevar un control eficiente, evalúen las medidas de manejo y conservación y, de ser necesario, tomen nuevas decisiones con efectividad y a tiempo.



Es importante tener en cuenta que el  $IIE_c$  es una herramienta para generar información a partir de mediciones generales en áreas coralinas que permite integrar información a escala local; el indicador se calcula para cada estación y genera una medida puntual que no puede ser promediada y/o agregada para un sector geográfico mayor o para el país en general.

Por lo tanto, localmente, al interior de las áreas en donde se mida el indicador, puede ser conveniente establecerse estaciones que correspondan con las zonas de manejo y que permitan analizar mejor la situación general del área. Adicionalmente, los actores comprometidos con su conservación deberán tener en cuenta el análisis de otros componentes del ecosistema de áreas coralinas, no contemplados dentro del indicador, pero que ellos consideran relevantes para el monitoreo, manejo y control de su área.



## ▼ Manglares

Los manglares son ecosistemas dominados por asociaciones vegetales costeras de zonas litorales tropicales y subtropicales, ubicadas en áreas protegidas de las fuertes olas, playas lodosas, fangosas o cenagosas, que están sujetos a intrusiones de aguas saladas y salobres. Las especies de mangle, poseen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas, que les permiten establecerse en ambientes anóxicos, con influencia salina, inundados e inestables (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983; Sánchez-Páez *et al.*, 2000). Entre las adaptaciones más importantes se destacan la presencia de raíces zancos para colonizar sustratos inestables, tolerancia al agua salada o salobre sin ser plantas halófitas obligadas, presencia de estructuras denominadas lenticelas o neumatóforos para la respiración y estrategias reproductivas como la presencia de semillas vivíparas (propágulos) que pueden flotar durante largos periodos (Field, 1997).

Su importancia y función se puede dimensionar desde el punto de vista científico, ecológico, paisajístico, recreacional, social y económico (Day y Yáñez-Arancibia, 1982; Guevara-Mancera *et al.*, 1998; Ulloa-Delgado *et al.*, 1998), de las cuales se pueden mencionar: brindan refugio, alimentación y anidación a diversas especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, regulación de la temperatura, los vientos y la precipitación local, la protección de la línea de costa, retención y fijación de suelos y sedimentos evitando la erosión y formando barreras que reducen la energía del oleaje, protección contra tormentas, huracanes y tsunamis, almacenamiento y reciclaje de nutrientes, fijación de grandes cantidades de carbono, entre otras, (Field, 1997; Sánchez-Páez *et al.*, 1997; Sánchez-Páez *et al.*, 2000). Además de los beneficios mencionados anteriormente, los manglares representan fuentes importantes de recursos para el aprovechamiento forestal, hidrobiológico y la obtención de productos requeridos en la construcción industrial y doméstica (Guevara-Mancera *et al.*, 1998; Ulloa-Delgado *et al.*, 1998).

A pesar del sinnúmero de bienes y servicios que brindan dichos ecosistemas, las zonas costeras donde estos bosques se desarrollan, han sido afectadas por diversas causas de origen antrópico y natural (Field, 1997). Entre los factores antrópicos más destacados de los manglares de Colombia se incluyen los procesos de expansión turística, el cambio del uso del suelo para la agricultura, acuicultura y ganadería, las construcciones civiles, drenaje y canalización, y la disposición de residuos industriales y domésticos. Estos factores se traducen en la degradación de cientos de hectáreas de manglar, generando para estos ecosistemas la pérdida de biomasa, la desaparición de nichos ecológicos, la disminución de la biodiversidad, la formación de playones salinos, la reducción del porte y vigor de los árboles, la sedimentación de los cuerpos de agua y el incremento de la erosión costera (Sánchez-Páez *et al.*, 2004).



## Localización y distribución

En el Caribe, se desarrollan cinco de las nueve especies de mangle reportadas para Colombia (Tabla 8), de las cuales, *Avicennia germinans* (L.) Stearn. y *Rhizophora mangle* L., son las más abundantes y de mayor uso, seguidas por *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F., *Conocarpus erectus* L. y *Pelliciera rhizophorae* Triana y Planchon. De esta última especie, sólo se tienen registros puntuales en la bahía de Cispatá en Córdoba, sector occidental de la bahía de Barbacoas en Bolívar, ciénaga Honda y de Pablo en Sucre, en el golfo de Morrosquillo y en la bahía de Marirrí en el Urabá antioqueño (MMA, 2002b). En el Pacífico colombiano, además de las especies mencionadas para el Caribe, se hallan *Rhizophora harrisonii* Leechman, *Rhizophora racemosa* Meyer, *Avicennia bicolor* Standley y *Mora oleífera* (Triana) Ducke. Debido a la poca penetración de la marea, en el litoral Caribe se observan manglares limitados a estrechas franjas inundadas a lo largo de la línea intermareal, formando parches dentro de lagunas, ciénagas, estuarios y desembocadura de ríos y quebradas. Las mayores coberturas se establecen en las desembocaduras de los grandes ríos que vierten sus aguas en el Caribe, principalmente en la Ciénaga Grande de Santa Marta, el canal del Dique y los deltas de los ríos Sinú y Atrato (Sánchez-Páez *et al.*, 2004) (Figura 21). Por el contrario los manglares del litoral Pacífico se distribuyen en una franja casi continua, desde el río Mataje al sur de Nariño, hasta las cercanías de Cabo Corrientes (Chocó), donde se interrumpe para continuar con pequeñas franjas en el golfo de Tribugá, ensenada de Utría y en Juradó, en límites con Panamá (Von Prah, 1989) (Figura 22).

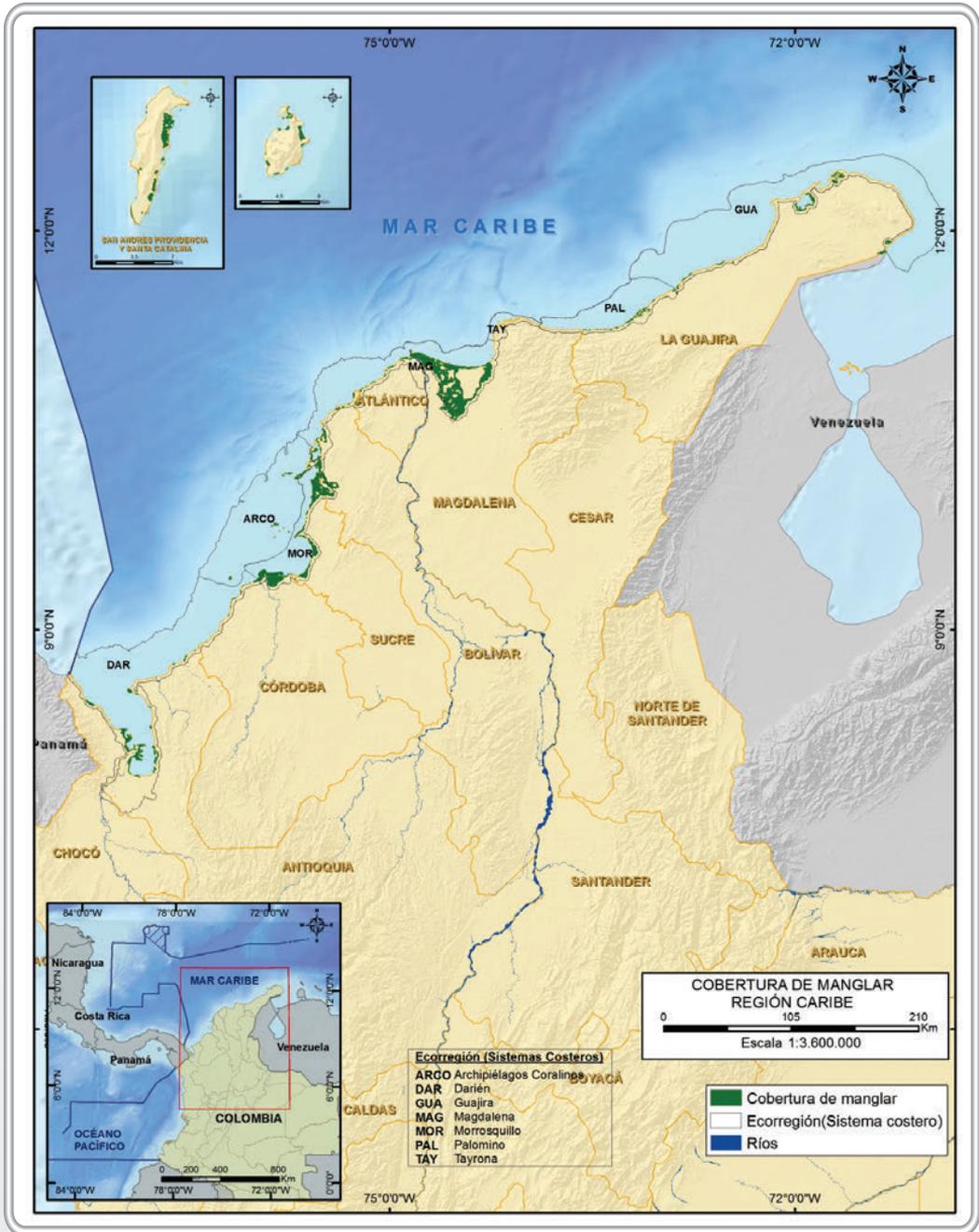


Figura 21. Ubicación espacial de los manglares en el Caribe continental e insular colombiano.

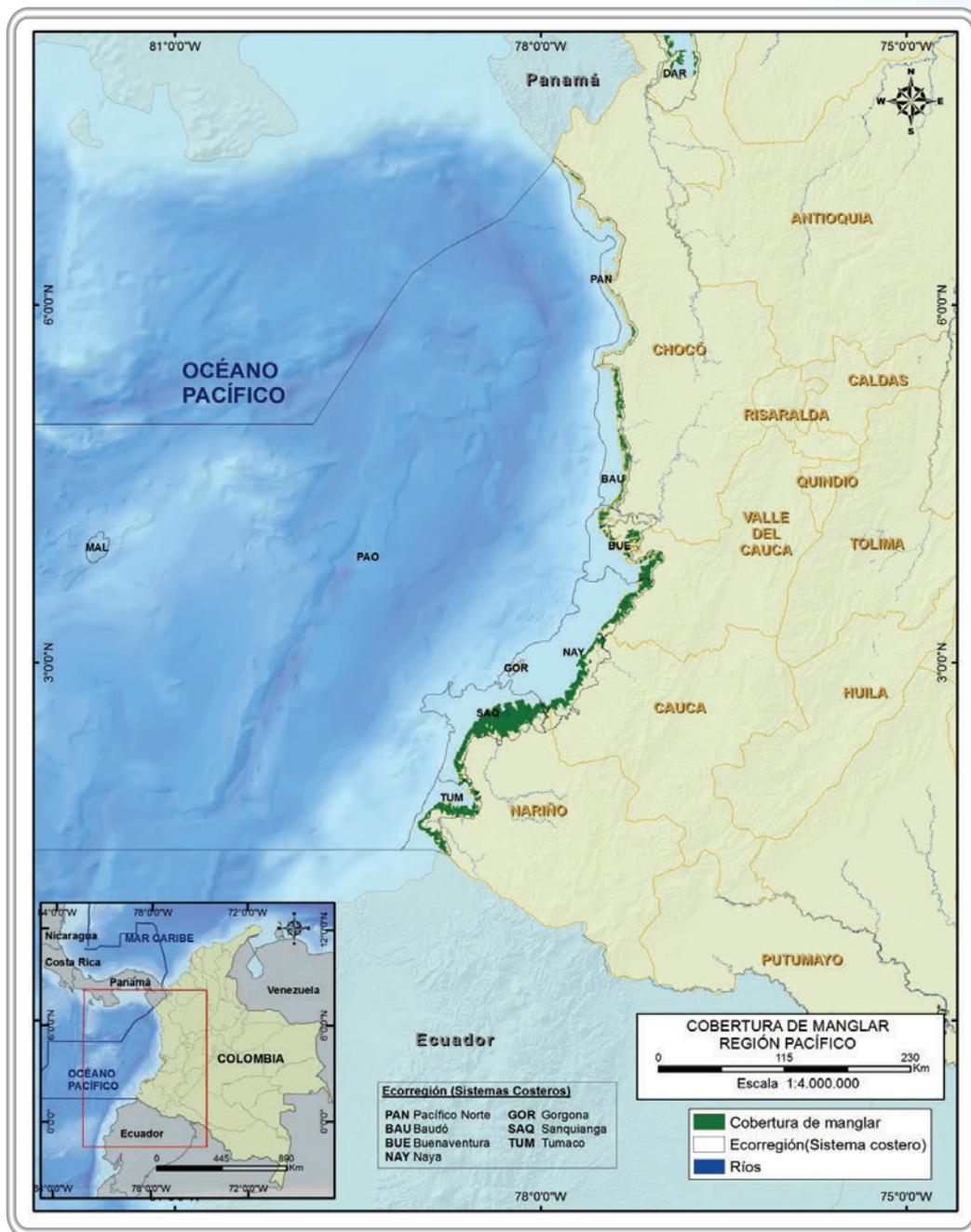


Figura 22. Ubicación espacial de los manglares en el litoral Pacífico colombiano.



**Tabla 8.** Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y Pacífico colombianas, agrupadas por Unidades Ambientales Costeras UACs y departamentos. Datos tomados de Sánchez-Páez *et al.*, (2004). CAI: Caribe Insular, ATG: Alta Guajira, VNS: Vertiente Norte de la Sierra Nevada, CGSM: río Magdalena y complejo Canal del Dique- Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, RSGM: río Sinú y el golfo de Morrosquillo, DA: El Darién, PNC: Pacífico Norte Chocoano, BA: El Baudó, MAB: Málaga-Buenaventura y LAS: Llanura Aluvial Sur.

Departamento	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina		La Guajira		Magdalena		Atlántico		Bolívar		Sucre		Córdoba		Antioquia		Chocó		Valle del Cauca		Cauca		Nariño	
	UAC	CAI	VNS	CGSM	CGSM	CGSM	CGSM	CGSM	RSGM	CGSM	RSGM	DA	RSGM	PNC	BA	BA	MAB	LAS						
<i>Rhizophora mangle</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhizophora harrisonii</i>														X	X	X	X	X						
<i>Rhizophora racemosa</i>														X	X	X	X	X						
<i>Laguncularia racemosa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Conocarpus erectus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Avicennia germinans</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Avicennia bicolor</i>														X	X	X	X	X						
<i>Pelliciera rhizophorae</i>									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mora oleifera</i>														X	X	X	X	X						



## Indicador de extensión: tasas de forestación o deforestación de manglar (cambio en la cobertura)

### Definición e importancia del indicador

Es un indicador simple que muestra la cobertura de mangle y su variación en el tiempo, permite determinar la localización del bosque por presencia o ausencia, así como su extensión mediante la estimación de áreas a través de la obtención de contornos o límites del bosque. Este indicador logra cuantificar la pérdida, estabilidad o incremento de las áreas de manglar.

### Fuente de los datos e información

Si bien el indicador se encuentra formulado, no se tiene información sistemática para poblarlo, ya que actualmente el país no cuenta con un sistema de monitoreo nacional que brinde los datos necesarios para determinar la dinámica temporal de todas las áreas de manglar. No obstante, el presente informe reporta la cobertura de manglar más actualizada de cada departamento, generada principalmente en estudios de diagnóstico y zonificación realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), que están aprobados o en proceso de aprobación por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y en otros estudios específicos (Tabla 9).

Adicionalmente, se incluye como ejercicio de cálculo del indicador de extensión para el caso de estudio de la dinámica de la cobertura de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), a partir de la interpretación y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas en el marco 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" (Tabla 10).

### Periodo reportado

- Nivel nacional incluye la información de coberturas de mangle más reciente, por tanto el periodo de estudio es variable.
- Para el caso CGSM se incluye el último periodo de análisis (2011 a 2013).



## Fuente de los datos e información

**Tabla 9.** Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y Pacífico colombianas, agrupadas por UAC's y departamentos. Datos tomados de Sánchez-Páez *et al.*, (2004). CAI: Caribe Insular, ATG: Alta Guajira, VNS: Vertiente Norte de la Sierra Nevada, CGSM: río Magdalena y complejo Canal del Dique- Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, RSGM: río Sinú y el golfo de Morrosquillo, DA: El Darién, PNC: Pacífico Norte Chocoano, BA: El Baudó, MAB: Málaga-Buenaventura y LAS: Llanura Aluvial Sur.

DEPARTAMENTO	Cobertura actual (ha)	Año de actualización	Sectores incluidos
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina <sup>1</sup>	207,41	2012	San Andrés, Providencia y Santa Catalina
La Guajira <sup>2</sup>	2.513,61	2009	Alta, Media y Baja Guajira
Magdalena <sup>3,4</sup>	37.812	2011	CGSM, PNNT
Atlántico <sup>5,6</sup>	613,3	2005-2007	Ciénaga Mallorquín, Puerto Velero, Cerro Punta de Piedra, Astilleros y Bocatocino
Bolívar <sup>7</sup>	6.178,7	2013	Delta de Canal del Dique y Bahía de Barbacoas, Insulares, Bahía de Cartagena, Caños y lagunas de Cartagena, Complejo cenagoso de la Virgen y Juan Polo y Zona Norte
Sucre <sup>19</sup>	9.303	2004	Ciénagas: Benítez, Puertobelo, Pablo, Punta comisario-Punta San Bernardo y Boca Matuna.
Córdoba <sup>17,18</sup>	8.727	2012	Cispatá, Los Córdoba, Pto. Escondido, San Antero
Antioquia <sup>16</sup>	5.539	2003	Municipios de Arboletes, San Juna de Urabá, Necoclí, y Turbo
<b>Total Caribe: 69.894,02</b>			
Chocó <sup>15</sup>	41.315,9	2010	Juradó, Bahía Solano, Nuquí, Bajo Baudó, Litoral del San Juan.
Valle del Cauca <sup>11</sup>	31.374,7	2007	San Juan, Bahías Málaga y Buenaventura, Dagua, Anchicayá, Raposo, Mayorquín, Cajambre, Yurumanguí, Naya
Cauca <sup>7</sup>	17.571,6	2013	Guapi, Timbiquí y López de Micay
Nariño <sup>14</sup>	139.977	2010	Tumaco, El Charco, PNN Sanquianga y Consejos comunitarios: Chanzará, Unicosta, Esfuerzo pescador, Prodefensa Río Nerete, Playas Unidas, Gualmar, Sanquianga, Odemap Mosquera Sur, Veredas unidas, Acapa, Unión del Río Changuí, Río Tablón Salado, Río Tablón Dulce, Imbilpi del Carmen, Río Mejicano, Río Gualajo, Unión Río Rosario, Rescate Las Varas Bajo Mira y Frontera y Alto Mira y Frontera.
<b>Total Pacífico: 230.239,2</b>			
<b>Total Colombia: 300.133,2</b>			


**Tabla 10.** Indicador de extensión Caso “Ciénaga Grande de Santa Marta”.

Valor Línea base Año -2011	Valor Línea base Año -2013	Estable (ha)	Pérdida (ha)	Ganancia (ha)	IEmanglar (ha)
38544	39.569	36.107	294	1.512	1.025

Sector: Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), Escala: 1:50.000. Fuente de datos: 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”.

### Interpretación de los resultados

De acuerdo a los documentos tomados como referencia para determinar la cobertura de manglar en cada uno de los departamentos, actualmente el país cuenta con 300.133,2 ha de manglar, de las cuales 69.894,02 ha se ubican en el Caribe y 230.239,2 ha en el Pacífico (Tabla 9). Es importante resaltar que algunas de las coberturas incluidas en la Tabla 9 se encuentran desactualizadas y que solo se cuenta con valores recientes para algunos sitios en particular.

Con el propósito de presentar la utilidad del IEmanglar, se incluye el cálculo para la CGSM durante su último periodo de interpretación (2009 – 2013). La Tabla 10, muestra que para el periodo de estudio mencionado la cobertura de mangle presentó una estabilidad del 91,3% (36.107 ha) y una pérdida por mortalidad del 0,74% (294 ha). En adición, se presentó una ganancia de 1.512 ha que representan un incremento del 3,93%. Con la información anterior es posible calcular el IEmanglar de 1.025 ha para la CGSM, el cual indica un aumento neto en la extensión de manglar entre el 2011 y 2013 reflejando el proceso de recuperación actual del sistema.

### Limitaciones del indicador

Carencia de información sistemática (calidad, resolución y frecuencia adecuadas) de las coberturas de manglar a nivel nacional que sirvan como insumo para poblar el IEmanglar, tal como se establece en la hoja metodológica del mismo (INVEMAR, 2009).

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Es necesario contar con un sistema nacional de monitoreo de manglares, el cual incluya en sus objetivos el levantamiento sistemático de información remota para poblar el indicador. Dicha información debe seguir los lineamientos descritos en la hoja metodológica del IEmanglar (INVEMAR, 2009).



## Indicador de Integridad Biológica para Manglares - $IBI_m$

### Definición e importancia del indicador

Es un indicador de estado y refleja las características estructurales, funcionales y de salud comparándolo con un ecosistema que se halle en un estado deseado (de referencia), o consigo mismo en periodos posteriores (Tabla 11). Este índice actualmente se encuentra en fase de prueba y ajuste, principalmente porque fue desarrollado con información obtenida del bosque de mangle de la Ciénaga Grande de Santa Marta, el cual es un ecosistema en proceso de recuperación, que exhibe una altísima dinámica temporal y espacial.

Este índice permite integrar variables estructurales (densidad y área basal), de salud/calidad (salinidad) y de función (regeneración natural), que se califican según su incidencia positiva o negativa en el estado del ecosistema y que se integran con ponderaciones definidas, de acuerdo a funciones de promedio geométrico ponderado y posterior validación con expertos.

$$IBI_m = \left( \prod_{i=1}^n x_i^{a_i} \right)^{\frac{1}{\sum_i a_i}}$$

$$IBI_m = (D_{(sp1)}^{0,2(52,5\%)} \times D_{(sp2)}^{0,2(25\%)} \times D_{(sp3)}^{0,2(12,5\%)} \times AB_{(sp1)}^{0,3(62,5\%)} \times AB_{(sp2)}^{0,3(25\%)} \times AB_{(sp3)}^{0,3(12,5\%)} \times h^{0,2} \times s^{0,15} \times R^{0,15})^{\frac{1}{\sum \text{pesos}}}$$

Donde:

D: es densidad

AB: Área Basal

h: Promedio de la altura total del bosque

R: Reclutamiento

sp: corresponde a las especies de mangle presentes en el rodal, donde 1 es la especie dominante y 3 la menos representativa del bosque.

En ausencia de una variable, ésta no se considerada en el cálculo en el numerador ni sus pesos de ponderación en la ecuación. Se permite la ausencia de solo una variable a excepción de densidad o área basal.

**Tabla 11.** Escala de valoración del indicador de integridad biológica

Valor $IBI_m$	Interpretación
$1 < a < 1.5$	No Deseable
$\geq 1.5 < a < 2$	Estado de Alerta
$\geq 2 < a < 3$	Estado Regular
$\geq 3 < a < 4$	Buen Estado
$> 4 < a < 5$	Deseable

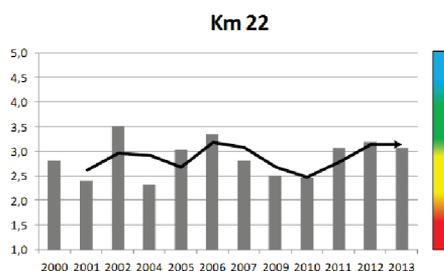
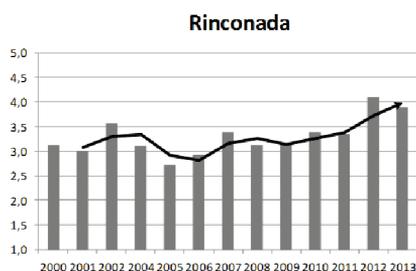
### Fuente de los datos e información

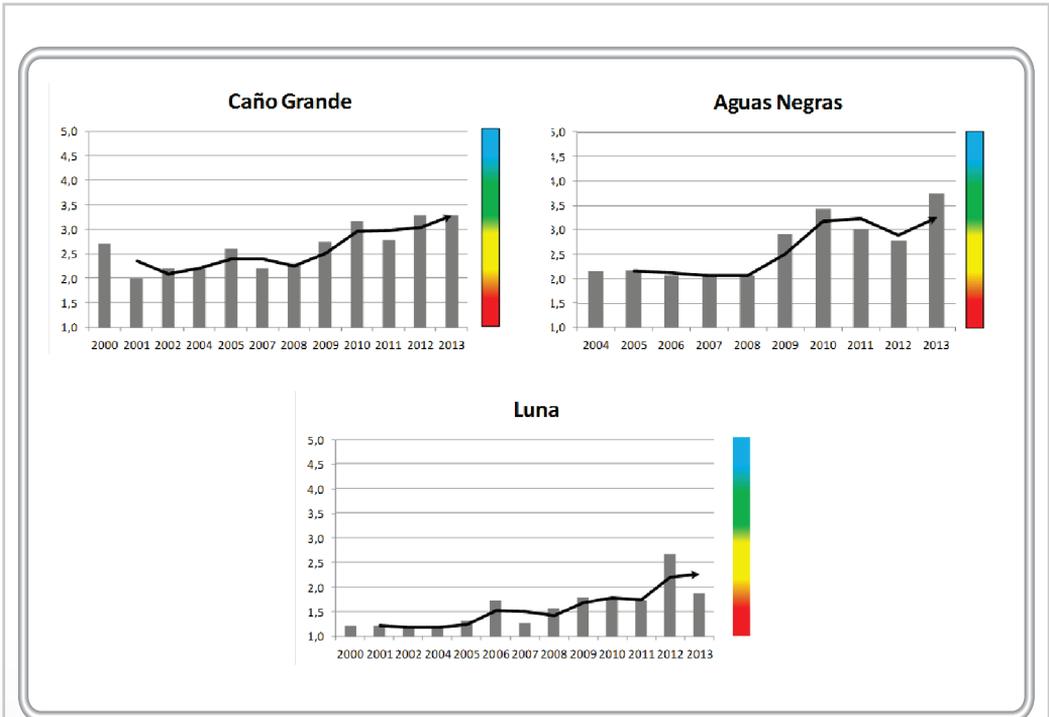
Proyecto “Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta”.

### Período reportado

Año 2012-2013

### Reporte o cálculo del indicador





**Figura 23.** Serie histórica del indicador de integridad biológica de manglares (IBIm) en cinco estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

### Interpretación de los resultados

El índice de integridad biológica para manglares ( $IBI_m$ ) muestra fluctuaciones a lo largo del tiempo, que evidencian la enorme dinámica del bosque de mangle de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) durante el proceso de rehabilitación, explicada por cambios en la salinidad del suelo, la estructura y la regeneración natural del bosque.

A modo general, se observa una tendencia al aumento en la integridad de los bosques para todas las estaciones muestreadas en la CGSM (Figura 23). Este hecho ha sido posibilitado por los cambios en las condiciones fisicoquímicas del suelo en términos de salinidad inducidos por las obras hidráulicas en la zona y los eventos climáticos la Niña en los años 2000, 2006, 2008 y 2010, que han permitido el lavado de los suelos, disminuyendo el tensor para el ecosistema y permitiendo por tanto, una mejora en los procesos de regeneración natural y desarrollo estructural del bosque. El efecto positivo de las precipitaciones ocasionadas por el evento climático en tales años, es evidente en el aumento del indicador ( $IBI_m$ ) en el año inmediatamente posterior en la mayoría de los casos. Las caídas

en los valores del indicador reflejan cambios principalmente en las variables salinidad y reclutamiento (Figura 23).

Rinconada ha sido históricamente la estación con mejor  $IBI_m$ , la estación ha sido definida como punto de referencia desde el inicio del monitoreo por presentar un bajo nivel de perturbación, mayor desarrollo estructural y rangos óptimos de salinidad para el desarrollo del manglar ( $< 50$ ) (Rivera-Monroy *et al.*, 2001). Algunas reducciones en el  $IBI_m$  se observan en los años 2001 y 2005 (Figura 23), como consecuencia de un déficit hídrico y la reducción del área basal por muerte de árboles, respectivamente. Un leve descenso se muestra en el indicador para el 2013, explicado principalmente por los aumentos en salinidad en la estación respecto al año anterior; no obstante, el indicador mantiene un valor superior a tres para el año 2013, indicando estados de integridad biológica de bueno a deseable durante el tiempo de monitoreo.

El  $IBI_m$  para la estación Km22, ha oscilado históricamente entre Bueno y Regular. Se destacan los valores máximos alcanzados en el año 2002 como consecuencia del rápido crecimiento de individuos de *L. racemosa* reclutados (hasta 4.973 ind./ha-1). Los menores valores para la estación se registran para el año 2004, 2009 y 2010, causadas por la muerte masiva de *L. racemosa*, incrementos en salinidad y poco reclutamiento respectivamente. A partir del año 2011 y hasta el presente año la estación ha mostrado un estado relativamente estable de acuerdo al cálculo de  $IBI_m$ . Para el año 2013, a pesar de los incrementos en salinidad registrados, el indicador no disminuyó considerablemente, debido al reclutamiento de *A. germinans* en el tercer periodo del año, principalmente.

La extracción masiva de árboles de *R. mangle* en la estación Caño Grande en el 2001, se evidenció en un estado de Alerta del bosque para ese año ( $IBI_m = 2$ ). A partir de ese momento el bosque ha mostrado incrementos progresivos en el índice hasta la fecha, alcanzando un Buen estado. La recuperación del bosque en la estación ha sido favorecida por la reforestación con *R. mangle*, realizada por el proyecto “Manglares de Colombia” en el año 2000, individuos que desde el 2009 aportan a la estructura del sector (densidad y área basal).

Un estado de Alerta en la estación Aguas Negras fue evidenciado hasta el año 2008 ( $IBI_m = 2$ ), momento a partir del cual se reportó un aumento en la densidad del bosque como producto del desarrollo de plántulas jóvenes y el aumento en el reclutamiento para el sector desde el 2009. El continuo aporte de agua dulce en el sistema a través del canal Aguas Negras reabierto en 1998, ha permitido el lavado de las sales en suelos y con ellos un mejor desarrollo tanto de plántulas como de individuos adultos, contribuyendo a la recuperación gradual del bosque. La pérdida de integridad en el 2011 y 2012 (Figura 23), obedece a disminución del reclutamiento y pérdida de densidad y área basal por tala de árboles de *L. racemosa*. No obstante para el año 2013, el  $IBI_m$  indica un bosque en buen



estado, hecho atribuido al aumento en el reclutamiento en 5 unidades respecto al año anterior.

La Ciénaga de La Luna históricamente ha mostrado los índices de Integridad más bajos de todo el sistema, reportando estados No deseables hasta el año 2006, donde un incremento en el reclutamiento se vio reflejado en el año siguiente (Figura 23), momento a partir del cual el bosque reporta una mejoría traducida en un cambio a estado de Alerta ( $IBI_m = \pm 1.8$ ). Los estados de integridad más bajos en los años iniciales aquí reportados, son producto de una alta concentración salina y por la baja oferta de propágulos. La mejoría en el sistema se ha visto favorecida por la disminución paulatina de la salinidad y el aumento del reclutamiento y desarrollo de árboles desde la orilla, que colonizan las áreas de pantano desprovistas de vegetación. En el año 2012 se alcanzó el mejor estado del bosque en la Ciénaga de la Luna ( $IBI_m = 2.6$ , Estado regular), debido al incremento en área basal especialmente de *L. racemosa*, especie considerada pionera durante la recuperación de áreas de manglar. No obstante a pesar de que para el año 2013 el incremento en área basal permaneció relativamente constante, se observó una disminución considerable en el indicador; este hecho obedece principalmente a un incremento en la salinidad, lo que demuestra la amplia sensibilidad del sistema al tensor salino.

### Limitaciones del indicador

Debido a la carencia de información periódica, rigurosa, sistemática y oportuna, derivada a partir de un protocolo de monitoreo, este indicador está diseñado para mostrar los cambios en los bosques de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Para cálculos en otras áreas deben hacerse algunos ajustes a la ecuación. Se requiere diseñar y mantener un sistema de monitoreo nacional que contemple la recolección rigurosa de información sistemática, de calidad y oportuna que permita el ajuste, aplicación y cálculo periódico del indicador con resultados confiables.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Se requiere diseñar y mantener un sistema de monitoreo de los ecosistemas de manglar a nivel nacional, que contemple la recolección rigurosa de información sistemática, de calidad y oportuna, y considere la homogeneidad de coberturas, representatividad y estandarización de métodos para su posterior análisis. La información obtenida a partir de dichos trabajos será de utilidad para el ajuste, aplicación y cálculo periódico del  $IBI_m$  y para establecer índices de estado pertinentes, acordes a la realidad y que permitan el manejo adecuado de estos ecosistemas.

# Capítulo III

CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS  
MARINOS Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS:  
INDICADORES DE PRESIÓN



invemar

COLOMBIA  
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
"José Benito Vives De Andrés" INVEMAR  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marino-costeros y sus servicios ecosistémicos son objeto de intervención humana y variabilidad ambiental. Ambas fuerzas actúan en forma aislada o en sinergia, ocasionando generalmente cuando de actividades humanas se trata, efectos principalmente negativos que transforman, degradan y destruyen los ecosistemas y afectan sus servicios, si no existe un uso sostenible de los mismos. Las causas y tensores (motores), que direccionan estos procesos se clasifican en directos o indirectos, según su incidencia sobre la base natural. Este capítulo se basa en tensores directos (por ejemplo la pesca y la acuicultura), que inciden sobre la biodiversidad y hábitats marinos y costeros de Colombia; mientras que los tensores indirectos (como el crecimiento de la población humana y la demanda de recursos), no son tratados explícitamente, aunque la demanda de algunos recursos como el esfuerzo de pesca son un reflejo de los tensores indirectos. Este capítulo no solo determina el estado actual de un recurso a través de un tensor, sino que identifica su patrón en el tiempo para los espacios del país de que se dispone información tomada por el INVEMAR o por otras instituciones.

## CAUSAS Y TENSORES DIRECTOS

### ▼ Aprovechamiento de recursos pesqueros

El aprovechamiento de poblaciones marinas por pesca ejerce diferentes impactos sobre los recursos y ecosistemas, en la medida en que la actividad no se ejerce de manera controlada dentro de un código de conducta para pesca responsable con el ambiente. Por un lado el exceso de pesca (sobrepesca) y el uso de artes de pesca no selectivos, tiene incidencia directa sobre la biodiversidad marina al afectar la estructura de las poblaciones y comunidades ocasionando alteraciones en las redes tróficas y recursos específicos. Así mismo, algunas tecnologías de pesca tienden a modificar físicamente la estructura de los hábitats (por ejemplo el arrastre realizado con redes de fondo), afectando los ciclos biogénicos con repercusiones en la productividad y sustento de la biodiversidad marina. A continuación se presentan una serie de indicadores que documentan el estado de los recursos pesqueros y el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina, tanto para la pesca artesanal como industrial. Parte de la fuente de información usada es oficial (por ejemplo estadísticas nacionales de pesca) y otra proviene de proyectos de investigación.

## Indicador de captura total y captura por especie (nacional)

### Definición e importancia del indicador

Es una medida de producción o rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser capturado por algún tipo de arte de pesca durante el ejercicio de la pesca en un área determinada. Este indicador contribuye a la formulación de medidas de manejo pesquero.

### Fuente de los datos e información

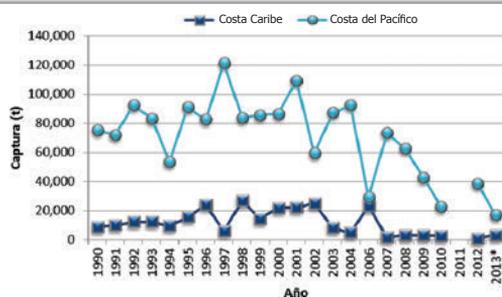
Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) (Liquidado), Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural (INCODER), Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombia internacional - CCI (MADR- CCI-2007-2008-2009-2010-2011) y Sistema estadístico pesquero colombiano (SEPEC).

### Periodo reportado

- 1990-2013.

**Nota:** El convenio Ministerio de Agricultura - CCI no reportó información de pesca industrial y artesanal para 2011, por tanto no se muestra información para ese año. Respecto a 2013, el SEPEC publicó la información con corte a agosto y sin incluir la pesca industrial del Caribe colombiano.

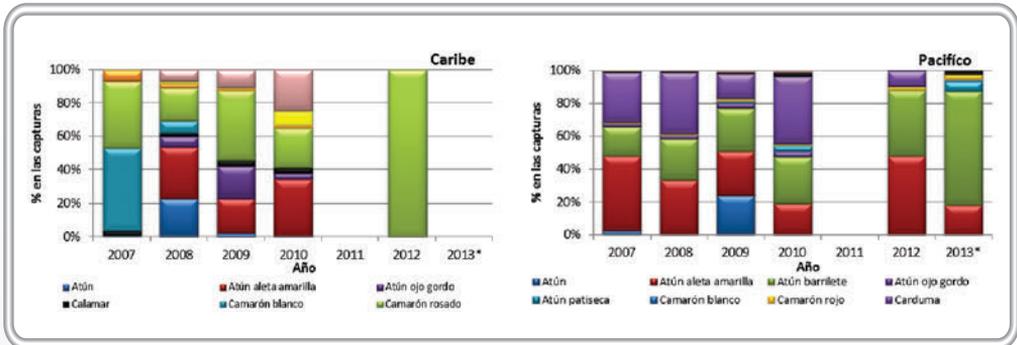
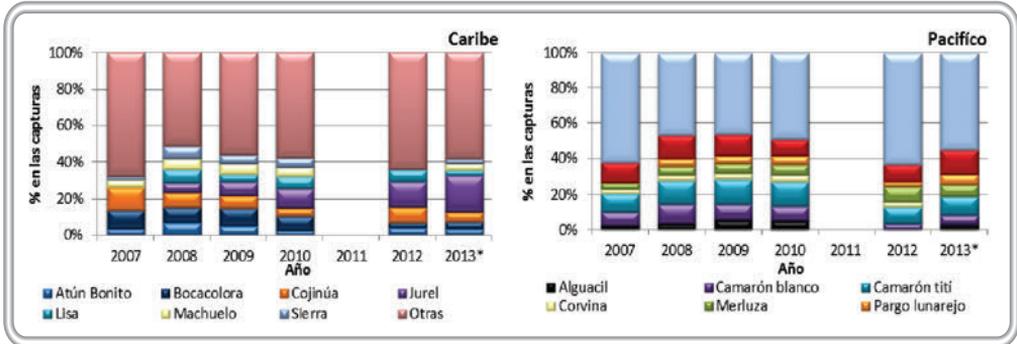
### Reporte o cálculo del indicador



**Figura 24.** Captura industrial y artesanal desembarcada para el Caribe y Pacífico colombiano. \* Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y agosto. Para el Caso Caribe, en 2013, solo se cuenta con información disponible de pesca artesanal.



### Reporte o cálculo del indicador



### Interpretación de los resultados

Las capturas totales desembarcadas han mostrado históricamente ser mayores en el Pacífico que en el Caribe, con excepción de 2006, donde las capturas son semejantes. No obstante, es clara la disminución vertiginosa de los desembarcos en ambas costas casi desde la última década (Figura 24). El indicador no incluye las capturas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ni de la Ciénaga Grande de Santa Marta. La estimación de 2012 de la producción pesquera del Pacífico fue de 38.671t, con una muy baja representatividad del sector artesanal (2,2%), mientras que hasta agosto de 2013 se habían reportado 17.066t (27,8% artesanal y 72,2% industrial).

Las estimaciones para el Caribe reportadas para 2012 (829,9t: 81,3% artesanal y 18,67% industrial) son las más bajas del histórico con que se cuenta, lo que al parecer refleja una subestimación de la pesca industrial y un ajuste al nuevo diseño de muestreo, ya que durante el segundo semestre de dicho año inició la implementación del SEPEC.

Para 2013 (con corte a agosto) el SEPEC solo reportó información relacionada con pesca artesanal, indicando una estimación total de 1.149t. La composición de especies, refleja como en años anteriores, la gran diversidad en las capturas, ya que el grupo “otras especies” continúa siendo el más abundante (669t, 58%; (Figura 25A). Otros aportes individuales importantes fueron de los jureles (224t) y cojinúa negra (63.5t) bocacolorá. Se capturaron 77t de crustáceos, representados principalmente por camarones (58,6t). Los moluscos, tiburones y rayas, presentaron muy bajos desembarques (<3%).

Durante el mismo año en las capturas artesanales del Pacífico, sobresalieron sierra (634t), camarón titi (484.5t), merluza (307,3t), pargo lunarejo (272t) y camarón blanco (239,4t). Respecto a la pesca industrial en el Pacífico (Figura 3B), el grupo de mayor aporte es el de los atunes (10416t), seguidos por los camarones (457t). Cabe resaltar el descenso de los volúmenes de carduma hasta 2012 y que para 2013 la empresa de extracción y procesamiento de este recurso cerró.

### Limitaciones del indicador

Existe un nivel de incertidumbre grande en los desembarcos de los últimos años, no obstante son los datos oficiales colectados con un diseño muestral que trata de tener la mayor cobertura espacio-temporal. El indicador se limita a mostrar la tendencia de la producción pesquera afectada por niveles de esfuerzo y variables ambientales. En ningún momento debe interpretarse como una medida de abundancia que implique un estado del recurso en las poblaciones naturales. Con la implementación del SEPEC, es posible que en los próximos años, se documenten valores de esfuerzo de pesca asociados a las capturas reportadas, los cuales permitirían la estimación de un índice de abundancia relativa (captura por unidad de esfuerzo), y que también se incluyan seguimientos a las tallas de captura de los principales recursos.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Este indicador permitió identificar un descenso importante de los desembarcos, los cuales no necesariamente implican un descenso del tamaño de las poblaciones. Es necesario contar con información del esfuerzo de pesca para obtener una medida de estado. La disminución de capturas podría ser causa de fuerzas de mercado que afectan el esfuerzo, o simplemente reflejar un efecto del ambiente, contaminación y/o fallas en la toma de información.



## Indicador de captura total y captura por especie para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM

### Definición e importancia del indicador

Es una medida de producción o rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser capturado por algún tipo de arte de pesca durante el ejercicio de la pesca en un área determinada. Este indicador contribuye a la formulación de medidas de manejo pesquero.

### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN. Esta fuente contribuye con recomendaciones a las decisiones de manejo a la autoridad pesquera (actualmente la AUNAP).

### Periodo reportado

2000-2013 (último período anual: marzo – diciembre de 2013).

### Reporte o cálculo del indicador

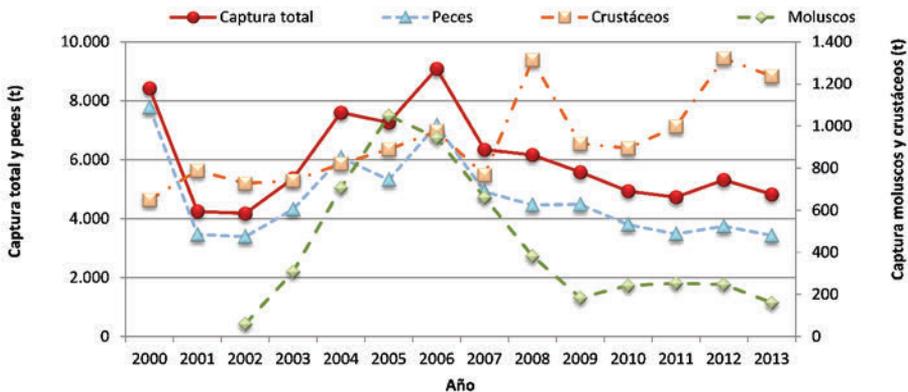


Figura 27. Captura desembarcada total y por grupos de especies en la CGSM.

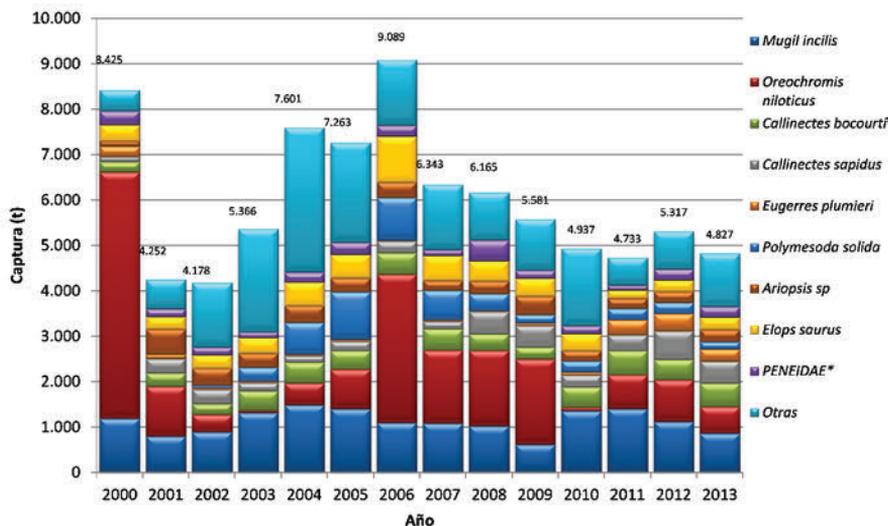


Figura 28. Composición interanual de la captura desembarcada por especies en la CGSM.

### Interpretación de los resultados

En 2013 la producción pesquera se estimó entre marzo y diciembre en 4.826,9 t (Figura 27), continuando su descenso de los últimos años. Los peces fueron los de mayor participación con 3.428,9 t (71%), seguidos por los crustáceos con 1.237,1 t (25,6 %) y los moluscos con 160,9 t (3,3%). La captura de peces mantiene la distribución de 2012, aunque con disminución evidente en los volúmenes de captura con respecto a los años anteriores, destacándose entre las especies más capturadas la lisa (*Mugil incilis*; 25,1%), la mojarra lora (*Oreochromis niloticus*; 17,1%) y la mojarra rayada (*Eugerres plumieri*; 7,8%) (Figura 28). Con respecto a 2012, los crustáceos (en su mayoría jaibas), en los 10 meses evaluados en 2013, disminuyeron en un 6% y los moluscos representados por la almeja (*Polymesoda solida*) disminuyeron en un 35 %.



### Limitaciones del indicador

El indicador posee una certidumbre esperada, basada en un enfoque muestral aplicado por el INVEMAR para las estadísticas de pesca. Se anota sin embargo, que la captura no debe ser tomada como un indicador de abundancia del recurso.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Su relación con datos de esfuerzo pueden ser usados para determinar la incidencia de pesca sobre el recurso y la necesidad de direccionar medidas de manejo a un arte de pesca determinado o a las capturas restringidas a determinado componente poblacional y/o área geográfica. Por lo anterior, esta información es base para la estimación de cuotas de pesca y esfuerzo óptimo.



## Indicador de abundancia relativa de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM

### Definición e importancia del indicador

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es un índice de la abundancia relativa de un recurso aprovechado por pesca en un área geográfica dada y usando una tecnología de pesca específica. Representa el peso capturado por especie (o multiespecífico) en función del esfuerzo invertido en la extracción y es la única medida de este tipo estimable a partir de estadísticas de pesca que puede medir estado de una población aprovechada por pesca.

### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

### Periodo reportado

2000-2013 (último período anual: marzo – diciembre de 2013).

### Reporte o cálculo del indicador

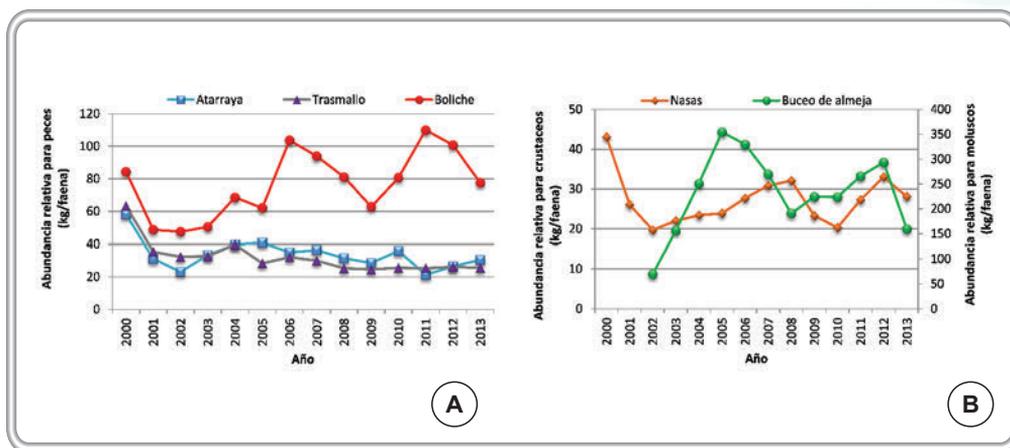


Figura 29. Abundancia relativa de peces (A) e invertebrados (B) por arte de pesca en la CGSM.



### Interpretación de los resultados

La abundancia íctica reflejada por tres artes de pesca selectivos para peces, muestra un patrón consistente estable entre artes durante el periodo analizado ( Figura 29A); no obstante, es claro que el boliche es mucho más eficiente, debido a su mayor poder de pesca. Para 2013 el boliche mostró una disminución de la abundancia de peces, mientras que la atarraya mostró un leve aumento y el trasmallo se mantuvo constante. En general la abundancia de peces en la CGSM tiende al descenso. Las nasas, mostraron un descenso con relación a 2012, no obstante la abundancia de jaibas (28,1 kg/faena) se mantiene por encima del promedio anual de los 13 años anteriormente evaluados. En el caso del buceo, dedicado a la extracción de almejas, presentó una reducción drástica en su abundancia, llegando a niveles inferiores a los de los últimos 9 años de seguimiento, luego de un abrupto descenso entre 2005 y 2008 ( Figura 29B).

### Limitaciones del indicador

El indicador ha sido estimado con buen grado de certidumbre. Debido al carácter multiespecífico de la pesquería, deben tomarse con precaución los datos de este indicador para una misma especie con diferentes artes de pesca.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

A partir de las capturas y su relación con el esfuerzo pesquero es posible determinar el rendimiento máximo sostenible (RMS) como una alternativa de punto de referencia para estimar cuotas de pesca y esfuerzo óptimo. Tales puntos de referencia se obtienen producto de la modelación bajo un enfoque precautorio. Para 2013 con datos de 2012, se sugirió una cuota global anual límite de 5.020 t, para los peces y 872 t para las jaibas. Los valores de esfuerzos óptimos sugeridos para 2013 estuvieron alrededor de 113.349 faenas de atarraya, 41.772 de trasmallo, 33.198 de boliche y 26.712 con nasas; para el buceo no se propuso cuota, ni esfuerzo óptimo, debido a que este recurso se explota en áreas protegidas, en donde Parques Nacionales Naturales, ejerce el control respectivo.

## Indicador de talla media de captura para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM-

### Definición e importancia del indicador

La talla media de captura (TMC) es el tamaño promedio expresado en longitud de los individuos de una población extraída por pesca con un arte y en un área de pesca dada. La TMC comparada con un punto de referencia como la talla media de madurez (TMM) de la especie, es adoptada como un indicador del estado de la pesquería en términos de sobrepesca por crecimiento o efecto sobre la estructura de la población de una especie dada. La TMC permite detectar presión sobre el recurso, debido a cambios en la tecnología de pesca y esfuerzo de pesca.

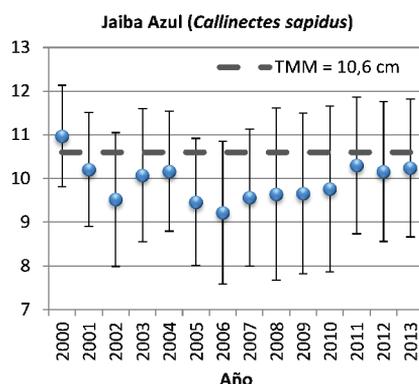
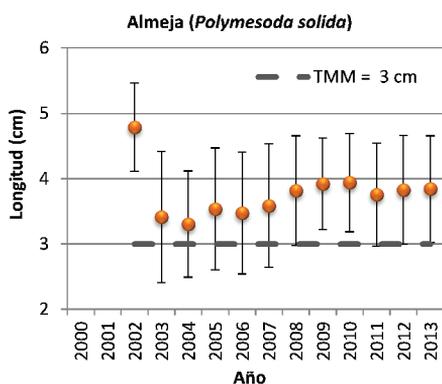
### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

### Periodo reportado

2000-2013 (último período anual: marzo – diciembre de 2013).

### Reporte o cálculo del indicador



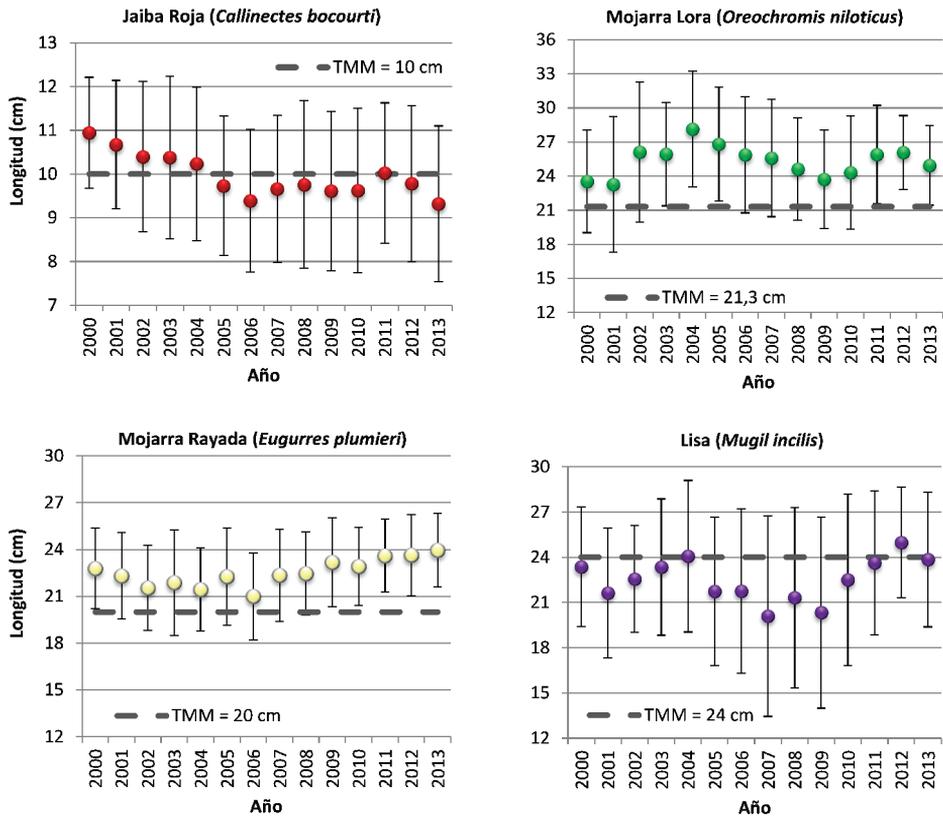


Figura 30. Variación interanual de las tallas media de captura (TMC) para las principales especies en la CGSM y su ubicación con respecto a la talla media de madurez sexual (TMM).

### Interpretación de los resultados

La lisa se encuentra fuertemente explotada por debajo de la TMM (Figura 30), aunque en 2012 hubo ligero aumento de la TMC. Las jaibas están igualmente en riesgo, teniendo en cuenta que la mayoría de los años la TMC para ambas especies se registró por debajo de la TMM. Por el contrario, especies como la mojarra rayada y mojarra lora, al igual que la almeja, generalmente han sido extraídas por encima de su talla media de madurez, lo cual representa un riesgo bajo de sobrepesca.



### Limitaciones del indicador

En el caso de la CGSM, al igual que en la mayor parte de las pesquerías artesanales, los recursos se extraen con diversidad de artes de pesca, cada una de las cuales selecciona un espectro de tallas determinadas afectando la TMC. Tal complejidad plantea un cuidadoso seguimiento en monitoreo al desempeño de diferentes artes de pesca.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda el uso de la TMM como talla mínima de captura para las especies: lisa (*M. incilis*) = 24cm Lt; mojarra rayada (*E. plumieri*) = 20cm Lt; mojarra lora (*O. niloticus*) = 21cm Lt y almeja (*P. solida*) = 3 cm. Para las jaibas (*C. bocourti* y *C. sapidus*), se recomienda una TMC de 9,0 cm de ancho estándar del caparazón de acuerdo a la reglamentación oficial (Resolución 623 de 2004, INCODER).



## Indicador de proporción de pesca incidental y descartes para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM

### Definición e importancia del indicador

La cantidad de captura desembarcada es generalmente dividida en captura objetivo (aquella objeto de pesca a través de un arte específico), captura incidental que corresponde a la fracción no objetivo de pesca, pero que tiene valor comercial, y el descarte, el cual hace referencia a la fracción de la captura total que no es usada por el pescador y termina siendo devuelta al mar por su nulo interés comercial. Este indicador permite determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina y demás efectos sobre las redes tróficas e interacciones comunitarias.

### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

### Período reportado

2013 (marzo – diciembre de 2013).

### Reporte o cálculo del indicador

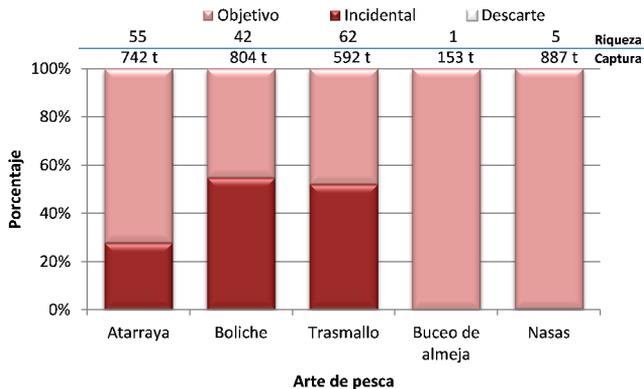


Figura 31. Composición porcentual de las capturas por arte de pesca para 2013, discriminando las capturas objetivo, incidental y descartes en la CGSM.

### Interpretación de los resultados

La pesca artesanal de la CGSM es un ejemplo de una pesquería multiespecífica, donde realmente no existen descartes, pues todo es aprovechado por el pescador (p. e. especies pequeñas para alimento de zocriaderos e incluso para alimento humano). Lo anterior es indicador de un fuerte impacto sobre la biodiversidad de dicho ecosistema aunque dicha biodiversidad contribuya a proporcionar alimento e ingresos a los pescadores. El único arte totalmente selectivo es el buceo para almejas; mientras que el boliche, atarraya y red fija (trasmallo), son los artes menos selectivos (la atarraya capturó 55 especies, siendo el objetivo principal la lisa; en el boliche la captura objetivo fue lisa y mojarra rayada con 40 especies más capturadas; mientras el trasmallo tuvo el de mayor número de especies capturadas (62) (Figura 31).

37

### Limitaciones del indicador

El indicador es fuertemente dependiente de la información suministrada por el pescador, pues solo se desembarca lo que será vendido o aprovechado. Existe imposibilidad técnica de hacer monitoreos a bordo en pesca artesanal en la CGSM.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Se sugiere mejorar la selectividad de los artes de pesca trasmallo, atarraya y boliche a fin de incentivar el escape de especies pequeñas (p. e. juveniles). Esto plantea un fuerte compromiso con los pescadores y esfuerzos de control y vigilancia por parte de la autoridad pesquera.



## Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM

### Definición e importancia del indicador

Corresponde a la fracción juvenil y desovante medida sobre la frecuencia de las capturas desembarcadas por tallas para las diferentes especies. Para la división de la fracción desovante y/o juvenil de las capturas, se toma en forma simplificada la talla media de madurez sexual. La mayor o menor fracción desovante o juvenil, indicará la presión de pesca ejercida sobre uno u otro componente poblacional.

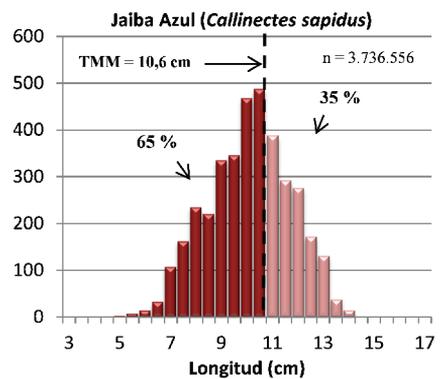
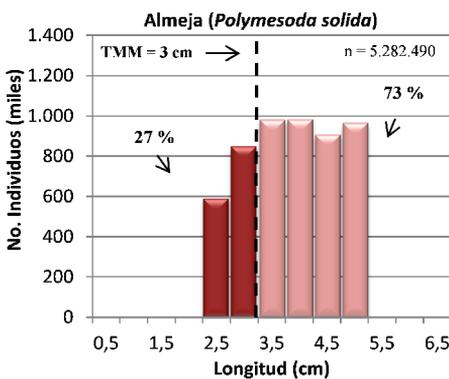
### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

### Periodo reportado

2013 (marzo – diciembre de 2013).

### Reporte o cálculo del indicador



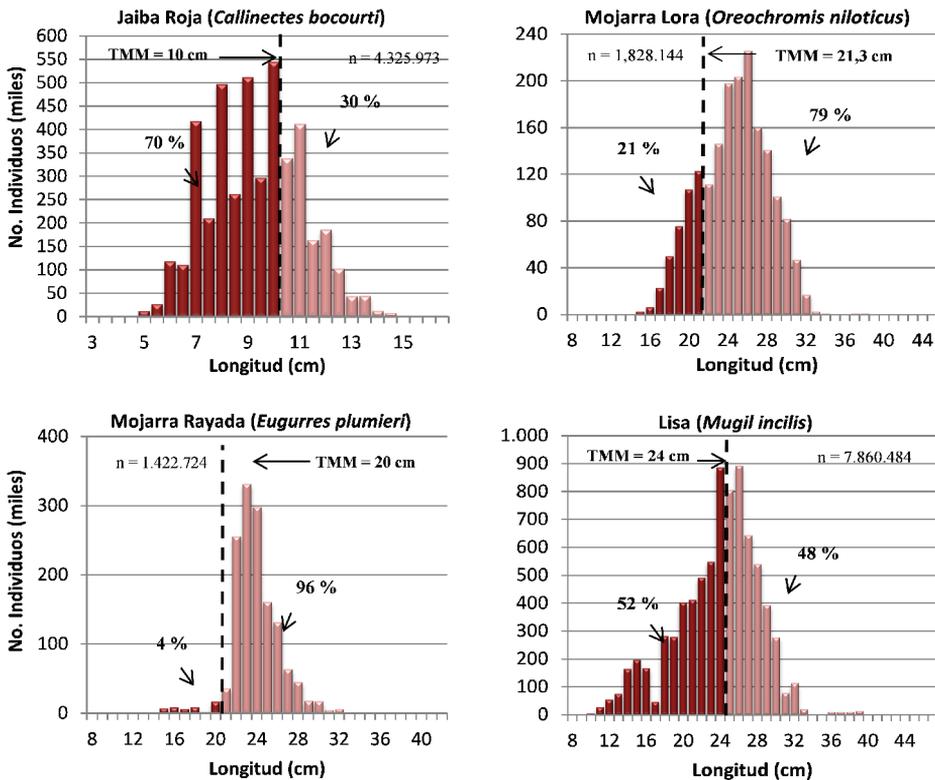


Figura 32. Fracción desovante y juvenil de los principales recursos pesqueros en la CGSM durante 2013.

### Interpretación de los resultados

La fracción explotada por debajo de la talla media de madurez para lisa (52%), jaiba azul (65%) y jaiba roja (70%) (Figura 32), es alta, lo cual indica que buena parte de los desembarcos se componen de juveniles o subadultos, disminuyendo la capacidad reproductiva de las poblaciones pesqueras. Especies como la mojarra rayada y mojarra lora, no muestran ser afectadas por las tallas capturadas, ya que su extracción está basada en tamaños grandes y por tanto tienen mayor probabilidad de reproducirse.



### Limitaciones del indicador

En el caso de la CGSM, al igual que en la mayor parte de las pesquerías artesanales, los recursos se extraen con diversas artes de pesca, cada una de las cuales selecciona un espectro de tallas determinado. Tal complejidad plantea un cuidadoso seguimiento al desempeño de diferentes artes de pesca. Otras limitantes pueden ser la ausencia de estimaciones actualizadas de las TMM o desconocimiento del potencial reproductivo de las especies.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda fijar las tallas mínimas de captura igual o mayor a la TMM, lo anterior controlando la selectividad de los artes de pesca (p.e. regulaciones de tamaños de malla, tamaños de anzuelos).



## Indicador de renta económica de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM

### Definición e importancia del indicador

Son los ganancias generadas por unidad de pesca una vez del ingreso bruto producto de la pesca se han descontado los costos de operación o variables. Contribuye a determinar el desempeño económico de una pesquería, que combinado con otras variables de desempeño de la pesca, permite analizar su incidencia para efectos de planificación e implementación de proyectos de fomento, desarrollo tecnológico, control, ordenamiento y en general de administración de la pesquería. Este indicador, se puede determinar por unidad de pesca y/o pescador, como se presenta en esta oportunidad, de esta manera se puede comparar con un punto de referencia como el salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV). El uso de variables económicas en pesca junto con aquellas ecológicas y biológicas, es muy importante para alcanzar el aprovechamiento racional de los recursos bajo varias perspectivas y para conocer el comportamiento del pescador ante niveles de renta en periodos previos.

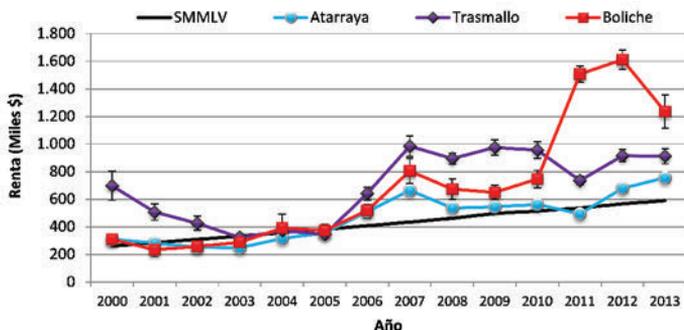
### Fuente de los datos e información

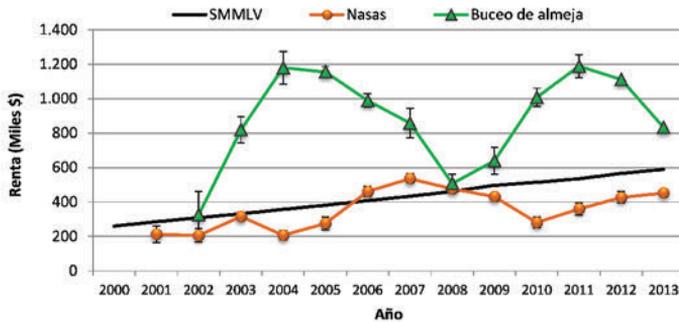
Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

### Periodo reportado

2000-2013 (último período anual: marzo - diciembre de 2013).

### Reporte o cálculo del indicador





**Figura 33.** Variación interanual de la renta económica promedio mensual (+/- EE) por pescador para los principales artes de pesca en la CGSM y su ubicación con respecto a una renta umbral del SMMLV para cada año (en el 2013: SMMLV = \$ 589.500).

### Interpretación de los resultados

En 2013 la renta de los pescadores que utilizaron boliche, trasmallo, atarraya y buceo, superaron el umbral de referencia. Las ganancias de los pescadores de atarrayas y nasas incrementaron con respecto a 2012, mientras que los de boliche, trasmallo y buceo disminuyeron. Aunque las nasas incrementaron su utilidad en 6,1% con respecto al año anterior, no alcanzaron el umbral fijado. Destaca el descenso en la renta del boliche en lo evaluado en 2013, después de su recuperación en los dos años anteriores, debido a la baja en sus capturas en este año y especialmente a la de mojarra rayada que tiene un alto valor comercial en el mercado (Figura 33).

### Limitaciones del indicador

La calidad de la información de costos y precios es dependiente de la voluntad de los pescadores entrevistados y por ende hay un efecto en la estimación final, contabilizado para el caso de la CGSM. Fuerzas como oferta y demanda, pueden afectar la estimación de indicadores económicos, sin tener esto que ver en algunos casos con la disponibilidad de los recursos.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Se sugiere analizar la incidencia de este indicador para efectos de planificación e implementación de proyectos de fomento, desarrollo tecnológico, control, ordenamiento y en general de administración de la pesquería, pues las cuotas de pesca bien pueden fijarse con un máximo rendimiento económico y no con un máximo rendimiento biológico.

## Indicador de renta económica de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM

### Definición e importancia del indicador

Es una medida de producción o rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser extraído de la población natural por unidad de esfuerzo de algún tipo de arte de pesca, en este caso la red de arrastre de fondo industrial. Se presenta el indicador para la captura objetivo en cada costa constituida por varias especies de camarón de aguas someras (CAS) y aguas profundas (CAP).

### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

### Periodo reportado

- 2008 a diciembre de 2013 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2013 para el Caribe.

### Reporte o cálculo del indicador

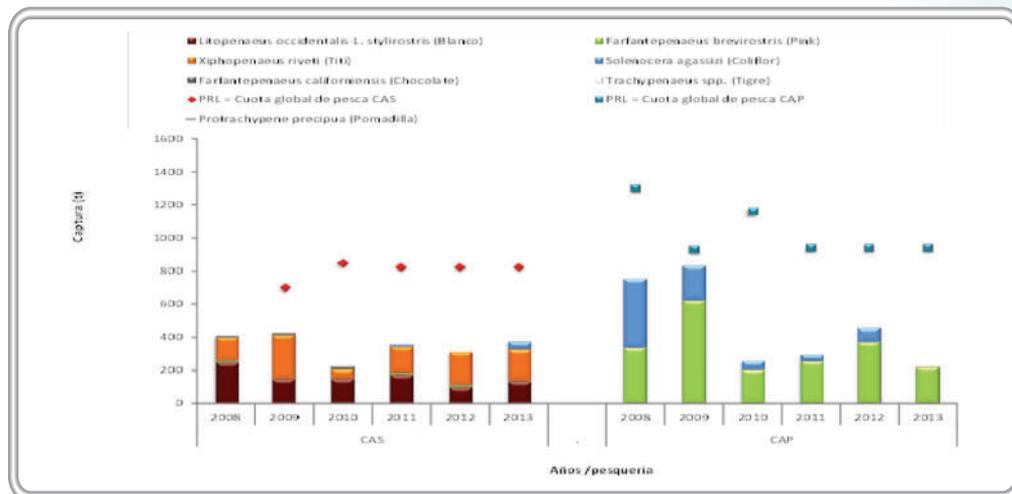


Figura 34. Variación interanual de la captura objetivo en las pesquerías de camarón del Pacífico (CAS y CAP) y su relación con la cuota global de pesca anual (punto de referencia).

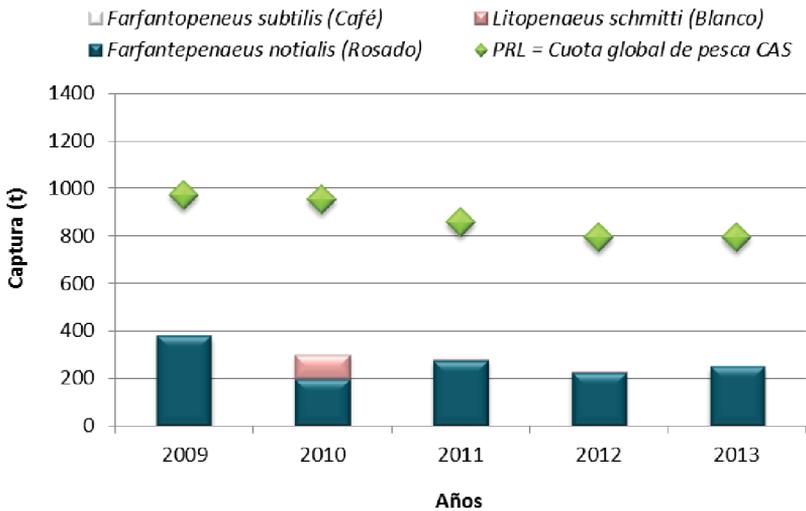


Figura 35. Variación interanual de la captura objetivo en la pesquería de camarón del Caribe colombiano y su relación con la cuota global de pesca (punto de referencia).

### Interpretación de los resultados

Para 2013 en la pesquería del CAS en el Pacífico se capturaron 374,7t, valor 16,8% mayor a lo capturado en 2012 y correspondiente al 45,6% de la cuota global de pesca (PRL= 824t; Figura 34). El camarón blanco (*L. occidentalis*) representó el 35,4% de la captura objetivo, con el tití como el principal producto capturado (*X. riveti*; 51,5%). Además, se capturaron en menor porcentaje el coliflor (*S. agassizi*; 12,6%); el Pink (*F. brevirostris*; 0,1%), el Chocolate (*F. californiensis*), el Tigre (*trachypenaeus spp*) y la Pomadilla (*Protrachypene precipua*). La captura del CAP (222.3t) disminuyó en 48,6% con respecto al 2012 y estuvo compuesta principalmente por el pink (*F. brevirostris*; 97,9%). El total de la captura correspondió al 23,6% de la cuota global de pesca asignada para 2013 (Figura 34). Al igual que en años anteriores las capturas estuvieron por debajo del PRL; no obstante, podría considerarse la posibilidad de fijar cuotas más conservadoras tomando en cuenta los estados de sobreexplotación del CAS en ambas costas y de moderada explotación del CAP en el Pacífico (Invemar, 2012a). Las especies dominantes en las capturas se han mantenido desde el 2008, pero en 2013 hubo ausencia temprana de las especies del CAP, obligando a las embarcaciones a cambiar de pesquería.



En el Caribe la captura del CAS en 2013 fue 248,9 t, presentando un incremento del 9,7% respecto a 2012 (Figura 35). La especie más representativa fue el camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*) y la captura total representó el 31,5% de la cuota de pesca establecida en 2013 (PRL= 790t). Las cuotas deben ser aún más conservadoras porque el recurso aún no presenta señales consistentes de recuperación, luego de alcanzar un estado de colapso (Páramo *et al.*, 2006; Manjarrés *et al.*, 2008; Páramo y Saint-Paul, 2010).

### Limitaciones del indicador

La calidad de la estimación de la captura depende de la información suministrada por las empresas pesqueras sobre los desembarcos industriales, los cuales en este caso son parte de los compromisos del sector pesquero industrial ante la autoridad pesquera.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda analizar este indicador junto con otros para fines de manejo pesquero (establecimiento de cuotas y niveles de esfuerzo óptimos). Por sí solo muestra que la producción pesquera industrial tuvo una disminución en 2013 para la pesquería del CAP principalmente; no obstante, los desembarques se mantienen por debajo de las cuotas de pesca asignadas por el Gobierno.



## Indicador de abundancia relativa del camarón: pesca industrial nacional

### Definición e importancia del indicador

Representa la cantidad de recurso o captura en función del esfuerzo invertido en la extracción (CPUE). Es específico a un arte que posee un poder de pesca propio y se asume que es directamente proporcional a la biomasa disponible de un recurso en su medio natural. Permite inferir la situación del recurso, la eficiencia de arte de pesca y las épocas más productivas. En este caso se reporta el indicador para el CAS y CAP.

### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

### Periodo reportado

- 2008 a diciembre de 2013 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2013 para el Caribe.

### Reporte o cálculo del indicador

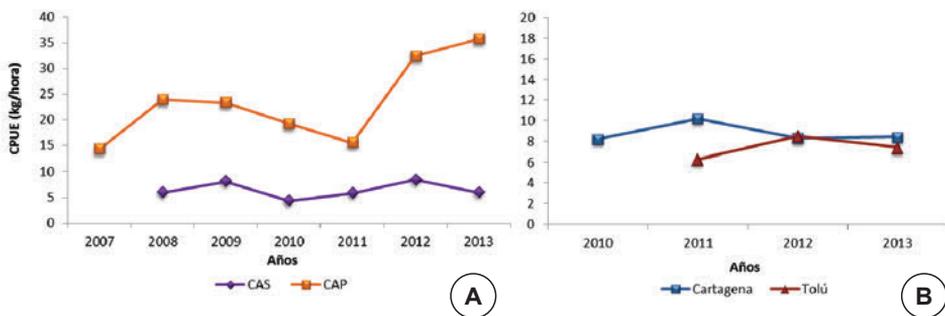


Figura 36. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) estimada en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y Caribe (B) colombiano.



### Interpretación de los resultados

La CPUE del CAS en el Pacífico durante 2013 (6,0kg/h) disminuyó respecto a 2012 (8,4 kg/h; Figura 36 A); lo cual podría indicar una disminución del recurso, no obstante comparado con los 60s la abundancia actual es menos del 20% de la abundancia máxima de esos años. En este sentido el recurso mantiene sobreexplotado. El CAP del Pacífico por su parte mostró la mayor abundancia de los últimos diez años ( Figura 36A), debido a la disminución del esfuerzo que sitúa al recurso en moderada a plena explotación. En el Caribe la CPUE del CAS para el puerto de Tolú (7,4 kg/h) presentó una leve disminución con respecto al año 2012 (8,4 kg/h; Figura 36B); mientras que para el puerto de Cartagena se presentó una CPUE estable con respecto a 2012 (8,4 kg/h en 2013 a 8,3 kg/h en 2012). La estabilidad presentada en la CPUE para el camarón rosado, infiere que el recurso aún no se recupera.

### Limitaciones del indicador

La calidad de la estimación de la CPUE es altamente dependiente de la información que las empresas pesqueras suministran tanto de captura como de esfuerzo de pesca, por tanto, la negativa de algunos industriales para suministrar información confiable impide una evaluación real del recurso.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Las poblaciones de camarones objeto de pesca industrial en Colombia, requieren mayor control de las medidas que permitan su recuperación, principalmente la del CAS. Dichas medidas se han enfocado al establecimiento de cuotas de pesca, las cuales deben verificarse a través de un control del esfuerzo de pesca permisible; así mismo debe controlarse la selectividad de los artes y las vedas espacio-temporales. Para el caso del CAS en el Pacífico, se debe igualmente hacer fuerte control sobre el esfuerzo y selectividad de la pesca artesanal. Para el CAP, las medidas de manejo deben dirigirse a mantener niveles de esfuerzo por debajo del rendimiento máximo sostenible.



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

### Definición e importancia del indicador

La talla media de captura es la longitud promedio de los individuos de una población extraída con un arte de pesca específico y en un área de pesca dada. La información de TMC permite detectar la presión causada por la pesca sobre la estructura de la población. Al compararla con la talla media de madurez (TMM), se pueden recomendar medidas de manejo dirigidas a la reglamentación de artes de pesca en términos de selectividad o incluso el de vedar algún arte de pesca por su impacto sobre las poblaciones explotadas.

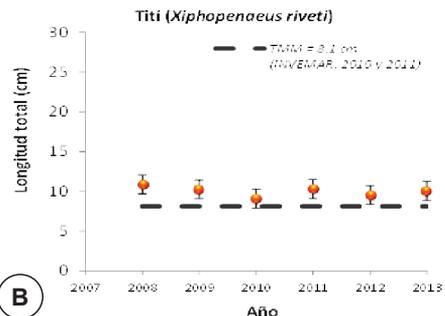
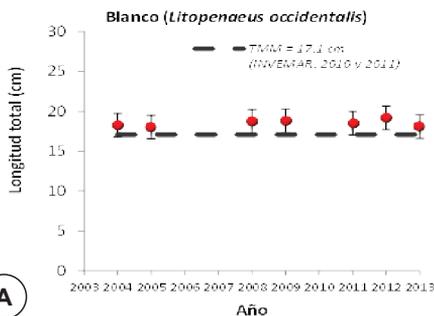
### Fuente de los datos e información

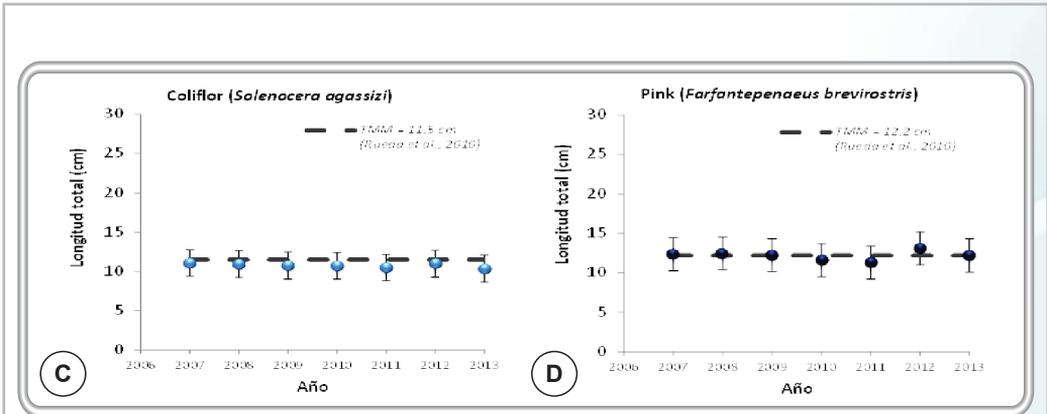
Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

### Periodo reportado

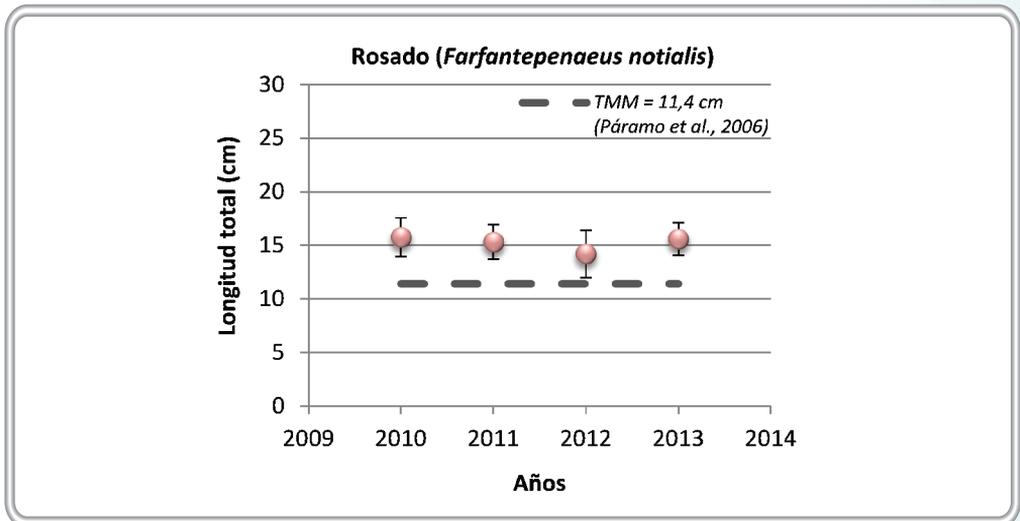
- 2004 a diciembre de 2013 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2013 para el Caribe.

### Reporte o cálculo del indicador





**Figura 37.** Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).



**Figura 38.** Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de *F. notialis*, principal especie en la pesquería de CAS del Caribe colombiano con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).



### Interpretación de los resultados

De las cinco especies de camarón evaluadas en el país (Figura 37 y Figura 38), tan solo *S. agassizi* (coliflor) presentó un riesgo alto de sobrepesca por reclutamiento ya que la TMC calculada (10,3 cm) sigue siendo inferior al PRL (11,5 cm; Figura 37 C). Las demás especies *L. occidentalis*, *X. riveti*; *F. brevirostris* y *F. notialis* (Figura 37A, B, D y Figura 38, respectivamente) presentaron valores de TMC por encima de la TMM, condición favorable en la explotación del recurso ya que garantiza la renovación natural de la población al permitir que desove al menos un 50% de las hembras (García y Le Reste, 1981).

### Limitaciones del indicador

La TMC fue calculada sólo para la fracción de pesca objetivo, así pues si la proporción de alguna de las especies es alta dentro del descarte, deberá recalcularse ya que puede cambiar la información que aporta el indicador. Dado que el PRL usado es la TMM, la calidad de esta estimación incide directamente en la interpretación de la TMC. Este indicador se calcula por monitoreos a bordo, por lo que la calidad de la estimación depende de que el diseño de muestreo sea lo suficientemente representativo para extrapolarlo al total de las faenas monitoreadas. Esto implica el apoyo incondicional de la industria pesquera.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Para disminuir el riesgo de sobrepesca por crecimiento del camarón coliflor, se sugiere evaluar la selectividad del arte (Millar y Fryer, 1999) y regular los tamaños de malla en algunas secciones de la red de arrastre de modo que la TMC sea mayor que la TMM.

## Indicador de proporción de pesca incidental y descartes: pesca industrial nacional de camarón

### Definición e importancia del indicador

La fauna acompañante de una pesquería está compuesta por los recursos que no son el objetivo de la actividad, pero que aun así son capturados. Estos recursos pueden clasificarse en captura incidental (CI) (pesca no objetivo que tiene valor comercial) y descartes (especies sin valor comercial y que son devueltas al mar generalmente sin vida). Conocer los porcentajes de fauna acompañante y la relación que tiene con la captura objetivo (FA/ CO), permite determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina.

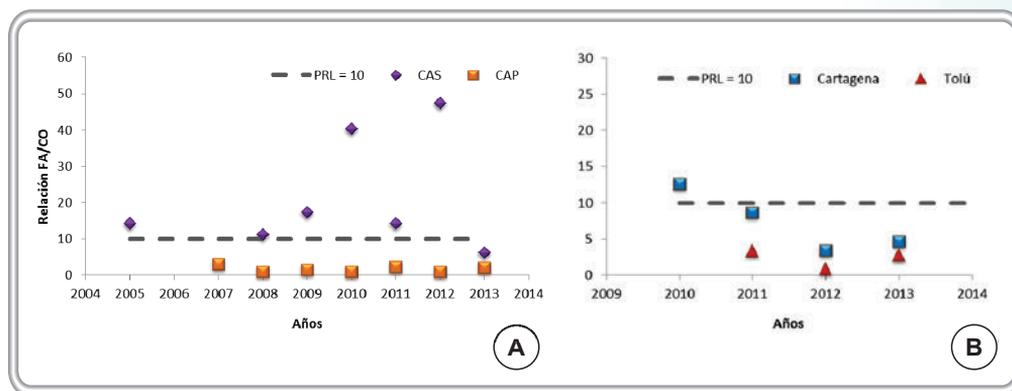
### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

### Periodo reportado

- 2005 a diciembre de 2013 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2013 para el Caribe.

### Reporte o cálculo del indicador



**Figura 39.** Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y del Caribe colombianos (B).



### Interpretación de los resultados

En la pesquería del CAS del Pacífico, la relación FA/CO para el 2013 fue de 6,1:1, siendo el valor más bajo desde que se tiene registro en esta zona, lo cual refleja una disminución del impacto sobre la biodiversidad marina para este año en los sitios donde se concentró el esfuerzo de pesca (Figura 39A). El 64% del descarte fueron especies de peces de valor comercial que en estado adulto son aprovechados por otras pesquerías (p.e. el Ñato: *Sciaenops troscheli*, 13,4%), lo que genera una externalidad incidental hacia otras pesquerías (Seijo *et al.*, 1998), comprometiendo la seguridad alimentaria de proteína para cientos de pobladores del litoral Pacífico. En la pesca del CAP del Pacífico, la relación FA:CO fue de 2,1:1, aumentando levemente respecto a 2012; no obstante, el impacto sobre la biodiversidad de esta pesquería ha sido siempre menor con respecto al CAS.

En el Caribe, la relación FA/CO del CAS fue 4,7:1 para la flota con puerto base en Cartagena y de 2,8:1 para los barcos con puerto en Tolú (Figura 39B). La flota de Cartagena, ejerce actividades de pesca eventualmente en la zona de la Guajira; no obstante, las faenas monitoreadas se concentraron en el sur del Caribe. La relación de la flota que desembarca en Tolú incrementó respecto a 2012 (0,9:1); sin embargo, la relación se encuentra muy cercana a la obtenida en 2011 en la misma zona (3,4:1) y un poco baja con respecto a estimaciones anteriores (4:1; Santacruz, 1989; Herazo y Torres, 2006).

### Limitaciones del indicador

Este indicador depende de la representatividad del muestreo a bordo y de las áreas geográficas donde se concentre el monitoreo a bordo, dada la variabilidad espacial de la biodiversidad marina. No existe un punto de referencia límite de FA/CO, aunque lo deseable es reducirlo al máximo. Se usa en este caso un valor arbitrario.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Para todas las flotas de pesca industrial por arrastre en Colombia, se recomienda implementar el uso obligatorio de dispositivos reductores de fauna acompañante para peces y tortugas (Rueda *et al.*, 2006; Girón *et al.*, 2010). Lo anterior como medida para reducir el impacto sobre la biodiversidad, promoviendo una pesca responsable para el CAS y el CAP.

## Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas: pesca industrial nacional de camarón

### Definición e importancia del indicador

Los juveniles de una población son individuos que aunque están completamente formados, no han alcanzado la madurez sexual y por tanto no tienen la capacidad para reproducirse. Si las capturas por pesca impactan una proporción de juveniles mayor que la de los adultos, se ponen en riesgo los procesos reproductivos y de crecimiento de la población. Así mismo, una reducción de la población desovante afecta los niveles de reclutamiento y por tanto la sostenibilidad del recurso en el tiempo.

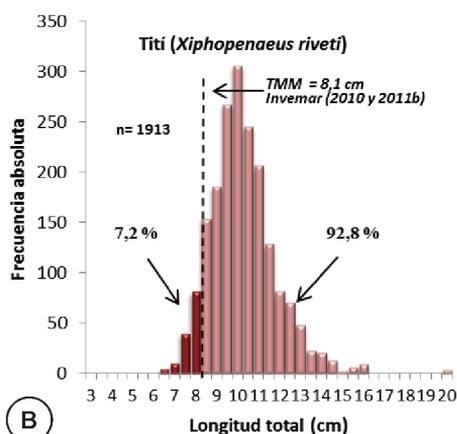
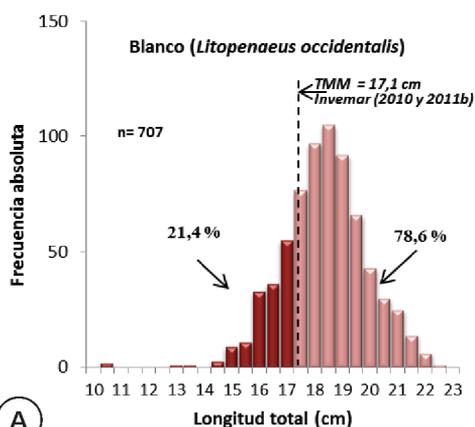
### Fuente de los datos e información

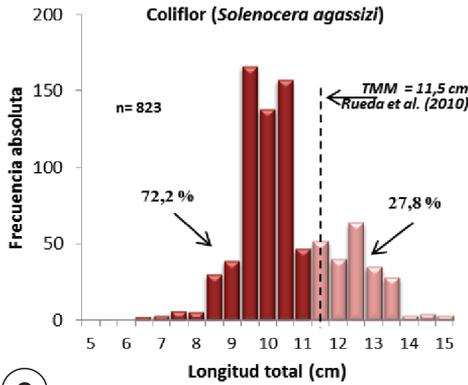
Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolu.

### Periodo reportado

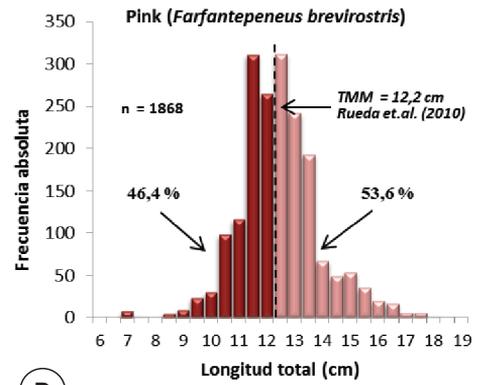
Año 2013.

### Reporte o cálculo del indicador



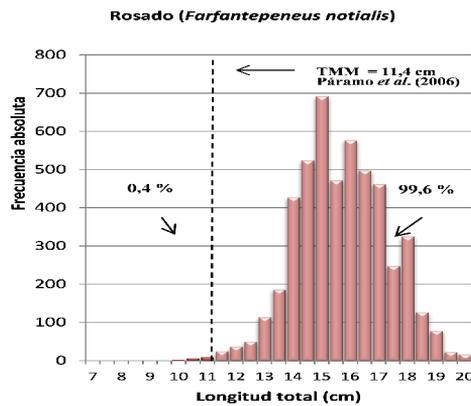


C



D

**Figura 40.** Estructura de tallas para las hembras de las principales especies objetivo en las pesquerías de CAS (A y B) y de CAP (C y D) del Pacífico colombiano durante 2013, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).



**Figura 41.** Estructura de tallas para las hembras de la principal especie objetivo en la pesquería del Caribe colombiano durante 2013, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).

### Interpretación de los resultados

Las hembras muestreadas del CAS en el Pacífico y en el Caribe, fueron en su mayoría maduras (78,6% para blanco, 92,8% para tití y 99,6% para rosado; Figura 40 A, B y Figura 41), indicando poca presión de pesca sobre la estructura poblacional de estos recursos. Por otro lado, la proporción de hembras maduras de CAP fue baja (27,8% para coliflor y 53,6% en el caso de camarón pink; Figura 40 C, D) y la TMC estuvo muy cerca de la TMM, lo que implica riesgo de sobrepesca por reclutamiento, principalmente para el camarón coliflor.

### Limitaciones del indicador

Este indicador es calculado de un monitoreo a bordo de la flota, por lo que la calidad de la estimación depende de la representatividad de dicho muestreo. Dado que el PRL usado es la TMM, la calidad de esta estimación incide de manera directa en la interpretación de la TMC.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Además de lo sugerido en el indicador TMC, debe considerarse el diseño de vedas espaciales para el recurso CAP en el Pacífico, sin eliminar las vedas temporales en los periodos de desove y reclutamiento. Continuar con un seguimiento investigativo del ciclo reproductivo de las especies objetivo de explotación, permitiría tener datos consistentes y continuos para soportar la toma de decisiones.



## Indicador de rentabilidad económica: pesca industrial nacional de camarón

### Definición e importancia del indicador

Son las ganancias generadas por unidad de pesca una vez del ingreso bruto producto de la pesca, se ha descontado los costos totales (fijos, variables o de oportunidad). El uso de variables económicas en pesca junto con las bioecológicas, es clave para alcanzar el aprovechamiento racional de los recursos bajo varias perspectivas como el comportamiento del pescador a las fuerzas del mercado.

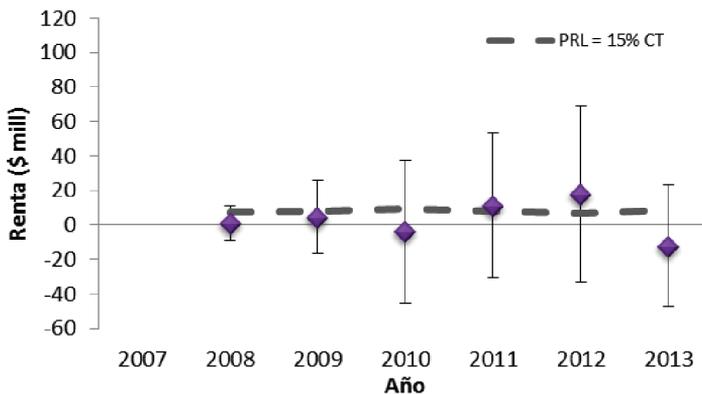
### Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

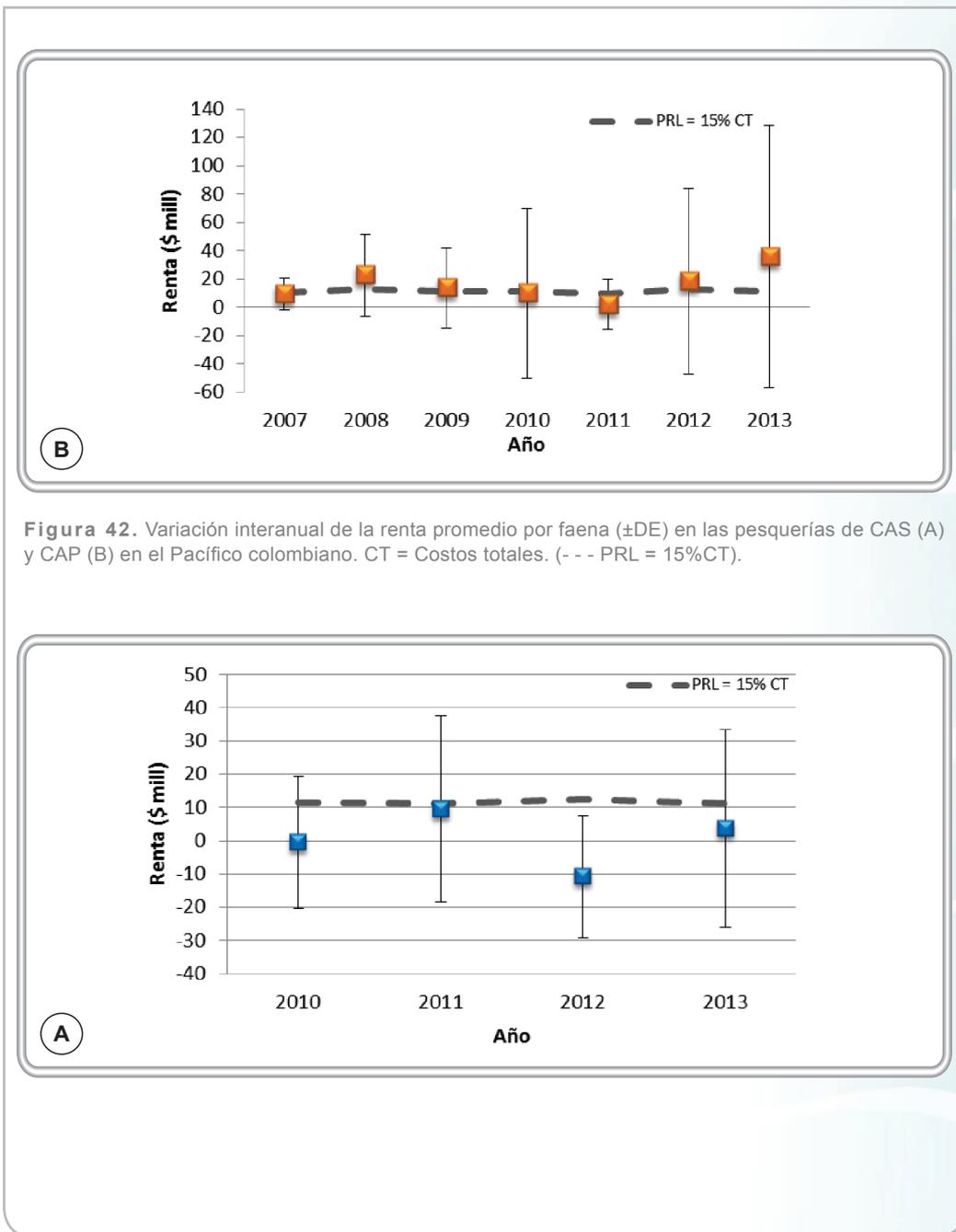
### Periodo reportado

- 2007 a 2013 para el Pacífico.
- 2009 a 2013 para el Caribe.

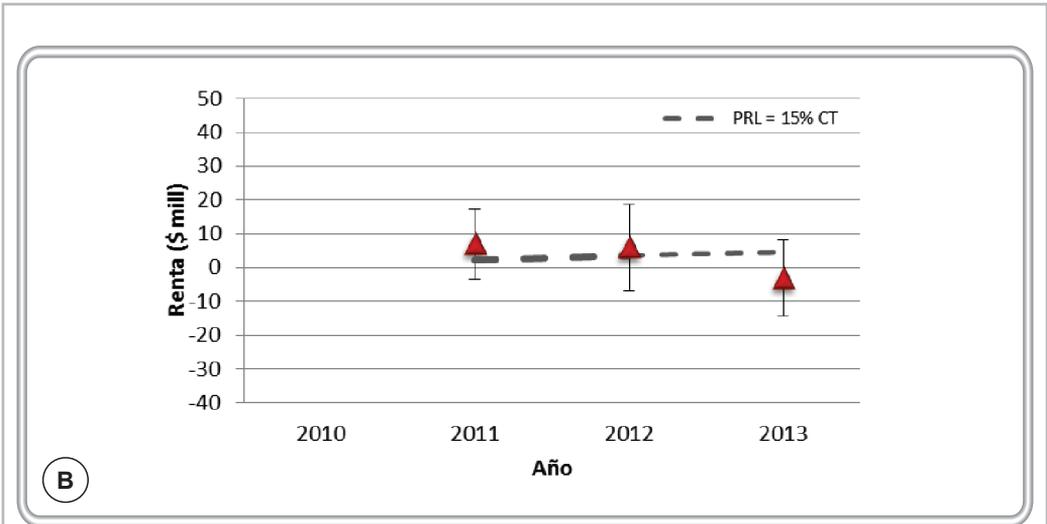
### Reporte o cálculo del indicador



A



**Figura 42.** Variación interanual de la renta promedio por faena ( $\pm$ DE) en las pesquerías de CAS (A) y CAP (B) en el Pacífico colombiano. CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).



**Figura 43.** Variación interanual de la renta promedio por faena ( $\pm$ DE) en las pesquerías de CAS del Caribe colombiano, con puerto de desembarco Cartagena (A) y Tolú (B). CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).

### Interpretación de los resultados

Se estableció arbitrariamente como PRL (punto de referencia límite) que la renta correspondiera al 15% de los costos totales promedio de una faena. En 2013, la renta promedio del CAS en el Pacífico ( $-\$12,3 \pm 35,3$  millones; Figura 42A), mostró grandes probabilidades de pérdidas económicas. Como en años anteriores, el 50% de los ingresos de esta pesquería fueron aportados por la CI (peces) con fines de alcanzar un margen de ganancia, generando un impacto negativo sobre la biodiversidad marina asociada. Para la pesquería del CAP la renta económica ( $\$35,9 \pm 92,7$  millones; Figura 42B) está por encima del PRL ( $\$11,5$  millones) y denota signos de recuperación económica en los últimos años. Para esta flota los ingresos provienen en su mayoría de la CO ( $\$101,1 \pm 76,8$  millones). Para la flota de CAS que desembarca en Cartagena, la renta promedio ( $\$3,6$  millones  $\pm 29,8$  millones DE; Figura 43A), estuvo por debajo del PRL ( $\$11,2$  millones) y con casi 50% de probabilidades de mostrar pérdidas económicas. En la flota de Tolú la renta ( $-\$3,2$  millones  $\pm 11,3$  millones DE), fue muy inferior al PRL ( $\$4,41$  millones), con altas probabilidades de pérdidas económicas (Figura 43B), respecto a los años anteriores. En este puerto, los ingresos en su gran mayoría provienen de la CO (26,2 millones  $\pm 9,5$  millones DE). Las diferencias entre las dos flotas del Caribe, pueden ser atribuidas a los bajos costos de operación de la flota de Tolú (29,4 millones  $\pm 4,2$  millones DE), comparados con los de la flota de Cartagena (74,9 millones  $\pm 15,6$  millones DE).



### Limitaciones del indicador

Este indicador es calculado de un monitoreo a bordo de la flota, por lo que la calidad de la estimación depende de la representatividad de dicho muestreo. Dado que el PRL usado es la TMM, la calidad de esta estimación incide de manera directa en la interpretación de la TMC.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Es necesario evaluar la sostenibilidad económica de la actividad a la luz del costo ambiental que genera, por lo que para las pesquerías de CAS tanto en Pacífico como en Caribe, es imperante establecer alternativas de diversificación pesquera (e.g. redes demersales) que permitan que las capturas de especies con alto valor comercial (CI) aumenten y en consecuencia los ingresos se eleven, pero sin comprometer la salud del ecosistema.



## ▼ Desarrollo de acuicultura marina

La acuicultura marina tuvo un importante dinamismo en el cultivo del camarón, cuyos productos se destinaban al mercado externo. Sin embargo, la presencia de enfermedades, obligó el desarrollo de investigaciones para producir semilla resistente a patologías (principalmente el virus de la mancha blanca). Pese a la excelente calidad de semilla, muchas empresas tuvieron que cerrar por el alto costo del alimento concentrado, el orden público que afectaban su entorno, a la fluctuación del dólar y que el precio no era competitivo con otros países productores de camarón de cultivo, obligando al cierre de empresas consolidadas y/o a cambiar de negocio.

A pesar de esto, el camarón sigue siendo la principal actividad de cultivo en nuestro país; ya que la cobia primer pez que incursionó en el 2009 y que se cultivaba en jaulas flotantes a mar abierto en las inmediaciones de la isla de Tierrabomba en Cartagena y vislumbraba como una especie por su alto valor, rendimiento y que había incrementado su producción de 112 t en el 2011 a 240 t a octubre de 2012, , cerro producción en el 2013, sin conocer aún los motivos que llevaron al cese de actividades.



## Indicador de esfuerzo de la acuicultura marina

### Definición e importancia del indicador

Relación en términos de área instalada y activa para la obtención de una determinada producción de organismos marinos cultivados, en este caso el camarón *Penaeus vannamei*.

### Fuente de los datos e información

Información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, la Corporación Colombia Internacional - CCI, ACUANAL y AGROCADENAS CAMARÓN.

### Periodo reportado

- 1995 a 2012 (corte a junio de 2012).

**Nota:** Ceniagua y Acuanal no reportaron información a 2013, por tanto se mantiene la información oficial presentada hasta 2012.

### Reporte o cálculo del indicador

**Tabla 12.** Área instalada, área activa y producción para el cultivo de camarón *P. vannamei* por departamento.

COSTA	CARIBE					PACÍFICA	TOTAL
Departamento	Atlántico	Bolívar	Córdoba	La Guajira	Sucre	Nariño	
<b>Área instalada (ha)</b>							
2009	168	1,682	432	100	793	*	<b>3,175</b>
2010	163	1,532	405	100	793	*	<b>2,993</b>
2011	163	1,532	405	100	793	1,545	<b>4,538</b>
2012	*	*	*	*	*	*	*
<b>Área activa (ha)</b>							
2009	127	1,264	45	11	793	*	<b>2,240</b>
2010	126	1,052	0	0.7	793	*	<b>1,971</b>
2011	126	1,052	0	0.5	793	271	<b>2,242</b>
2012	*	*	*	*	*	*	*
<b>Producción (/año)</b>							
2009	114	4,843	302	274	11,591	260	<b>185</b>
2010	30	5,500	63	87	6,655	241	<b>12,865</b>
2011	41	2,522	0	0	5,554	346	<b>10,474</b>
2012	*	*	*	*	*	*	*
<b>TOTAL</b>	<b>185</b>	<b>12,865</b>	<b>365</b>	<b>361</b>	<b>23800</b>	<b>847</b>	<b>38,423</b>

\* No se tiene registro; ha: hectárea; t: tonelada.



### Interpretación de los resultados

El sector camaronero en la costa Caribe ha reducido su área de infraestructura instalada de 3.175 hectáreas (ha) en 2009 a 2.993 ha en 2011 (Tabla 12). Así mismo, la superficie dedicada al cultivo ha disminuido de 2.240 ha (2009) a 1.971 ha (2011), que corresponden a un reducido número de granjas que están en operación total o parcialmente y que al estar inactivas conlleva a un deterioro de las mismas. Entre 2009 y 2011, la producción de camarón de cultivo estuvo concentrada principalmente en Sucre y Bolívar, aportando en 2011 el 95% del total producido para la costa Atlántica. Sin embargo, la producción ha disminuido, sobresaliendo el departamento de Bolívar que pasó de 5.500 t a 2.522 t. Entre las principales razones que incidieron en este comportamiento se relacionan los costos elevados de producción y la baja cotización del dólar en el mercado, que a su vez desestimuló las exportaciones y por ende la producción. También el invierno ocurrido en el segundo semestre de 2011, afectó esta producción. En cuanto a la costa del Pacífico (Nariño), la producción paulatinamente se ha recuperado de 260 t (2010) a 346 t (2011) de los problemas de enfermedades causadas por el virus de la mancha blanca (WSSV) que azotaron los años 2006 y 2007. A diciembre de 2012, no fue posible obtener la información por parte de los entes que la recopilan, sobre área instalada (ha), área activa dedicada al cultivo ni tampoco producción de camarón (toneladas) por departamento para las dos costas.

### Limitaciones del indicador

La incertidumbre implícita en los datos obtenidos de la fuente.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican por el momento.

## Indicador anual de la acuicultura marina nacional

### Definición e importancia del indicador

Producción anual (toneladas) de organismos marinos cultivados confinados en sistemas de cultivo.

### Fuente de los datos e información

Información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, la Corporación Colombia Internacional - CCI, ACUANAL y AGROCADENAS CAMARÓN.

### Periodo reportado

- Camarón de cultivo: 1995-2012. (corte a junio de 2012).
- Cobia: 2010 a 2012. (corte a octubre de 2012).

**Nota:** Ceniagua y Acuanal no reportaron información a 2013, por tanto se mantiene la información oficial presentada hasta 2012.

### Reporte o cálculo del indicador

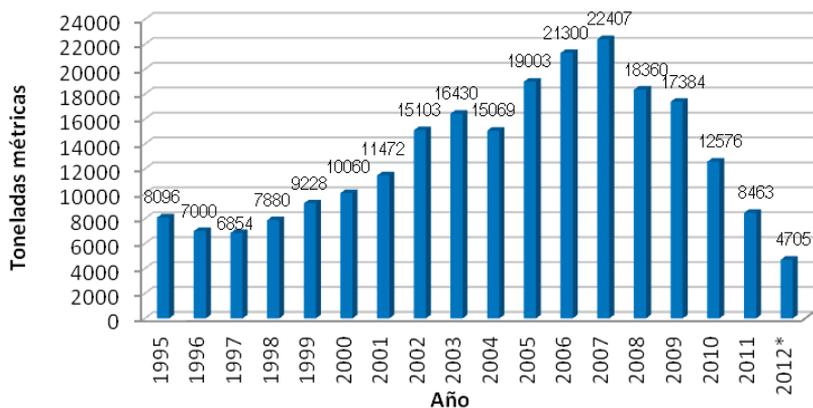


Figura 44. Producción anual de cultivo del camarón *P. vannamei* en Colombia (hasta junio de 2012).

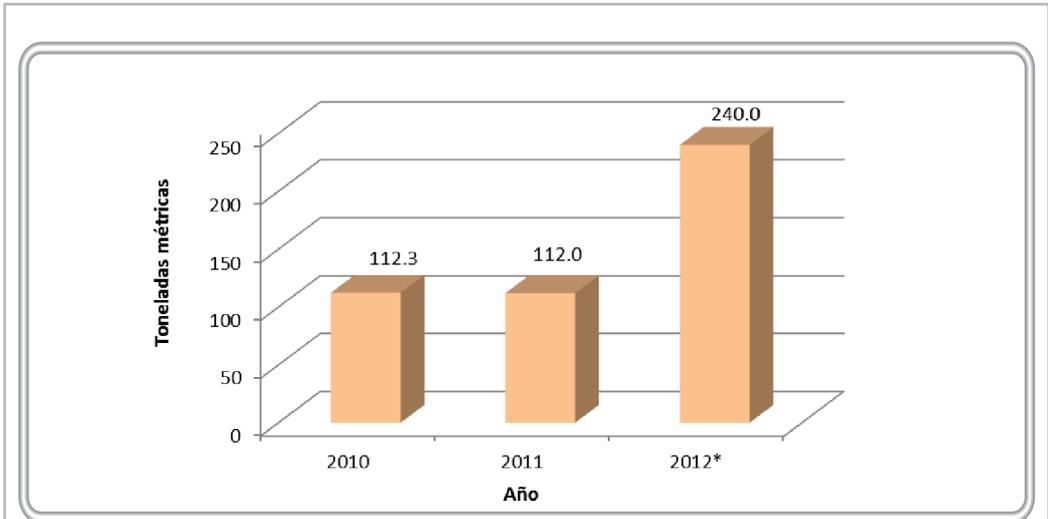


Figura 45. Producción anual de cultivo del camarón *P. vannamei* en Colombia (hasta junio de 2012).

### Interpretación de los resultados

El cultivo del camarón *Penaeus vannamei* representa el segundo renglón en importancia dentro de la acuicultura nacional, superado por el volumen de la producción del sector piscícola. Para el primer semestre del 2012, su producción fue de 4.705t (Figura 44).

Con relación al cultivo de cobia (*Rachycentron canadum*) la actividad ha incrementado su producción desde que incursionó en el 2010, aumentó de 112t en el 2011 a 240t a octubre de 2012 (Figura 45). Sin embargo en 2013 no se reportó producción.

### Limitaciones del indicador

La incertidumbre implícita en los datos obtenidos de la fuente.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican por el momento.

## ▼ Bioprospección marina

En la búsqueda de potenciales aplicaciones de productos derivados de la biodiversidad, se han realizado interesantes avances, al evaluar y caracterizar químicamente las sustancias obtenidas de diversos grupos de organismos marinos; dicho interés ha venido disminuyendo, debido al sin número de ensayos que se requieren, así como a los altos costos del trabajo tanto en el mar como en la parte química y biológica de laboratorio.

En este informe se evidencia que las investigaciones relacionadas con la búsqueda de compuestos con bioactividad continúan avanzando; profundizando en la búsqueda de nueva actividad, en la elucidación química y en la ampliación de los ensayos. En este informe se relacionan 11 publicaciones incrementándose en nueve con respecto al informe del 2012 (INVEVAR, 2013b), tres son del 2012 pero se tuvo acceso después de la elaboración del informe por lo que se incluyen aquí. Los avances se centraron en aplicaciones médicas para reducir procesos degenerativos de la piel (Martínez *et al.*, 2012); antiparasitarios (Galeano *et al.*, 2012); antiinflamatorios (Reina *et al.*, 2013); en la búsqueda de alternativas para evitar la corrosión de estructuras sumergidas mediante la incorporación de extractos en pinturas (Santos-Acevedo *et al.*, 2013); en el conocimiento de los mecanismos iniciales de biofouling y la forma de inhibirlo (Cuadrado-Silva *et al.*, 2013; Duque *et al.*, 2013; Tello *et al.*, 2013); en la evaluación del potencial de las fracciones de esponjas del Caribe colombiano (Estrada *et al.*, 2013; Blandon *et al.*, 2013a; Blandon *et al.*, 2013b); en aplicaciones ecológicas y caracterización de comunidades microbianas (Correa *et al.*, 2012; Correa *et al.*, 2013); en la caracterización química (Colorado *et al.*, 2013) y el cultivo de esponjas en campo, con miras a la producción masiva de sustancias bioactivas (Ruiz *et al.*, 2013) (Tabla 13).

**Tabla 13.** Consolidado de especies cuya bioactividad ha sido evaluada y las que se han caracterizado químicamente hasta el 2012 y las publicadas en el 2013

Grupo	Número estimado de especies	Especies ensayadas hasta 2012	Especies ensayadas 2013	Especies caracterizadas químicamente hasta 2012	Especies caracterizadas químicamente 2013
Equinodermos	296	7	0	6	0
Bryozoa	113	0	0	0	0
Poliquetos	246	0	0	0	0
Corales	97	12	0	8	0
Antipatharios	13	0	0	0	0
Anemonas	22	0	0	0	0
Hidrozoos	65	0	0	0	0
Esponjas	314	99	1	34	1
Algas	565	23	0	18	0
Zoantideos	43	3	0	3	0
Tunicados	140	0	1	0	0
<b>Total</b>	<b>1,914</b>	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>69</b>	<b>1</b>



## Indicador de especies bioprospectadas (ensayadas)

### Definición e importancia del indicador

El indicador contabiliza la cantidad de especies de organismos marinos colombianos a los que se les ha realizado al menos una prueba para evaluar su potencial bioactivo.

### Fuente de los datos e información

Publicaciones científicas, bases de datos de proyectos de investigación.

### Periodo reportado

- 2007-2013.

### Reporte o cálculo del indicador

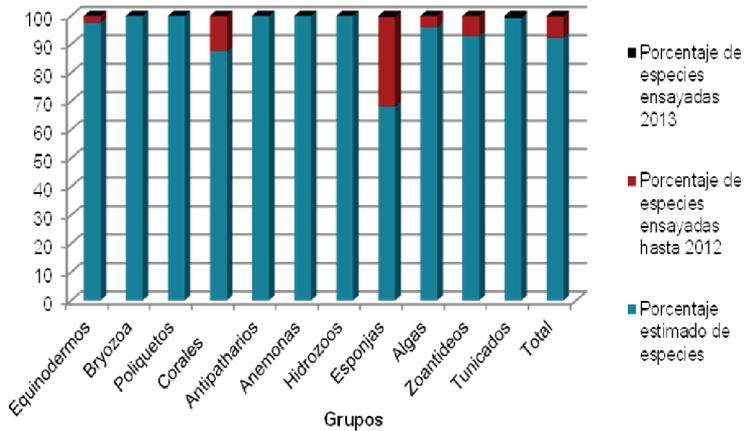


Figura 46. Especies de organismos marinos por grupos ensayadas para evaluar su bioactividad.

### Interpretación de los resultados

Durante el 2013 se publicaron resultados de dos especies de organismos marinos que no se habían trabajado, para un total de 144 especies evaluadas de las 1.914 especies estimadas de los grupos listados en la tabla para el país (es el mismo valor del año anterior debido a un ajuste realizado durante una revisión). Se resalta el inicio de trabajo con los tunicados (Figura 46).

### Limitaciones del indicador

No toda la información es publicada, ni se tiene acceso a todas las revistas ni bases de datos.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Existe una base de datos de especies y ensayos realizados disponible en el SIAD y actualizada anualmente, pero debe incluir información que sea generada por las instituciones de investigación y los entes de control.



## Indicador de organismos marinos con estructura química determinada/ elucidada

### Definición e importancia del indicador

Número de organismos a los cuales se les ha caracterizado parte de su estructura química.

### Fuente de los datos e información

Publicaciones científicas, bases de datos de proyectos de investigación.

### Periodo reportado

- 2007-2013.

### Reporte o cálculo del indicador

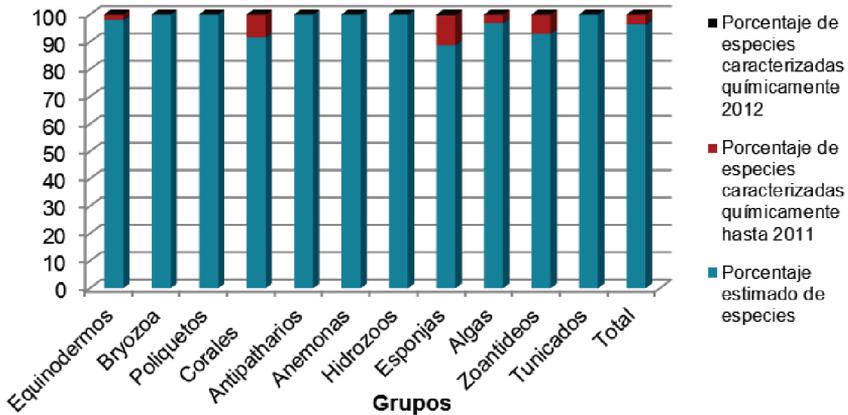


Figura 47. Especies de organismos marinos cuyos extractos han sido caracterizados químicamente.

### Interpretación de los resultados

En el 2013 se incrementó el número de publicaciones en el tema de bioprospección de metabolitos producto de organismos marinos, probablemente resultado de años de investigación (Figura 47).

### Limitaciones del indicador

No toda la información es publicada, ni se tiene acceso a todas las revistas ni bases de datos.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Existe una base de datos de especies y ensayos realizados disponible en el SIAD y actualizada anualmente, pero debe incluir información que sea generada por las instituciones de investigación y los entes de control.



## ▼ Fuentes terrestres de contaminación al mar

La contaminación marina, está estrechamente relacionada con el aumento creciente de las poblaciones que habitan las zonas costeras y por ende el incremento de sus actividades socioeconómicas, juegan un papel importante en el deterioro de los recursos naturales (Vivas-Aguas *et al.*, 2012), ya que afectan en menor o mayor medida la dinámica del medio marino, los ecosistemas, poblaciones costeras y otras actividades conexas (Garay *et al.*, 2001).

Las principales fuentes terrestres de contaminación al mar que se han identificado en las zonas costeras de Colombia son los residuos domésticos, municipales, industriales, portuarios y las aguas de escorrentía urbana y agrícola procedentes de cuencas hidrográficas a través de fuentes puntuales y fuentes no puntuales de contaminación (Figura 48), que llegan al mar con mayor intensidad en temporadas de lluvias. Aunque no son una fuente propiamente dicha, los ríos que desembocan en el mar son una vía importante de transporte de los residuos contaminantes que generan diversas actividades humanas en el continente y que por un inadecuado manejo, disposición o por procesos de escurrimiento llegan a las zonas costeras de Colombia (Garay y Vélez 2004; Tous *et al.*, 2007; Vivas-Aguas *et al.*, 2012). Otra actividad que ha cobrado gran importancia en los últimos años es la explotación, cargue y transporte marítimo de carbón, el cual ha generado diversas preguntas de investigación sobre su impacto, especialmente, en el corredor Ciénaga - Santa Marta donde confluyen cuatro puertos o terminales de carbón, alternados con actividades tan incompatibles como el turismo y el propio urbanismo, debido a que se desarrollan muy cerca de la población (Tabla 14).

Cada departamento tiene sus propias actividades socio-económicas y usos de la zona costera que se relacionan con la contaminación (Tabla 14). Los residuos provenientes de estas actividades y los resultados del monitoreo han demostrado la incidencia de estas actividades sobre la calidad del agua en la zona costera y los ecosistemas marinos. La mayoría de municipios costeros carecen de sistemas de tratamiento de aguas residuales y tienen baja cobertura de alcantarillado; entre las alternativas de disposición más utilizadas están los pozos sépticos, vertimiento directo sobre cuerpos de agua o canales de desagüe construidos sin mayor especificación técnica, limitando así la calidad del recurso y restringiendo su uso (SSPD, 2009b; DIRPEN, 2011; Vivas-Aguas *et al.*, 2012). En cuanto a los residuos sólidos algunos municipios ubican en rellenos sanitarios, en basureros a cielo abierto u otro tipo inadecuado de forma de disposición final como enterramiento y quema.

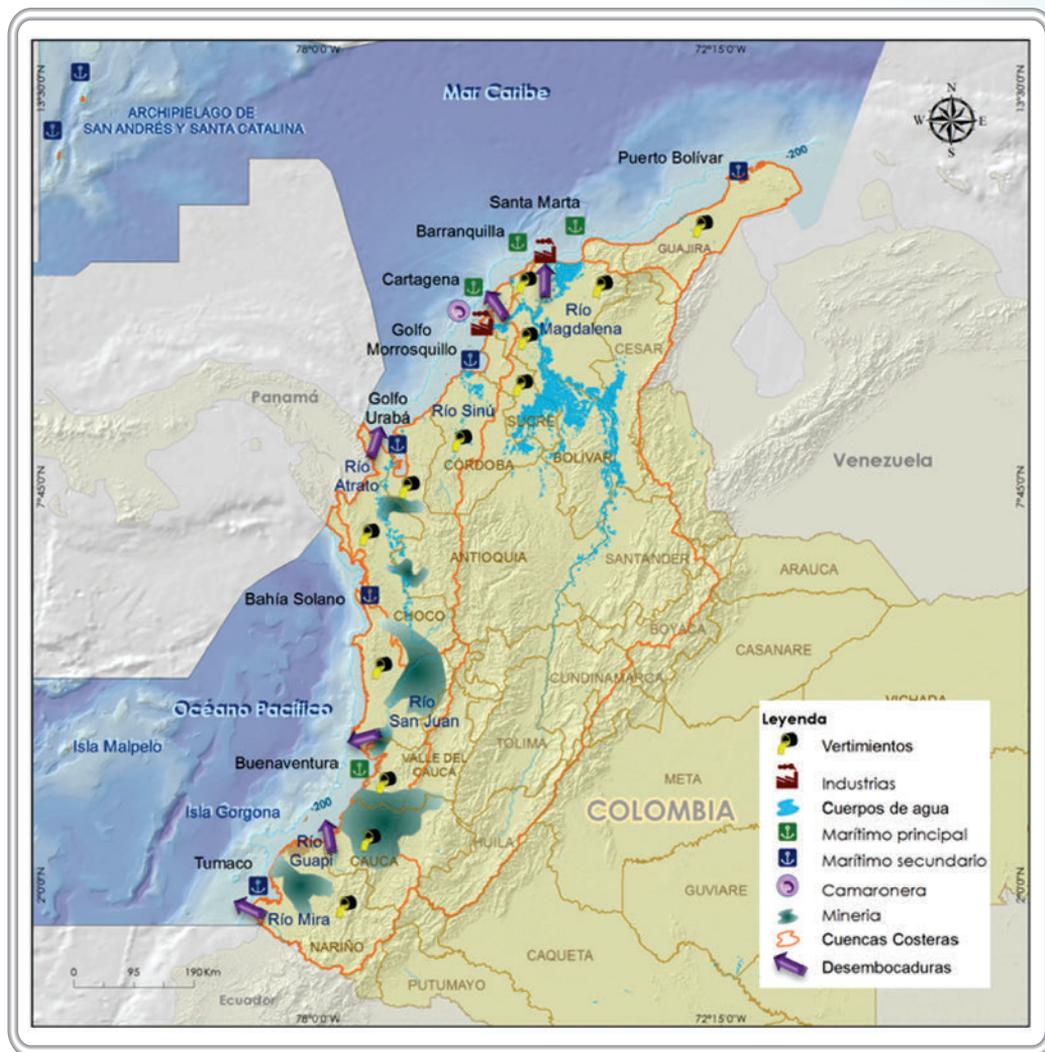


Figura 48. Principales fuentes terrestres de contaminación que llegan a las aguas marino-costeras de Colombia. Fuente: IGAC, 2002; Supertransporte, 2008; DANE, 2011.



**Tabla 14.** Actividades humanas, usos de la zona costera, fuentes terrestres de contaminación y contaminantes que afectan la calidad del agua en Colombia. Fuentes de información: CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CIOH, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCO, CORPOURABÁ, CVC, CRC, CORPONARIÑO e INVEMAR.

Departamento	Fuentes, actividades humanas y tributarios	Residuos y contaminantes
<b>San Andrés, Providencia y Santa Catalina</b>	Dos asentamientos humanos costeros (San Andrés y Providencia), plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD), relleno sanitario y botadero a cielo abierto, pozos sépticos, explotación de acuíferos, actividad hotelera y turística intensiva, residuos sólidos, escurrentía superficial, planta eléctrica, transporte y tráfico marítimo, puentes y muelles, manejo de hidrocarburos, actividad pecuaria de pequeña escala, estaciones de servicio, mantenimiento de automotores, pequeños arroyos en las microcuencas de McBean, Baley y Fresh Water, los cuales aumentan sus caudales durante la temporada de lluvias.	Materia orgánica, nutrientes, aceites lubricantes, detergentes, microorganismos, residuos sólidos y aguas residuales domésticas.
<b>La Guajira</b>	Cuatro asentamientos humanos costeros (Riohacha, Dibulla, Manaure y Uribia), residuos sólidos, ARD, minería intensiva explotación y transporte de carbón, puerto carbonero (Puerto Bolívar), agricultura, termoeléctrica, transporte marítimo, estaciones de servicio, matadero de vacunos, alcantarillado de Riohacha, ríos Ranchería, Jerez, Cañas, Palomino, botaderos satélite a cielo abierto.	Materia orgánica, sólidos, agroquímicos, nutrientes, microorganismos, residuos de carbón, aguas de sentinas, aceites y grasas, aguas térmicas hidrocarburos.
<b>Magdalena</b>	Cuatro asentamientos humanos costeros (Santa Marta, Ciénaga, Sitio Nuevo, Pueblo Viejo), actividad marítima y portuaria, transporte terrestre de carbón, cargue y transporte marítimo de carbón en el corredor Ciénaga - Santa Marta, transporte y manejo de hidrocarburos, agricultura (banano), actividad turística y hotelera, emisario submarino, relleno sanitario, ríos Manzanares, Gaira, Córdoba, Toribio, Buritaca, Don Diego, Guachaca, Piedras y Mendihuaca, además del sistema lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.	Materia orgánica, residuos sólidos, aguas residuales municipales, residuos de carbón, hidrocarburos, aceites lubricantes, microorganismos, sólidos en suspensión y disueltos, agroquímicos.
<b>Atlántico</b>	Cinco asentamientos humanos costeros (Barranquilla, Puerto Colombia, Juan de Acosta, Pijó, Tubará), plantas de tratamiento de ARD, puerto fluvial, y marítimo, alcantarillado, relleno sanitario, aguas residuales domésticas, zona industrial vía 40 (metalúrgicas, químicas, farmacéuticos, cementeras, curtientres, agroquímicos, procesadoras de alimentos y bebidas, textiles, etc), zona Franca, El río Magdalena recoge más del 70% de los desechos del país, con un alto arrastre de sedimentos y sustancias contaminantes. Las ciénagas de Mallorquín, Balboa y del Totumo son los principales cuerpos de agua de la zona costera del departamento.	Materia orgánica, residuos sólidos, nutrientes, desechos industriales, hidrocarburos, microorganismos, aceites lubricantes, sólidos en suspensión y disueltos agroquímicos.



Departamento	Fuentes, actividades humanas y tributarios	Residuos y contaminantes
<b>Bolívar</b>	Dos asentamientos humanos costeros (Cartagena y Santa Catalina), plantas de tratamiento de ARD, emisarios de emergencia, relleno sanitario, sector industrial de Mamonal y zona comercial de El Bosque, actividad marítima y portuaria, refinería, manejo de hidrocarburos, aportes de Canal del Dique.	Residuos sólidos, aguas residuales municipales, materia orgánica, arrastre de sedimentos, hidrocarburos, residuos oleosos, aceites y grasas, metales pesados, microorganismos, desechos industriales.
<b>Sucre</b>	Tres asentamientos humanos costeros (Tolú, Coveñas y San Onofre), 3 rellenos sanitarios con licencia ambiental (en Sincelejo, Corozal y Toluviejo) y un relleno manual en Sincé, minería (Piedra Caliza en Toluviejo y Palmito), actividad agropecuaria (arroz; pastos, coco, ganadería), maderera, fuentes municipales (aguas residuales domésticas, residuos sólidos), industria pesquera, camaronerías, zoológicos, actividad portuaria, terminal marítimo de Ecopetrol, muelle de Tolcemento, Zona de cargue de cemento y klinker, manejo y transporte de hidrocarburos, mataderos, estaciones de servicio. Aportes por corrientes naturales: Arroyos Pechelin, Villeros, Ciénaga la Caimanera, Caño Guainí, Zaragocilla, Guacamaya, Alegría.	Materia orgánica, sólidos en suspensión, agroquímicos, heces, residuos sólidos, aguas residuales, microorganismos, aguas de sentina, hidrocarburos, aceites y residuos oleosos, residuos de carbón, klinker y yeso, metales pesados.
<b>Córdoba</b>	Seis asentamientos humanos costeros (Canaletes, San Antero, San Bernardo del Viento, Moñitos, Puerto Escondido, Los Córdoba), pozos sépticos, basurero a cielo abierto, agricultura (arroz) y ganadería intensiva, distrito de riego de Moncarí y Montería, turismo, residuos sólidos, aguas residuales domésticas, aportes por los ríos Sinú, Canaletes y Los Córdoba.	Materia orgánica, agroquímicos, heces, residuos sólidos, aguas residuales, microorganismos, sedimentos, nutrientes.
<b>Antioquia</b>	Cuatro asentamientos humanos costeros (Arboletes, San Juan de Urabá, Turbo y Necoclí), lagunas de oxidación, residuos sólidos, aguas residuales domésticas, actividad portuaria en Turbo, cultivo de banano, aportes por corrientes naturales (Río Atrato), minería de oro, aportes de los ríos Caimán, Turbo, León y Atrato.	Materia orgánica, nutrientes, agroquímicos, plaguicidas, sólidos suspendidos, microorganismos, hidrocarburos, mercurio, sedimentos, residuos líquidos y sólidos
<b>Chocó</b>	Siete asentamientos humanos costeros (Acandí, Ungía, Triganá y Capurganá en el Caribe; Juradó, Bahía Solano, Nuquí, Bajo Baudó, San Juan en el Pacífico), minería de oro, turismo, transporte de pequeñas embarcaciones, actividad portuaria de menor escala, turismo, industria maderera, estaciones de servicio, comercio de combustible, aportes de los ríos San Juan, Valle, Nuquí, Jella y la quebrada Chocolatal.	Microorganismos, materia orgánica, nutrientes, agroquímicos, hidrocarburos, aguas residuales domésticas, residuos sólidos, plaguicidas, aceites usados, alquitranes para la inmunización de la madera, mercurio.



Departamento	Fuentes, actividades humanas y tributarios	Residuos y contaminantes
<b>Valle del Cauca</b>	Un asentamiento humano costero (Buenaventura), botadero a cielo abierto, actividad marítima y portuaria intensiva, Muelle petrolero, manejo y transporte de hidrocarburos y derivados del petróleo, industria maderera, pesquera, lixiviados, alcantarillado, emisarios de emergencia, turismo en La Bocana, Juanchaco y Ladrilleros, aportes de los ríos Anchicayá, Potodó, Raposo, Dagua, pequeños cultivos de pancoger, chontaduro y coco (Dagua).	Microorganismos, materia orgánica, residuos sólidos, sólidos, nutrientes, aguas residuales domésticas, desechos del procesamiento de productos pesqueros, plaguicidas, hidrocarburos, metales pesados, residuos oleosos, aguas de sentinas y slops.
<b>Cauca</b>	Tres asentamientos costeros (López, Timbiquí y Guapi), fuentes municipales, sistema de saneamiento básico precario, minería de oro, agricultura, aserríos, cocóteras, trapiches artesanales, industria maderera, producción de harina de pescado, almacenamiento y expendio de combustible, aportes de los ríos Timbiquí, Bubuey, Micay, Saija, Guajui y Guapi.	Microorganismos, materia orgánica, residuos sólidos, lixiviados, sólidos suspendidos, metales, nutrientes, agroquímicos, pesticidas, aceites y grasas, residuos de madera, aserrín, bagazo de caña, sedimentos.
<b>Nariño</b>	Siete asentamientos humanos costeros (El Charco, La Tola, Mosquera, Olaya Herrera, Santa Bárbara, Francisco Pizarro, San Andrés de Tumaco), fuentes municipales, alcantarillado, sistema de saneamiento básico precario, minería, agricultura (palma aceitera, coco), ganadería, transformación madera, industria pesquera, mataderos, camarónicas, extracción de material de arrastre de ríos, actividad marítima y portuaria, transporte de petróleo, aportes de los ríos Mira, Mejicano, Chagui, Rosario, Mira, iscuandé, Patía, Tapaje, Mataje y La Tola)	Residuos líquidos y sólidos, materia orgánica, aguas residuales (palma, camarones, productos pesqueros) estopa de coco, heces, sólidos en suspensión, microorganismos, nutrientes hidrocarburos, derivados de petróleo, aguas de sentinas, agroquímicos, plaguicidas, aceites y grasas, residuos de madera, aserrín.

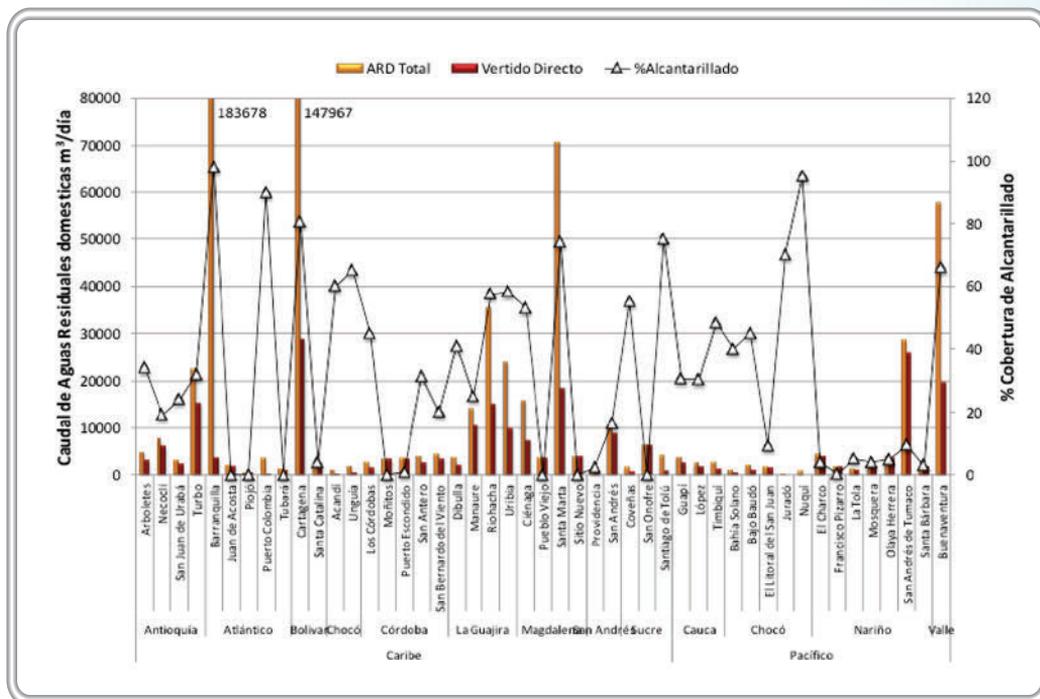
### Aguas residuales domésticas

La calidad del agua marino costera en Colombia está influenciada por las descargas de aguas residuales domésticas (ARD), las cuales contienen sólidos fijos, disuelto y en suspensión, materia orgánica, detergentes y microorganismos de tipo fecal que aumentan la DBO<sub>5</sub> (INVEMAR y MADS, 2011; IDEAM, 2010a).

Los 4,8 millones de habitantes asentados en la zona costera (DANE, 2013) producen cerca 724.000 m<sup>3</sup>/día de ARD según la metodología UNEP-RCU/CEP (2010), de este volumen se estima que el 34% es vertido sin un adecuado tratamiento previo directamente en cuerpos de agua superficial, y su impacto sobre el ambiente depende en cierta medida de los sistemas de tratamiento de agua residual (STAR) instalados en cada municipio y la cobertura de alcantarillado. No obstante, la gran mayoría de poblaciones costeras no cuentan con STAR y su cobertura de alcantarillado es baja (Figura 48 y Tabla 15), incrementando la problemática de contaminación hídrica en las zonas costeras, dado que las ARD poseen diversos tipos de sustancias contaminantes (Vivas-Aguas *et al.*, 2012).



La carga estimada en el 2013 proveniente de los municipios fue de 30.886 t/año de materia orgánica representada en DBO5 y 61.771 t/año de DQO; además de 7.413 t/año de Nitrógeno; 494 t/año de fosfatos; 30.886 t/año de Sólidos Suspendidos totales y de 1,2 E + 20 NMP/año de Coliformes totales, donde la costa Caribe aporta el 71 % y el Pacífico aporta el 29 %. Cartagena de Indias en el Caribe aportó la mayor carga con 3.473 t/año de DBO5; 6.947 t/año de DQO; 833 de Nitrógeno; 55,58 t/año de Fosforo; 3.473 t/año de Sólidos Suspendidos Totales y 1,4 E + 19 de NMP/año de coliformes totales; en orden de importancia le sigue Tumaco, Buenaventura y Santa Marta.



**Figura 49.** Caudal estimado de vertido de aguas residuales domésticas –ARD y cobertura de alcantarillado en los municipios costeros del Caribe y Pacífico colombiano, es de resaltar los picos en grandes centros urbanos. Fuente caudal: cálculo Invemar, UNEP/UCR/2010. Población y cobertura alcantarillado: DANE 2011, SSPD según censo 2005, Federación Colombiana de Municipios, 2012; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABA, 2012; CORPAMAG, 2012.

En la Tabla 15 se identifican los sistemas de tratamiento en los municipios costeros del Caribe colombiano donde el tipo de STAR predominante son las lagunas de oxidación y estabilización, el cual se emplea por sus bajos costos de inversión, operación y mantenimiento, considerándose una opción para el tratamiento de aguas residuales (Mindesarrollo, 2000).



**Tabla 15.** Sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en diferentes municipios costeros del Caribe. Fuente: Consejo municipal de Los córdobas, 2008; Consejo municipal de Puerto Escondido, 2008; Vivas-Aguas et al., 2010; INVEMAR y MADS, 2011; Consejo municipal de Canalete, 2012; Consejo municipal de San Antero, 2012; SUI, 2012; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABA, 2012; CORPAMAG, 2012; CARSUCRE, 2012; CVS, 2012.

Municipio	Producción residuos sólidos (t/mes)	Cobertura de Aseo %	Cobertura Acueducto %	Cobertura de Alcantarillado %	Sistema de tratamiento de Aguas Residuales
San Andrés	-	-	45,6	12,5	Emisario Submarino
Providencia	-	-	73,1	5,2	PTAR
Riohacha	176	60,4	72,1	57,6	PTAR
Dibulla	-	-	54,6	14,6	Laguna de Retención
Manaure	-	-	10,6	13,5	Laguna de Oxidación
Uribia	-	-	3,5	5,2	Laguna de Oxidación
Santa Marta	11.482	99	87	74	Emisario Submarino
Ciénaga	1800	93	87	53	Laguna de Oxidación
Sitio Nuevo	91	0	0	0	poza septica
Pueblo Viejo	159	40	0	0	poza septica
Barranquilla	1184	100	99		Laguna de Oxidación
Puerto Colombia	16,23	99	99	90	<i>Laguna de Estabilización</i>
Juan de Acosta	4,7	95	83	0	No tiene
Piojó	2,03	85	99	0	No tiene
Tubará	4,39	95	99	0	No tiene
Cartagena	*21900	100	89,6	76,7	Emisario Submarino
Santa Catalina	*60	0	82	0	No tiene
Tolú	750	89	92	75	<i>Laguna de Estabilización</i>
Coveñas	186,6	90	85	55	<i>Laguna de Estabilización</i>
San Onofre	480	89	92	75	<i>Laguna de Estabilización</i>
San Antonio de Palmito	60	91	95	87	<i>Laguna de Estabilización</i>
San Antero	32,4	-	61,8	31,3	Laguna de Oxidación
San Bernardo del Viento	16,2	-	31,1	20	Laguna de Oxidación
Mofitos	6,3	-	32,6	0	No tiene
Puerto Escondido	5,1	-	24,2	1	No tiene
Canaletes	4,1	-	36,8	45	Laguna de Oxidación

Municipio	Producción residuos sólidos (t/mes)	Cobertura de Aseo %	Cobertura Acueducto %	Cobertura de Alcantarillado %	Sistema de tratamiento de Aguas Residuales
Los Córdoba	9,3	-	21,8	45	Laguna de Oxidación
Arboletes	243	45	52,4	33,8	Laguna de Oxidación
Necoclí	348	80	38,4	18,9	Laguna de Oxidación
San Juan de Urabá	-	95	39	24,1	Reactor UASB
Turbo	1646	50	44,3	30,9	Laguna de Oxidación
Acandí	-	-	69	29,3	-
Bahía Solano	-	-	83,4	32,1	-
Bajo Baudó	-	-	28,6	10,6	-
Juradó	-	-	20,6	2,5	-
Nuquí	-	-	74,1	12,8	-
San Juan	-	-	27,3	16,7	-
Ungía	-	-	48,5	21,7	-
Buenaventura	-	-	76,1	59,9	-
Guapi	-	-	17,2	16,1	-
López	-	-	30,4	29,5	-
Timbiquí	-	-	25,4	15,7	-
El Charco	-	-	5,1	1,2	No tiene
Francisco Pizarro	-	-	41	1	No tiene
La Tola	-	-	3,3	0,4	No tiene
Mosquera	-	-	4,7	1,1	No tiene
Olaya Herrera	-	-	23,8	5,1	No tiene
San Andrés de Tumaco	-	-	29,2	5,7	No tiene
Santa Bárbara	-	-	1,2	0,4	No tiene



## Descarga de ríos

A escala mundial muchos residuos son generados a grandes distancias de la costa y son transportados por los ríos y escorrentías, convirtiéndose en las principales vías de entrada de contaminantes a las zonas costeras, y pueden ocasionar cambios en el litoral (sedimentos) y en los ecosistemas (nutrientes y elementos tóxicos) debido al impacto de las actividades humanas generadas en la parte alta de las zonas hidrográficas (Escobar, 2002; Restrepo *et al.*, 2005; Restrepo, 2006). En Colombia, las ciudades más pobladas se encuentran en áreas montañosas al interior del país, otras en la ribera de principales ríos haciendo que los contaminantes tengan un acceso directo y un impacto considerable en la calidad ambiental de los ecosistemas marino-costeros (Garay, *et al.*, 2004).

En el año 2012, 40 de los principales ríos que desembocan en la zona costera colombiana, vertieron un total de 16.027 m<sup>3</sup>/s de aguas cargadas con diferentes residuos y sustancias contaminantes (Tabla 16). Los resultados del análisis mostraron que en conjunto estos ríos descargaron 227.209 t/año de nitrógeno inorgánico disuelto, 22.649 t/año de fósforo inorgánico disuelto, 97,7 millones t/año de sólidos en suspensión, 415 t/año de hidrocarburos del petróleo y 4.67 x 10<sup>21</sup> t/año de microorganismos indicadores de contaminación fecal.

Las mayores cargas de nitrógeno en 2012 las aportaron los ríos San Juan (137.306 t/año), Magdalena (61.789 t/año) y Atrato (5.158 t/año), similar al 2011, debido al alto caudal que presentan, a las amplias áreas de drenaje, la cantidad de sedimentos transportados, los fertilizantes utilizados en las riberas de los ríos y por las descargas de aguas residuales que son la principal fuente de nitrógeno, en especial el río Magdalena (Restrepo, 2006; CORMAGDALENA, 2007). Por otro lado, la carga de fosfatos en 2012 fue más alta en los ríos Magdalena (17.008 t/año) y Atrato (1.732 t/año), sin embargo, en el 2011 el río Magdalena proporciono una menor carga (12.047 t/año) a pesar de ser el principal aportante de productos fosfatados, seguido por el río San Juan (2.617 t/año) y Canal del Dique (1.684 t/año).

La entrada en exceso de nutrientes en áreas pequeñas o cerradas puede llegar a producir eutroficación y aumento de la comunidad fitoplanctónica, causando disminución de los niveles de oxígeno, mortandad de especies hidrobiológicas e incluso florecimiento de algas tóxicas, favoreciendo enfermedades en la población costeras por uso de estos cuerpos de agua (GESAMP, 2001). De igual forma, el aumento de algas, puede perjudicar los ecosistemas al competir con corales y pastos marinos por espacio, sustrato y luz (Fabricius, 2005).

En cuanto a los aporte de sólidos suspendidos totales, los ríos Magdalena (6,87x 10<sup>7</sup>), San Juan (1,1 x 10<sup>7</sup>) y Atrato (6,5 x 10<sup>6</sup>), fueron los más altos tanto en 2012 como en 2011. Estos ríos recogen múltiples tributarios en el área de drenaje de sus cuenca y esto hace que la concentración de sedimentos sea mayor al llegar a la zona costera (Restrepo *et al.*, 2005 y CORMAGDALENA, 2007). El aporte de sólidos en suspensión en los ecosistemas de manglar, corales y pastos marinos, puede influir negativamente al impedir la entrada de luz y afectar la fotosíntesis, lo que se puede ver reflejado en la disminución de tasas de crecimiento y condiciones de hipoxia (Ellison, 1998; Touchette y Burkholder, 2000; Carricant- Ganivert and



Merino, 2001). El aporte en carga de hidrocarburos del petróleo se presentó en mayor proporción en los ríos Magdalena (204 t/año), Atrato (68 t/año), San Juan (50 t/año) y Mira (39 t/año).

La mayor contaminación fecal fue aportada por los ríos Magdalena ( $1,7 \times 10^{21}$  NMP/año), Mira ( $3,5 \times 10^{20}$  NMP/año), Atrato ( $1,5 \times 10^{20}$  NMP/año) y San Juan ( $9,4 \times 10^{19}$  NMP/año), mientras que en 2011 el mayor aporte fue del río Atrato ( $2,1 \times 10^{24}$  NMP/año). Esta contaminación está relacionada con vertimientos de aguas residuales domésticas, que se caracterizan por tener altas concentraciones de coliformes termotolerantes, que pueden producir enfermedades gastrointestinales como el cólera y la hepatitis al usar estas aguas para recreación o por la ingestión de alimentos contaminados. Las concentraciones de CTE en los 40 ríos, sobrepasaron el criterio de la legislación nacional para aguas de contacto primario (200 NMP/100 ml Decreto 1594 de 1984). Cabe destacar que en los ecosistemas marinos las coliformes pueden afectar comunidades de esponjas y corales produciendo enfermedades que necrosan los tejidos (Gochfeld *et al.*, 2007).

**Tabla 16.** Caudal promedio histórico y carga anual estimada de contaminantes que aportaron en el 2012 los principales tributarios que desembocan en el litoral Caribe y Pacífico colombiano. HAT: hidrocarburos de petróleo, NID: nitrógeno inorgánico disuelto (amonio, nitritos y nitratos), PO<sub>4</sub>: ortofosfatos, SST: sólidos suspendidos totales, CTE: coliformes termotolerantes, DBO<sub>5</sub>: demanda bioquímica de oxígeno. Fuente Datos: Caudal ríos de serie de tiempo 1959-2010 (IDEAM, 2012); Restrepo J., 2006; Garay *et al.*, 2006; Concentraciones: Base de datos REDCAM, INVENMAR 2013c.

Departamento	Corriente	Caudal m <sup>3</sup> /s	NID t/año	PO <sub>4</sub>	DBO <sub>5</sub>	SST	HDD	CTE NMP/año
Antioquia	Atrato Matuntugo	1874,89	5159	1732	1,2E+05	6,5E+06	68,9	1,6E+20
	Guadualito	2	9	7	1,5E+02	1,1E+03		7,7E+17
	Mulatos	4,69	35	4	2,6E+02	4,2E+04		1,5E+18
	Necoclí	3		4	1,1E+02	2,7E+03		1,1E+17
	Currulao	6,74	1	3	5,6E+02	8,5E+03		1,0E+19
	León	75,05	159	154	3,4E+03	2,4E+05	1,1	2,5E+19
	Turbo	3,57	1	3	9,0E+01	6,3E+03		2,3E+18
Atlántico	Clarín	23	379	48	1,7E+03	2,2E+05	0,9	1,4E+17
	Magdalena	7200,83	61790	17009	4,3E+05	6,9E+07	204,4	1,8E+21
Bolívar	Caño Correa	128,34	625	81	1,4E+04	1,4E+05	0,0	2,0E+16
	Canal del Dique	427,26	1588	607	1,7E+04	2,7E+06	0,0	8,2E+18
Córdoba	Sinú	394,5	1513	153		1,5E+06	5,2	1,9E+21
La Guajira	Cañas	12	49	12		2,5E+03	0,1	3,8E+17
	Jerez	15	58	15		1,2E+03	0,2	1,5E+17
	Palomino	25,37	405	33		7,8E+03	0,3	2,6E+17
	Ranchería	8,22	38	58		7,0E+04	0,4	4,0E+17



Departamento	Corriente	Caudal m <sup>3</sup> /s	NID t/año	PO <sub>4</sub>	DBO <sub>5</sub>	SST	HDD	CTE NMP/año
Magdalena	Buritaca	89,84	256	135		1,4E+05	7,8	8,6E+18
	Córdoba	10	32	23		3,4E+03	0,2	4,7E+17
	Don Diego	38,62	95	49		1,2E+04	1,4	7,8E+17
	Gaira	2,74	8	9		1,3E+03	0,1	8,4E+18
	Guachaca	15,85	54	26		7,5E+04	4,0	8,7E+17
	Manzanares	1,89	42	13	1,1E+02	2,4E+03	0,1	3,2E+18
	Piedras	4,56	15	17		1,5E+03	0,1	2,6E+17
	Toribio	10	41	17		3,3E+03		3,0E+18
Sucre	Pechelín	0,93	6	21		1,1E+03	0,0	
Caribe		10378,89	72357	20233	5,9E+05	8,0E+07	295,4	3,9E+21
Cauca	Guapi	357,05	404	378		2,9E+05	3,2	1,1E+19
	Micay	274,41	608	642		4,8E+05	2,7	4,4E+19
	Saija	165,84	290	287		1,3E+05	0,8	2,8E+19
	Timbiqui	147,13	181	161		2,7E+05	1,1	9,3E+18
Nariño	Brazo Patía	374,83	455	136		8,1E+05	2,8	1,3E+19
	Chagui	133,5		75		5,9E+05	1,2	1,4E+19
	Iscuandé	212,77	299	210		2,8E+05	0,9	2,9E+19
	Mejicano	45	271	22		1,5E+05	0,5	5,9E+18
	Mira	868,08	1871	420		2,2E+06	39,8	3,6E+20
	Rosario	146	758	86		2,6E+05	3,7	3,1E+19
Valle del Cauca	Anchicayá	74	2463		3,3E+02	4,1E+04	2,7	7,7E+18
	Dagua	125,89	7584		7,1E+02	9,4E+04	5,2	6,6E+19
	Potodo	60	912			9,1E+03	3,1	1,1E+19
	Raposo	70	859			2,3E+04	2,6	1,3E+19
	San Juan	2593,7	137306			1,2E+07	50,1	9,4E+19
Pacífico		5648,2	154853	2416	1,0E+03	1,7E+07	120,5	7,4E+20
<b>Nacional</b>		<b>16027,09</b>	<b>227210</b>	<b>22650</b>	<b>5,9E+05</b>	<b>9,8E+07</b>	<b>415,9</b>	<b>4,7E+21</b>

# Capítulo IV

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS  
ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS  
COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA:  
INDICADORES DE RESPUESTA



invemar

COLOMBIA  
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
"José Benito Vives De Andrés" INVEMAR  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



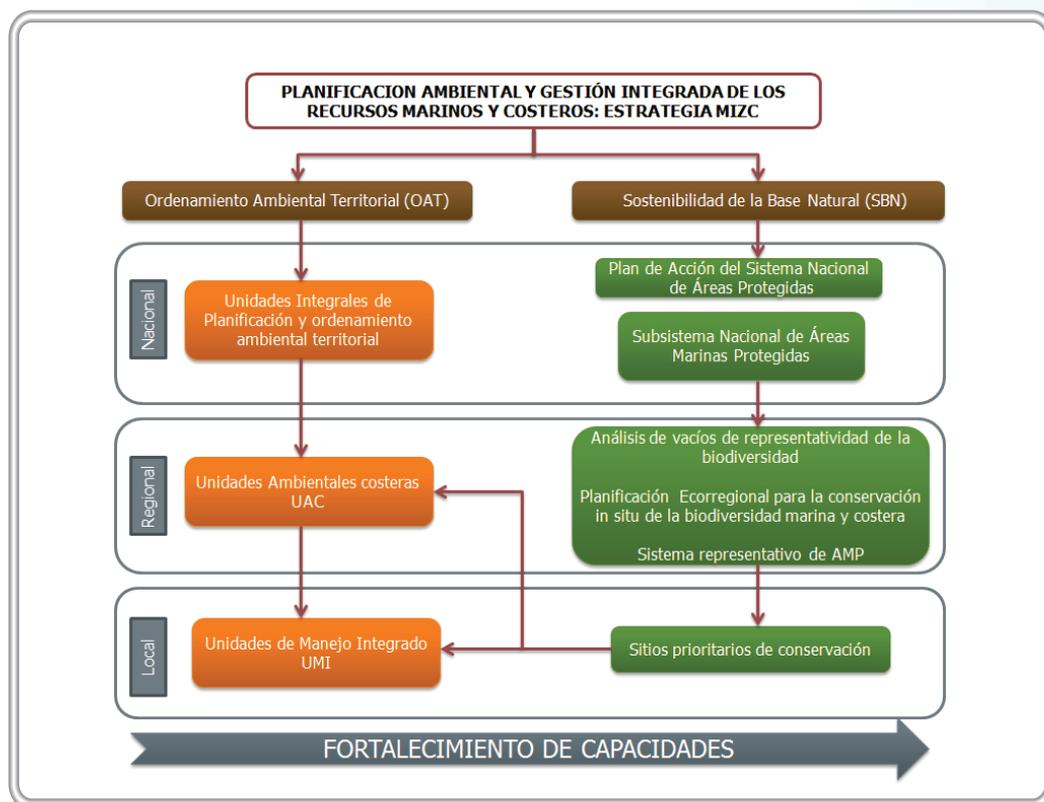
## INTRODUCCIÓN

La zona costera (ZC) es un espacio complejo donde se generan importantes procesos ecológicos, económicos e institucionales que requieren una planificación y manejo enfocado a conciliar el uso del espacio y de los recursos naturales. Es así como el conocimiento de la dinámica de los problemas de las ZC y su tratamiento particular, participativo y dinámico mediante el Manejo Integrado de Zonas Costera (MIZC) (Steer *et al.*, 1997), se asume como eje central y organizativo para la toma de decisiones enfocada a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica marina y costera, siendo una meta internacional promovida desde la Convención de RAMSAR (1971), la “Cumbre de la Tierra” (Río de Janeiro, 1992) y adoptada en los planes de acción de la “Agenda 21” del Convenio sobre la diversidad biológica (CDB 1992).

Bajo este contexto Colombia ha fortalecido su compromiso con el CDB y el Mandato Jakarta (1995) a través de varios procesos de planificación para la conservación y el ordenamiento ambiental del territorio (OAT) tanto en el Caribe como en el Pacífico colombiano, los cuales han sido orientados bajo el marco internacional MIZC y la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia” PNAOCI (MMA, 2001), los cuales sustentan y apoyan, bajo estrategias completarias, la Sostenibilidad de la Base Natural y el OAT. Los procesos MIZC desarrollados entre Institutos de Investigación en Ciencias del Mar, Corporaciones Autónomas Regionales, actores locales y otros agentes gubernamentales y no gubernamentales han permitido analizar las implicaciones del desarrollo, los conflictos de uso, guiar el fortalecimiento de las instituciones, las políticas y la participación local a la toma de decisiones; y al mismo tiempo han apoyado la sostenibilidad ambiental sectorial, mediante lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en la ZC. Estos procesos en algunos casos, ya se han compatibilizado con los planes de OAT y por otro lado han estado en concordancia con ejercicios de planificación para identificación de áreas prioritarias de conservación, donde estos últimos, apoyan el establecimiento de regiones integrales de planificación y OAT con responsabilidades claramente definidas (MMA, 2001), en donde por ejemplo, mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), permite dar un sustento técnico-científico y mayor responsabilidad a los gobiernos regionales y locales para asumir metas de conservación (Figura 50).

Es así como la Sostenibilidad ambiental y el OAT constituyen la base para el MIZC, y complementariamente permiten definir las prioridades de manejo y pautas ambientales para áreas específicas, aportando a los planes de desarrollo, ordenamiento territorial, gestión ambiental, en el orden departamental y municipal, así como a los planes de manejo de los consejos comunitarios y los planes de vida de la comunidades indígenas.





**Figura 50.** Esquema de las acciones desarrolladas para la planificación ambiental y la gestión integrada de los ambientes marinos y costeros en Colombia.

La estrategia que permite incluir al MIZC como orientador de los esfuerzos públicos y privados para la planificación integral del desarrollo es el OAT, cuyo objetivo es conocer y valorar los recursos naturales a fin de reglamentar las prioridades y los usos sostenibles del territorio, así mismo establece las instancias claras para su desarrollo dentro del proceso de administración (MMA, 2001).

La PNAOCI define claramente cuatro Unidades Integrales de Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial: Región Pacífico, Región Caribe Insular y Caribe Continental y Oceánica, las cuales integran y estructuran las políticas y las acciones públicas y privadas encaminadas al desarrollo sostenible de las áreas marinas y costeras. Cada unidad alberga Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas (UACO), en donde la planificación se lleva a cabo, bajo un enfoque y manejo integral, para desarrollar eficientemente procesos de zonificación, lineamientos y pautas de manejo específicas a las problemáticas de cada unidad.

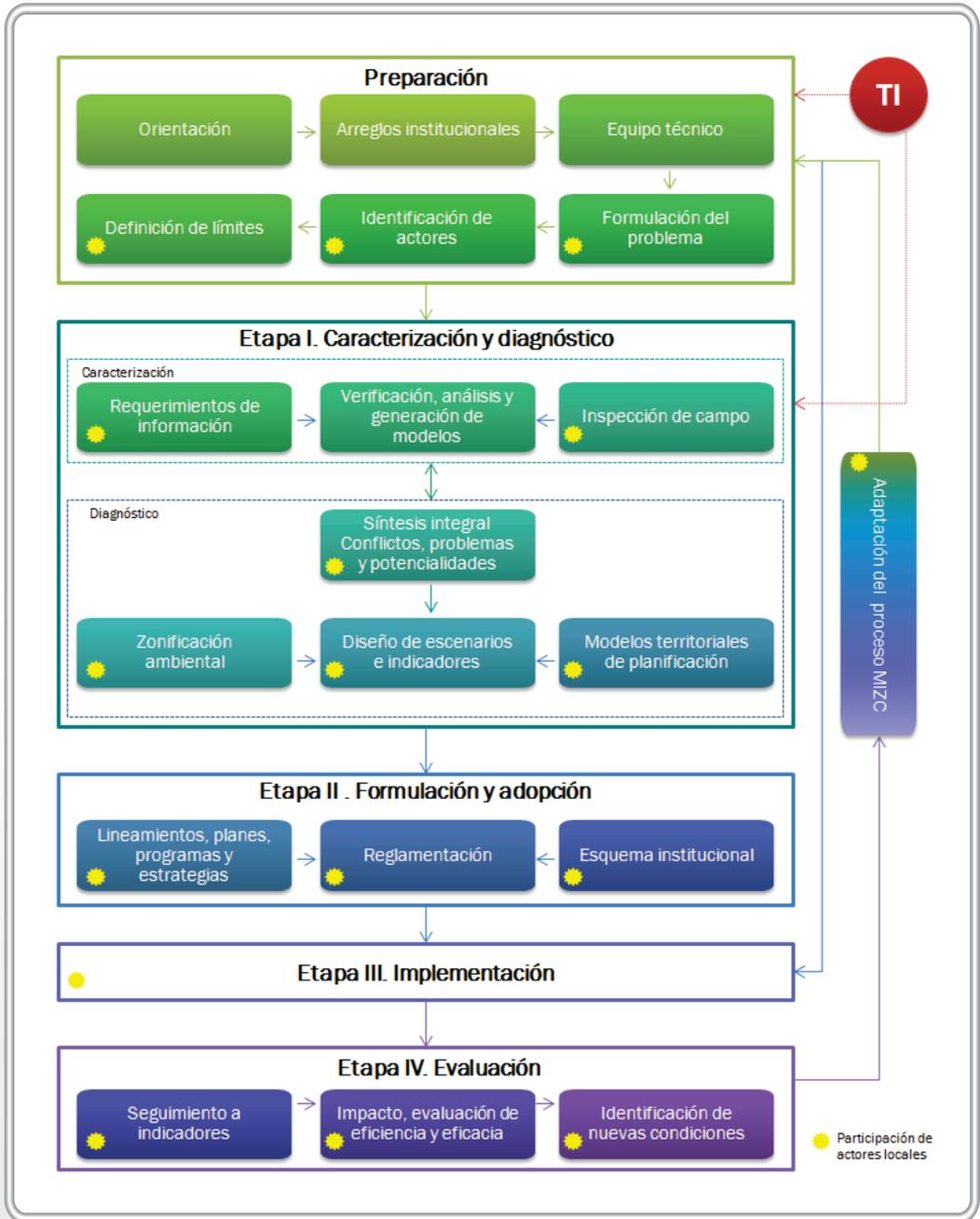


Figura 51. Metodología COLMIZC (Tomado de Rojas *et al.*, 2010).



## ▼ Manejo Integrado de Zonas Costeras

En las zonas costeras se generan importantes procesos ecológicos, económicos, culturales e institucionales que requieren una planificación y manejo orientado a armonizar el uso del espacio y de los recursos naturales. Es así como el conocimiento de la dinámica de los problemas y su tratamiento particular, participativo y dinámico mediante el Manejo Integrado de Zonas Costera (MIZC) (Steer *et al.*, 1997) se asume como eje central y organizativo para la toma de decisiones enfocada a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica marina y costera (CDB, 1992).

La implementación del MIZC como herramienta para el desarrollo sostenible de las zonas marinas y costeras y como fundamento de planificación ambiental territorial, es una estrategia reconocida a nivel mundial desde la convención de Río de Janeiro (1992), el mandato de Jakarta de la convención de Diversidad Biológica (1995) y más recientemente en la convención de Johannesburgo (2002).

Por lo cual frente a los compromisos adquiridos por Colombia ante estos convenios y los actuales conflictos de uso y manejo desordenado de los recursos marino costeros, se ha avanzado en la adopción del MIZC, como marco articulador de la gestión sostenible y desarrollo e investigación marina, con la adopción de la “Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras e Insulares de Colombia” (PNAOCI), la cual responde a la necesidad de articular el desarrollo institucional, territorial, económico y sociocultural del ambiente oceánico y costero y del país frente a los retos futuro de una forma integral. De igual manera el país en busca de una economía que garantice un mayor nivel de bienestar, planteo como estrategia el “Aprovechar el Territorio marino-costero en forma eficiente y sostenible” (documento 2019, Visión Colombia II Centenario), el cual plantea las metas y acciones requeridas para proteger y aprovechar los sistemas naturales, sus bienes y servicios como sustento para el desarrollo.

Los procesos MIZC desarrollados entre Institutos de Investigación en Ciencias del Mar, Corporaciones Autónomas Regionales, actores locales y otros agentes gubernamentales y no gubernamentales han permitido analizar las implicaciones del desarrollo, los conflictos de uso, guiar el fortalecimiento de las instituciones, las políticas y la participación local a la toma de decisiones; y al mismo tiempo han apoyado la sostenibilidad ambiental sectorial, mediante lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en la zona costera. Estos procesos en algunos casos, ya se han compatibilizado con los planes de Ordenamiento Ambiental Territorial (OAT) y por otro lado han estado en concordancia con ejercicios de planificación para identificación de áreas prioritarias de conservación, donde estos últimos, apoyan el establecimiento de regiones integrales de planificación y OAT con responsabilidades claramente definidas (MMA, 2001), en donde por ejemplo, mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), permite dar un sustento técnico-científico y mayor responsabilidad a los gobiernos regionales y locales para asumir metas de conservación.



Es así como la Sostenibilidad ambiental y el OAT constituyen la base para el MIZC, y complementariamente permiten definir las prioridades de manejo y pautas ambientales para áreas específicas, aportando a los planes de desarrollo, ordenamiento territorial, gestión ambiental, en el orden departamental y municipal, así como a los planes de manejo de los consejos comunitarios y los planes de vida de la comunidades indígenas.

## Avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras

### Definición e importancia del indicador

Este indicador representa la existencia y estado de avance en la implementación de instrumentos de planificación para el manejo integrado en las Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas (UACO). Se mide a través del número de UACO que cuentan con avances en el MIZC, especificando la etapa en la que se encuentra de acuerdo a la metodología COLMIZC y relacionando el número total de UACO existentes en la zona costera. Su unidad de medida es porcentaje. El cálculo se realiza a través de la expresión:

$$\frac{\# \text{ UACO con avances en la etapa N de la Metodología COLMIZC}}{\# \text{ Total de UACO en la zona costera}} \times 100$$

Donde N se refiere a:

1. Preparación o aprestamiento
- 2.1 Caracterización
- 2.2 Diagnóstico
3. Prospectiva y Zonificación ambiental
- 4.1 Lineamientos
- 4.2 Formulación
- 4.3 Adopción
5. Implementación o ejecución
6. Seguimiento y evaluación

### Fuente de los datos e información

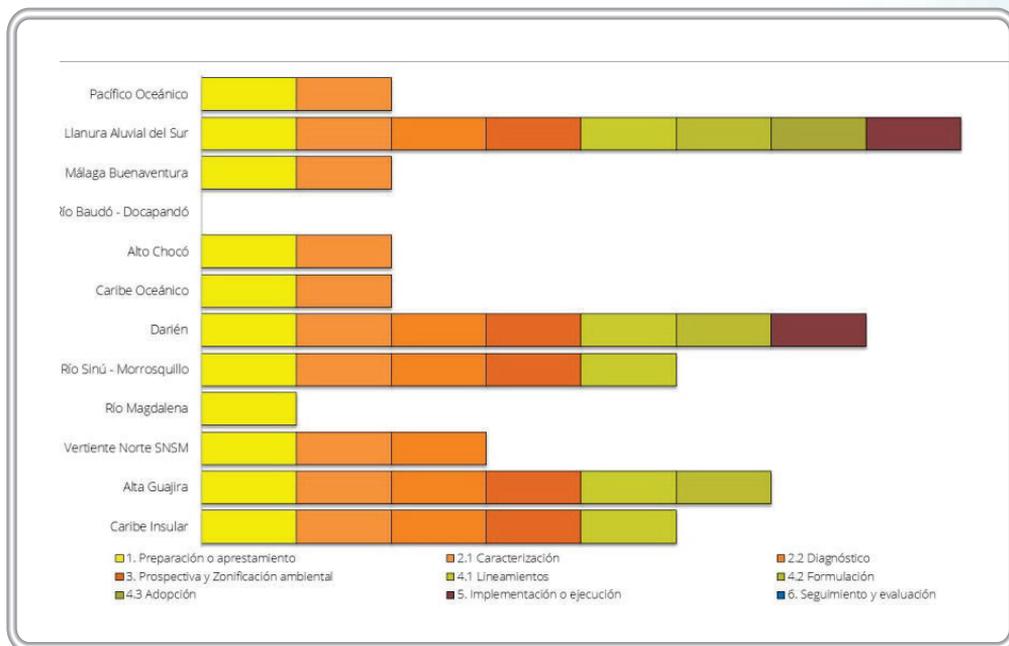
- INVEMAR, Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera GEZ.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.



### Periodo reportado

Los resultados que aquí se presentan son de estudios publicados entre 1999 y 2013.

### Reporte o cálculo del indicador



**Figura 52.** Avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras.

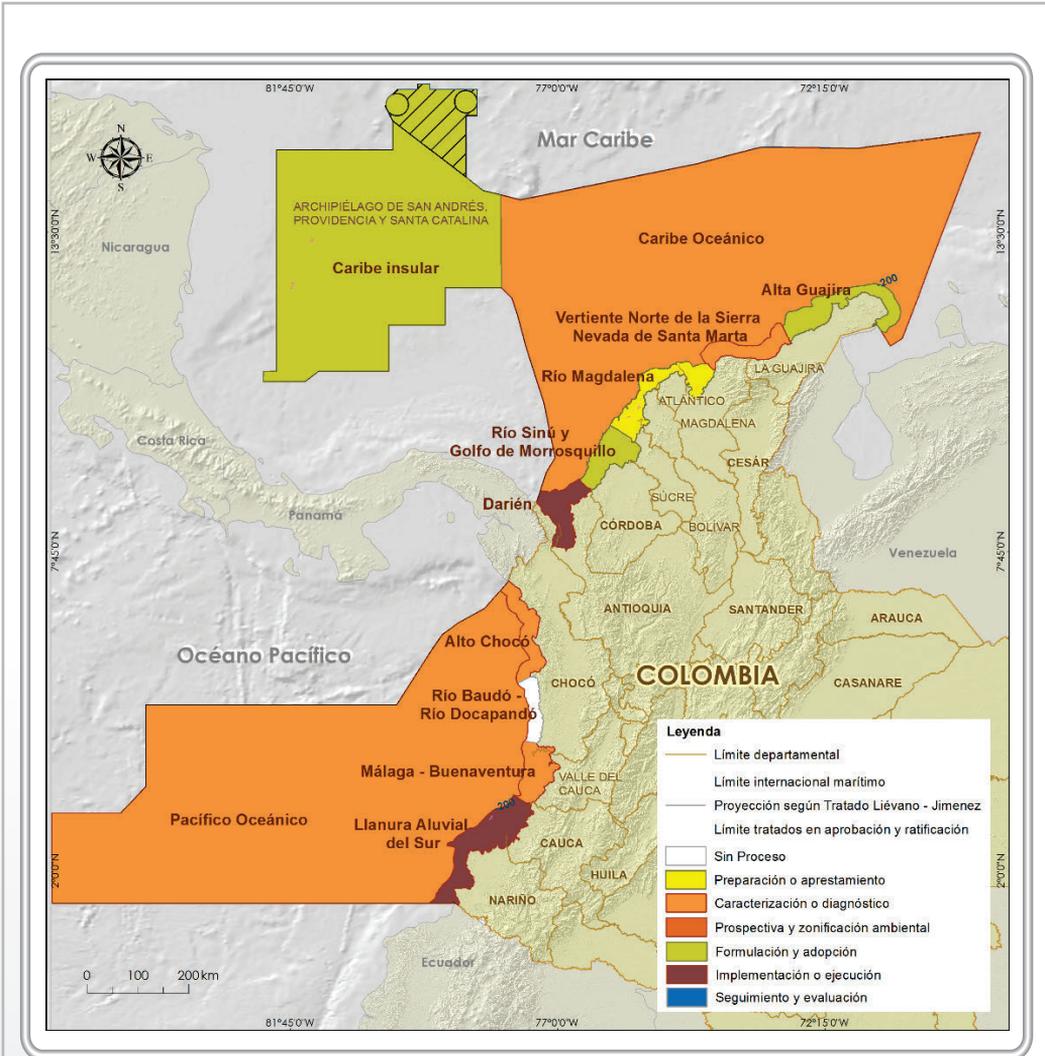


Figura 53. Mapa de los avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras.



## Interpretación de los resultados

El esfuerzo conjunto y continuo de las entidades del SINA, la academia, ONG's, y consejos comunitarios entre otros ha permitido abarcar y avanzar en la planeación marino-costera e incorporar los lineamientos del MIZC al OAT, los cuales se enmarcan en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos", específicamente en el capítulo 6 "Soportes Transversales de la Prosperidad Democrática" en el ítem "Gestión ambiental y del riesgo del desastre" (DNP, 2010).

De igual manera, responde a los principios y objetivos de la "Visión Colombia II Centenario: 2019", y su estrategia de aprovechamiento sostenible de los recursos marino-costeros para el desarrollo integral del territorio (DNP, 2007). Igualmente, parte de las acciones que entran a fortalecer los procesos de MIZC en las UACO, son los avances en la planificación de AMP, y el desarrollo de planes de manejo en ecosistemas estratégicos caso manglares. Ambos se constituyen en herramientas de soporte para el MIZC, al aportar elementos en sus diferentes etapas: 1) Aportan con información de línea base para la caracterización y diagnóstico, 2) Contribuyen a la zonificación ambiental de las UACO, pues permiten la identificación de áreas de protección, y para el caso de los ecosistemas áreas para uso sostenible; 3) Aportan en la identificación de estrategias de manejo específicas a las AMP y los ecosistemas estratégicos. Por otra parte, la PNAOCI establece entre sus objetivos, la necesidad de incluir los ecosistemas marinos y costeros dentro del ordenamiento territorial de la nación, reconociéndolos como parte integral y estratégica del territorio, para armonizar sus usos y las actividades que allí se realicen. En este sentido, los procesos de planificación que se realicen orientados a los ecosistemas estratégicos marinos y costeros aportan elementos importantes para cumplir con este objetivo en el marco de los procesos de MIZC.

Caso particular lo tienen los ecosistemas de manglar, los cuales debido a su importancia ecológica y social han sido objeto desde hace 15 años de un marco regulatorio particular orientado a su conservación y uso sostenible, a través de las resoluciones 1602/95 y 020/96, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Con la Ley 1450 de 2011 (Plan de desarrollo 2010-2014) artículo 208, se le confiere a las CARS y CDS costeras jurisdicción en las zonas marinas y le da un impulso adicional a la implementación de la PNAOCI; adicionalmente este tema se reglamentó mediante el decreto 1120 de 2013 emitido por el MADS.

En este decreto se listan los pasos que se deben seguir para la formulación de los planes de manejo de las UACs, y el indicador se ajustó teniendo en cuenta estas fases: preparación o aprestamiento, caracterización o diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental, formulación y adopción, implementación o ejecución, seguimiento y



evaluación. Para algunas, los procesos de formulación de los planes de manejo han sido por departamento, así que en su mayoría no tienen los procesos en el mismo nivel, por ejemplo, para la UAC Vertiente Norte Sierra Nevada de Santa Marta VNSNSM (Figura 53) el plan de manejo solo está hasta el sector del departamento de La Guajira, entonces, el proceso para esta unidad quedaría en el mismo nivel que para el departamento del Magdalena; adicional a esto, puede que se hayan hecho avances pero no se han completado las etapas completamente.

#### **Limitaciones del indicador**

No aplican.

#### **Recomendaciones y alternativas de manejo**

No aplican.



## Número de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero

### Definición e importancia del indicador

En el ámbito nacional, sub-nacional y local, el entrenamiento en temas MIZC, Áreas marinas Protegidas AMP y Tecnologías de Información TI aplicadas a la gestión costera, de profesionales y funcionarios públicos es una prioridad, para el entendimiento e incorporación de los temas marinos y costeros en la planeación, ordenamiento territorial, gestión de áreas protegidas y la academia. Estos cursos se han realizado con el objetivo de fortalecer la capacidad técnica de las instituciones del SINA incluidos los entes territoriales con injerencia costera y consolidar un grupo interdisciplinario de profesionales que contribuyan al MIZC y AMP en el país, mediante el entrenamiento en conceptos, contexto internacional y nacional del tema, métodos, herramientas de información y aplicación mediante casos de estudio, que contribuyan en la toma de decisiones para el manejo de las zonas marinas y costeras en Colombia. Este indicador comprende dos elementos que se consideran importantes en el proceso de planificación y manejo de las zonas costeras. Se relaciona con el fortalecimiento de capacidades a los entes locales, regionales y/o nacionales, entendido como un instrumento para la planificación en las zonas marinas y costeras

Este parámetro muestra el número de personas capacitadas en cursos de capacitación no formal en los temas de MIZC, AMP y TI. Su unidad de medida es número de personas.

### Fuente de los datos e información

- INVEMAR, Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera GEZ.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.

### Periodo reportado

Los resultados que aquí se presenta son de estudios publicados entre 1999 y 2013.



## Reporte o cálculo del indicador

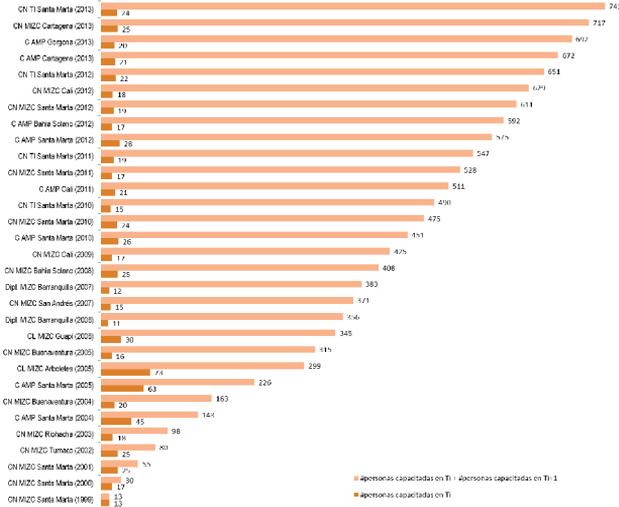


Figura 54. Número de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero.

## Interpretación de los resultados

En total se han capacitado 741 personas (Figura 54) entre estudiantes, comunidad local, representantes de Corporaciones Autónomas Regionales, PNN de Colombia, MADS, entre otros. Para el desarrollo de los cursos se han invitado a 26 expositores nacionales y 6 expertos internacionales de Brasil, Chile, Estados Unidos, Ecuador y España, entre otros: John Clark (Q.E.P.D), Juan Manuel Barragán, Michael Marshall, José Ramón Delgado, Georges Vernet y Marinez Scherer. En el año 2013 el curso MIZC tuvo como eje principal cambio climático y el desarrollo compatible con el clima en mares y costas; se contó con la presencia de Fernanda Zermoglio, PhD. Experta en Cambio Climático, SEI-Oxford & World Bank Climate Change Consultant.

## Limitaciones del indicador

No aplican.

## Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican.





## ▼ Subsistema de áreas costeras y marinas protegidas

Colombia está entre los cinco países con más biodiversidad del planeta. Es hogar de gran cantidad de hábitats y ecosistemas marinos tales como lagunas costeras y humedales, arrecifes de corales, algas marinas, manglares, playas rocosas y arenosas, zonas de afloramiento costero y varios tipos de fondos marinos. Las aguas marinas y de estuarios colombianas son el hogar de 306 especies de esponjas, 124 especies de corales, 15 corales de aguas profundas, 1.250 especies de moluscos, 246 especies de gusanos anélidos, 560 especies de crustáceos decápodos, 296 especies de equinodermos, 990 de peces, 18 de mamíferos marinos y 565 especies de algas marinas entre otras especies. Al presente Colombia tiene 26 Áreas Marinas Protegidas (AMPs) que cubren cerca del 8% de sus zonas marinas y costeras. La biodiversidad costera y marina de Colombia es actualmente sujeto de varias formas de presión directa y degradación (por ejemplo, sobreexplotación de los recursos pesqueros, alteración del hábitat, polución, presencia de especies extrañas invasoras y del cambio climático) tanto dentro como fuera de las AMPs existentes. La solución a largo plazo a las muchas amenazas de la biodiversidad marina de Colombia, depende de la existencia de un Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) contribuyendo a través de sus componentes al aumento en la representatividad de los ecosistemas marinos y costeros en las AMP.

En el marco de las acciones que en Colombia se han desarrollado para el fortalecimiento del Sistema de Áreas Protegidas en Colombia – SINAP, desde hace 11 años, el país se ha dado a la tarea de desarrollar y posicionar el tema de las áreas marinas protegidas y avanzar en el “Diseño e implementación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia –SAMP”. Este proceso ha sido liderado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costera – INVEMAR, en conjunto con entidades nacionales e internacionales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, PNUD, Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible costeras y Organizaciones No Gubernamentales como Conservación Internacional, WWF, TNC y MARVIVA.

El desarrollo de este proceso se enmarca en los compromisos internacionales adquiridos por Colombia en el Convenio sobre Diversidad Biológica, entre los cuales se estableció como meta para el 2012 contar con sistemas representativos, efectivos y completos de áreas marinas protegidas a nivel regional y nacional, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos, para lo cual en el ámbito nacional entre las directrices planteadas en la “Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia”, se estableció como meta la consolidación del SAMP.

De manera general, a la fecha se ha avanzado en la identificación de sitios prioritarios de conservación y el diseño de redes de áreas marinas protegidas con el fin de contribuir a la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera, aportando insumos importantes para la consolidación del SAMP. La identificación de dichos sitios ha sido posible mediante la metodología de planificación ecorregional donde fueron seleccionados objetos de



conservación, identificadas amenazas que podían incidir en su conservación y definidas metas para cada uno de ellos. Estos sitios prioritarios de conservación identificados incluyen sitios de agregación de peces, moluscos y crustáceos, sitios de anidamiento, reproducción y alimentación de especies y sitios con presencia de especies amenazadas, además de ecosistemas importantes que albergan una gran diversidad (Alonso *et al.*, 2008; INVEMAR *et al.*, 2009).

La propuesta para la consolidación del SAMP en Colombia, se desarrolla para el periodo 2011-2015, definiendo como objetivo “Promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina y costera en las regiones Caribe y Pacífico a través del diseño e implementación de SAMP, financieramente sostenible y bien manejado”, para lo cual se avanza en el desarrollo de los siguientes componentes:

1. Desarrollo de un marco legal, institucional y operacional con el fin de facilitar la eficacia y la eficiencia de los objetivos de manejo de las AMP nacionales y regionales,
2. Definición de un marco financiero que garantiza la sostenibilidad del SAMP, a través del fortalecimiento de las fuentes actuales de financiación y la inclusión de nuevas opciones financieras,
3. Aumento de la capacidad institucional e individual para el manejo del SAMP gestión (formación y monitoreo),
4. Aumento en la proporción de la población colombiana y la comunidad internacional, que están sensibilizadas y conscientes de la importancia de la conservación de la biodiversidad marina y costera y acerca de la existencia y papel del SAMP en Colombia.

Las áreas marinas protegidas que inicialmente integran el SAMP, son áreas de orden nacional y regional, ubicadas a lo largo de la zona marino costera, tanto en el Caribe como en la costa del Pacífico colombiano. Como punto de partida para el año 2010 se contaba con 23 áreas, incluyéndose al 2011 tres áreas más: Parque Nacional Regional Uramba Málaga, Distrito de Manejo Integrado La Sierpe y Distrito de Manejo Integrado La Plata (Tabla 17). En 2011 se realizó la actualización del listado de acuerdo a las categorías definidas en el Decreto 2372 de 2010 y a los respectivos procesos de homologación llevados a cabo por cada una de las entidades responsables de las áreas, por ejemplo la Reserva Forestal Protectora de los Humedales del río León y Suriquí fue homologada a Parque Natural Regional. Al terminar el año en el 2013 se declaró una nueva área en el Caribe colombiano: Santuario de Fauna y Flora Acandí, DMI La Caleta, Playón-Playona y PNN Corales de Profundidad para completar 30 áreas dentro del SAMP.





Tabla 17. Listado de áreas marinas protegidas del SAMP.

Región	No	Área marina protegida	Orden	Autoridad responsable
Caribe	1	SFF Los Flamencos	Nacional	PNN
	2	PNN Sierra Nevada de Santa Marta	Nacional	PNN
	3	PNN Tayrona	Nacional	PNN
	4	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta	Nacional	PNN
	5	VP Isla de Salamanca	Nacional	PNN
	6	PNN Corales del Rosario y San Bernardo	Nacional	PNN
	7	SFF El Corchal Mono Hernández	Nacional	PNN
	8	AMP Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo	Nacional	MAVDT
	9	DMI Área de manglar de la Bahía de Cispatá y sector aledaño del delta estuarino del Río Sinú	Regional	CVS
	10	PRN Manglares del Atrato	Regional	CORPOURABA
	11	DRI Ensenada de Rionegro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y el Salado.	Regional	CORPOURABA
	12	PNR Humedales del río León y Suriquí	Regional	CORPOURABA
	13	DMI La Playona - Loma de la Caleta	Regional	CORPOURABA
	14	PRN del sistema manglárico del sector de la boca Guacamaya	Regional	CARSUCRE
	15	DMI Musichi	Regional	CORPOGUAJIRA
	16	DMI La Caimanera	Regional	CARSUCRE
	17	SFF Acandí-Playón-Playona	Nacional	PNN
	18	PNN Corales de Profundidad	Nacional	PNN
Caribe Insular	19	PNN Old Providence McBean Lagoon	Nacional	PNN
	20	AMP de la Reserva de Biósfera Sea Flower	Nacional	CORALINA
	21	PR Johnny Cay	Regional	CORALINA
	22	PR Manglares Old Point	Regional	CORALINA
	23	PR The Peak	Regional	CORALINA
Pacífico	24	PNN Utria	Nacional	PNN
	25	PNN Sanquianga	Nacional	PNN
	26	PNN Gorgona	Nacional	PNN
	27	SFF Malpelo	Nacional	PNN
	28	PNN Uramba Bahía Málaga	Nacional	PNN
	29	PRN La Sierpe	Regional	CVC
	30	DMI La Plata	Regional	CVC

\* Se incluye como parte del SAMP sólo la porción del área protegida en la zona marina y costera.



## % de áreas protegidas con plan de manejo vs total de áreas protegidas

### Definición e importancia del indicador

El plan de manejo es el instrumento que orienta las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área, con visión a corto, mediano y largo plazo, convirtiéndose en una herramienta esencial para utilizar efectivamente los recursos financieros, físicos y humanos disponibles.

El indicador de porcentaje de áreas marinas protegidas con plan de manejo vs el total de las áreas marinas protegidas, da una idea del grado de planeación de las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área, y en su conjunto de los objetivos del SAMP.

### Fuente de los datos e información

Consulta a las entidades responsables de la generación del plan de manejo de cada una de las áreas marinas protegidas que conforman el SAMP: Sistema de Parques Nacionales Naturales (áreas nacionales) y Corporaciones Autónomas Regionales (áreas regionales).

### Periodo reportado

Los resultados que aquí se presentan son de los avances a diciembre de 2010 a diciembre de 2013.

### Reporte o cálculo del indicador

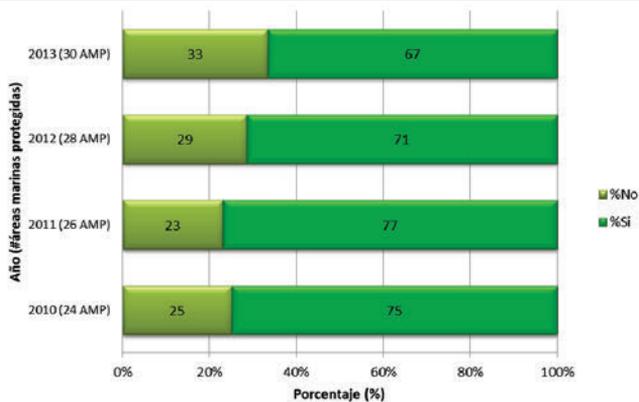


Figura 55. Número de áreas marinas protegidas con/sin plan de manejo.





### **Interpretación de los resultados**

El porcentaje de las áreas marinas protegidas con plan de manejo en 2013 disminuye con respecto al año 2012.

### **Limitaciones del indicador**

El plan de manejo es un instrumento flexible y dinámico que debe ser actualizado de acuerdo a las necesidades de cada área y al proceso de seguimiento del mismo. El presente indicador tiene en cuenta la existencia de los planes de manejo incluyendo que este se encuentre vigente o en proceso de actualización. No se referencian los planes que están en proceso de elaboración o aprobación.

### **Recomendaciones y alternativas de manejo**

No aplican.



## Representatividad (%) de un ecosistema natural dentro de las áreas protegidas

### Definición e importancia del indicador

El indicador da una medida de la representatividad ecosistémica en un área determinada, se expresa como el porcentaje (%) de un ecosistema en un área de interés o área de análisis (Castaño y Carrillo, 2002). Para su estimación se requieren como insumos el cálculo de los índices de extensión total de las áreas de protección que incluyen áreas marinas del país.

El análisis de representatividad ecosistémica, es la principal herramienta para el establecimiento de prioridades en la planificación de áreas protegidas, ya que permite identificar el grado en el que comunidades naturales (ecosistemas) están representadas dentro de un sistema de áreas de conservación. Aquellas comunidades naturales no adecuadamente representadas constituyen vacíos en los esfuerzos de conservación (Pliscoff y Fuentes, 2008).

Este indicador evidencia en términos porcentuales, cuanto de la distribución de: bosques de manglar, playas, acantilados rocosos, arrecifes de coral, pastos marinos y corales de profundidad a escala nacional, está dentro de las áreas marinas protegidas que conforman el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP).

### Actualización del indicador

La representación de la distribución de manglares, playas, acantilados rocosos, arrecifes de coral, pastos marinos y corales de profundidad para el territorio nacional es la más actualizada compilada en el Sistema de Información Ambiental Marino –SIAM a diciembre de 2013.

Límites oficiales de las áreas marinas protegidas que conforman el SAMP, provenientes de Sistema de Parques Nacionales Naturales (áreas nacionales) y Corporaciones Autónomas Regionales (áreas regionales). En este reporte no se incluyen los límites del SF Acandí Playón Playona.

### Fuente de los datos e información

La obtención de información actualizada sobre las coberturas que existen y su variación a través del tiempo a partir de la utilización de técnicas de procesamiento de imágenes de satélite y su cruce con los límites de las áreas marinas protegidas existentes.



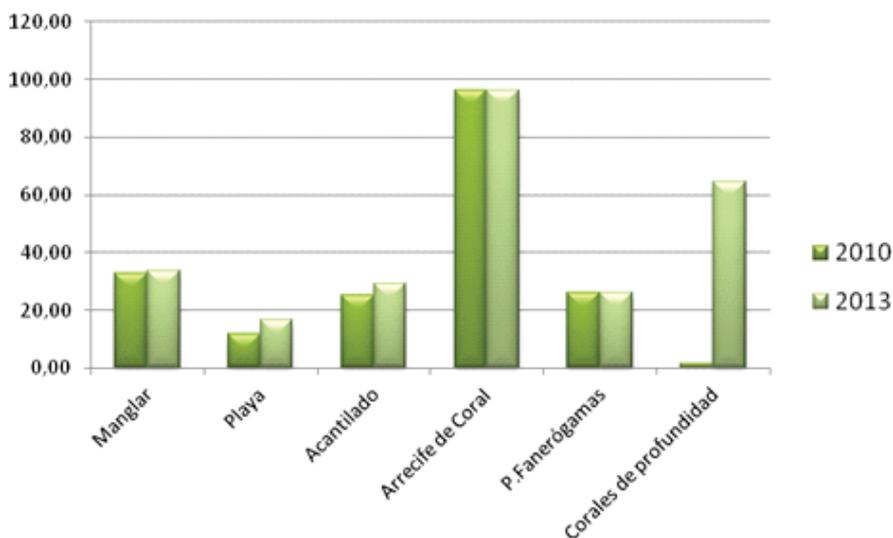
### Periodo reportado

Línea base a 2010 con reporte del indicador a 2013.

### Reporte o cálculo del indicador

**Tabla 18.** Línea Base (año 2010) y Cálculo (año 2013).

Ecosistema	% de Representatividad (Año 2010)	% de Representatividad (Año 2013)
Corales de aguas profundas	1,4%	64,3%
Manglar	32,9%	33,5%
Pradera	25,9%	25,9%
Arrecife coralino	96,5%	96,5%
Playa	11,6%	16,6%
Acantilado costero	25,5%	29,2%



**Figura 56.** Representatividad (%) de los ecosistemas marino costeros dentro de las áreas marinas protegidas, reportes año 2010 (línea base) y año 2013. (Fuente: Datos proyecto GEF-SAMP).



### Interpretación de los resultados

Se reporta un cambio en el porcentaje de representatividad de los ecosistemas de manglar, playa, acantilado y corales de profundidad. Para cada ecosistema, los cambios se deben a:

- Manglares, por presencia de este ecosistema en las nuevas AMP:
  - DRMI La Playona – Loma de la Caleta
  - DRMI Ensenada de río Negro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y el Salado
  - PRN Humedales entre los ríos León y Suriquí
  - DRMI Musichi
  - PNN Uramba Bahía Málaga
- Playas, por presencia de este ecosistema en las nuevas AMP:
  - DRMI La Playona – Loma de la Caleta
  - DRMI Ensenada de río Negro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y el Salado
  - DRMI Musichi
- Acantilados, por presencia de este ecosistema en la nueva AMP:
  - PNN Uramba Bahía Málaga
- Corales de profundidad, por presencia de este ecosistema en la nueva AMP:
  - PNN Corales de Profundidad

### Limitaciones del indicador

La representación espacial de la distribución a nivel nacional de los diferentes ecosistemas naturales utilizada para calcular el presente indicador, es información proveniente de diversas fuentes generada a diversas escalas cartográficas; por lo tanto cuenta con limitaciones de la representación del paisaje en un sistema de información geográfica–SIG.

Por consiguiente el dato porcentual presentado por éste indicador, debe asumirse siempre como un dato aproximado, respaldado en la precisión de los procesos cartográficos realizados por las entidades proveedoras de información.





### Recomendaciones y alternativas de manejo

El interés por evaluar la representatividad ecosistémica, surge de la identificación de vacíos de protección y en el desbalance geográfico en la cobertura de las áreas naturales protegidas dentro del sistema objeto de análisis.

El análisis de representatividad permite identificar cuáles son los ecosistemas que presentan baja o nula protección (subrepresentados) y a su vez los que se encuentran en gran parte o la totalidad de su superficie dentro de un sistema de protección (sobrerepresentados). La identificación de los ecosistemas subrepresentados permite definir de mejor forma los criterios para la adición, definición y/o delimitación de nuevas áreas protegidas (Pliscoff y Fuentes 2008).

Estimar la representatividad ecosistémica, se convierte en la principal herramienta en la planificación de áreas protegidas (Margules y Pressey 2000), su análisis puede ser entendido como un “método científico” para identificar el grado en el que especies nativas de fauna y flora, así como comunidades naturales (ecosistemas) están representados dentro de un sistema de áreas de conservación, aquellas especies y/o comunidades no adecuadamente representadas constituyen vacíos en los esfuerzos de conservación (Pliscoff y Fuentes 2008).



## Restauración y/o rehabilitación de ecosistemas

La necesidad de manejar los ecosistemas de tal forma que se garantice el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad, obliga a incorporar de manera eficiente diversas estrategias para el manejo adecuado de los mismos (Gómez-Pompa y Kaus, 1992). Es así, que en áreas que exhiban altos niveles de degradación, las medidas de restauración serán permanentes en el tiempo para sostener la recuperación total o parcial de la estructura o las funciones deseadas; proceso al que la Ecología de la Restauración, denomina, Reclamación. En situaciones donde los sistemas se encuentran en estados intermedios de perturbación, donde los disturbios a los cuales el sistema se ha visto expuesto no han degradado totalmente su estructura y función, la aplicación de medidas concretas de restauración, permite redirigir la trayectoria del sistema hacia estados más deseables y de mayor nivel de homeostasis, por lo que las medidas de conservación perseguirán que el sistema se mantenga en dichos estados (Restauración y/o Recuperación) (Hobbs y Norton, 1996).

En este sentido, la restauración ecológica comprende una serie de actividades bajo contextos muy diversos que, en algunos casos, permite la recuperación de ecosistemas y en otros, sólo la recuperación de algunos atributos o funciones específicas (NRC, 1995; Zedler y Callaway, 2000). Las metas que se alcancen dependen de varios factores, entre los que se destaca el nivel de perturbación del sitio que se busca restaurar así como el de los alrededores; por lo tanto, la restauración resulta particularmente difícil en sitios en donde la degradación de ambos es considerable (Lindig-Cisneros y Zedler, 2000).

En este orden de ideas, uno de los grandes retos de la restauración ecológica es lograr cumplir sus objetivos en el contexto complejo del socio-ecosistema en donde las percepciones, necesidades y tradiciones establecen un marco que encuadra el universo de lo posible en términos de manejo del ecosistema. En este sentido, tal vez más complejo que aplicar técnicas adecuadas de restauración, o aplicar principios ecológicos para desarrollar las técnicas siguiendo el principio de la restauración adaptable, es lograr que la restauración ecológica se incorpore a los paradigmas de manejo de las comunidades involucradas (Lindig-Cisneros y Zedler, 2000).



## Indicador de proporción de área de manglar destinada a conservación, recuperación y uso sostenible vs área total de manglar

### Definición e importancia del indicador

De acuerdo con INVEMAR (2005), la zonificación o diferenciación espacial es una herramienta de manejo que permite dividir el territorio en unidades relativamente homogéneas de paisaje, teniendo en cuenta características físicas, biológicas y socioeconómicas. Provee las bases técnicas necesarias para la formulación de lineamientos de manejo tendientes a la conservación, protección y uso sostenible de los recursos naturales, en la medida en que permite identificar el estado del recurso, su uso potencial y las prácticas de manejo recomendadas (Alonso *et al.*, 2003).

Debido a la complejidad de los ecosistema de manglar, en los cuales se integran los componentes biológico, ecológico, físico-químico, social y económico, su manejo debe estar orientado a la conservación de sus propiedades y se hace necesario dividir las áreas más o menos homogéneas o que compartan condiciones similares (Gil-Torres y Ulloa-Delgado, 2001). De acuerdo a la resolución 0924 de 1997 y 0721 de 2002, las categorías consideradas para el manejo de ecosistemas de manglar son:

- **Zonas de Preservación:** son aquellas áreas de manglar que por su importancia ecológica, alta productividad biótica, ubicación estratégica, función relevante e insustituible y en general por estar en buen estado de conservación, deberán ser protegidas y sostenidas sin alteración, para la investigación científica, la educación y el mantenimiento de las especies y comunidades en procura del beneficio común y permanente de las poblaciones humanas locales (Sánchez-Páez *et al.*, 2004), en estas áreas se deberá prohibir totalmente el aprovechamiento de mangle, así como otros recursos bióticos y abióticos de uso masivo o comercial.
- **Zonas de Uso Sostenible:** son aquellas áreas que contienen ecosistemas naturales que deben conservarse, pero con una oferta de recursos naturales alta, que permitan ser aprovechados sosteniblemente, sirviendo así a las necesidades humanas de manera continua, mientras contribuye a la conservación de la diversidad biológica. Estas zonas deberán mantener el buen estado de conservación del ecosistema, la vida, las comunidades y los hábitat en general (Sánchez-Páez *et al.*, 2004).
- **Zonas de Recuperación:** abarca todas las zonas que se encuentran en mal estado o en proceso de degradación, que no están cumpliendo con sus funciones y pueden haberse perdido sus atributos naturales, o algunos de ellos están siendo severamente afectados, igualmente comprende áreas, que aunque no evidencian daños severos, mantienen actividades potenciales que pueden destruir el manglar o desarrollaron actividades que en el pasado ya lo afectaron significativamente. Incluyen también



áreas en donde los procesos naturales han afectado el estado del manglar o de aquellas que por su formación, ubicación o condición pueden ser aptas y básicas para el desarrollo de estos ecosistemas (Gil-Torres y Ulloa-Delgado, 2001; Sánchez-Páez *et al.*, 2004).

En el proceso de zonificación de los ecosistemas de manglar no solo se incluyen las áreas colonizadas por los bosques de mangle sino que además se contemplan formaciones vegetales asociadas y otros tipos de cobertura como los pantanos de agua dulce o salobre, con el propósito de garantizar el funcionamiento integral, es por esto que se pueden presentar inconsistencias en las cifras de cobertura reportadas en este capítulo y el capítulo del indicador de extensión (IEmanglar) tanto para el Caribe como para el Pacífico colombiano.

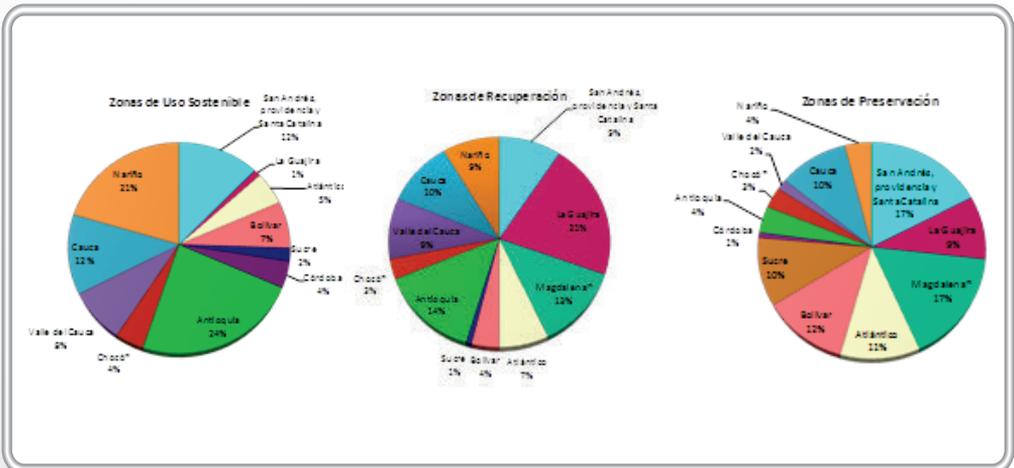
### Fuente de los datos e información

La información proviene de los estudios de zonificación elaborados por las CAR en convenio con otras entidades y que se encuentran aprobados o en proceso de aprobación por el MADS.

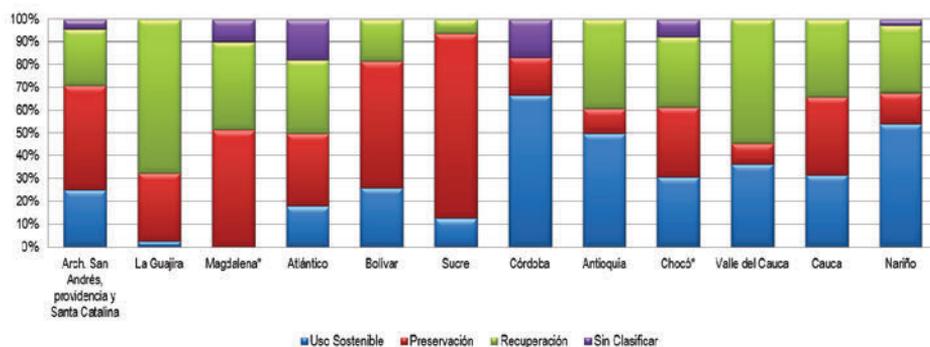
### Periodo reportado

- 2013.

### Reporte o cálculo del indicador



**Figura 57.** Sectores de manglar a nivel nacional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación, zonas de preservación y zonas de uso Sostenible. Departamentos con sectores de manglar en los que su zonificación no ha sido aprobada oficialmente por el MADS.



**Figura 58.** Áreas de manglar a nivel regional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación zonas de preservación y zonas de uso Sostenible. \*Departamentos con sectores de manglar en los que su zonificación no ha sido aprobada oficialmente por el MADS.

## Interpretación de los resultados

Colombia actualmente cuenta con cerca del 50% de sus áreas de manglar con una zonificación aprobada por el MADS, y el 23% de ellas cuentan con plan de manejo. No obstante, aproximadamente el 30% de las aproximadamente 300.000 ha de manglar identificadas a nivel nacional no cuentan con una zonificación oficial o se encuentran en proceso de aprobación ante el MADS (Moreno y Nieto, 2011).

Sin embargo, poniendo de lado la información anterior y aunque departamentos como Magdalena y Chocó no cuenten con una zonificación de manglar oficial, consejos comunitarios y entidades como Parques Nacionales Naturales que se encuentran en estos sectores, han realizado zonificaciones locales que pueden ser consecuentes con los parámetros estipulados por el MADS, razón por la cual fueron tenidos en cuenta en la realización de las Figura 55 y Figura 56. De la totalidad de sectores de manglar zonificados cerca del 14% están bajo la categoría de Uso Sostenible, 17% en la categoría de Preservación y 18% son zonas consideradas para la Recuperación.

A nivel nacional la mayor proporción de áreas destinada al Uso Sostenible se encuentran en el Pacífico, destacando los departamentos de Nariño con 54% y Valle del Cauca con 36%; sin embargo, en la región Caribe de los ocho departamentos considerados, tan solo Córdoba y Antioquia superan el 50% de sus sectores zonificados bajo dicha categoría (Figura 58).



En este orden de ideas, en el país se concentran mayor cantidad de sectores de manglar destinados a la preservación en el Caribe (80%) como se puede apreciar en la Figura 56, siendo Sucre el departamento a con la mayor proporción de sectores bajo dicha categoría. Adicionalmente, bajo la categoría de manejo de Recuperación en el Caribe actualmente se encuentran zonificados el 69% de sus sectores y en el Pacífico 31% lo que muestra el alto nivel de intervención que han sufrido los manglares del Caribe colombiano en la última década.

Después de analizar las proporciones de sectores de manglar zonificados en el Caribe y el Pacífico colombiano, se devela así la importancia de los planes de manejo y el impacto que estos tienen en la preservación de dichos ecosistemas por lo que los departamentos que no tengan todos los sectores de manglar identificados zonificados bajo los parámetros del MADS deben emprender esta tarea como una meta a corto o mediano plazo.

### Limitaciones del indicador

Información desactualizada referente a la actual zonificación en cada uno de los departamentos, así como incongruencia en los parámetros de zonificación utilizados en los planes de manejo revisados.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

La implementación de planes de manejo y zonificaciones actualizadas y congruentes con lo estipulado por el MADS es vital para la conservación, uso sostenible y preservación de los manglares del país. No obstante, no se debe dejar de lado dos procesos transversales como lo son, el monitoreo y la consulta e inclusión de las comunidades, debido a que el monitoreo no solo permite llevar un control sino que a la vez facilita el éxito de las categorías de manejo; por su parte, el componente social es fundamental, ya que son las mismas comunidades aledañas al ecosistema quienes se verán puestas a prueba en el proceso de implementación en su diario vivir de dichas categorías de manejo.

La ciencia en el país debe aprovechar las áreas bajo la categoría de Preservación para llevar a cabo investigación y producción científica, promoviendo así la preservación de los ecosistemas de manglar y la propuesta de nuevas estrategias de recuperación, restauración y finalmente preservación del sistema y de la conectividad que este tiene con los demás ecosistemas de la línea de costa.



## Valoración de servicios ecosistémicos

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) constituyen uno de los principales programas de conservación marina en muchas partes del mundo, siendo una alternativa sobre la cual los tomadores de decisiones encuentran la oportunidad de concentrar esfuerzos y recursos para proteger la biodiversidad y los ecosistemas marinos y lograr las metas de conservación definidas en los acuerdos internacionales.

En Colombia existen 29 AMP declaradas, que cobijan el 9,6% de la extensión marino-costera del País (Maldonado *et al.*, 2013, INVEMAR, 2013d). Los impactos sobre el bienestar humano de éstas, han sido estimados a través de ejercicios de valoración económica y han sido útiles para la generación de información que permita sugerir posibles formas de financiamiento de las AMP, exponer los beneficios de implementar usos sostenibles de las áreas y los elementos que las componen y apoyar la zonificación de usos y acceso a ecosistemas estratégicos (Maldonado *et al.*, 2013).

De manera complementaria a los indicadores presentados en informes anteriores, se reportaron en 2013 tres nuevos estudios de valoración económica guiados en AMP establecidas y potenciales. En primera instancia, con el objetivo de estimar el valor económico de la ampliación y consolidación de un Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) que represente adecuadamente los objetos de conservación marinos y costeros más importantes del país, Maldonado *et al.* (2013), utilizando experimentos de elección. Los autores estimaron el valor que los hogares urbanos otorgan al establecimiento del SAMP, encontrando que la disponibilidad a pagar (DAP) por aumentar la superficie protegida al 10% de la superficie marino-costera del país sería de 482 millones de dólares anuales y de 486 millones de dólares anuales si esta área se incrementara al 20%. Así mismo, Maldonado *et al.*, (2013) estimaron los valores de uso y de opción asociados a la provisión de servicios recreativos especializados (buceo recreativo) aplicando valoración contingente, donde para un escenario de protección del 10% la DAP asciende a US\$5,8 millones al año, mientras que para un escenario de protección del 20% corresponde a US\$ 7 millones anuales.

Por otra parte, INVEMAR (2013e) estimó, mediante valoración contingente, la DAP de turistas potenciales del golfo de Tribugá por la conservación de sus áreas naturales. Al respecto, se encontró que la DAP por persona corresponde a \$13.150 por visita. Adicionalmente, valorando los principales atributos del golfo de Tribugá, se determinó que en condiciones bajo las cuales mejoren el avistamiento de ballenas (número de ballenas avistadas por hora) en un 39%, la pesca deportiva (kilogramos capturados por hora) en un 53% y el área provista para recorridos por el manglar en 19%; los turistas estarían dispuestos a pagar \$9.000 por visita.

De otro lado, en el marco de un análisis piloto de valoración integral en ecosistemas marino-costeros, INVEMAR (2013a) se exploró el valor económico del manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta- CGSM inspirado en los usuarios locales. Al respecto se aplicaron los



métodos de valoración contingente y experimentos de elección donde el primero estimó la DAP por realizar actividades voluntarias de protección, conservación y recuperación del manglar arrojando un valor económico total de \$168 mil millones; por su parte, con el segundo método se valoró el aporte del manglar a la prestación de los servicios de pesca, mejoramiento de la calidad del agua y conocimientos ecológicos, siendo la valoración económica total de \$5 mil millones de pesos. Finalmente, bajo el mismo estudio se exploró el aporte del manglar en el marco de la actividad pesquera a través de precios de mercado y función de producción. Analizando un número de 9 especies (seleccionadas por su alta relación con el manglar) y tomando el precio pagado a los pescadores locales, se estimó que en promedio el rendimiento anual por hectárea del manglar en la CGSM es de \$309 mil/ha. Por su parte, al evaluar la mojarra rayada (*Eugerres plumieri*) se mostró que sus capturas tienen una relación directa con la cobertura del manglar, donde por cada hectárea de manglar adicional, la captura de esta especie crece en 4,12 kg. Esto en términos monetarios significa ingresos adicionales de \$41.300 por cada hectárea de manglar adicional.



## Indicador de valor de estimaciones de medidas de bienestar asociadas a servicios ecosistémicos

### Definición e importancia del indicador

La disponibilidad a pagar (DAP) es la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a ofrecer para obtener un incremento en un bien o servicio ambiental, o evitar un impacto indeseable. La DAP corresponde a una medida de valor basada en el supuesto de sustituibilidad de preferencias, por ejemplo entre un monto de dinero, restringido por el nivel de ingreso del individuo, y un cambio en la calidad o cantidad de un bien o servicio ambiental (Freeman, 2003). La DAP se define a partir de:  $u(m - DAP, Q_1, S, \epsilon) \geq u(m, Q_0, S, \epsilon)$ , donde  $u(\cdot)$  es la función de utilidad del consumidor,  $m$  es el nivel de ingreso,  $Q_0$  y  $Q_1$  son los niveles iniciales y finales de la variable ambiental,  $S$  es el vector de características no monetarias del consumidor (nivel de educación, sexo, edad, etc.) y  $\epsilon$  es el componente estocástico del consumidor que no es observable al investigador. La media de la DAP estimada mediante la aplicación de métodos de valoración ambiental es un indicador de utilidad en el diseño de políticas públicas, teniendo en cuenta que el contexto de decisión usualmente involucra disyuntivas donde los beneficios y costos ambientales constituyen información de relevancia.

### Fuente de los datos e información

Los datos correspondiente a medidas de bienestar fueron tomados de Zamora *et al.* (2012), Maldonado *et al.* (2013) e INVEMAR (2013b).

### Periodo reportado

El período de los datos primarios corresponde a 1997-2013. Los metadatos se expresaron en US\$ del 2000.

### Reporte o cálculo del indicador

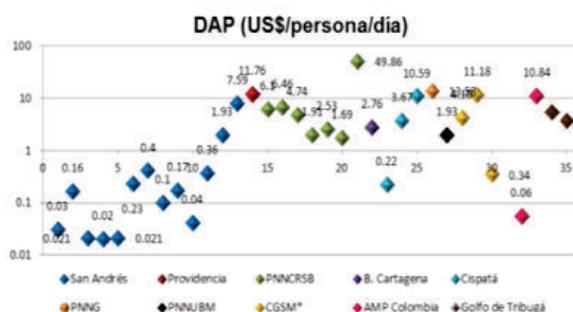


Figura 59. Disponibilidad a pagar (DAP: persona/día) por servicios ecosistémicos.



### Interpretación de los resultados

La Figura 59 muestra la DAP por persona/día en dólares internacionales de 2000 (usando la tasa de cambio ajustada por el factor de conversión de paridad de poder de compra, luego del ajuste inicial de datos a pesos colombianos contantes de 2000) por extensión en kilómetros cuadrados del área valorada de acuerdo al sitio costero e insular. Los datos indican la cantidad de dólares que un agente individual (habitante local o turista) está dispuesto a sacrificar por un incremento o mejora en servicios ecosistémicos brindados por un área con cierta extensión.

### Limitaciones del indicador

La información procede de datos heterogéneos y no de muestras en procesos sistemáticos de encuestas bajo la misma metodología. Lo anterior, debido a que la valoración económica generalmente responde a demandas específicas de estimaciones monetarias sobre servicios ambientales que son objeto potencial de políticas en sitios específicos. En este sentido, cada observación reportada obedece a particularidades en los objetivos y técnicas que deben ser revisadas con anterioridad el uso de la información, mediante la consulta de las fuentes originales. Este informe ha procurado la presentación de metadatos mediante la expresión de las medidas en la misma unidad monetaria, sin reflejar aun metadatos homogéneos desde el punto de vista de la consistencia del bien o servicio ambiental y de la medida de bienestar.

### Recomendaciones y alternativas de manejo

Las versiones posteriores de este indicador deben ampliar la base de estimaciones y sitios a reportar.





# Capítulo V

## ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN



COLOMBIA  
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
“José Benito Vives De Andrés” INVEMAR  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



## INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de recursos vitales para el aprovechamiento, bienestar y supervivencia de las futuras generaciones no puede ser asegurada sin saber qué especies tenemos, dónde habitan y en qué cantidad, así mismo, determinar cuáles son los ecosistemas marino-costeros presentes en el país. Estas preguntas simples son extremadamente difíciles y costosas de resolver en un país como Colombia, debido a su enorme riqueza biológica y geográfica. Los indicadores ambientales permiten simplificar la forma de dar a conocer esta información y en general el estado de los ambientes marinos, sin embargo en muchos casos no se cuenta con los datos necesarios para su estimación, debido a limitaciones en disponibilidad de datos ya que no se cuenta con bases de datos completas o las existentes presentan inconsistencias que generan incertidumbre científica para realizar cálculos o estimaciones, además de falta de técnicas implementadas para su monitoreo (Navarrete-Le Bas, 2011) a lo que se suma la reducida disponibilidad de recursos económicos para implementación de monitoreos. De tal forma se hace necesario hacer esfuerzos en la consolidación de la información existente sobre la diversidad marina de especies en el país, encaminados a proporcionar una herramienta de consulta útil y sencilla para los investigadores, tomadores de decisiones y público en general.

Debido a los nuevos ajustes en el Informe del Estado de los Recursos Marinos y Costeros en Colombia realizados desde el año 2012, el estado del conocimiento y análisis de los vacíos de información sobre ecosistemas y la biodiversidad marina y costera se realiza con la información secundaria publicada y disponible gracias a la colaboración de los autores de la misma. En caso de requerir consulta sobre el estado de conocimiento de los ecosistemas y la biodiversidad marina y costera se deberá remitir la versión del año 2011<sup>3</sup>.

En esta edición se hace especial énfasis en el conocimiento existente y avances sobre el ecosistema de playas y sobre el estado de conocimiento sobre las causas y factores de cambio de los ecosistemas, en particular los avances y logros que se tienen sobre el tema de cambio climático.

<sup>3</sup>[http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/IER\\_2011.pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/IER_2011.pdf)

## ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS EN EL AMBIENTE MARINO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

### ▼ Playas

En el año 2013 se realizó un estudio multidisciplinario con el objetivo de identificar ecosistemas marinos con potencial de restauración (INVEMAR-GEO, 2013a). Uno de los ecosistemas considerados fue el de playas, ya que son lugares importantes en el país por la función ecológica que cumplen, y por los servicios ecosistémicos que ofrecen a la zona costera, tales como: fuente de materiales para la construcción, control de la erosión costera, captura y purificación de agua, mantenimiento de la vida silvestre, secuestro de carbono, turismo, recreación, educación, investigación, entre otros.

Dentro de dicho estudio se identificaron un total de 253 playas en el Caribe colombiano, las cuales a partir de información secundaria fueron analizadas mediante una metodología anidada, en la cual se estimó la salud del ecosistema desde el punto de vista de su integridad ecológica mediante el uso de atributos ambientales. Posteriormente, se definió la viabilidad de la restauración mediante la identificación y evaluación de las problemáticas (tensores) causantes del deterioro del ecosistema, con respecto a la posibilidad de mitigarlos, finalmente se evaluó la demanda de servicios ecosistémicos sobre la playa, lo que permitió como último paso, priorizar las áreas identificadas (Figura 60).



**Figura 60.** Marco conceptual de la metodología usada para la identificación de playas con potencial de restauración en el Caribe colombiano.



A partir del análisis anidado, se seleccionaron 34 playas con potencial de restauración, las cuales se distribuyen entre los distintos departamentos del Caribe así: 3 playas en La Guajira, 6 en Magdalena, 3 en el Atlántico, 6 en Bolívar, 6 en Sucre, 5 en Córdoba, 3 en Antioquia y 2 en el Chocó. En el proceso se identificó que los departamentos que tienen una mayor cantidad de playas con necesidad de restauración son Magdalena, Bolívar y Sucre. Así mismo se encontró que a lo largo del Caribe colombiano existe un gran número de playas que presentan un alto atractivo turístico para la región. En general todos los departamentos costeros de esta región tienen zonas de playas, aunque están mejor desarrolladas en aquellos lugares donde no hay acantilados, es decir, donde la costa es baja. Varias de estas playas prestan importantes servicios ecosistémicos a la población costera y a las comunidades biológicas; sin embargo, muchos de estos servicios se han visto afectados por la actividad antrópica, entre los que son más frecuentes los relacionados con la actividad comercial y turística, donde se ha dado una construcción desmedida de estructuras de protección costera.

En las playas del Caribe colombiano se han desarrollado varios estudios a nivel paisajístico y turístico (Lopez-Olivares, 2011; Rangel *et al.*, 2013); sin embargo, pocos estudios han evaluado las playas desde un enfoque ecosistémico, ni se ha estimado el valor de los servicios que estas ofrecen y en muchos casos, no se han estudiado los impactos que han sufrido como consecuencia de las actividades humanas. Ya que para este estudio se utilizó información secundaria disponible, mucha de la cual no es reciente, se considera necesario realizar estudios que permitan conocer las principales funciones ecosistémicas de las playas, así como establecer indicadores ambientales que reflejen su estado actual. Estos deben incluir el nivel de prestación de servicios ecosistémicos en la zona, ya que esta información puede ayudar a generar herramientas de toma de decisión de tal forma que las autoridades ambientales puedan desarrollar estrategias adecuadas para la restauración, mantenimiento y conservación de estos ecosistemas a nivel nacional.

## ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE LAS CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS

### CAUSAS Y TENSORES INDIRECTOS

#### ▼ Cambio climático

El Cambio Climático se refiere a la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. La Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, en su Artículo 1o, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

En el año 2010, Colombia entrega a través de La Segunda Comunicación Nacional SCN de Colombia (2010) el más reciente informe de país a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC. En este informe se inventarían las fuentes y sumideros de gases efecto invernadero GEI, se identifican las principales oportunidades de reducción y captura para articularlos con las acciones desarrolladas en materia de mitigación a través de las políticas, planes, programas y proyectos de los diferentes sectores productivos del país, se muestra el análisis riguroso de las características físico-bióticas y socioeconómicas para determinar la alta vulnerabilidad de Colombia ante los efectos adversos del cambio climático con base en los principales cambios hidrometeorológicos relacionados con cambio climático, se exponen las acciones adelantadas en materia de adaptación y se trazan los objetivos y líneas estratégicas para disminuir el impacto y determinar las prioridades de acción como país. En los años sucesivos, para la zona costera e insular se continúa la generación de estudios y estrategias encaminadas a levantar información para mejorar la capacidad de decisión en cualquiera de los temas de mitigación, vulnerabilidad y adaptación al cambio climáticos en el país.

En materia de **mitigación**<sup>4</sup>, Colombia no tiene compromisos de reducción de emisiones y participa marginalmente en las emisiones de GEI (0,37% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> a 2004), pero no estamos excluidos de los efectos derivados del cambio climático (IDEAM, 2010b). Evaluaciones a nivel nacional (INVEMAR, 2003) han permitido posicionar a Colombia con una alta vulnerabilidad en sus costas continentales e insulares frente a los efectos de inundación progresiva, erosión e intrusión marina.

4. Mitigación: definida por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, como la intervención humana para reducir el forzamiento antropógeno del sistema climático, a través de estrategias encaminadas a reducir las fuentes y emisiones de gases efecto invernadero GEI y a potenciar los sumideros.



Desde hace cerca de 13 años el Invemar, genera información en el tema de **vulnerabilidad**<sup>5</sup> de las zonas costeras e insulares frente a los potenciales efectos del cambio climático global y en particular al rápido ascenso del nivel del mar (ANM). En los últimos años a partir de valoraciones de la vulnerabilidad a escala local de sectores se ha logrado la generación de información útil para la propuesta de lineamientos de adaptación más aterrizados a la problemáticas de paisaje, infraestructura, población y gobierno local, siendo el caso más avanzado el trabajo adelantado para la ciudad de Cartagena de Indias (INVEMAR, 2013). Esta ciudad se clasifican como críticas entre las ciudades costeras, y es prioritarios de intervención, al igual que el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el archipiélago de Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo.

Para la ciudad de Cartagena de Indias actualmente se trabaja en la Formulación del Plan de adaptación al cambio climático, incluyendo el análisis de vulnerabilidad y lineamientos de adaptación para el territorio insular correspondiente al archipiélago del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte. Un resultado importante del Plan de Adaptación son las siete estrategias propuestas: i) puertos e industrias compatibles con el clima; ii) sector turístico adaptado al cambio climático; iii) protección del patrimonio histórico; iv) barrios adaptados al cambio climático; v) educación y concientización; vi) adaptación basada en ecosistemas; vii) información y monitoreo para la adaptación. Estas estrategias, cuentan con fichas de proyectos para ser gestionados y ejecutados en el corto, mediano y largo plazo. Además, de la estrategia financiera para un horizonte de tiempo de 10 años y un marco operativo e institucional para promover la implementación del Plan por parte de las entidades competentes. En cuanto a los lineamientos de adaptación al cambio climático para las Islas, estos constituyen las bases para construcción del proceso adaptación integrada en la planificación territorial de la Ciudad y su socialización con los sectores económicos y actores sociales.

Para el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, desde el mediados del 2013, se adelanta la evaluación de la vulnerabilidad, abordada para la porción emergida del mismo, a una mayor escala que estudios antecesores sin perder de vista sus aportes y buscando a partir de la más reciente información secundaria la actualización del diagnóstico de los componentes físico, biótico y socioeconómico, como grupos de elementos expuestos a los efectos del cambio climático específico como lo es el ascenso del nivel medio del mar. Este estudio incluye a partir del análisis, la generación de la primera propuesta de lineamientos de adaptación al cambio climático para el departamento. La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina CORALINA mediante este estudio, pretende satisfacer una de sus importantes necesidades planteadas desde sus propios instrumentos de planificación con el apoyo de Invemar.

5. Vulnerabilidad definida por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC "como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos..." (IPCC, 2007).



En el tema de **adaptación**<sup>6</sup> en pro de la identificación temprana de las principales vulnerabilidades para enfrentarlas a tiempo, el avance está representado en las estrategias de incorporación del riesgo asociado al ANM en los esquemas e instrumentos de planificación de los entes territoriales departamentales y municipales, consideradas adecuadas frente a un escenario normativo y legislativo Nacional (Ley 388 de 1997; Conpes 3700) con miras a realizar un manejo integrado del riesgo, permitiendo partir de una posición relativamente avanzada aunque compleja, enfrentar las nuevas amenazas que impone el cambio climático global.

El proyecto “Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la implementación de prácticas locales de gestión integral del riesgo como medida de adaptación al cambio climático en la zona insular y costera del Caribe colombiano GIR-CC”, culmina con el aumento del cubrimiento geográfico de plataformas colectoras de datos climáticos, con sensores oceanográficos y meteorológicos, a través de la disposición dos nuevas estaciones una meteorológica ubicadas en el departamento de la Guajira y una meteo-oceanográfica ubicada en el departamento del Magdalena. A su vez y en el marco de la red de estaciones a la que entran a funcionar tales estaciones, el Invemar continua con el mantenimiento y administración del sistema de Observación Global para el Caribe Occidental, sistema instalado desde el 2009 como parte de la medida de adaptación nacional que a futuro busca fortalecer la estrategia regional CPACC (*Caribbean Planning for Adaptation to Climate Change*) red de 26 estaciones en Centroamérica e islas del Caribe. El sistema acopia y genera información meteo-oceanográfica para el público, incrementa la capacidad nacional para la toma y procesamiento de información que permita desarrollar, por vez primera, escenarios y modelos regionalizados de CC y ARNM para el Caribe colombiano.

Dentro de las acciones de fortalecimiento institucional, educación, divulgación y socialización, se continua, con la interacción interinstitucional con la Red de Centros de Investigación Marina, que desde el año 2009 tiene como principal foco de estudio temáticas relacionadas con el cambio climático global, y la cual se presenta como una estrategia de adaptación efectiva tendiente a la reducción de la incertidumbre asociada y con aplicación directa en las zonas marinas y costeras del país. Se mantiene el accionar de nodos regionales entre los que se tiene el Nodo Regional de Cambio Climático Caribe e Insular, que desde el 2013 ha avanzado en eventos de capacitación para fortalecimiento de capacidades y reuniones para el seguimiento y análisis. En el marco de este proceso se han priorizado una serie de proyectos, los cuales presentan avances en su gestión o implementación, entre estos se encuentran: i) la formulación e implementación del observatorio climático del Caribe colombiano, que se viene trabajando con el MADS y la WWF en la elaboración del perfil del proyecto para la posterior gestión de recursos financieros; ii) el diseño y construcción de casas bioclimáticas (zona seca y zonas de inundación), de los cuales se construyó modelos de viviendas en San Andrés Isla, Puerto Colombia (Atlántico) y Manaure (La Guajira) y que podrán ser replicadas en sitios vulnerables. Por otra parte, se ha aprovechado el espacio que se tiene en la herramienta web de cambio climático para mares y costas (CLIMARES) para visibilizar el Nodo y su plan de acción (<http://cambioclimatico.invemar.org.co/nodo-regional-caribe-e-insular>).

6. Vulnerabilidad definida por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC "como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos..." (IPCC, 2007).



El proceso de fortalecimiento de capacidades institucionales en materia de cambio climático para las zonas costeras e insulares del país en 2013, se ve fortalecido ya que el MADS desde la Dirección de Cambio Climático y el Invemar aunaron esfuerzos para determinar el tipo de información necesaria para desarrollar un análisis de vulnerabilidad a cambio climático y variabilidad climática a escalas 1:100.000 y la información mínima con la cual puede realizarse el análisis. Así mismo se identificó y recopiló (a nivel de metadato) la información digital que pudiera estar disponible en diferentes entidades (ejemplo: INVEMAR, DIMAR, IDEAM, CARs costeras, DANE y ANLA). También se Realizó un inventario de las estaciones o equipos instalados en las zonas costeras del país para medición de variables oceanográficas y meteorológicas, identificando tipo de variables, temporalidad en su adquisición, entidad a cargo del mantenimiento, disponibilidad de los datos o información que recoge. A partir de lo anterior se generó una propuesta de las variables que deberían medirse a corto y mediano plazo y su localización con una propuesta de RED de estaciones de monitoreo ambiental marino y costero, que incremente la capacidad del país en la toma de datos de variables oceanográficas y meteorológicas, como fortalecimiento a medidas de adaptación. Adicionalmente se montó el contenido de información antes citada en el sitio web de cambio climático para mares y costas (CLIMARES) en Colombia, garantizando igualmente su disponibilidad desde el portal de cambio climático nacional. Finalmente se desarrolló una herramienta de consulta de información en este sitio web, bajo estándares y protocolos establecidos desde el SIAC, para apoyo a análisis de vulnerabilidad al cambio climático. Los productos generados en el convenio corresponden al desarrollo de herramientas de consulta de información consistente en (<http://cambioclimatico.invemar.org.co/fortalecimiento-climares>): Mapa de actores, Catálogo de estaciones ambientales marinas y costeras, Módulo de consulta espacial de oferta de información en el tema de información histórica sobre registro de amenazas en la zona costera y actualización del geovisor “Geoclimares” de información cartográfica de estudios de cambio climático con la incorporación del capas generadas del análisis de vulnerabilidad del sector urbano del distrito de Santa Marta.



## LITERATURA CITADA

- Alcaldía de Turbo, U. de Antioquia y Capitanía de Puerto de Turbo. 2003. Caracterización y zonificación de los manglares el Golfo de Urabá, Departamento de Antioquia. Elite Apartadó. Apartadó, Antioquia. 80 p.
- Alonso, D., L.F. Ramírez, C. Segura-Quintero, P. Castillo-Torres, T. Walschburger y N. Arango. 2008. Hacia la construcción de un Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Inveimar, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN y The Nature Conservancy –TNC. Santa Marta, Colombia, 20 p.
- Alonso, D., P.C, Sierra - Correa, F. Arias – Isaza y M. Fontalvo. 2003. Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de las Zonas Costeras en Colombia, manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico. Serie de documentos Generales de INVEMAR No 12, 94 p.
- Andrade, C., Y. Thomas, N. A. Lerma, P. Durant y B. Anselme. 2013. Coastal flooding hazard related to swell events in Cartagena de Indias, Colombia. *Journal of Coastal Research*, 29: 1126 – 1136.
- Angermeier, P.L., y J.R. Karr. 1994. Biological integrity versus biological diversity as policy directives Protecting biotic resources. *BioScience* 44 (10): 690-697.
- Becker, M., B. Meyssignac, C. Letetret, W. Llovel, A. Caznave y T. Delcroix. 2012. Sea level variations at tropical Pacific islands since 1950. *Global and Planetary Change*, 80-81: 85-98.
- Birkeland, C. (Ed). 1997. Life and death of corals reefs. Chapman & Hall, Nueva York; 536 p.
- Blandon L., D. Márquez, J. López, M. Márquez. 2013a. Evaluación biológica de una fracción de la esponja marina *Topsentia ophiraphidites* del Caribe colombiano. *Rev. MVZ Córdoba* 18, (Supl), 3633-3641.
- Blandón L., M. Márquez, J. López, D. Márquez, A. Martínez. 2013b. Evaluación citotóxica de fracciones obtenidas de la esponja marina del Caribe colombiano *Topsentia ophiraphidites*. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*. 2, 1, 67-78.
- Botero, C., G. Anfuso, N. Rangel Buitrago y I. Correa. 2013. Coastal erosion monitoring in Colombia: overview and study cases on Caribbean and Pacific coasts. En: Cipriano, L. (Ed). *Coastal Erosion Monitoring: A network of regional observatories*. RESMAR, Regione Toscana. 247 p.
- Buddemeier, R.W., J.A. Kleypas y R.B. Aronson. 2004. Coral reefs and global climate change: potential contributions of climate change to stress on coral reefs ecosystems. 44p.
- Burke, L., K. Reytar, M. Spalding y A. Perry. 2011. Reef at Risk: revisited. World Resources Institute. Washington; 114 p.
- Campbell, D.E. 2000. Using energy systems theory to define, measure and interpret ecological integrity and ecosystem health. *Ecosystem Health* 6 (3): 181-204.
- Carricart-Ganivet JP, Merino M. 2001. Growth responses of the reef-building coral *Montastraea annularis* along a gradient of continental influence in the southern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 68(1):133-146.
- CARSUCRE- Corporación Autónoma Regional del Sucre. 2012. Información suministrada por la corporación.
- Castaño-Urbe, C. y R. Carrillo. Editores. 2002. Primera generación de Indicadores de Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Sistema de información ambiental de Colombia –SIAC-. Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAPI, INVEMAR, Embajada del Reino de los Países Bajos. Colombia.



- CDB. 1992. Convenio sobre diversidad biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. Río de Janeiro. Brasil.
- Cintrón-Molero, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. ROSTLAC UNESCO. Montevideo (Uruguay), 109 p.
- Colorado J., D. Muñoz, D. Márquez, M.E. Márquez, J. Lopez, O.P. Thomas, A. Martínez. 2013. Ulososides and urabosides - triterpenoid saponins from the Caribbean marine sponge *Ectyoplasia ferox*. *Molecules*, 18, 2598-2610.
- Consejo Municipal de Canalete. 2012. Plan de Desarrollo Municipal, 2012-2015 "Por la Senda de la Prosperidad". Córdoba, Canalete, Colombia: Concejo Municipal de Canalete, Departamento de Córdoba. 12 de Abril de 2012. 272 p.
- Consejo Municipal de Los Córdoba. 2008. Plan de Desarrollo Municipal, 2008-2012. Acuerdo No. 010 de 2008. "¡Por mi pueblo! Los córdobas en buenas manos". Córdoba, Los córdobas, Colombia: Concejo Municipal de Los córdobas. Departamento de Córdoba. Junio de 2008. 207 p.
- Consejo Municipal de Puerto Escondido. 2008. Plan de Desarrollo Municipal "Progreso con Justicia Social". 2008 – 2012. Córdoba, Puerto Escondido, Colombia: Concejo municipal de Puerto Escondido, Departamento de Córdoba. 143 p.
- Consejo Municipal de San Antero. 2012. Plan de Desarrollo Municipal "Haciendo de San Antero el Mejor Lugar de Colombia" 2012-2015. Córdoba, San Antero, Colombia: Consejo Municipal de San Antero, Departamento de Córdoba. 211 p.
- Cooper, A. y O. Pilkey. 2012. *Pitfalls of Shoreline Stabilization: Selected Case Studies*. Springer. Amsterdam. 180 p.
- Cooper, J.A.G. y O.H. Pilkey. 2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. *Global and Planetary Change*, 43: 157-171.
- CORMAGDALENA- Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena. 2007. Formulación del Plan de Manejo de la Cuenca del Río Magdalena – Cauca, Segunda Fase. Barrancabermeja. 297 p.
- CORPAMAG- Corporación Autónoma Regional del Magdalena. 2012. Información suministrada por la corporación.
- CORPOGUAJIRA- Corporación Autónoma Regional de La Guajira. 2012. Información suministrada por la corporación.
- CORPONARIÑO, WWF, RECOMPAS, ASOCOETNAR, MAVDT. 2010. Caracterización, diagnóstico y zonificación de los manglares en el Departamento de Nariño. Documento Síntesis. El Bando Creativo, Bogotá D.C. 64 p.
- CORPOURABA- Corporación para el desarrollo sostenible del Urabá. 2012. Información suministrada por la corporación.
- Correa, H., B. Haltli, C. Duque, R. Kerr. 2013. Bacterial communities of the gorgonian octocoral *Pseudopterogorgia elisabethae*. *Microb Ecol.* 66, 972-985.
- Correa, H., P. Zorro, C. Arévalo-Ferro, M. Puyana, C. Duque. 2012. Possible ecological role of pseudopterogins G and P-U and seco-pseudopterogins J and J from the gorgonian *Pseudopterogorgia elisabethae* from Providencia Island (Sw Caribbean) in regulating microbial surface communities *J. Chem. Ecol.* 38, 9, 1190-1202.



- Correa, I. D. y R. Morton. 2006. Coasts of Colombia. Website: <http://coastal.er.usgs.gov/coastal-colombia>, consultado el 02/02/2014.
- Correa, I.D. y J.J. Restrepo. 2002. Geología y oceanografía del delta del río San Juan, litoral Pacífico colombiano. Medellín, 221 p.
- Correa, I.D., J., Alcantara-Carrio y D.A. Gonzalez. 2005. Historical and recent shore erosion along the Colombian Caribbean coast. *Journal of Coastal Research*, SI49: 52-57.
- Crist, P. & B. Csuti. 2007. Gap Analysis. 151-157. En: Scott, J.M. (Ed.). *A Handbook for Conducting Gap Analysis*. Gap Analysis Program, USGS, University of Idaho, Moscow, ID. 221 p.
- Cuadrado-Silva T., L. Castellanos, C. Arévalo-Ferro, O.E. Osorno. 2013. Detection of quorum sensing systems of bacteria isolated from fouled marine organisms. *Biochemical Systematics and Ecology*, 46, 101-107.
- CVS- Coporación autónoma del Valle del Sinú e INVEMAR- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. 2010. Plan integral de manejo (DMI) bahía de Cispatá- La Balsa- Tinajones y sectores aledaños del delta estuarino del río Sinú, departamento de Córdoba. Editores: Rojas, G.X. y P. Sierra-Correa. Serie de Publicaciones especiales No. 18 de INVEMAR. Santa Marta. 141 p.
- CVS- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge. 2012. Información suministrada por la corporación.
- DANE-Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2010. Colombia. Proyecciones de población departamentales por área. 2005 – 2020. Fecha de actualización de la serie: miércoles 29 de diciembre de 2010.
- DANE-Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2011. Censo General 2005. Información básica. <http://www.dane.gov.co.02/12/13>.
- DANE-Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2013. Colombia. Estimación y Proyección de población nacional, departamental y municipal por área 1985-2020. <http://www.dane.gov.co/index.php/es/poblacion-y-registros-vitales/proyecciones-y-series-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion.01-12-2013>.
- Day, J. y A. Yañez-Arancibia. 1982. Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. *OEA-Sría. Gral. Ciencia Interamericana (Mar. Sci.)*, 22 (1-2): 11-26.
- Del Rio, L., F.J. Gracia y J. Benavente. 2013. Shoreline change patterns in Sandy coasts. A Case study in SW Spain. *Geomorphology* 196: 252-266.
- 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-Angel, F. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR. Serie publicaciones especiales, No. 5. Santa Marta; 176 p.
- Díaz-Pulido G. y J. Garzón-Ferreira. 2002. Seasonality in angal assemblages on upwelling-influenced coral reefs in the Colombian Caribbean. *Botánica Marina* 45: 284-292.
- Díaz-Pulido, G., J.A. Sánchez, S. Zea, J. M. Díaz, & J. Garzón. 2004. Esquemas de distribución espacial en la comunidad bentónica de arrecifes coralinos continentales y oceánicos del Caribe Colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 28(108), 337-347.
- DIRPEN -Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización. 2011. Encuesta Ambiental Industrial 2009. Bogotá. 317 p.



- DNP. 2007. 2019 Visión Colombia II Centenario. Aprovechar el territorio marino Costero en forma eficiente y sostenible. Dirección Nacional Marítima DIMAR Departamento Nacional Planeación DNP, Bogotá, Colombia. 101 p.
- DNP. 2011. Plan Nacional de Desarrollo. Prosperidad para todos. Departamento Nacional Planeación DNP, Bogotá, Colombia. 541 p.
- Dudley, N and J. Parish. 2006. Closing the gap-creating ecologically representative protected area systems: A guide to conducting the gap assessments of protected area systems for the convention on biological diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical Series No24, Montreal. 114 p.
- Duque, C., E. Tello, L. Castellanos, M. Fernández, C. Arévalo-Ferro. 2013. Bacterial Sensors in Microfouling Assays, State of the Art in Biosensors - Environmental and Medical Applications, Dr. Toonika Rincken (Ed.), InTech. 78 p.
- Ellison, J.C. 1998. Impacts of Sediment Burial on Mangroves. *Marine Pollution Bulletin*. 37 (8-12): 420-426.
- Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 50. 68 p.
- Eslava, J. 1994. Climatología del Pacífico colombiano. Academia colombiana de ciencias geofísicas. ACCG. Colección Eratóstenes. Bogotá, 79 p.
- Estrada, N., J. López, D. Márquez, A. Martínez, M. Márquez. 2013. Evaluación citotóxica de fracciones de esponjas marinas del Caribe colombiano *Amphimedon compressa*, *Cinachyrella kuekenthali*, *Svenzea zeai* e *Ircinia campana*. *Revista Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*. 2, 1, 35-51.
- Fabricius, K.E. 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50: 125–146.
- Field, C. 1997. La restauración de ecosistemas de manglar. Organización Internacional de Maderas tropicales-OIMT, Sociedad Internacional para los Ecosistemas de manglar. ISME. Managua. 211 p.
- Freeman, A.M., III. 2003. *The Measurement of Environmental and Resource Values: theory and Methods*. Washington, DC: Resources for the Future. 491 p.
- Galeano, E., A. Martínez, O. Thomas, S. Robledo, D. Muñoz. 2012. Antiparasitic bromotyrosine derivatives from the Caribbean marine sponge *Aiolochoxia crassa*. *Quím. Nova*. 35, 6, 1189-1193.
- Garay, J *et al.* 2004. Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación al Mar- PNICM. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”- INVEMAR. Santa Marta. 110 p.
- Garay, J. y Vélez A.M. 2004. Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación al Mar – PNICM. INVEMAR. Santa Marta. 110 p.
- Garay, J., B. Marín y A.M. Vélez. 2001. Contaminación Marino-Costera en Colombia. 101-127. En: INVEMAR. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia. 2001. (Serie de Publicaciones Periódicas No. 8). Santa Marta. 178 p.
- Garay-Tinoco, J.A., D.I. Gómez-López and J. R. Ortíz- Galvis (Eds). 2006. Integral diagnosis on the biophysical and socioeconomic impact related to the effect of pollution from land based activities on the pacific coastal zone Tumaco bay, Colombia and basic guidelines for a management plan. Project of the United Nations Environment



- Programme (UNEP), The Global Plan Of Action (GPA), and The South Pacific Permanent Commission (SPC). The Institute of Marine and Coastal Research "Jose Benito Vives De Andreis" - INVEMAR, Pacific Pollution Control Centre - CCCP, The Regional Autonomous Corporation Of Nariño - CORPONARIÑO, Santa Marta, 290 p.
- García, S. y L. Le Reste. 1981. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones pendidos costeros. FAO. Roma, 180 p.
- Gesamp, 2001. A sea of troubles. IMO/FAO/UNESCO-IOC/ WMO/WHO/IAEA/UN/UNEO Joint Group of Experts on the scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). Reports and Studies No. 70. 35 p.
- Gil-Torres, W., G. Fonseca, J. Restrepo, P. Figueroa, L. Gutiérrez, G. Gómez, P. C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, A. López y C. Segura-Quintero. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira. 283 p. + 2 anexos.
- Gil-Torres, W.O., y Ulloa – Delgado, G.A. 2001. Caracterización, Diagnostico y Zonificación de los manglares del departamento de Córdoba. Sincelejo, 220 p.
- Girón, A., F. Rico-Mejía., M. Rueda. 2010. Evaluación experimental de dispositivos excluidores de fauna acompañante en redes de arrastre para camarón de aguas someras en el Pacífico colombiano.
- Gochfeld, D. J., Schlöder, C., Thacker, R. W. 2007. Sponge community structure and disease prevalence on coral reefs in Bocas del Toro, Panama. *Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability*. 335-343.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1992. Taming the Wilderness Myth. *Bioscience* 42: 271-279.
- Gornitz, V.M. 1990. Vulnerability of the East coast, USA to future sea level rise. *Journal of Coastal Research*, SI 9: 201-237.
- Gornitz, V.M., R.C. Daniels, T.W. White y K.R. Birdwell, K. 1994. The development of a coastal risk assessment database: Vulnerability to sea-level rise in the U.S. Southeast. En: Fink, C.W. (Ed) *Coastal hazards: Perception, susceptibility and mitigation*. *Journal of Coastal Research*, SI 12: 327-338.
- Groves, C. B., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval y B. Runnels. 2000. Diseño de una geografía de la esperanza: manual para la planificación de la conservación ecorregional. The Nature Conservancy, Vol. I y II, Segunda Edición. Arlington, Estados Unidos. 215 p.
- Guevara-Mancera, O. A., H. Sánchez-Páez, G.O. Murcia-Orjuela, H.E. Bravo-Pazmiño, F. Pinto-Nolla y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Pacífico colombiano, En: Sánchez-Páez, H., O.A. Guevara-Mancera y R. Álvarez-León (Eds.) *Proy. PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia*, MINAMBIENTE / ACOFORE / OIMT. Santafé de Bogotá D.C. (Colombia).
- Harbitz, C.B., S. Glimsdal, S. Bazin, N. Zamora, F. Løvholt, H. Bungum, H. Smebye, P. Gauer y O. Kjekstad. 2012. Tsunami hazard in the Caribbean: Regional exposure derived from credible worst case scenarios. *Continental Shelf Research* 38:1-23.
- Herazo, C. y Torres, A. 2006. Análisis de la Composición y abundancia de la Ictiofauna presente en la Pesca de camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*) en el Golfo del Morrosquillo. Caribe colombiano. *Revista MVZ. Montería*. 61p.
- Hobbs, R. J., y D. A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4: 93-110.



- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Mar. Freshwater Res.*, 50: 839-866.
- Hoegh-Guldberg, O. 2004. Coral reefs in a century of rapid environmental change. *Symbiosis*, 37, 1-31.
- Hoyos, N., J. Escobar, J.C. Restrepo, A.M. Arango y J.C. Ortiz. 2013. *Applied Geography*, 39:16- 25.
- Huges T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265: 1547-1551.
- Ibarra, K.P., C.A. Villamil, E.A. Viloría, D. Vega, P.A. Bautista, B.C. Cadavid, J.P. Parra, L.F. Espinosa, M.C. Gómez, C.M. Agudelo, L.V. Perdomo, D. Mármol y M. Rueda. 2013. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR. Informe técnico final 2012. Santa Marta. 130 p.+ anexos.
- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá DC, 276 p. +37 hojas cartográficas
- IDEAM. 2010a. Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá D.C. 409p.
- IDEAM. 2010b. Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Bogotá D.C.
- IDEAM. 2012a. Boletín informativo sobre el monitoreo de los Fenómenos de variabilidad climática "El Niño" y "La Niña". Boletín No.41. 6 p.
- IDEAM. 2012b. Información hidrológica en 26 estaciones ubicadas en los litorales Pacífico y Caribe colombiano. Series históricas a escala mensual. Formato digital. Bogotá: IDEAM, Colombia.
- IGAC- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2002. Atlas de Colombia. 5 ed. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Imprenta Nacional, Bogotá. 320 p.
- INGEOMINAS. 1998. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Pacífico colombiano. Publicación geológica especial # 21. Bogotá, 111 p.
- INVEMAR – TNC – CI – UAESPNN. 2009. Informe Técnico: Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano. Alonso, D., Ramírez, L. F., Segura- Quintero, C., Castillo-Torres, P., Díaz, J.M., Walschburger, T. y N. Arango. Serie de Documentos Generales No. 41. Santa Marta. 106 p. + anexos
- INVEMAR y CVC. 2007. Monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada con énfasis en las aves y especies de importancia económica (Cangrejo azul y Piangua). Informe técnico final. Buenaventura, Colombia. 145 p.
- INVEMAR y CVS. 2012. Lineamientos de manejo integrado de la unidad ambiental costera estuarina río Sinú-golfo de Morrosquillo. Editores: Hénandez-Ortiz, M., A.P. Zamora-Bornachera, A. López-Rodríguez. Serie de documentos generales INVEMAR No 53. Santa Marta. 79 p.+ 4 anexos.
- INVEMAR y MADS. 2011. Desarrollo de Fundamentos para el Fortalecimiento de los Parámetros y los Límites Permisibles de los Vertimientos Puntuales a las Aguas Marinas en Colombia. Informe Final. Santa Marta. 189 p.



- INVEVAR, CARSUCRE, CVS. 2002. Formulación del plan de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera Estuarina del río Sinú y golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. Fase I Caracterización y Diagnóstico. Santa Marta. 5 tomos.
- INVEVAR. 2002. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: 2000. Serie Documentos Generales No. 3. Santa Marta. 292 p.
- INVEVAR. 2003. Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. Programa para la Investigación Marina y Costera – GEZ. Invevar. Vides, M.P., ed. Santa Marta, Colombia. p. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD Atlas digital.
- INVEVAR. 2005. Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento del Atlántico, Caribe colombiano. Informe Final. Editado por: A. López y P. C. Sierra-Correa. INVEVAR – CRA. Santa Marta. 191 p. + 5 anexos.
- INVEVAR. 2007. Ordenamiento Ambiental de la Zona Costera del Departamento del Atlántico. Informe Final. Editado por: A. López. INVEVAR – CRA. Santa Marta. 588 p. + cartografía anexa.
- INVEVAR. 2009. Hoja Metodológica Indicador Extensión de Bosque de Manglar. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEVAR. Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 9 p.
- INVEVAR. 2010. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2009. Serie Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 319 p.
- INVEVAR. 2011. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia. Año 2010. Serie de Publicaciones Periódicas No 8. Santa Marta, 322 p.
- INVEVAR. 2012a. Evaluación de recursos pesqueros clave y medidas de manejo sugeridas para el Comité Ejecutivo de la Pesca. Concepto Técnico (CPT-VAR 031-12). Santa Marta, 73 p.
- INVEVAR. 2012b. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 203 p.
- INVEVAR. 2013a. Elementos técnicos y generación de capacidad para el ordenamiento y manejo de los espacios y recursos marinos, costeros e insulares de Colombia. Código: ACT-VAR-001-013. Convenio MADS-INVEVAR No. 57. Informe técnico. Santa Marta. 547 p.
- INVEVAR. 2013b. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2012. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 169 p.
- INVEVAR. 2013c. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Base de datos. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. <http://www.invevar.org.co/siam/redcam>. 10/07/2013
- INVEVAR. 2013d. Sistema de Soporte de Decisiones para el Subsistema de Areas Marinas Protegidas. Versión 1.0. Consultado en <http://gis.invevar.org.co/ssdsamp/>. 27/02/2014
- INVEVAR. 2013e. Valoración económica del servicio recreacional en el Golfo de Tribugá, departamento del Chocó- Pacífico colombiano. Informe Final. Santa Marta. 43 p.



INVEMAR. 2014. 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 – REDCAM. <http://www.inveamar.org.co/siam/redcam>. 21/01/2014.

INVEMAR-GEO. 2013a. Proyecto BPIN: Caracterización geológica, geomorfológica y oceanográfica del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRSB), Caribe colombiano, con énfasis en los procesos de erosión y sedimentación – Fase II. Informe técnico. Santa Marta. 113 p. + anexos.

INVEMAR-GEO. 2013b. Proyecto BPIN: Vulnerabilidad por erosión costera Departamento del Cauca. Informe técnico. Santa Marta. 136 p.

INVEMAR-GEO. 2013c. Proyecto BPIN: Vulnerabilidad por erosión costera Departamento del Cauca. Informe técnico. Santa Marta. 136 p.

INVEMAR-GEO. 2013c. Proyecto BPIN: Vulnerabilidad por erosión costera en las Islas de Providencia y Santa Catalina. Informe técnico. Santa Marta. 110 p.

INVEMAR-MADS-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. Editores: Rojas, G. X., J. Blanco y F. Navarrete. Cartagena. Serie de documentos especiales del Inveamar N° 55, 40 p.

INVEMAR-MCS, 2013. Caracterización biológica, hidroacústica y oceanográfica de la columna de agua en el área de régimen común con el fin de generar el levantamiento de información de línea base ambiental para la elaboración del plan de manejo ambiental del proyecto de sismica 2d del área de régimen común Colombia - Jamaica. Informe técnico. Santa Marta. 105 p.

Jevrejeva, S., J.C. Moore y A. Grinsted. 2012. Sea level projections to AD2500 with a new generation of climate change scenarios. *Global and Planetary Change*, 80-81: 14-20.

Karr J.R. 1991. Biology Integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological application* 1(1): 66-84.

Karr, J.R. y I.J. Dudley. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Envir. Manage.* 5: 55–68.

Komar, P.D., 2000. Coastal erosion – underlying factors and human impacts. *Shore & Beach* 68 (1): 3–16.

Leseur, P., G. Vernet. 1979. Evolution morphologique et sédimentologique de la flèche littoral du Laguïto (baie de Cartagena – Colombia). *Bulletin Institut de geologie du bassin Dáquitaine*. 23: 127 - 145.

Lesser, M. P., Bythell, J. C., Gates, R. D., Johnstone, R. W. & Hoegh-Guldberg, O. (2007). Are infectious diseases really killing corals? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 346(1), 36-44.

Lindig-Cisneros, R. y J.B. Zedler. 2000. Restoring Urban Habitats, a Comparative Study. *Ecological Restoration* 18: 185-194.

López Rodríguez, A., M. García, P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, I. Machacón, J. Lasso, O. Bent, A. Mitchel, C. Segura, S. Nieto, J. Espriella. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Serie de documentos generales No. 30. 117 p. + 2 anexos.

López Rodríguez, A., P.C. Sierra-Correa, J.C. Rodríguez Peláez, M. Hernández-Ortiz, C. Muñoz, C. Satizabal, J. Zamudio, G. Almario, J. Bolaños, y L.M. Prieto. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de documentos generales INVEMAR No. 34. 197 p. + 2 anexos



- López-Olivares, D. 2011. Una aproximación al estado ambiental de carácter integrado de las playas turísticas del Caribe Medio Colombiano. Rev. Investigaciones Turísticas. N° 1, enero-junio: 51-68.
- MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). 2013. Decreto 1120 de 2013.
- Maldonado, J., R. Moreno-Sánchez, T. Zárate, C. Barrera, R. Cuervo, C. Gutierrez, A. Montañez, M. Rubio. 2013. Valoración económica del subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia: un análisis para formuladores de política desde un enfoque multi-servicios y multi-agentes. Serie de Documentos Cede 2013-52. ISSN 1657-7191 Edición electrónica. 23, 65 p.
- Manjarrés L., L. Duarte, J. Altamar, F. Escobar, C. García y F. Cuello. 2008. Efectos del uso de dispositivos reductores de pesca acompañante en la pesquería de camarón del Mar Caribe de Colombia. Rev. Ciencias Marinas. 34 (2): 223-238.
- Margules, C. y R. Pressey. 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. Informe Técnico Final de Proyecto. INVEMAR/COLCIENCIAS. Santa Marta. 45 p.
- Martínez M.A., B.C. Diaz, G.S. Navarro, E.A. Lara, R.J. Colorado, G.L. Atehortua. 2012. Activity of sulfated polysaccharides from microalgae *Porphyridium cruentum* over degenerative mechanisms of the skin. International Journal of Science and Advanced Technology. 2, 8, 85-92.
- Martinez, J.O., O.H., Pilkey y W.J. Neal. 1990. Rapid formation of large coastal sand bodies after emplacement of Magdalena river jetties, northern Colombia. Environmental Geology and Water Science, 16: 187-194.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2007a. Resolución 026 del 2007.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2007b. Resolución 051 del 2007.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2009. Resolución 2168 del 2009.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2010. Resolución 0619 del 2010.
- Millán, S., D. Alonso, M. Bastidas, A. Campuzano, L. Chasqui, C. García, D. Morales, M. Ocampo, N. Rangel, D. Roza, M. Vides y C. Villamil. 2013. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000: proceso metodológico para el medio marino. PP. En: Libro de Resúmenes del XV Seminario Nacional en Ciencias y Tecnologías del Mar (Senalmar). Pág. 113. Cartagena, Colombia.
- Millar, R.B y R.J Freyr. 1999. Estimating the size-selection curves of tossed gears, traps, net and hooks.
- Mindesarrollo – Ministerio de Desarrollo económico 2000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS-2000. Sección II, Título E. Tratamiento de Aguas Residuales. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá. 144 p.
- MinSalud - 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 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 61 p.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2001. Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Santa Fé de Bogotá, D.C. 81 p.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2002a. Resolución 0721 del 2002.



- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2002b. Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Dirección General de Ecosistemas. 59 p.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente)-IIAP (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico). 2001. La situación del manglar.
- Moreno, E. y Nieto. 2011. Zonificación de áreas de manglar. [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/ecosistemas/biodiversidad/080811\\_zonificaci%C3%B3n\\_manglares.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/ecosistemas/biodiversidad/080811_zonificaci%C3%B3n_manglares.pdf). 29/12/2013.
- Navarrete-Le Bas, F. 2011. Propuesta sobre estructura y contenidos del IEARMC. Informe Final. 50 p.
- NRC (National Research Council). 1995. Wetlands: Characteristics and Boundaries. National Academic Press. Washington D.C., EE.UU.
- Ortiz, J.C. 2012. Exposure of the Colombian Caribbean coast, including San Andrés Island, to tropical storms and hurricanes, 1900-2010. *Natural Hazards*, 61: 815-827.
- Ortiz, J.C., L. Otero, J.C. Restrepo, J. Ruiz y M. Cadena M. 2013. Cold fronts in the Colombian Caribbean Sea and their relationship to extreme wave events. *Natural Hazards* 13: 2797-2804.
- Page, W., H. Duque-Caro y J. Cuellar. General geology, geomorphology and neotectonic of northwestern Colombia (Southeastern Caribbean Bordenland) 1-40, En: 10 Conferencia Geológica del Caribe, Cartagena, Agosto 20-24, 1983. Cartagena – Colombia.
- Páramo, J. y U. Saint-Paul. 2010. Morphological differentiation of southern pinkshrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquatic Living Resources*, 23: 95–101.
- Páramo, J., N. Correa y E. Egurrola. 2006. Dinámica de la pesquería del camarón de aguas someras (*Farfantepenaeus notialis*) (Pérez Farfante, 1967), en el Caribe colombiano. Informe Final Proyecto Valoración biológico-pesquera y ecológica de la pesca industrial de arrastre camarero e impacto de la introducción de dispositivos reductores de fauna acompañante, en el Mar Caribe colombiano. Universidad del Magdalena. Santa Marta, 20 p.
- Parrish, J.D., D.P. Braun y R. S. Unnasch. 2003. Are we conserving what say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53 (9): 851-860.
- Pliscoff, P. y T. Fuentes. 2008. Análisis de representatividad ecosistémica de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile. Informe Final. PDF B Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile.
- Posada B., M.C. Díaz, R. Navas, A.M. Batista-Morales, L. J. Vivas-Aguas, S. Narváez, L.V. Perdomo, C.A. Villamil, A.M. Orjuela, D.I. Gómez-López, J. C. Vega-Sequeda. 2012. Estado del ambiente abiótico, calidad de aguas y biodiversidad marina: indicadores de estado. 27-77. En: Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2011. Serie de publicaciones periódicas No. 8. Santa Marta, 203 p.
- Posada, B. O., D. Morales-G. y W. Henao P. 2011. Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano, INVEMAR. Serie de Publicaciones Especiales No. 24. 112 p.
- Posada, B.O. y W. Henao P. 2008. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta, 200 p.



- Posada, B.O., W. Henao y G. Guzmán. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, 148 p.
- Rangel, N y B.O. Posada. En prensa. Determinación de la vulnerabilidad y el riesgo costero mediante la aplicación de herramientas SIG y métodos multicriterio en la línea de costa, Caribe colombiano. Revista Intrópica.
- Rangel, N. y G. Anfuso. 2009. Medium-term evolution and vulnerability of a littoral sector of the Colombia Caribbean Sea. *Comptes Rendus de l’Académie Bulgare des Sciences*, 62: 1131 – 1140.
- Rangel, N. y G. Anfuso. 2013. Winter wave climate, storms and regional cycles: the SW Spanish Atlantic coast. *International Journal of Climatology*, 33: 2142 - 2156.
- Rangel, N., I.D. Correa, G. Anfuso, A. Ergin y A.T. Williams. 2013. Assessing and managing scenery of the Caribbean Coast of Colombia. *Tourism Management*, 35:41-58.
- Reina E., F. A. Ramos, L. Castellanos, M. Aragón , L.F. Ospina. 2013. Anti-inflammatory R-prostaglandins from Caribbean Colombian soft coral *Plexaura homomalla*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 65: 1643 -1652.
- Restrepo, J. 2006. Aporte de los caudales de los ríos Baudó, San Juan, Patía y Mira a la cuenca Pacífica Colombiana. *Boletín Científico CCCP*, (13): 17-32.
- Restrepo, J. D. Zapata, P. Díaz, J. Garzón- Ferreira, J. García, C. Restrepo, J. 2005. Aportes Fluviales al Mar Caribe y Evaluación Preliminar del Impacto sobre los Ecosistemas Costeros. 189-215. En: Restrepo J. D. Los Sedimentos del Río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental. Universidad de EAFIT. Medellín. 189-215.
- Restrepo, J.C., J.C. Ortiz, J. Pierini, K. Schrottke, M. Maza, L. Otero y J Aguirre. Freshwater discharge into the Caribbean Sea from the rivers of Northwestern South America (Colombia): Magnitude, variability and recent changes. *Journal of Hydrology*, 509:266-281.
- Restrepo, J.C., L. Otero, Casas C., Henao, A. y J. Gutierrez. 2012. Shoreline changes between 1954 and 2007 in the marine protected area of the Rosario Island Archipelago (Caribbean of Colombia). *Ocean & Coastal Management*, 69: 133 – 142.
- Reviews in fish biology and fisheries, 9: 89-116.
- 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. Contrato 429-97 Minambiente/INVEMAR/COLCIENCIAS/University of Louisiana at Lafayette/Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis”. Santa Marta. 244 p.
- Rodríguez-Peláez J.C., A. López-Rodríguez, P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz G. Almario, L.M: Prieto, J. Bolaños y H. Martínez. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Guapi, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de documentos generales INVEMAR No 33. 149 p. + 2 anexos.
- Rueda, M., A. Rodríguez, J. Gómez, M. Santos, J. López, D. Bustos, J. Víaña, A. Galeano, A. Girón, M. Bastidas, C. Ricaurte, D. Romero y J. Correa. 2014. Prospección pesquera en el Caribe continental y océano Pacífico de recursos pelágicos y aportes a la maricultura de pepino de mar en el Caribe colombiano (Etapa I – 2013). Convenio No. 0038-2013 AUNAP-INVEMAR. Santa Marta. 205 p.
- Rueda, M., J.A. 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. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” - INVEMAR. Santa Marta. 60 p. (Contribución del INVEMAR No. 952). ISBN: 958- 97349-7-9.



- Ruiz, C., K. Valderrama, S. Zea, L. Castellanos. 2013. Mariculture and natural production of the antitumoural (+)-discodermolide by the Caribbean marine sponge *Discodermia dissoluta*. *Mar Biotechnol* 15: 571-583.
- Samboni, N., Y. Carvajal y J. C. Escobar. 2007. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación* 27 (003): 172-181.
- Sánchez-Páez H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A.S. Sánchez-Alfárez, J.C. Pino-Renjifo, I. García-Hansen y M.T. Acosta-Peñaloza. 1997. Diagnostico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. *Proy. PD 171/91 Rev.2 (F) Fase I. Conservación y Manejo Para el Uso Múltiple de los Manglares de Colombia*, MinAmbiente/OIMT. Santafé de Bogotá D. C. (Colombia), 511 p.
- Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León., W. Gil-Torres, A. Sánchez-Alfárez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Páez-Parra. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe colombiano. *Proyecto PD/171/91 Rev 2 (F) fase II. Etapa II*. MinAmbiente, Acofore, OIMT. Santa Fé de Bogotá, 294 p.
- Sánchez-Páez, H., G.A., Ulloa-Delgado y H.A. Tavera-Escobar. 2004. Manejo integral de los manglares por comunidades locales, Caribe de Colombia. *Proyecto PD 60/01 REV.1 (F): Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia*. MAVDT/ CONIF/OIMT, Bogotá. 335 p.
- Santacruz, H.. 1989. Contribución al estudio biológico pesquero de la fauna íctica acompañante de camarón. *Mar Caribe colombiano*. Trabajo de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Santos-Acevedo, M., C. Puentes, K. Carreño, J. Gómez León, M. Stupak, M. García, M. Pérez, G. Blustein. 2013. Antifouling paints based on marine natural products from Colombian Caribbean. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 83: 97 - 104.
- Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1998. Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. *FAO Fish. Tech. Pap.* 368, Rome, 176 p.
- Sierra-Correa, P.C. Sánchez, A.; López Rodríguez, A.; Rodríguez Peláez, J.C.; Muñoz, C.; Satizabal, C.; Moreno, A.; Almarío, G.; Bedoya, F.Hernández-Ortiz, M.; Bolaños, J.; y L.M. Prieto. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). *Serie de documentos generales INVEMAR No 32*. 198 p. + 2 anexos
- Solano, O.D., C. Ruiz, C. Villamil, C. García, D. Vega, F. Cortés, F. Herrera y H.F. Sáenz. 2009. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaica estuarina del río Sinú (Noviembre 2000 a Diciembre de 2009). *INVEMAR. Informe Final, Fase XII, Noveno año, para la empresa Urrá S.A. E.S.P., Santa Marta*.
- Spalding, M.D., C. Ravillious y E.P.Green. 2001. *World atlas of coral reefs*. Univ. California Press, Berkeley, USA; 424 p.
- SSPD-Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios. 2009b. *Sistema de Alcantarillado en Colombia: Visión del Servicio Público*. Bogotá, 109 p.
- Steer, R., F. Arias, A. Ramos, P. Aguirre, P. Sierra & D. Alonso. 1997. Documento preliminary de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. Documento de consultoría, Ministerio del Medio Ambiente. 413 p. Documento inédito.
- SUI– Sistema Único de Información. 2012. Reporte por Servicios. Reporte de Alcantarillado. Consulta de Información de Alcantarillado. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Disponible en: [http://reportes.sui.gov.co/reportes/SUI\\_ReporteAlcantarillado.htm](http://reportes.sui.gov.co/reportes/SUI_ReporteAlcantarillado.htm). 20/10/2012.



Supertransporte-Superintendencia de Puertos y Transportes, 2008. Estadísticas. Informes Consolidados. 2008. [http://www.supertransporte.gov.co/super/index.php?option=com\\_content&view=article&id=580&Itemid=456&lang=es](http://www.supertransporte.gov.co/super/index.php?option=com_content&view=article&id=580&Itemid=456&lang=es). 30/11/2013

Tejada, C., L. Castro, A. Navarrete, T. Cardona, L. Otero, F. Afanador, A. Mogollón y W. Pedroza. 2003. Panorama de la contaminación marina del Pacífico colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. DIMAR. Serie Publicaciones Especiales Vol. 3. San Andrés de Tumaco, 120 p.

Tello E., L. Castellanos, C. Duque. 2013. Synthesis of cembranoid analogues and evaluation of their potential as quorum sensing inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 21: 242-256.

Töpfer, K. 2003. Conventions and Coral Reefs. UNEP Coral Reef Unit-WWF Coral Reefs Advocacy Initiative. Gland, Switzerland. UNEP Press.

Touchette, B.W. & Burkholder, J.M. 2000. Review of nitrogen and phosphorus metabolism in seagrasses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 250: 133-167.

Tous, G., Castro, I., Cañón, M., Quintalia, D. y Torres, R. 2007. Panorama de la Contaminación del Caribe Colombiano. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, CIOH. 2007. Cartagena de Indias. 120 p.

Ulloa-Delgado, G.A., H. Sánchez-Páez, W.O. Gil-Torres, J.C. Pino-Rengifo, H. Rodríguez-Cruz y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. En: Ulloa-Delgado, G.A., H. Sánchez-Páez y R. Álvarez-León (Eds.). Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA/ACOFOR / OIMT, Santafé de Bogotá D. C. (Colombia), 224 p.

UNEP-RCU/CEP. 2010. Actualización del informe técnico del PAC No. 33 fuentes y actividades terrestres en la región del Gran Caribe. Cargas contaminantes domésticas e industriales y el aporte de las cuencas hidrográficas tributarias. Informe técnico del programa ambiental del Caribe. UNEP-PAC-CIMAB. 84p

Van Rijn, L.C. 2011. Coastal erosion and control. *Ocean & Coastal Management*, 54: 867 – 887.

Vernette, G. 1985. La plateforme continentale Caraïbe de Colombie (du débouche du Magdalena au golfe de Morrosquillo). Importance du diapirisme arigileux sur la morphologie et la sédimentation. Tesis Doctoral (Ciencias), Universidad de Bordeaux –I. 378 p.

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. INVEMAR. Santa Marta, 40 p.

Vivas-Aguas, L. J., J. A. Garay-Tinoco, L. Espinoza, P. A. Elneser, O. Bent, L. Osorio, A. Pomare y J. Taylor. 2012. Calidad ambiental en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. 61-81. En: CORALINA-INVEMAR. Gómez-López, D. I., C. Segura-Quintero, P. C. Sierra-Correa y J. Garay-Tinoco (Eds). Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” -INVEMAR- y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR # 28. Santa Marta, Colombia 180 p. Von-Prahl, H. 1989. Manglares de Colombia. Villegas Editores. Bogotá Colombia. 203 p.

Vivas-Aguas, L., M. Tomic, J. Sánchez, S. Narváez, B. Cadavid, P. Bautista, J. Betancourt, J. Parra, L. Echeverri y L. Espinosa. 2010. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. Informe Técnico 2010. INVEMAR. Santa Marta, 208 p.



Vivas-Aguas, L.J., J. Betancourt, E. Navarro, Y. Moreno, Y. Salas, J. Reyes, C. Santana, J. Gallego, I. Cuadrado, H. Serrano, P. Obando, L. Espinosa, I. Daniel, M. Bastidas y C. Ricaurte. 2014. Estado del arte de la información oceanográfica disponible de la ciénaga de la virgen y caño adyacentes como insumo para el análisis de posibles amenazas al recurso hidrobiológico de la ciénaga de la virgen y sus manglares. Informe técnico. Santa Marta, 35 p.

Vivas-Aguas, L.J., M. Tosić, J. Sánchez, S. Narváez, B. Cadavid, P. Bautista, J. Betancourt, J. Parra, M. Carvajalino y L. Espinosa. 2012. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. Informe técnico 2011. INVEMAR. Santa Marta, 229 p.

Von-Prahl, H. 1989. Manglares de Colombia, Villegas Editores, Bogotá D.C., Colombia. 205 p.

Wilkinson, C. & D. Souter. 2008. Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville; 152 p.

Zamora, A., Lozano, P., López, A., Segura, C., Orjuela, A., Villamil, C., Perdomo, L., Londoño, L. 2012. Instrumentos de gestión de los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia: indicadores de respuesta (Pp. 121-150) En INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 169 p.

Zedler, J. B. & J. C. Callaway. 2000. Evaluating the progress of engineered tidal wetlands. *Ecological Engineering* 5: 211-225.





**invemar**

COLOMBIA  
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
"José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Calle 25 No. 2-55 Playa Salguero - Rodadero  
Santa Marta D.T.C.H.  
PBX: (+57) (+5) 432 8600  
Fax: (+57) (+5) 432 8682  
[www.invemar.org.co](http://www.invemar.org.co)**