
Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar

*Guía para administradores
de la zona costera del Caribe*

Martha Vides,
Paula Cristina Sierra-Correa
y Lorena Cortés



Libertad y Orden

Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias

República de Colombia



COLOMBIA
50% MAR

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

Gestión costera *como respuesta* *al ascenso del* *nivel del mar*

Guía para administradores
de la zona costera del Caribe

Martha Vides,
Paula Cristina Sierra-Correa
y Lorena Cortés



Libertad y Orden

**Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias**

República 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

DIRECTIVAS INVEMAR

Francisco Armando Arias Isaza
Director General

Jesús Antonio Garay Tinoco
Subdirector Coordinación de Investigaciones

Sandra Rincón Cabal
Subdirectora Recursos y Apoyo a la Investigación

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

David A. Alonso Carvajal
Coordinador Programa Biodiversidad
y Ecosistemas Marinos

Constanza Ricaurte Villota
Coordinadora Programa Geociencias Marinas

Luisa Fernanda Espinosa
Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina

Mario Rueda Hernández
Coordinador Programa Valoración y
Aprovechamiento de Recursos Marinos

Carlos Augusto Pinilla Gonzalez
Coordinador Servicios Científicos

EQUIPO DE TRABAJO

Coordinación del proyecto:
Paula Cristina Sierra-Correa

Investigadores participantes:
Martha Patricia Vides
Lorena Cortes
Mauricio Bejarano
Leonardo Arias
Pilar Lozano
Daniel Rozo
Angela López

Auxiliar de Investigación:
Jackelines Granados Anicharico

Instituciones colaboradoras:
Alcaldía de Riohacha, CORPOGUAJIRA, CRA,
Gobernación del Atlántico, Área Metropolitana de
Barranquilla, Alcaldía de Santa Marta, CORPAMAG,
Gobernación del Magdalena, Gobernación de La
Guajira, Alcaldía de Cartagena, EPA Cartagena,
CARDIQUE, Cámara de Comercio de Cartagena,
Gobernación de Bolívar, DIMAR- CIOH, MADS, DNP, y
CORALINA

Edición:
Martha Patricia Vides
Paula Cristina Sierra-Correa

Diseño e impresión: John Khatib - Carlos González / Ediprint Ltda.

Diagramación: Jorge Beltrán (ediprint.com.co)

Esta publicación es realizada en el marco del proyecto "FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES DE ADMINISTRADORES DE LAS ZONAS COSTERAS HACIA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL AUMENTO ACCELERADO DEL NIVEL DEL MAR, POR CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL - ANM". INVEMAR-COLCIENCIAS Código: 210552128417. Cofinanciado con recursos del Patrimonio Autónomo. Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas.

Citar como:

Vides M.P., P.C. Sierra-Correa y L. Cortes. 2012. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe. Serie de Documentos Generales del Invemar No. 57. Santa Marta. 76 p.

ISBN: 978-958-8448-53-4

Palabras clave: adaptación, ascenso en el nivel del mar, cambio climático, fortalecimiento capacidades, gestión, zona costera

Derechos reservados según la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Impreso en Bogotá 500 ejemplares, enero de 2013.

Las líneas de delimitación presentadas en los mapas son una representación gráfica aproximada, con fines ilustrativos y no expresan una posición de carácter oficial. Ni el INVEMAR ni COLCIENCIAS asumen ninguna responsabilidad sobre interpretaciones cartográficas que surjan a partir de éstas.



Libertad y Orden

Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias

República de Colombia



INVEMAR

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

COLOMBIA
50% MAR

PRÓLOGO

Se cumple más de una década en la que el INVEMAR, en conjunto con el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, institutos de investigación, instituciones académicas, entes territoriales, entes de control, organismos internacionales, colegas y la comunidad en general, han venido trabajando en la evaluación de la vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas frente a los efectos asociados al Cambio Climático Global y en búsqueda de medidas de adaptación para enfrentar sus impactos.

Una primera visión general sobre las tres costas colombianas (Pacífico, Caribe continental y Caribe insular), permitió evidenciar la alta vulnerabilidad que enfrentan varios municipios costeros, frente a efectos asociados al clima que proyectados en el tiempo tendrán expresiones tales como el eventual ascenso en el nivel del mar y sus consecuencias en cuanto a inundaciones, cambios en la línea de costa e intrusión salina. Dicha evaluación, ha permitido al país la identificación de áreas críticas las cuales han sido priorizadas para su atención.

A través de la ejecución de varios proyectos de investigación, se han consultado, transformado e implementado enfoques y herramientas siguiendo los principios del método científico para entender los efectos que se producen en nuestras costas. A medida que la comprensión de los impactos del cambio climático se expande y las circunstancias sociales y económicas cambian, crece la necesidad de nuevas iniciativas de abordar esta complejidad. Las particularidades de las zonas costeras colombianas, requieren además de las metodologías clásicas propuestas a nivel nacional, un marco metodológico específico y herramientas que permitan responder oportunamente a los impactos específicos y a las complejidades sociales e institucionales propias de un país como Colombia, como por ejemplo los asociados a los efectos del aumento relativo del nivel medio del mar.

La iniciativa del INVEMAR orientada a brindar a los administradores de las zonas costeras y a los grupos de interés en general, un sitio que agrupe experiencias, herramientas y recursos de información para medir la vulnerabilidad frente a las amenazas del aumento del nivel del mar, encontró eco y respuesta positiva del país a través de Colciencias a finales del año 2011, para cofinanciar el proyecto *“Fortalecimiento de capacidades de administradores de las zonas costeras, hacia la reducción del riesgo asociado al aumento acelerado del nivel del mar, por cambio climático global”*, del cual hoy se realiza la publicación del presente documento y el desarrollo de herramientas de gestión costera disponibles en el portal web CLIMARES, alojado en la página web del INVEMAR.

Se espera que estas herramientas sumen a la iniciativas nacionales de brindar una serie de insumos metodológicos que ayuden a los entes territoriales y sectores económicos a reducir riesgos potenciales e impactos y a incorporar la gestión del riesgo climático en sus instrumentos de planificación, objetivo contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.



Francisco Armando Arias-Isaza

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	8
1. La ciencia y el aumento acelerado del nivel medio del mar	10
1.1. Promedio global del nivel del mar	11
1.2. Proyecciones globales.....	12
2. Enfoques de evaluación.....	15
2.1. Evaluación de vulnerabilidad	15
2.2. Evaluación de impactos.....	18
3. Indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad	24
3.1. Modelo de riesgo de inundación	24
3.1.1. Áreas en riesgo de inundación	25
3.2. Indicadores de susceptibilidad del sistema natural	26
3.3. Indicadores de impacto sobre el sistema socioeconómico	29
3.3.1. Indicadores demográficos	29
3.3.2. Indicadores económicos.....	29
3.3.3. Indicadores de uso de recursos naturales	30
3.3.4. Indicadores institucionales y de política	30
3.3.5. Indicadores culturales.....	31
3.3.6. Índice general de impactos socioeconómicos.....	31
4. Adaptación al acelerado aumento del nivel del mar	34
4.1. Enfoques de adaptación	35
4.1.1. Selección de medidas de adaptación	35
4.2. Piloto nacional de adaptación	42
4.3. Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias	43
5. Contexto normativo	45
5.1. El nacimiento de los modelos de gestión	45
5.1.1. Gestión de recursos naturales	45
5.1.2. Gestión del riesgo	46
5.1.3. Gestión del Cambio Climático	48
5.1.4. Sostenibilidad ambiental para el desarrollo de las zonas costeras.....	50
5.2. Mapeo institucional y articulación de instrumentos.....	53
5.2.1. Estructura interna de los sistemas de gestión	54
5.2.2. Mapeo institucional de los sistemas de gestión.....	55
5.2.3. Organización de instituciones por servicio.....	56
5.2.4. Articulación de instrumentos y políticas.....	56
5.3. Gestión humana.....	57
5.3.1. Competencias ambientales	58
5.3.2. Percepciones de administradores de las zonas costeras frente al ascenso del nivel del mar.....	59
6. CLIMARES: hacia el desarrollo de una herramienta de gestión.....	63
6.1. Catálogo de experiencias, herramientas y recursos de información.....	64
6.1.1. Alcance	64
6.1.2. Organización.....	64
6.1.3. Contenido.....	65
6.2. GeoCLIMARES.....	66
Referencias.....	71

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Causas de los cambios en el nivel del mar. (Mod. Griggs, 2001).....	10
Figura 2. Extensión de las áreas de “deshielo” superficial sobre Groenlandia el 8 de julio 2012 (izquierda) y 12 de julio de 2012 (a la derecha). Crédito: Nicolo E. DiGirolamo, SSAI / NASA GSFC y Jesse Allen, NASA Earth.	11
Figura 3. Estimación más reciente de los cambios del nivel del mar global promedio	11
Figura 4. Estimaciones de medición y proyecciones de nivel del mar global. Se incluyen mediciones de estaciones mareográficas de Panamá (Balboa y San Cristóbal) y Colombia (Cartagena y Buenaventura)	14
Figura 5. Estimación de la afectación progresiva de aumento del nivel del mar en el Caribe de Colombia.	16
Figura 6. Componentes y actividades dentro de cada uno de los siete pasos que propuso inicialmente la metodología común del IPCC para llevar a cabo estudios de vulnerabilidad ante el ascenso del nivel del mar.	16
Figura 7. Daños estructurales sobre el malecón de la Bahía de Santa Marta, causados por el mar de leva el 24 de Octubre de 2012. Foto de David Morales.	17
Figura 8. Configuración de una condición de riesgo por el sistema climático.	18
Figura 9. Diferentes niveles de exposición a la amenaza de nivel del mar en dependencia del tipo de costa y de su susceptibilidad. LA FLECHA DESCENDENTE INDICA LA MAYOR SUCEPTIBILIDAD A MEDIDA QUE LAS PLAYAS SE ENCUENTRAN MÁS INTERVENIDAS POR ACCIÓN HUMANA, SON MÁS PLANAS Y DE GRANO MÁS GRUESO.	19
Figura 10. Diferentes amenazas e impactos sobre la zona costera provenientes de procesos naturales y del cambio climático.	20
Figura 11. Integración de los niveles de incertidumbre de los efectos del aumento del nivel del mar a lo largo de las estrategias de desarrollo dictadas en el PND.	22
Figura 12. Marco conceptual de la evaluación de medidas de adaptación (Adaptado de Fuessel y Klein, 2006).	23
Figura 13. Esquematación de la definición de áreas en riesgo por eventos climáticos extremos y por aumento del nivel del mar debido al cambio climático.	25
Figura 14. Representación de los cambios en la cobertura del manglar 2003 – 2007 en la Ciénaga Grande de Santa Marta.	27
Figura 15. Diferentes escenarios de aproximación de impacto del sistema socioeconómico.....	31
Figura 16. Proyección de la población localizada en áreas de inundación por ascenso en el nivel del mar en la zona costera del Caribe y Pacífico (INVEMAR, 2003).	32
Figura 17. Propuesta para abordar la adaptación al cambio climático en un esquema de asociaciones público privadas.	34
Figura 18. Esquema conceptual para la evaluación de MEDIDAS de adaptación frente al ANM (elaboración propia). Las líneas representan algunos ejemplos de decisión.	37
Figura 19. Componentes del Sistema Nacional Ambiental –SINA– con ingerencia en el territorio marino y costero de Colombia.	46
Figura 20. Elementos y procesos del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres	47
Figura 21. Priorización de estrategias para abordar el cambio climático dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos”.	48
Figura 22. Propuesta de estrategia institucional para al articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático.	49
Figura 23. Esquema de integración de los sistemas de gestión de recursos naturales, riesgo y cambio climático.	49

Figura 24. Unidades ambientales del Caribe colombiano (PNAOCI, 2000)	50
Figura 25. Estructura organizativa del Nodo Regional de cambio climático Caribe e insular.	53
Figura 26. Diferentes escalas de intervención de la toma de decisiones frente al cambio climático.....	53
Figura 27. Estructura interna de los sistemas de gestión para la sostenibilidad del desarrollo con ingerencia en la zona costera.....	54
Figura 28. Instituciones reconocidas a cargo del abordaje de los efectos del aumento del nivel sobre la zona costera del Caribe por sistema de gestión.	55
Figura 29. Organización de las instituciones por servicio (ley 489 de 1998).	56
Figura 30. Representación de la participación porcentual de las instituciones dentro de las categorías de servicios, en relación con el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.	56
Figura 31. Se identifican los puntos de encuentro entre los instrumentos y políticas que operan a nivel nacional.....	57
Figura 32. Decisiones informadas pero acordes con la realidad.	58
Figura 33. Resultados de la encuesta relacionados con el conocimiento general de la problemática.....	60
Figura 34. Resultados de la encuesta relacionados con el conocimiento de estrategias de planificación referidas.	61
Figura 35. Progresión de insumos y productos que han hecho parte del portal CLIMARES a lo largo del tiempo.	62

Lista de tablas

Tabla 1. Criterios de evaluación y de gobernanza para evaluar la compensación entre medidas de adaptación. Los valores cualificados corresponden a los máximos deseados para una estrategia.	40
Tabla 2. Competencias en materia de ordenamiento del territorio (OT).....	41

SIGLAS

- ANM:** Aumento acelerado del Nivel medio del Mar
- CCG:** Cambio Climático Global
- CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- CODECTI:** Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación
- DIMAR:** Dirección General Marítima
- GEI:** Gases Efecto Invernadero
- IDEAM:** Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales
- IE-EE:** Informe Especial del IPCC sobre Escenarios de Emisiones de gases efecto invernadero
- INAP:** Integrated National Adaptation Project - Proyecto piloto Nacional de Adaptación al Cambio climático.
- INVEMAR:** Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés”
- IPCC:** Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
- LDD:** Ley de Distritos (Ley 768 de 2002)
- MADS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- MDL:** Mecanismo de Desarrollo Limpio
- MMA:** Ministerio del Medio Ambiente
- MIZC:** Manejo Integrado de Zonas Costeras
- PNACC:** Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- PNAOCI:** Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios Oceánicos y las zonas Costeras e Insulares de Colombia
- PNB:** Política Nacional de Biodiversidad
- PND:** Plan Nacional de Desarrollo
- PNGRD:** Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- PNOEC:** Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros
- PNPAD:** Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
- PNRH:** Política Nacional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico
- POT:** Plan de Ordenamiento Territorial
- NCAP:** Netherlands Climate Assistant Programme
- NCCSAP:** Netherlands Climate Change Studies Assistant Programme
- SINA:** Sistema Nacional Ambiental
- SIRAP-C:** Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe
- SISCLIMA:** Sistema de gestión del cambio climático
- SNGRD:** Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- SNCC:** Sistema Nacional de Cambio Climático
- SNCTI:** Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia
- SNPAD:** Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
- UNFCC:** United Nations Framework Convention on Climate Change
- UNGRD:** Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

INTRODUCCIÓN

El cambio climático global (CCG) como resultado de la actividad humana, es una de las mayores amenazas ambientales reconocida para las zonas costeras e insulares del planeta, particularmente para los asentamientos humanos y los bienes y servicios ecosistémicos que estos demandan de la base natural. Las amenazas provenientes del aumento de la temperatura atmosférica debido al CCG, sumadas a las amenazas por variabilidad climática, tales como tormentas tropicales, marejadas y mares de leva, hacen que las costas colombianas y en especial las del Caribe, sean altamente vulnerables ante el aumento progresivo y acelerado del nivel medio del mar (ANM). Frente al ANM ha sido limitada la respuesta de los tomadores de decisiones en el ámbito nacional y por ende en el sub-nacional y en las administraciones locales.

En este contexto numerosos esfuerzos han sido realizados en los últimos años para incorporar la prevención y la reducción de riesgos en las políticas públicas en Colombia, y su expresión más reciente está en la priorización de estrategias encaminadas a abordar de forma integral la problemática del cambio climático como se menciona en la Ley 1450/11 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2011-2014: “Prosperidad para Todos”, del cual se deriva el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y la promulgación de la Ley 1523 de 2012 por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD).

En este nuevo escenario nacional, todas las entidades deben tomar las medidas necesarias para desarrollar y ejecutar procesos de gestión del riesgo, siguiendo principios generales establecidos en la Constitución como base de los instrumentos de política y normativa específica que regula la sostenibilidad ambiental del territorio. Los instrumentos de ordenamiento territorial, incluyendo los planes sectoriales y planes territoriales de adaptación al cambio climático, son el eje de la formulación y gestión de medidas de respuestas frente a los efectos del cambio climático y se fundamentan en la prevalencia del interés general sobre el particular, la condición de bienes de uso público que tienen las zonas marinas y costeras de la Nación, la función ecológica y social de la propiedad y la distribución equitativa de cargas y beneficios, siguiendo los lineamientos de la Ley 388/97.

La implementación de los instrumentos de planificación relativos a la gestión del riesgo y de adaptación a los efectos del CCG en las zonas costeras colombianas, deben responder al conjunto de aspectos que integran la heterogeneidad biológica, cultural, económica y social del país, en el marco de competencias, ámbito de actuación y jurisdicción que regula cada territorio. Las dimensiones del riesgo tanto en tiempo como en el espacio asociadas a los efectos esperados por el ANM, varían a lo largo de las zonas costeras del país. Los efectos de la variabilidad climática son de corta duración (días a meses) y la afectación es por lo general a nivel urbano o distrital; por su parte, el ANM es un fenómeno de larga duración (años a décadas) y de afectación generalizada (nacional). Por esta razón los instrumentos de respuesta deben estar armonizados en estas variaciones de escala, y deben ser lo suficientemente flexibles como para atender los desastres por variabilidad climática, al igual que para reducir y evitar en el largo plazo, las amenazas del CCG.

El PNACC que se viene formulado por el Departamento Nacional de Planeación, en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), consolida un marco conceptual para la adaptación al cambio climático y establece los lineamientos que las entidades públicas y privadas del país deben seguir durante el proceso de formulación de sus planes sectoriales y planes territoriales de adaptación. Estos Planes deben ser abordados en el corto plazo, mediante estrategias de protección y en el largo plazo con la adecuada planificación territorial.

Reconociendo las particularidades de estructura y funcionamiento que diferencian las zonas costeras del país, esta Guía presenta un enfoque específico para la zona costera del Caribe colombiano, abordando un marco metodológico y una evaluación normativa e institucional, que pretende servir de base a los administradores y grupos de interés, para que

se familiaricen con las amenazas asociadas al ANM debido al CCG, además de facilitar la identificación de medidas de adaptación, para que puedan ser incluidas en los instrumentos de política. Aunque el cambio climático es un fenómeno global, la adaptación a sus impactos se producirá principalmente a escala local, pues son las administraciones locales bajo el apoyo del gobierno nacional, quienes se encargarán de tomar las decisiones de uso del suelo para la sostenibilidad del desarrollo, la seguridad y el bienestar de los ciudadanos.

Si bien esta Guía no pretende ser un documento que compila todos los posibles enfoques que pueden abordarse para generar medidas de adaptación en respuestas al ANM, se constituye en un punto de partida, que se complementa con información disponible en línea en el portal CLIMARES¹. En su desarrollo, recopila la experiencia adquirida por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés – INVEMAR”, en los últimos 12 años de investigación en el tema.

El documento ha sido estructurado en seis capítulos: el primero resume algunos conceptos generales sobre CCG y la ciencia detrás de amenaza por ANM en las zonas costeras; el segundo, brinda una recopilación general de conceptos unificadores para la evaluación de vulnerabilidad, la medición de impactos y la formulación de medidas de adaptación; el tercer capítulo brinda una revisión de indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad, basados en la experiencia de los estudios realizados por el INVEMAR; en el capítulo cuarto se ofrece una propuesta de enfoque metodológico para la selección de medidas de adaptación; el quinto presenta el contexto normativo visto desde los sistemas de gestión que operan a nivel nacional en relación con la temática del cambio climático en el país y hace un análisis de actores institucionales que hacen parte de este contexto normativo.

El último capítulo, presenta como parte integral de la lectura de este documento la consulta en línea del portal de Cambio Climático en Zonas Costeras: **CLIMARES**, que fue creado desde el año 2003 y cuyo lanzamiento a nivel nacional como sitio oficial para Colombia en esta temática, se hizo en el 2008 con el hoy MADS, IDEAM, DNP, Corporaciones Autónomas Regionales, entre otros actores del ámbito nacional y regional. Hoy en día se presenta actualizado y en una plataforma moderna, para el uso de todos los colombianos, brindando acceso a elementos de consulta tales como el *Catálogo de experiencias, herramientas y recursos de información*, una herramienta pensada y dirigida a recopilar diferentes enfoques útiles en la medición de la vulnerabilidad frente a las amenazas de inundación, erosión e intrusión marina, requeridas para la estimación del riesgo frente al CCG.

Esta Guía fue escrita y diseñada teniendo en mente a los grupos de interés relacionados directamente con la administración de las zonas costeras, sin embargo se espera que sirva de consulta para cualquier persona interesada en el abordaje de soluciones frente a las consecuencias del ANM en la zona costera. Su publicación fue posible gracias a la cofinanciación con recursos del Patrimonio Autónomo - Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas - a través del Proyecto “*Fortalecimiento de capacidades de administradores de las zonas costeras hacia la reducción del riesgo asociado al aumento acelerado del nivel del mar, por cambio climático global – ANM*” bajo ejecución del INVEMAR. Código COLCIENCIAS: 210552128417 y los recursos de inversión de la nación asignados al INVEMAR a través del proyecto *incorporación del conocimiento científico en el ordenamiento y planificación ambiental del territorio marino y costero colombiano*.

¹ CLIMARES - <http://cambioclimatico.invemar.org.co/>

1 LA CIENCIA Y EL AUMENTO ACELERADO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

El nivel medio del mar es considerado como un índice sensible del cambio climático debido a que responde a variados componentes de este sistema. A medida que los océanos responden al calentamiento global, el agua se expande y aumenta, por ende lo hace el nivel medio del mar. De igual forma, las interacciones de la atmósfera y el océano ocurridas durante los eventos El Niño de oscilación del Pacífico Sur, afectan los niveles medios del mar de forma compleja; y como consecuencia de cambios en el clima y el calentamiento de la superficie terrestre, el agua contenida en los glaciares fluye hacia los océanos causando variaciones en su nivel (Cazenave y Llovel, 2010) (Figura 1).

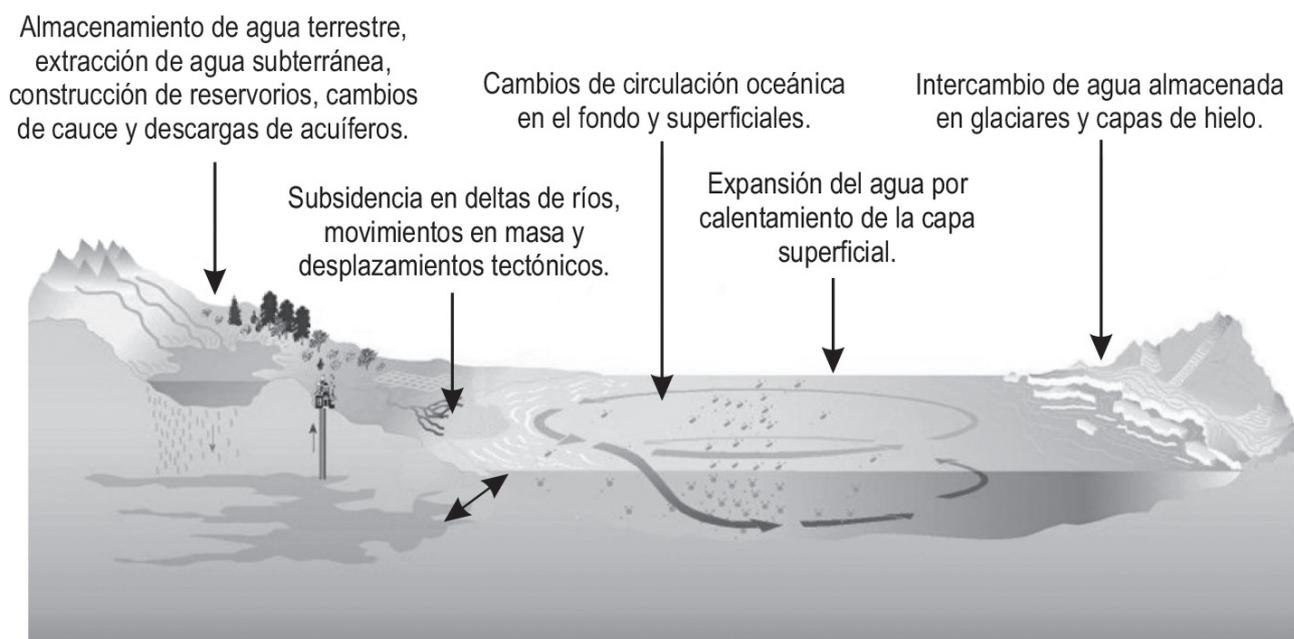


Figura 1. Causas de los cambios en el nivel del mar (Mod. Grigg, 2001).

Evidencias del derretimiento de la capa de hielo de Groenlandia se han hecho notorias a lo largo de los últimos años. Una comparación proveniente de mediciones de tres satélites mostró que el 8 de julio de 2012, cerca de un 40% ciento de la capa superficial de hielo se había descongelado². En apenas unos días, el deshielo se aceleró dramáticamente y se estima que el 12 de julio de 2012, cerca de un 97% de la superficie de la lámina de hielo sufrió de derretimiento superficial (Viñas, 2012).

La Figura 2 ofrece una imagen del evento de fusión extrema que prendió la alarma entre la comunidad científica. En la imagen, las áreas clasificadas como “deshielo probable” (gris claro) corresponden a los sitios, donde por lo menos, un satélite ha podido detectar derretimiento en superficie. Las áreas clasificadas como “deshielo” (gris oscuro) corresponden a los sitios donde dos o tres satélites detectaron derretimiento superficial. Aunque el derretimiento completo de los glaciares tomaría millones de años, su derretimiento parcial podría elevar el nivel de los océanos hasta un poco menos de un metro en el próximo siglo. Debido a que el agua se expande cuando se calienta, un clima más cálido podría de igual forma elevar el nivel de los océanos, eso sin contar con el aporte de agua proveniente del derretimiento de los glaciares y los casquetes polares (Griggs, 2001).

² Los satélites miden diariamente diversas propiedades físicas a diferentes escalas y están pasando por Groenlandia en varios momentos.

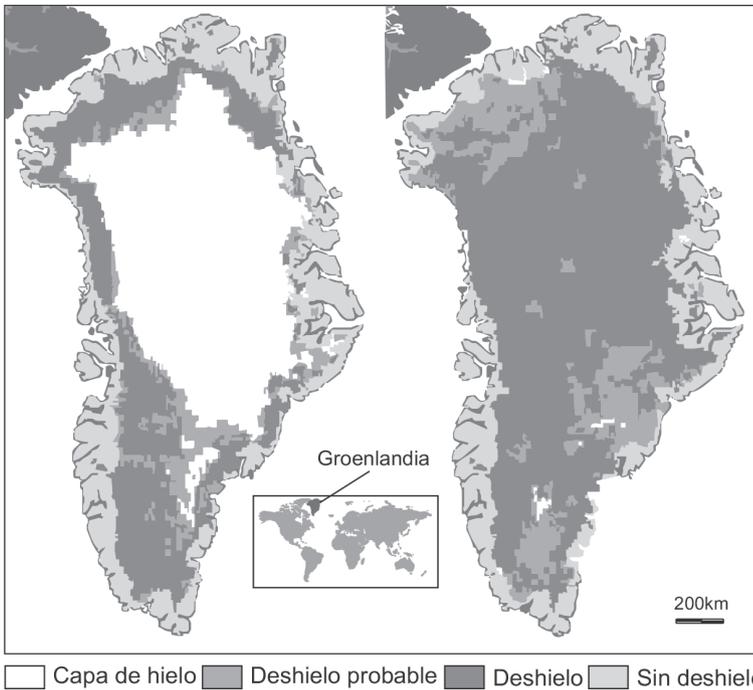


Figura 2. Extensión de las áreas de "deshielo" superficial sobre Groenlandia el 8 de julio 2012 (izquierda) y 12 de julio de 2012 (a la derecha). Crédito: Nicolo E. DiGirolamo, SSAI / NASA GSFC y Jesse Allen, NASA Earth.

1.1 Promedio global del nivel del mar

El ascenso y descenso del nivel relativo del mar está influenciado tanto por factores geológicos como climáticos. Los cambios en el sistema de placas tectónicas pueden haber sido responsables de un descenso de 300 m en comparación con el nivel del mar actual a lo largo de los últimos ocho millones de años (Titus y Barth, 1984). Si bien el nivel del mar se ha mantenido prácticamente estable durante los dos a tres últimos milenios, es decir, desde el final de la última glaciación (Lambeck y Chappell, 2001), los cambios han sido medidos poco después del comienzo de la era industrial (Figura 3). De hecho, las mediciones de mareógrafos disponibles desde finales del siglo XIX muestran un aumento significativo del nivel del mar durante el siglo XX (Douglas, 2001).

Durante más de 20 años, el nivel medio del mar ha sido medido rutinariamente a intervalos de 10 días a lo largo de todo el dominio oceánico con satélites de alta precisión altimétrica (TOPEX Poseidon, Jason 1 y Jason 2). Estas mediciones contienen una gran variabilidad decadal enmascarando las tendencias de aceleración y son altamente variables a nivel regional (Cazenave y Llovel, 2010).

En concordancia con el estudio de Church y White (2006), se estima que entre 1870 y 2004 el promedio global de nivel del mar ha aumentado 195 mm, es decir un promedio de 1.44 mm/año⁻¹.

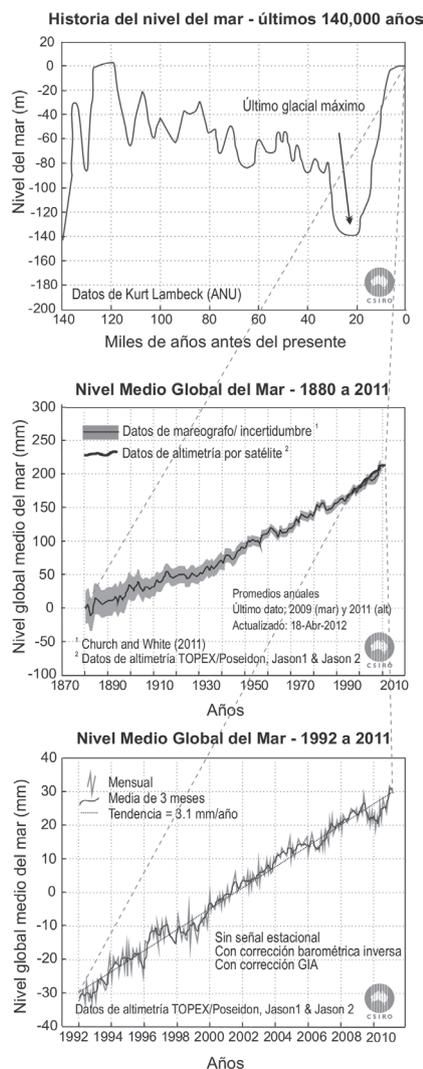


Figura 3. Estimación más reciente de los cambios del nivel del mar global promedio.

Este aumento ha sido estimado en 160 mm durante el siglo XX. Entre 1950 y 2000, la tendencia lineal se estimó en 1.75 mm al año. En el estudio llevado a cabo por Church y colaboradores (2011a) se revisan los niveles de aporte al nivel del mar desde 1961. En el periodo entre 1972 y 2008, se estimó una tasa de aumento observado del nivel del mar de 1.8 ± 0.4 mm año⁻¹. Las mayores contribuciones de este aumento, provienen de la expansión térmica de los océanos (0.8 mm año⁻¹), el derretimiento de los glaciares y los casquetes de hielo (0.7 mm año⁻¹) de Groenlandia y la Antártida (0.4 mm año⁻¹). La estimación de reducción de acuíferos (0.3 mm año⁻¹), compensa parcialmente la retención de agua en las presas, atribuyendo una contribución total de almacenamiento terrestre de -0.1 mm año⁻¹.

En la región del Caribe, estudios sobre arrecifes de coral fosilizados de la última vez en que el mundo era más cálido que el presente (aproximadamente 125.000 años atrás), encontraron evidencia que permite inferir una elevación de 2m de aumento del nivel medio del mar, ocurrida en menos de un siglo (Blanchon *et al.*, 2009). Los estudios sobre arrecifes de coral y manglar han establecido que el nivel de la superficie del mar del Caribe se ha elevado desde finales del último máximo glacial (unos 25.000 años atrás) hasta en 120 m y alrededor de 45 m en los últimos 11500 años. El aumento en los niveles superficiales del mar se evidenció en por lo menos dos y posiblemente tres períodos de aceleración antes de disminuir alrededor de hace 7000 años y alcanzar los niveles actuales. No hay evidencia de que los niveles de la superficie del mar en el Caribe hayan estado en ningún momento por encima de los niveles actuales desde la última glaciación (Simpson *et al.*, 2010).

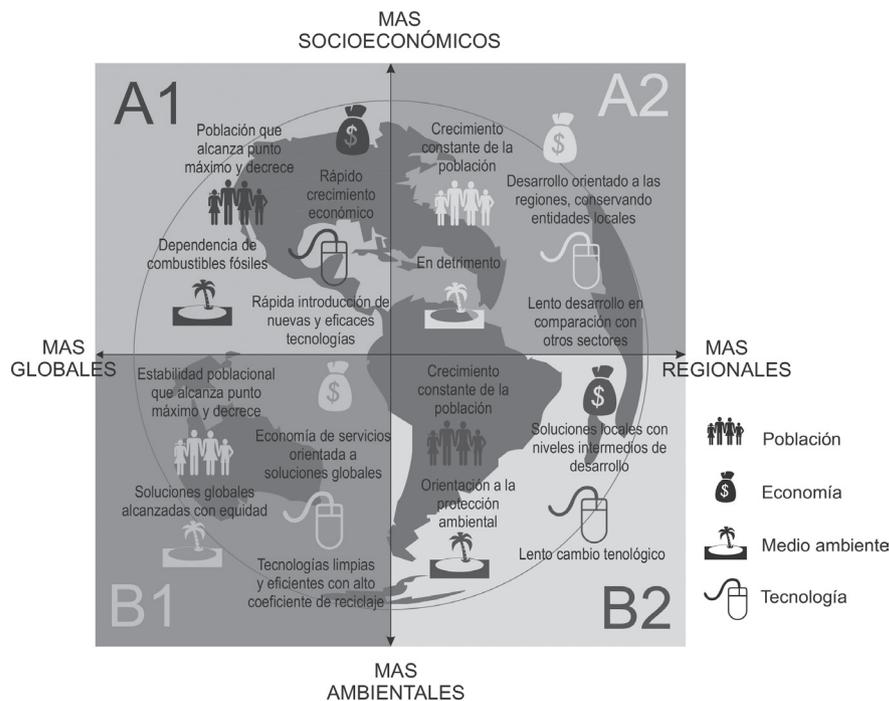
1.2 Proyecciones globales

Las proyecciones del promedio mundial de nivel del mar debido al cambio climático dictadas en el Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC (2006), se basan en simulaciones de modelos climáticos globales llamados CMIP-3. Las proyecciones del nivel del mar del IPCC, incluyen cambios en el contenido de calor del océano y por ende su expansión térmica, cambios en la masa glaciaria, cambios de balance de masa de las capas de hielo y cambios en el flujo de la capa de hielo. Los límites máximos de aumento son debatidos por autores como Pfeffer y colaboradores (2008) quienes han argumentado que un aumento de más de 2 metros es "físicamente insostenible", y que un aumento máximo de 0.8 metros (cerca del extremo superior de las proyecciones del informe IPCC - AR4) es más plausible.

Todos los modelos de proyección del clima futuro traen como elemento inherente, *la incertidumbre*: la emisión futura de gases efecto invernadero, es desconocida y nuestro entendimiento de cómo estas emisiones pueden actuar de forma precisa sobre el clima global, es limitado. Para manejar estas incertidumbres, los científicos del clima utilizan una serie de escenarios de futuras emisiones de gases efecto invernadero (GEI) acordados internacionalmente y descritos en el Informe Especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IE-EE). Estos escenarios provienen de rangos superiores e inferiores de GEI, temperatura global y niveles del mar, estimados por décadas hacia el futuro.

Escenarios IE-EE

El término IE-EE designa los escenarios descritos en el Informe Especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IPCC, 2000). Los escenarios IE-EE están agrupados en cuatro familias (A1, A2, B1, B2) que exploran vías de desarrollo alternativas incorporando toda una serie de fuerzas originarias tales como demográficas, económicas y tecnológicas, junto con las emisiones de GEI resultantes. Los escenarios IE-EE no contemplan otras políticas climáticas, aparte de las ya existentes para el año 2000. Las proyecciones de emisión son muy utilizadas para conjeturar el cambio climático futuro, y sus supuestos básicos respecto de la evolución económica, demográfica y tecnológica. Son el punto de partida de numerosos estudios sobre la vulnerabilidad del cambio climático y evaluaciones de impacto.



La línea argumental A1 supone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Se divide en tres grupos, que reflejan tres direcciones alternativas de cambio tecnológico: intensiva en combustibles fósiles (A1FI), energías de origen no fósil (A1T), y equilibrio entre las distintas fuentes (A1B). B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial que A1, pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios y de información. B2 describe un planeta con una población intermedia y un crecimiento económico intermedio, más orientada a las soluciones locales para alcanzar la sostenibilidad económica, social y medioambiental. A2 describe un mundo muy heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico lento, y cambio tecnológico lento. No se han asignado niveles de probabilidad a ninguno de los escenarios IE-EE (IPCC, 2000).

Si las estimaciones globales de aumento anual en el nivel medio del mar (1.8 ± 0.4 mm año⁻¹) se mantuviera a lo largo del siglo XXI, el nivel global promedio en el 2100 sería de 310 ± 30 mm mayor que en 1990, valor que concuerda con las estimaciones del rango central de las proyecciones del IPCC (2007). El rango medio de proyección de aumento de nivel del mar para el siglo XXI se estima entre 200 - 430 mm (IPCC, 2007), con un rango máximo entre 180 - 590 mm. Este aumento registrado de tasas de ANM, es mayor al observado en los últimos cinco mil años.

La Figura 4 muestra las proyecciones de promedio global del nivel del mar para los escenarios de GEI en el IE-EE para el año 2100 con respecto al año 1990. Se basan en el Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2006), que se reproduce en Church y colaboradores (2011b). Las estimaciones lineales sobre la región sombreada representan la gama de proyecciones por escenario (5 a 95-percentil). Las observaciones del nivel del mar promediadas sobre la base de mediciones de mareógrafos y datos de altimetría por satélite se muestran al inicio de la gráfica (1907-2000).

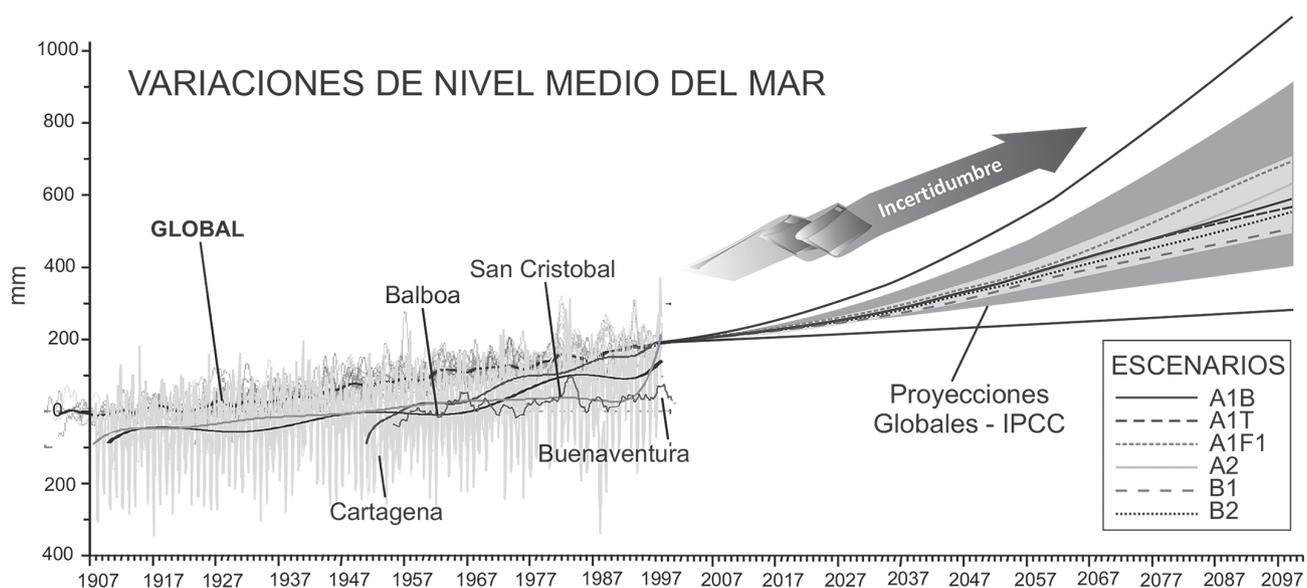


Figura 4. Estimaciones de medición y proyecciones de nivel del mar global. Se incluyen mediciones de estaciones mareográficas de Panamá (Balboa y San Cristóbal) y Colombia (Cartagena y Buenaventura).

Aunque los últimos números de proyección de ANM pueden ser considerados pequeños, pues se habla en términos de milímetros, los impactos del mismo son significativos en términos de erosión, inundaciones e intrusión marina. Inclusive se ha sugerido que las variaciones en el nivel medio del mar sobre las zonas costeras del Caribe colombiano son responsables de los graves problemas de erosión que evidencian algunas comunidades costeras (Posada y Henao, 2008).

Si bien todas las estimaciones expresadas anteriormente se basan en modelos lineales, la desintegración no-lineal de las capas de hielo, hacen imposible predecir el cambio en el nivel del mar en una época o lugar específico del planeta. Esta es una de las mayores dificultades que enfrentan tanto los científicos como los administradores locales en las zonas costeras. Enfrentar la amenaza del aumento del nivel del mar a escala local requiere de dos acciones complementarias: un mayor entendimiento del problema y la identificación e implementación de apropiadas medidas de adaptación. El reto no solo se basa en proteger las inversiones bajo riesgo hoy en día, sino asegurar un sistema que incluya la incertidumbre de proyecciones de ANM dentro del desarrollo de obras futuras.

2 ENFOQUES DE EVALUACIÓN

La evolución de los estudios de cambio climático sobre las zonas costeras de Colombia llevados a cabo desde el año 1999, han permitido identificar e implementar diferentes enfoques metodológicos que han variado desde la estimación puntual de impactos a largo plazo y en escalas poco detalladas, hasta evaluaciones basadas en instrumentos de política que recomiendan medidas específicas de adaptación a escala local.

Esta evolución conceptual y metodológica ha tenido importantes consecuencias en el grado en que los factores no climáticos han sido incorporados en las evaluaciones; las consideraciones sobre variabilidad climática y eventos extremos, las reflexiones de escala tanto temporal como espacial, la incorporación de incertidumbres, la integración con otros instrumentos normativos y de gestión y la incorporación en los estudios de un mayor número de grupos de interés, son elementos integrales de las actuales evaluaciones.

A continuación se precisan algunas de las definiciones comunes en la temática de cambio climático, que aunque no son universalmente aceptadas, si van en concordancia con los últimos lineamientos del IPCC (Anexo B - IPCC, 2007). Los lectores podrán encontrar en la literatura numerosas definiciones e incluso disertaciones conceptuales detalladas. Las que se presentan aquí buscan ser generales.

2.1 Evaluación de vulnerabilidad

Una de las características fundamentales de los estudios de vulnerabilidad en el marco definido por el IPCC es la capacidad de permitir hacer comparaciones mediante los resultados del análisis de relaciones causa-efecto. Si bien los marcos metodológicos como el propuesto no corresponden a guías operacionales de cómo llevar a cabo los estudios de vulnerabilidad, si ofrecen un esquema común de terminología y conceptos que permiten evaluar los impactos.

Ascenso o aumento acelerado del nivel medio del mar (ANM). Elevación del nivel medio del océano. La elevación eustática del nivel del mar es un cambio en el nivel medio del mar producido por la alteración en el volumen mundial de los océanos. La elevación relativa del nivel del mar ocurre cuando existe una elevación neta del nivel del océano relacionado con movimientos locales de tierras. Las simulaciones climáticas se concentran sobre todo en la estimación eustática del cambio del nivel del mar. Los investigadores de impactos se centran en el cambio relativo del nivel del mar (IPCC, 2007).

El ANM produce tres efectos amenazantes: la inundación progresiva y acumulativa, la erosión costera y la salinización de terrenos o intrusión salina que puede afectar la calidad de los suelos, la calidad del agua de acuíferos costeros y la cuña salina en zonas deltáicas. La amenaza por inundación puede establecerse en categorías de alta a baja en dependencia del tiempo que dure el encharcamiento o la permanencia de la inundación, de los obstáculos naturales (i.e. vegetación, cordones litorales y geoformas costeras en general) o artificiales (diques u otras obras de protección ingenieriles o artesanales) que ofrezcan protección ante la amenaza, de la altura relativa del terreno al nivel medio del mar y del régimen mareal predominante (Martínez *et al.*, 2001).

Vulnerabilidad. Nivel al que un sistema es susceptible, o no, es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación (IPCC, 2007).

La vulnerabilidad (climática) ante el ANM es un concepto más amplio al de impacto, aunque están cercanamente relacionados. Su principal diferencia radica en la atención prestada a los factores no climáticos, a la inclusión del concepto de incertidumbre en escenarios climáticos y no climáticos y a la evaluación de impactos de acuerdo a su importancia o preferencia. De ahí que la definición de vulnerabilidad adoptada por Colombia, sea la capacidad nacional para enfrentar las consecuencias del cambio climático y no solamente la identificación de los recursos en riesgo o la debilidad de un elemento frente a una amenaza como podría ser para este caso el ANM.

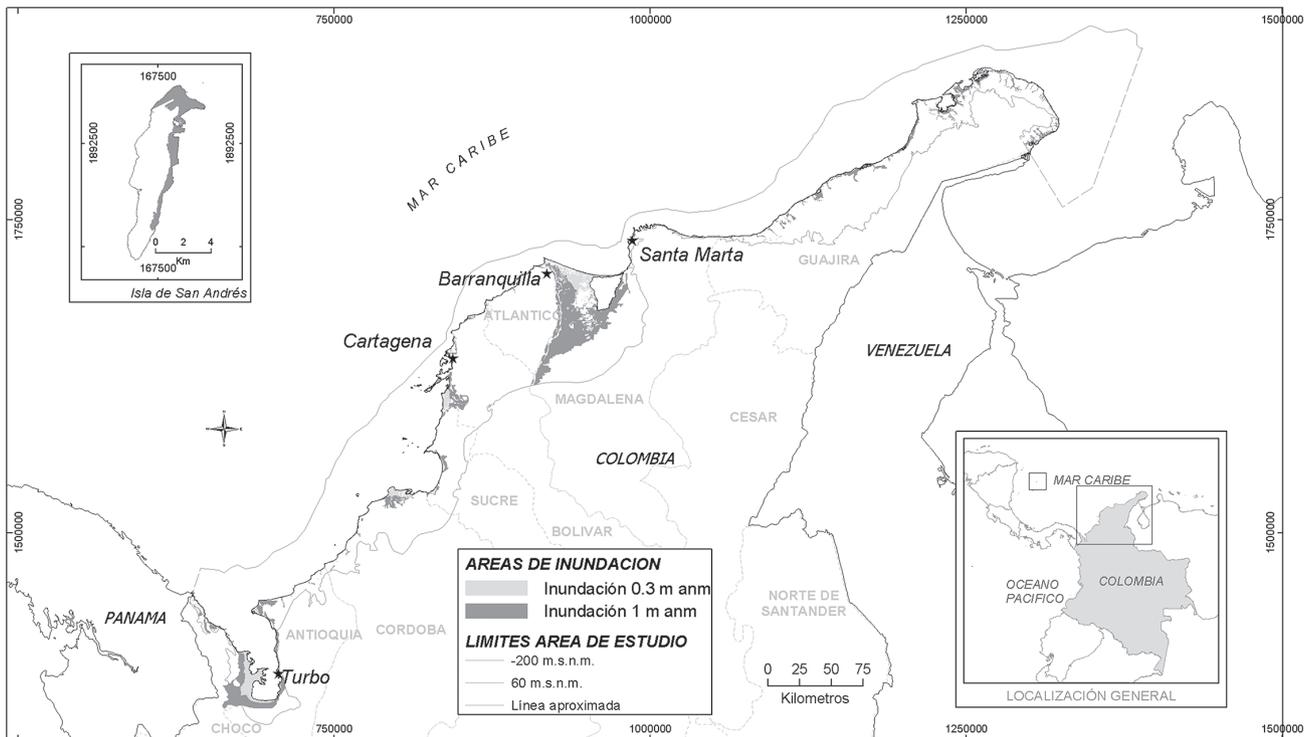
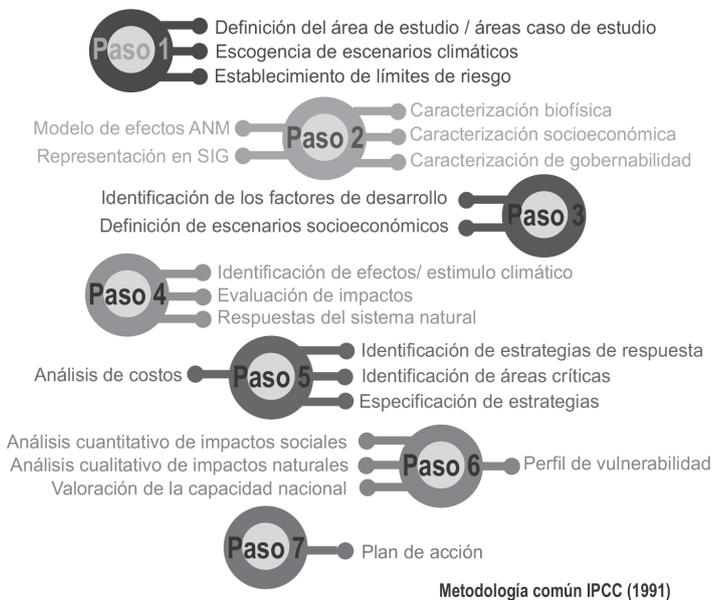


Figura 5. Estimación de la afectación progresiva de aumento del nivel del mar en el Caribe de Colombia.

Uno de los primeros y más influyentes marcos metodológicos para ayudar al usuario en la estimación del amplio espectro de impactos frente al ANM, fue el propuesto en 1992 por el grupo de manejo integrado de zonas costeras (MIZC) del IPCC (IPCC-CZMS, 1992). En él se incorpora la opinión de expertos, el análisis de datos de las características socioeconómicas y biofísicas, incluyendo el valor del terreno y los humedales perdidos.

Figura 6. Componentes y actividades dentro de cada uno de los siete pasos que propuso inicialmente la metodología común del IPCC para llevar a cabo estudios de vulnerabilidad ante el ascenso del nivel del mar.

Esta metodología sirvió de base a la estimación de vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas frente al aumento del nivel del mar a escala 1:300.000, llevado a cabo a principios del siglo XXI entre los años 2000 y 2003, siendo la base para su modelado físico y económico actual (INVEMAR, 2003). La metodología propone seguir siete pasos: (1) delimitar el área del estudio, (2) inventariar las características del área de estudio, (3) identificar los factores relevantes de desarrollo socioeconómico, (4) evaluar los cambios físicos, (5) formular estrategias de respuesta, (6) evaluar el perfil de vulnerabilidad, (7) identificar las necesidades futuras (Figura 6).



Variabilidad del clima. La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IDEAM, 2010).

Es de esperar que la variabilidad del clima pueda verse afectada por el cambio climático; la mayoría de las simulaciones climáticas sugieren que la intensidad de las precipitaciones se incrementará a medida que aumente la temperatura. Como la mayoría de los sistemas se ven afectados por la variabilidad del clima, constituye un componente importante de su exposición. Este hecho es particularmente importante en las zonas costeras donde confluyen condiciones oceánicas y climáticas. Los patrones de luz solar, lluvia, es-

correntía, temperatura superficial del mar, corrientes oceánicas, vientos, oleaje y mareas, además de condiciones oceanográficas extremas, como mares de leva y tormentas tropicales, influyen en los tipos de terrenos, hábitats y ecosistemas susceptibles de ser encontrados a lo largo de la costa.

Utilizando el modelo PRECIS (resolución espacial de 25*25 km) en cada una de las cuatro regiones hidro-climáticas que abarca la zona costera del Caribe, se estimaron escenarios de cambio para el 2070-2100 en relación con el período 1961-1990, para las variables temperatura del aire y precipitación (IDEAM, 2010). Estas estimaciones se basaron en los escenarios de emisión global A2 y B2 del IE-EE (IPCC, 2000).

Bajo los dos escenarios globales, en la región Caribe se espera la reducción de la cantidad anual de lluvias (un 30% más seco en comparación con el actual). Sin embargo, se destaca un aumento marcado en el volumen de precipitación diaria (lluvias superiores a 25 mm), es decir, se esperan aumentos en la intensidad de las lluvias en periodos de 24 horas. De igual forma para la zona costera del Caribe se esperan temperaturas medias anuales de 0 a 2 grados ligeramente más cálidas que lo actual en el escenario B2 y de 2 a 4 grados más cálidas que lo actual en el escenario A2 (IDEAM *et al.*, 2009).

Es así como se puede decir que la vulnerabilidad se analiza a la luz de tres conceptos:

1. La susceptibilidad del área a los cambios físicos y ecológicos impuestos por el ANM.
2. Los impactos potenciales de los cambios del sistema natural sobre el sistema socioeconómico.
3. La capacidad de sobrellevar dichos impactos, incluyendo en el más amplio de los sentidos los conceptos de gobernabilidad y gobernanza, las capacidades políticas y tecnológicas del país y las posibilidades de prevenirlos mediante medidas de adaptación (capacidad de adaptación).

Los tres conceptos se consideran espacialmente con el fin de hacer un análisis más realista de la porción del territorio que estará influenciada. Posteriormente se obtienen



Figura 7. Daños estructurales sobre el malecón de la Bahía de Santa Marta, causados por el mar de leva el 24 de Octubre de 2012. Foto de David Morales.

indicadores para cada área en particular, los cuales estarán acompañados de su definición, método de cálculo, interpretación, método de verificación y supuestos asociados. La suma de estos indicadores define los recursos naturales y fuerzas socioeconómicas que impulsan el proceso.

2.2 Evaluación de impactos

La evaluación de impactos valora los efectos potenciales de uno o más escenarios de ANM (en comparación con un nivel constante o de referencia) sobre los dominios del sistema. De esta forma se contribuye a la identificación de zonas de riesgo que llevan a (o evitan) la exposición de actividades humanas con el sistema climático (Figura 8).

Evaluación de los impactos (climáticos). Práctica para la identificación y evaluación de las consecuencias negativas y positivas del cambio climático en sistemas humanos y naturales (IPCC, 2007).

La evaluación de impactos, privilegia la práctica sobre la teoría. Su punto de partida es la información con la que cuentan las regiones acerca de los sistemas vulnerables tales como la agricultura, los recursos hídricos, la salud pública y el manejo o gestión de desastres. Esta información puede utilizarse para iniciar un cambio en la forma en que se observan los riesgos, la vulnerabilidad y el cambio climático. La Evaluación se basa en los conocimientos ya existentes, en vez de “reinventar la rueda”; al usar las sinergias existentes y los temas transversales, este enfoque puede llevar finalmente a un proceso más informado de formulación de medidas de adaptación (Ebi *et al.*, 2006).

Impactos (climáticos). Consecuencias del cambio climático en sistemas humanos y naturales. Según la medida de la adaptación, se pueden distinguir impactos potenciales e impactos residuales. a) Impactos potenciales: Todos los impactos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación; b) Impactos residuales: Los impactos del cambio climático que pueden ocurrir después de la adaptación (IPCC, 2007).

Los impactos del ANM se determinan por la exposición de los sistemas al estímulo climático, así como, a la sensibilidad del sistema a los mismos. La determinación de impactos al ANM, reportada en la Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (IDEAM, 2001) sobre la zona costera, se analizó teniendo en consideración al aumento del nivel del mar como estímulo climático, siendo la magnitud estimada de aumento, de un metro en una proyección de 100 años (para entonces desde el año 2000 al 2100).

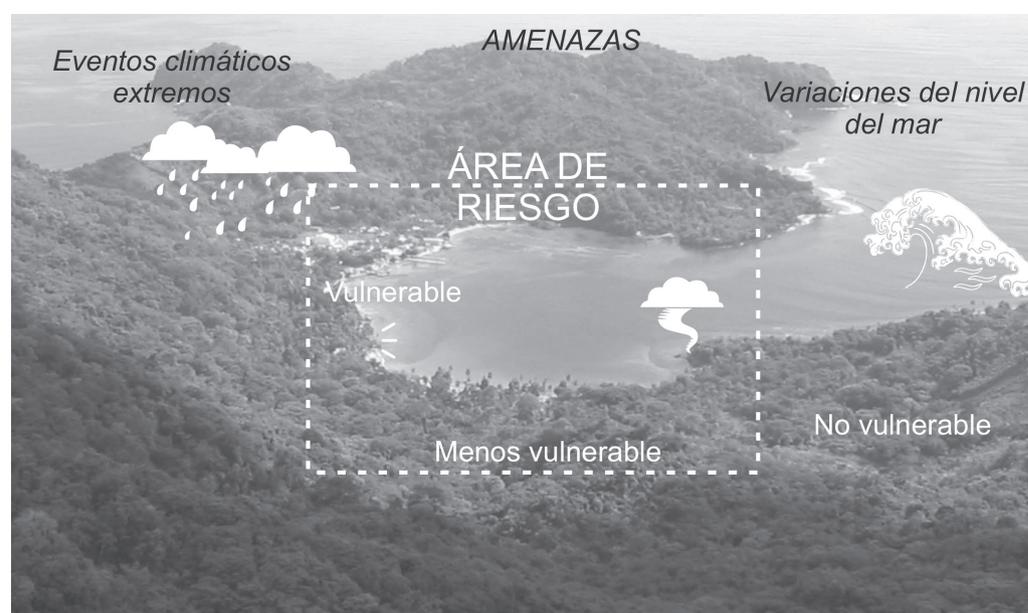


Figura 8. Configuración de una condición de riesgo por el sistema climático.

Exposición. El tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes (IPCC, 2007).

La exposición de los sistemas a los efectos del aumento del nivel del mar depende tanto de la variación del nivel eustático del mar, como de su localización, determinando diferentes grados de susceptibilidad. En la zona costera del Caribe, por ejemplo (Figura 9), se presentan largas playas arenosas limitadas por puntas rocosas localmente montañosas, asociadas algunas veces con marismas de mangle y ciénagas costeras que se adentran en el continente.

De igual forma es posible encontrar costas bajas interrumpidas por macizos montañosos. En el sector norte, la zona costera de la Guajira presenta una línea de costa variable con acantilados de rocas duras y llanuras bajas, así como extensas dunas que aun cuentan con la ventaja de la baja intervención humana, permitiéndoles mantener su dinámica natural; en la zona central, sobre el delta del río Sinú, el paisaje se caracteriza por colinas y lomeríos bajos sobre los cuales se desarrollan terrazas litorales, acantilados y llanuras costeras a veces asociados con depresiones estructurales y complejos deltaicos de gran extensión; y el sector sur de la costa Caribe, está conformada por dos sectores montañosos prominentes y una depresión costera situada entre ellos (golfo de Urabá) donde ocurren procesos deltaicos y de subsidencia tectónica. En la Figura 9, la flecha descendente indica un aumento en la susceptibilidad; a medida que las playas se encuentran más intervenidas por acción humana, son más planas y de grano más grueso, son más susceptibles.

Sensibilidad. Nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar) (IPCC, 2007).

Los efectos asociados al ANM ejercen variaciones en diferentes escalas tanto espaciales como temporales. La sensibilidad del sistema denota las diferentes respuestas ante los diferentes estímulos y a sus efectos resultantes. La sensibilidad generalmente se asume constante a lo largo del tiempo, sin embargo este supuesto puede resultar acertado para los sistemas naturales, sin embargo no lo es tanto para los sistemas intervenidos o sistemas humanos que cambian continuamente, inclusive bajo la ausencia del cambio climático (Figura 10).

La búsqueda de la sostenibilidad del desarrollo de las zonas costeras debe estar referida por la capacidad de entendimiento de las posibles amenazas, naturales y de origen antrópico que las afectan. Si bien se reconoce hoy en día una mejor preparación frente a los desastres naturales, es también sabido que muchas pérdidas económicas y medioambientales pasan sin ser cuantificadas en el momento de ser calculadas las pérdidas. Estos impactos, a corto, mediano y largo plazo, pueden presentar consecuencias drásticas para el área afectada, sus pobladores y las actividades económicas que estos desarrollan.

Según la UNEP & GEO-LAC (2000), dentro de los problemas más significativos que surgen a partir de los desastres naturales se cuentan: la destrucción física irrecuperable causada por inundaciones, avalanchas e incendios, la destrucción de hábitat durante los esfuerzos que se realizan inmediatamente después a la emergencia de un desastre a gran escala; la contaminación de recursos naturales como consecuencia del escurrimiento o derrame de contaminantes (combustibles o químicos) por rotura de tuberías; y por último la gran cantidad de desperdicios y escombros que producen las operaciones de limpieza y reconstrucción (Lacambra *et al.*, 2003).

El conocimiento y la recopilación histórica de los desastres, puede contribuir al reconocimiento de áreas donde se han reportado mayor número de desastres naturales, a

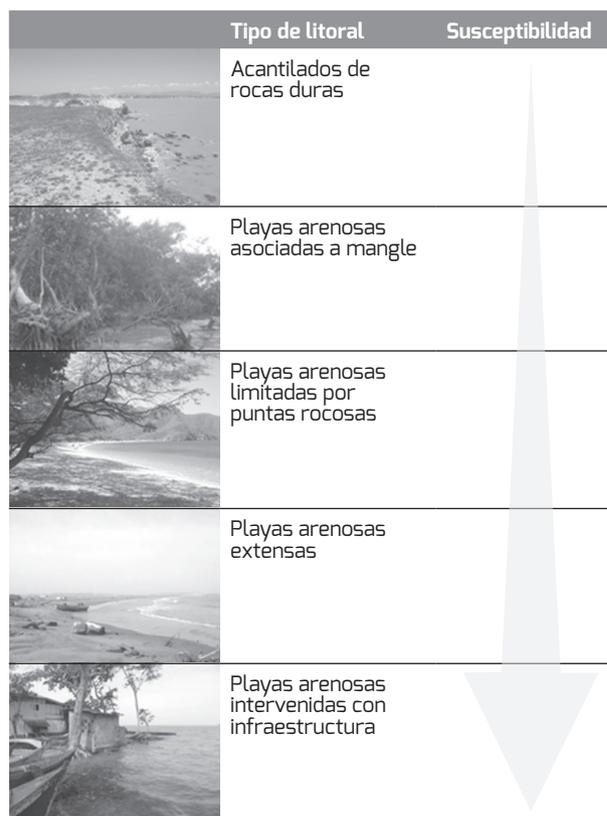


Figura 9. Diferentes niveles de exposición a la amenaza de nivel del mar en dependencia del tipo de costa y de su susceptibilidad.

identificar los desastres más comunes, al reconocimiento de los desastres que ocurren con mayor intensidad, a la identificación de impactos más reportados y a la comparación interregional de los mismos. Una recopilación de este estilo, aunque desactualizada, puede ser consultada en el libro *Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras Colombianas*, de Lacambra y colaboradores (2003) que, con base en consultas de la base DesInventar y la revisión de noticias en medios impresos, permitieron tener un primer diagnóstico de amenazas sobre las zonas costeras del país.

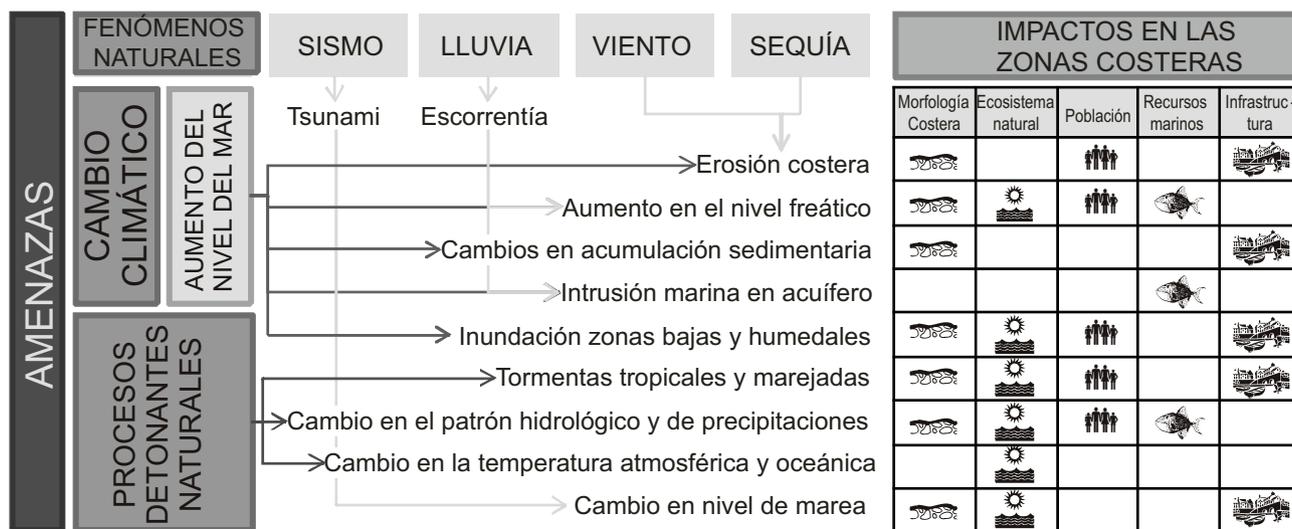


Figura 10. Diferentes amenazas e impactos sobre la zona costera provenientes de procesos naturales y del cambio climático.

En el desarrollo del proyecto de vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos ante el ANM, en el marco del NCCSAP: Colombia, utilizando una metodología de escenarios que respondía a preguntas del tipo “que pasaría si...”, y haciendo uso del censo poblacional de 1993 estimó que hacia el año 2030, las zonas costeras colombianas del Caribe continental y Pacífico podrían albergar en total entre 8’600000 y 9’000000 de habitantes, de los cuales aproximadamente 4% podría verse desplazados por la inundación causada por el aumento de 0.3 m en el nivel del mar (Figura 5), es decir el 0.5% de la población nacional en el mismo año. Si la lectura de los anteriores indicadores se realizaba sobre un escenario de ascenso de un metro en el nivel del mar para el año 2100, se obtiene que la población total afectada ascendería entre 1.4 y 1.7 millones de habitantes, lo que equivale al 2 y 3% de la población del país en el mismo año. De este total el 80% aproximadamente correspondería al Caribe (INVEMAR, 2003).

Mitigación Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2007).

Capacidad de mitigación. Estructuras y condiciones sociales, políticas y económicas que se requieren para una mitigación eficaz (IPCC, 2007).

La mitigación se refiere a las acciones que limitan las tasas o la magnitud del cambio climático. Se reconocen dos opciones básicas de mitigación: la reducción neta de emisión de GEI mediante un cambio tecnológico para la producción de energía o la reducción de la concentración a través del fomento de la capacidad de sumideros de sistemas biológicos (IPCC, 2007). Mantener o mejorar la capacidad de los bosques y los océanos para absorber el CO₂ es un aspecto crucial de la mitigación del cambio climático.

Paralelo al concepto de Carbono Verde (almacenado en los bosques y sus suelos) el *Carbono Azul* se define como el Carbono que es almacenado por los diferentes ecosistemas costeros y marinos a través del plancton, las bacterias verdes, los arrecifes, las fanerógamas marinas, los bosques de mangle y otros humedales costeros. El carbono capturado por los organismos vivos del océano se almacena en forma de sedimentos marinos y permanece en el medio por cientos de años, en comparación con el almacenado en organismos terrestres que alcanza solo décadas (Nellemann *et al.*, 2009). La investigación reciente ha puesto de relieve el importante papel que los ecosistemas costeros y marinos desempeñan en secuestro de dióxido de carbono (CO₂).

Aunque su área global es de uno a dos órdenes de magnitud menor que la de los bosques terrestres, la contribución en la captura de carbono de los hábitats costeros con vegetación por unidad de área a largo plazo es mucho mayor, en parte debido a su eficiencia en la captación de partículas en suspensión y orgánicos asociados al Carbono (C) durante inundación de la marea.

A pesar del valor de los bosques de mangle, praderas marinas y marismas en la retención de carbono y los otros bienes y servicios que proporcionan, estos sistemas se están perdiendo a un ritmo crítico y la acción es una necesidad urgente para evitar una mayor degradación y pérdida. El reconocimiento del valor de la captura de carbono de los ecosistemas costeros con vegetación, proporciona un fuerte argumento para su protección y restauración, sin embargo, es necesario mejorar el conocimiento científico de los mecanismos subyacentes que controlan la captura de carbono en estos ecosistemas (McLeod *et al.*, 2011).

Los hábitats vegetados del océano (en particular los manglares), son responsables de más del 50%, de todo el almacenamiento de carbono en los sedimentos oceánicos. Ellos representan sólo el 0.05% de la biomasa vegetal en tierra, pero almacenan una cantidad comparable de carbono por año, ubicándose entre los sumideros de carbono más grandes del planeta. Los hábitats marinos capturan y almacenan el equivalente a casi la mitad de las emisiones del sector del transporte global.

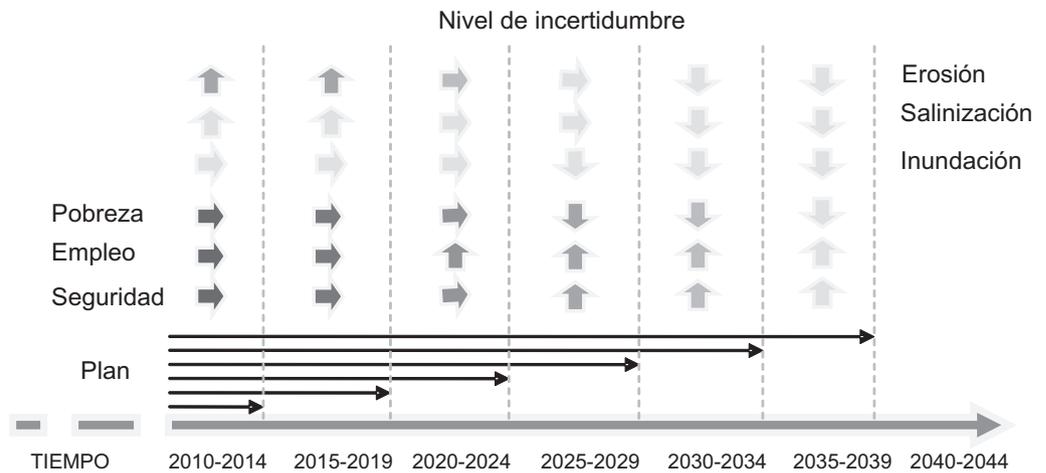
La cobertura de los ecosistemas de manglar del Caribe es cercana a los 73710 ha (INVEMAR, 2012). Al impedir la pérdida y la degradación de estos ecosistemas, catalizando su recuperación, se puede contribuir a la escala global a compensar de 3 a 7% de las actuales emisiones de combustibles fósiles en las próximas dos décadas - más de la mitad de lo proyectado de la reducción proveniente de deforestación evitada (Nellemann *et al.*, 2009).

Las evaluaciones de vulnerabilidad, impulsadas por las evaluaciones de los impactos potenciales, son la base para la formulación de acciones en torno a la adaptación al cambio climático que proporcionan recomendaciones específicas a los planificadores, administradores y a los encargados de formular políticas (Figura 11). El logro de este último objetivo requiere de una mirada más cercana a las opciones de respuestas disponibles, incluidas las consideraciones en cuanto a su aplicación y su integración con las políticas y prácticas existentes en materia de gestión ambiental, la reducción de riesgos de desastres y el desarrollo sostenible de las regiones.

Adaptación. Acomodación de los sistemas ecológicos, sociales o económicos en respuesta a cambios o estímulos ambientales observados o esperados para reducir los impactos adversos o los daños potenciales, o tomar ventaja de las oportunidades creadas por un cambio en el clima (IPCC, 2007).

La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva o la reactiva, la pública y la privada, o la autónoma y la planificada. La adaptación planificada al cambio climático denota acciones emprendidas para reducir los riesgos y aprovechar la oportunidades asociados al cambio climático global (Füssel, 2007).

Figura 11. Integración de los niveles de incertidumbre de los efectos del aumento del nivel del mar a lo largo de las estrategias de desarrollo dictadas en el PND.



La adaptación al cambio climático implica cambios en los sistemas socioecológicos (interacciones humano-ambiente) en respuesta a los impactos actuales y previstos del cambio climático en el contexto de la interacción con cambios no debidos al clima. Las estrategias de adaptación y las acciones pueden variar entre el corto plazo y el largo plazo, y las transformaciones más profundas, tienen por objeto satisfacer más allá que solo los objetivos relativos al cambio climático por se (Moser y Eckstrom, 2010).

De igual forma, la adaptación puede implicar tanto la creación de capacidades de adaptación así como la necesidad de aumentar la capacidad de los individuos, grupos u organizaciones para ajustarse a los cambios, y la implementación de las decisiones de adaptación, es decir, transformar esa capacidad en acción. Ambas dimensiones de adaptación puede ser implementada en la preparación o en respuesta a los impactos generados por el cambio climático (Tompkins *et al.*, 2010), para el caso que nos atañe, el ANM.

PLAN DE ACCION

Acciones prioritarias relacionadas con:		2000	2012	2030	2100
NACIONAL	Conocimiento e información	=====>			
	Fortalecimiento institucional	=====>			
	Educación, divulgación y socialización	=====>			
	Aspectos económicos y financieros	=====>			
	Gestión internacional	=====>			
LOCAL	Planeación	=====>			
	Medidas de adaptación	=====>			
	Construcción de obras de protección	=====>			

La adaptación, bajo el esquema de la metodología de los siete pasos del IPCC se centra en torno a tres opciones de respuesta genéricas: retirar, acomodar o proteger. Sin embargo a partir del perfil de vulnerabilidad obtenido en el estudio NCCSAP: Colombia (INVEMAR, 2003), fue posible dictar los lineamientos de un Plan de Acción Nacional para enfrentar el aumento acelerado del nivel medio del mar, el cual definió líneas estratégicas de acción, dentro de las cuales se contaba la incorporación de la amenaza en los instrumentos de planificación de las regiones a nivel de las autoridades ambientales y planes de desarrollo departamentales y en la planificación territorial en lo local a nivel de los municipios costeros.

Capacidad de adaptación. Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas (Brooks et al., 2005).

La capacidad de adaptación, puede ser referida a sistemas sociales o naturales. La capacidad de adaptación de los sistemas sociales incluye principalmente los recursos económicos, habilidades tecnológicas, acceso a información, infraestructura y equidad de instituciones. Cuanto mayor sea la capacidad de adaptación de un sistema o de una sociedad, mayor será su potencial para moderar los efectos adversos del cambio climático.

El marco conceptual para la evaluación de las medidas de adaptación (que también puede incluir medidas de mitigación) se muestra en la Figura 12. En el cuadro de adaptación, se distinguen dos tipos de acciones: la *facilitación*, se refiere a las actividades que mejoren la capacidad de adaptación, creando o mejorando las condiciones para la implementación de medidas de adaptación. Tales actividades incluyen la sensibilización, la creación de capacidades y el establecimiento de instituciones, redes de información y los marcos jurídicos para la acción. La *implementación* por su parte, se refiere a las actividades que en realidad disminuyen los efectos adversos del clima en un sistema al reducir su exposición o la sensibilidad a los riesgos climáticos o al moderar los factores no climáticos.

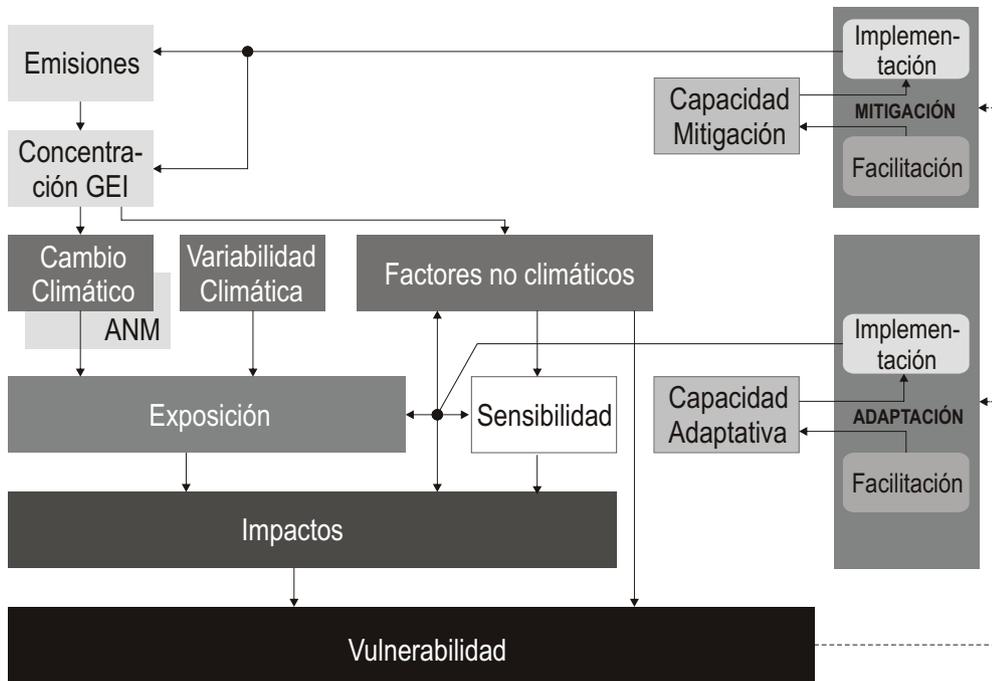


Figura 12. Marco conceptual de la evaluación de MEDIDAS de adaptación (Adaptado de Fuessel y Klein, 2006).

La Figura 12, también muestra la relación de dos vías entre la *capacidad de adaptación* y la *adaptación*. La capacidad de adaptación, determina la viabilidad de las medidas de adaptación (de tipo de implementación), pero también se ve afectada por las medidas de adaptación (de tipo facilitador). La capacidad de adaptación determina la viabilidad de las medidas de adaptación (de tipo de implementación), pero también se ve afectada por las medidas de adaptación (de tipo facilitador). La misma distinción se aplica a la mitigación. La orientación de las políticas de adaptación requiere de una participación intensiva de los grupos de interés, un fuerte énfasis en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas a la variabilidad climática actual, y la formulación de estrategias de respuesta frente al desarrollo en un futuro incierto.

3 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede ser evaluada bajo diferentes escenarios climáticos y de riesgo, correspondientes a una realidad actual o proyectada hacia el futuro y en la implementación o ausencia de medidas de adaptación. A nivel internacional se ha sugerido la utilización de 46 variables que representan la vulnerabilidad genérica, construida a partir de la estimación del bienestar económico, factores de desigualdad, la salud y el estado nutricional, la educación, la infraestructura física, la gobernanza, variables geográficas y demográficas, la agricultura, los ecosistemas y la capacidad tecnológica (Brooks *et al.*, 2005).

En concordancia con lo sugerido por la metodología del IPCC y con base en el marco de política de adaptación de PNUD (2005), la evaluación de la vulnerabilidad de las zonas costeras del Caribe Colombiano frente al acelerado aumento del nivel del mar, se evalúa mediante la estimación de la susceptibilidad de los sistemas naturales y de los impactos sobre el sistema socioeconómico, frente a áreas en riesgo y frente a áreas en pérdida.

A lo largo del desarrollo de los proyectos de evaluación de vulnerabilidad frente al ANM llevados a cabo en las zonas costeras colombianas por parte del INVEMAR, tanto a nivel nacional (tres costas: Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) (INVEMAR, 2003), como a nivel local (casos de estudio en 2 áreas que fueron encontradas como las de mayor vulnerabilidad en la zona costera del Caribe continental y del Pacífico, respectivamente: Cartagena de Indias y San Andrés de Tumaco) (INVEMAR, 2008), se han venido seleccionado una serie de indicadores que han permitido dar un perfil de vulnerabilidad de las zonas costeras del país y han dictado los lineamientos para las acciones de priorización e intervención.

Estos indicadores se han evaluado espacialmente en dependencia de modelos de riesgo; así mismo, han sido utilizados para la actualización de los resultados obtenidos para las evaluaciones de vulnerabilidad en Santa Marta (INVEMAR, 2011b) y la elaboración de los Lineamientos para la adaptación al cambio climático de Cartagena de Indias (INVEMAR *et al.*, 2012).

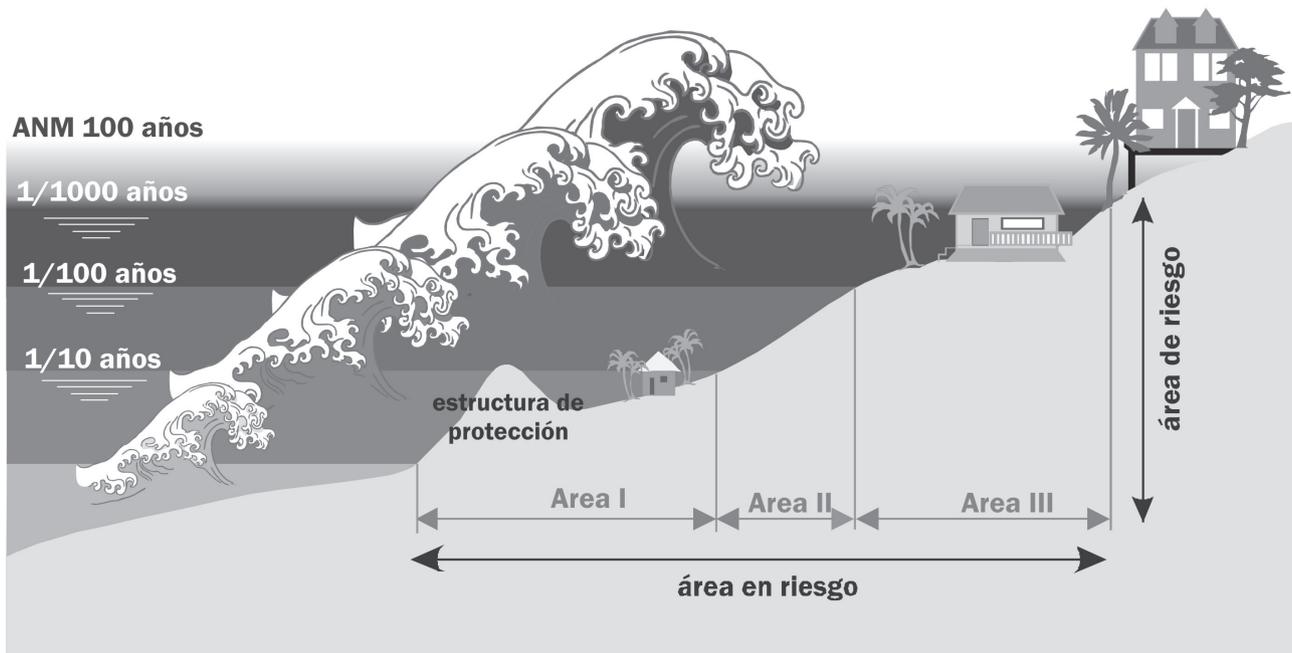
3.1 Modelo de riesgo de inundación

La probabilidad de que oscilaciones del nivel medio del mar produzcan inundaciones parciales sobre la costa, hace parte integral de la evaluación de la variabilidad climática y de la evaluación de la vulnerabilidad en sí. Esta probabilidad puede ser estudiada a través del análisis de los registros históricos de niveles medios de marea. Los registros pueden ser traducidos en elevaciones máximas de nivel promedio del mar que reflejan la probabilidad de retorno de acontecimientos poco frecuentes (Torres *et al.*, 2006).

A partir de esta información es posible elaborar escenarios de inundación teniendo en cuenta un aumento significativo del nivel medio del mar, en un período de retorno calculado a partir de la función de un periodo en años establecido. Con la ayuda de registros o información histórica disponible, estas estimaciones permiten calcular los daños causados en la recurrencia y amplitud de eventos climáticos extremos destacados (Royero, 2007) en un periodo de tiempo (por ejemplo mares de leva en los últimos 50 años). De esta forma los sectores afectados por un evento en particular, dan cierta correspondencia a la simulación de una elevación del nivel del mar (Torres *et al.*, 2006).

El modelo de riesgo de inundación se construye entonces a partir de un modelo digital de elevación (MDE) que permite comparar los valores de altura del terreno con los valores de elevación máxima del nivel promedio del mar, de acuerdo al área geográfica estudiada, generando como resultado un mapa de áreas en riesgo (Figura 13). Un MDE intenta representar una realidad cuya veracidad depende directamente de la calidad y cantidad de datos que hayan sido incorporados, por tanto, se debe reconocer de antemano que existe un error inherente al proceso de modelización, el cual puede ser reducido pero no eliminado.

Áreas en riesgo y niveles anómalos del nivel del mar



Datos detallados para la construcción del MDE pueden ser obtenidos a partir de tecnología aeroportada LIDAR (Light Detection and Ranging). Algunos de estos datos proceden de misiones realizadas por la Dirección General Marítima de Colombia (DIMAR) sobre porciones de la costa colombiana (Afanador *et al.*, 2006; Afanador y Carvajal, 2009).

Figura 13. Esquematización de la definición de áreas en riesgo por eventos climáticos extremos y por aumento del nivel del mar debido al cambio climático.

3.1.1 Áreas en riesgo de inundación

Se conocen como áreas en riesgo de inundación, las que son anegadas durante eventos extraordinarios como fenómenos de invierno en los que se incluyen las lluvias y cambios estacionales (aguaceros intensos, crecientes poco frecuentes o avalanchas) y algunos otros fenómenos que causan aumentos anómalos del nivel medio del mar.

Los fenómenos de mal tiempo que causan inundación en la zona costera pueden determinarse según el origen del fenómeno, sus consecuencias e intensidad. De esta forma, las marejadas, mares de leva, oleajes peligrosos, pujas y tormentas tropicales (vendavales, tormentas, tornados y demás ciclones reportados), se incluyen dentro de aquellos fenómenos que causan aumentos súbitos en el nivel medio del mar.

Para efectos de cualquier evaluación de vulnerabilidad se deben determinar las áreas en riesgo presente y futuro (Figura 13). Esta última aproximación estará determinada por nuevas áreas en riesgo considerando la estimación de la nueva línea de costa determinada por el progresivo aumento del nivel del mar. Es importante además incluir áreas inundables de los cauces mayores o rondas de los ríos costeros que de igual forma, dan origen a áreas con riesgo de inundación.

El área bajo riesgo actual se delimita además teniendo en cuenta porciones de línea de costa identificadas con influencia de erosión y sectores susceptibles a fenómenos de remoción en masa. Las áreas de riesgo por inundación, hacen referencia a aquellas áreas que son anegadas por una precipitación pluvial moderada e incluyen, encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial, desbordamiento de corrientes naturales. La representación del riesgo incluye los sectores de la línea de costa que presentan riesgos por amenaza de erosión o de remoción en masa (ver casos de estudio en portal GeoClimares³).

³ GeoClimares <http://gis.invemar.org.co/climares/>

3.2 Indicadores de susceptibilidad del sistema natural

Dadas las características de los sistemas naturales, el desarrollo de un índice para determinar su susceptibilidad se debe hacer considerando la información disponible y sus unidades de medida, lo que implica la necesidad de medirlos bajo una escala común y así llevar a cabo las comparaciones. En el contexto de aumento del nivel del mar, la vulnerabilidad de los sistemas naturales puede ser analizada bajo la estimación de los efectos sobre un determinado ecosistema y su capacidad de sobrevivir en el tiempo (resiliencia).

La resiliencia, se entiende como la habilidad de un sistema para absorber un cambio y variación sin saltar a un estado diferente donde las variables y procesos que controlan su estructura y comportamiento cambien repentinamente (Holling, 1973). La capacidad de resistencia puede ser natural (intrínseca a un sistema dado) o adquirida (si se obtuvo a partir de un daño anterior). En otras palabras, la resiliencia se refiere a la magnitud de la perturbación que puede ser absorbido antes de que los cambios del sistema a un estado radicalmente diferente, así como la capacidad de auto-organizarse y la capacidad de adaptación a las circunstancias emergentes (Carpenter *et al.*, 2001; Folke, 2006).

La susceptibilidad puede ser estimada para un elemento natural en particular (ecosistemas costeros) o de forma global para un sistema natural (recurso hídrico o suelos). La susceptibilidad global por lo tanto puede describirse como es sugerido por Pratt y colaboradores (2004) de la siguiente manera:

Susceptibilidad general = características inherentes de una zona (biofísica) + fuerzas de la naturaleza humana + efectos de aumento del nivel del mar.

La susceptibilidad ambiental de un sistema está dada en términos de su integridad y su exposición a las amenazas naturales y antropogénicas, es decir, los riesgos (naturales y antropogénicos) y la resistencia de los sistemas (características del sistema que reducirían su susceptibilidad). Los indicadores seleccionados, dependen de las características de los sistemas naturales y de su situación actual, pero para obtener una idea de la susceptibilidad global, los indicadores deben ser capaces de medir sus variaciones tanto espaciales como temporales.

La valoración dada a cada indicador se asigna de acuerdo a lo que implica para el sistema, y cómo el sistema está actuando en términos de sostenibilidad. Es diferente si un sistema es capaz de sostenerse, a que si se enfrenta a ningún impacto en absoluto. A su vez, también se define por las características no sólo del propio sistema y de las presiones que debe enfrentar, pero también de las políticas asociadas u otras medidas de protección (tales como áreas protegidas) que regulan y controlan su uso y explotación.

La susceptibilidad del sistema se reduce al aumentar la resiliencia de la base natural o ecosistemas. Asimismo, estos sistemas ofrecen mejores servicios ambientales que los degradados. El índice de susceptibilidad del sistema natural utilizado en estudio previos aplicados por el INVEMAR (NCAP: Colombia) se calcula teniendo en consideración seis indicadores (INVEMAR, 2008).

Cobertura de ecosistemas. Este indicador se centra en los cambios de la cobertura natural que impactan en la biodiversidad y en la integridad del ecosistema. Determinar cómo estas áreas han ido cambiando, no sólo puede ayudar a aclarar lo vulnerables que son (como consecuencia de la reducción de su superficie total y la fragmentación), pero puede también proporcionar instrumentos para generar políticas relativas a las zonas en riesgo con recuperación potencial. Un ejemplo de esta evaluación se presenta en la Figura 14.

Calidad del Agua. Este indicador se utiliza en áreas donde el agua sustenta la vida natural y sus ambientes terrestres asociados. Refleja la capacidad de permitir la reproducción, la supervivencia, el crecimiento, la extracción y el uso de especies hidrobiológicas, en cualquier forma. Su medición da lugar a valores que deben variar entre los parámetros aceptados, que proporcionan las bases para estimar la calidad⁴. Estos parámetros se dan ya sea por la legislación local o por los estándares internacionales adoptados para este propósito.

⁴ Red de Calidad Ambiental Marina REDCAM <http://siam.invemar.org.co/siam/redcam/>

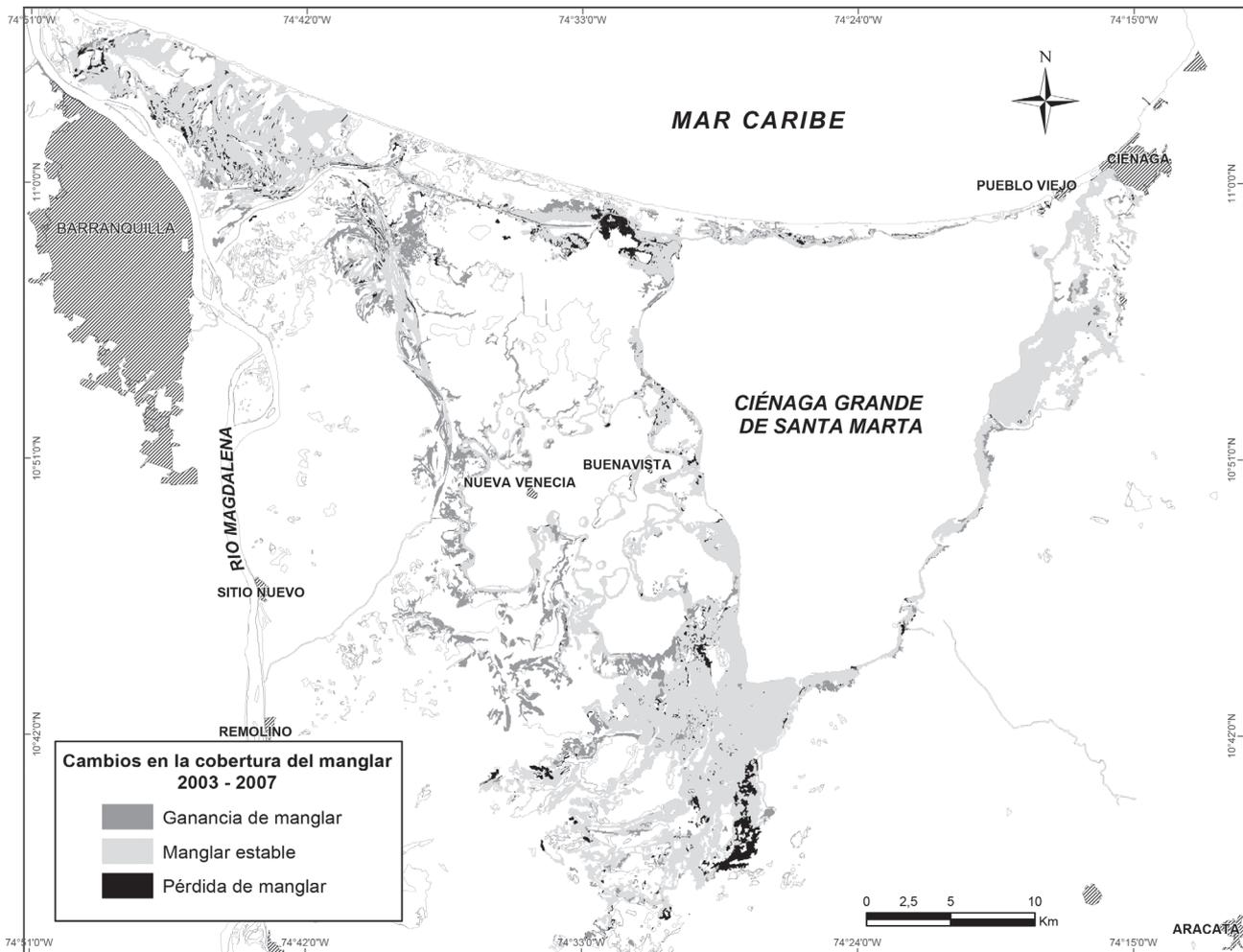


Figura 14.
 Representación de los cambios en la cobertura del manglar 2003 - 2007 en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Calidad de los ecosistemas. Se refiere al estado actual de los principales ecosistemas que se encuentran en la zona. Su medición complementa el índice de área total, ya que proporciona una idea del estado actual y de las diferentes amenazas que los afectan, permitiendo dar una idea de su capacidad de resiliencia. Proporciona una herramienta importante para determinar las prioridades de conservación y reglamentaciones que deben adoptarse en relación con el uso y otros efectos causados por la acción humana sobre ellos. Evalúa aspectos como la fragmentación, fauna asociada, desarrollo y niveles de conservación.

La fragmentación es un indicador importante de la calidad del ecosistema ya que interrumpe el flujo genético natural de las poblaciones de los ecosistemas de apoyo.

Áreas en recuperación. Mide las áreas en las que se han implementado medidas o políticas para mejorar la calidad de los ecosistemas y disminuir las presiones sobre ellos, especialmente en el nivel antropogénico. También incluye áreas donde los procesos naturales de recuperación se están produciendo. Este indicador puede dar una idea de la construcción de la resiliencia en general. Puede reflejar la necesidad de nuevas áreas de ecosistemas a conservar.

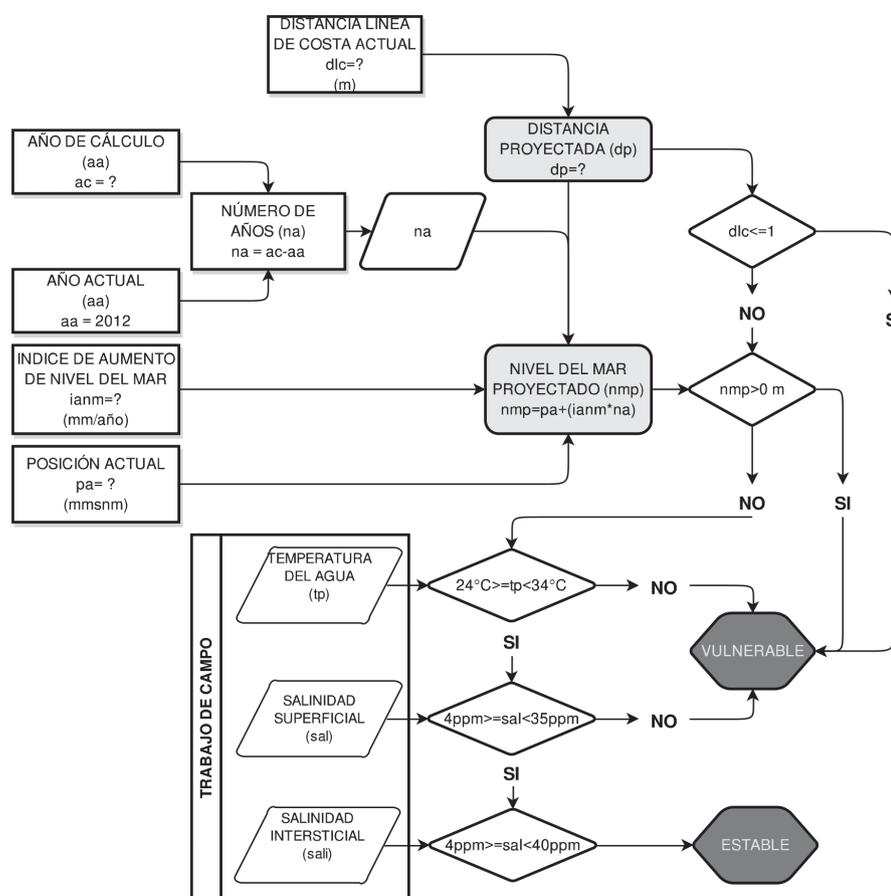
Conversión de hábitat. El uso de la tierra, refleja los procesos de transformación y las presiones impuestas sobre ciertos ecosistemas. Este indicador busca medir los conflictos de uso causados por actividades humanas a medida que la amenaza por aumento del nivel del mar pierde terrenos susceptibles para las mismas.

Amenazas naturales. La susceptibilidad ambiental de un sistema depende de su integridad y su exposición a los peligros naturales y antropogénicos. Debido a esto, resulta

fundamental identificar las amenazas potenciales a las que se enfrenta cada sistema, y así prever las respuestas que podrían presentar durante largos periodos de exposición y en situaciones como el aumento progresivo del nivel del mar.

La sumatoria o ponderación de cada valor dado a cada indicador en un área específica da como resultado el valor del índice de susceptibilidad del sistema natural. La expresión espacial de cada uno de los indicadores sobre una zona costera particular en unión con los modelos de inundación establecidos por los escenarios climáticos de amenaza por aumento del nivel del mar, permiten establecer el área bajo afectación (AF) en relación al total del área de la unidad del ecosistema o elemento natural. Ejemplo de esta representación espacial, puede verse en los diferentes casos de estudio resultado de los estudios de vulnerabilidad frente al aumento del nivel del mar (INVEMAR, 2003, INVEMAR, 2008) y disponibles para consulta en el portal GeoCLIMARES.

Ecosistemas de manglar



Para la estimación de la susceptibilidad de los ecosistemas de manglar se generó por Montealegre (2002) un Modelo de Sostenibilidad de los Ecosistemas de Manglar Frente al Ascenso en el Nivel del Mar (MSM), aplicado a los manglares del golfo de Morrosquillo que utiliza datos recolectados en campo sobre la cercanía del manglar a la línea de costa, la cobertura, la geoforma, la acción antrópica y la posibilidad de recuperación o colonización en función del aumento de la salinidad sobre los suelos. Mediante operadores booleanos, este modelo puede ayudar a determinar la estabilidad o susceptibilidad del ecosistema.

3.3 Indicadores de impacto sobre el sistema socioeconómico

La construcción de indicadores del sistema socioeconómico se divide en cinco categorías para facilitar su aplicación y entendimiento: demográficos, económicos, uso de recursos naturales, institucionales y de política y culturales. Los indicadores propuestos, sirven para caracterizar las poblaciones vulnerables al cambio climático en aspectos relevantes o relacionados con los efectos del ascenso del nivel del mar por el cambio climático. Esta relación se hace explícita para cada indicador, con el fin de justificar su inclusión. Así mismo, se identifican posibles fuentes de información para su evaluación y la periodicidad con que se recomienda su actualización.

3.3.1 Indicadores demográficos

Los indicadores demográficos propuestos intentan caracterizar a la población en cuanto al número de personas y hogares vulnerables.

Población. Número de personas que habitan en un área determinada. Permite evaluar la cantidad de la población que se verá afectada por los efectos del ascenso del nivel del mar.

Viviendas. Número de viviendas, tipo apartamento y otros, en un área determinada. Permite evaluar y diferenciar efectos.

La fuente de información propuesta para la evaluación de los anteriores indicadores, es el censo realizado por el Departamento Nacional de Estadísticas DANE, siendo el más reciente el realizado en el año 2005. Dicho censo llega hasta un nivel de discriminación por localidades municipales y por lo tanto para llegar a un nivel menor de resolución, se recomienda utilizar la proporción de personas/área o viviendas/área.

La periodicidad de actualización de este indicador, coincide con la realización de censos, que tienen un promedio de 5 a 7 años. Para la proyección de los indicadores en concordancia con los tiempos de los diferentes escenarios climáticos, se puede utilizar las tasas de crecimiento poblacional inter-censal; sin embargo, cuando el área de estudio tiene un nivel bajo (localidad, barrio), la proyección puede no ser adecuada, en cuanto a la que la ubicación del crecimiento poblacional se concentra en zonas de expansión urbana. En estos casos se puede establecer una cota de densidad equivalente al área, de similares características, con mayor densidad poblacional o en número de viviendas por tipo.

3.3.2 Indicadores económicos

Los indicadores económicos caracterizan la población en términos de sus ingresos, acceso a servicios o actividades económicas. Algunas de estas características son particularmente importantes en cuanto a la vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar, por ejemplo, una vivienda sin acceso a alcantarillado, es más propensa al aumento de enfermedades relacionadas con el estancamiento de aguas lluvias o residuales como la diarrea o el dengue.

Los indicadores económicos seleccionados para caracterizar a la población se dividieron en dos grandes grupos: aquellos relacionados directamente con la población vulnerable que habita en zonas de riesgo; y aquellos relacionados con los impactos a sectores productivos. En este último grupo se incluyó un indicador específico relacionado con el turismo, debido a la importancia de dicha actividad en la zona costera.

Acceso a acueducto. Número de viviendas con servicio de acueducto en un área determinada. El ascenso del nivel del mar puede dejar a la población sin acceso a agua potable, la población más vulnerable es aquella sin servicio de acueducto.

Acceso al alcantarillado. Número de viviendas con servicio de alcantarillado en un área determinada. El ascenso del nivel del mar y eventos extremos pueden aumentar problemáticas de salud relacionadas con manejo de aguas residuales o lluvias (diarrea, dengue, malaria, hepatitis etc). La población sin servicio de alcantarillado es la más vulnerable.

Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. Porcentaje de la población municipal con necesidades básicas insatisfechas. Este indicador caracteriza a la población en términos de

su capacidad económica. Las poblaciones con menos recursos tendrán menores capacidades para afrontar impactos del ascenso del nivel del mar.

La actualización de los dos primeros indicadores puede llevarse a cabo anualmente, ya que dependerán de la ejecución de proyectos relacionados con los aumentos de cobertura de acueducto y/o alcantarillado. El indicador de necesidades básicas insatisfechas lo actualiza el DANE con base en los resultados de cada censo, por lo que su actualización será cada 10 años aproximadamente. Por otra parte, los indicadores seleccionados para la caracterización de la actividad económica son:

Unidades económicas totales. Número de unidades económicas en un área determinada. Este indicador sirve para evaluar la cantidad de establecimientos que pueden ser afectados por el ascenso del nivel del mar.

Producto Interno Bruto. Valor de la producción anual generada por un municipio. Este indicador sirve para comparar la magnitud de las afectaciones económicas sobre un sector, con respecto al total municipal.

Unidades económicas de alojamiento y restaurantes. Número de unidades económicas relacionadas con el turismo: establecimientos de alojamiento y restaurantes, en un área determinada. Este indicador sirve para evaluar la cantidad de establecimientos relacionados con el turismo que pueden ser afectados por el ascenso del nivel del mar.

Producto Interno Bruto. Valor de la producción anual generada por el sector turismo en un municipio. Este indicador sirve para comparar la magnitud de las afectaciones económicas sobre el sector turismo, que puede traer el ascenso del nivel del mar.

La actualización de los indicadores relacionados con producto interno bruto, se realiza anualmente. Los relacionados con el número de unidades económicas, se realiza con base en los censos realizados por el DANE cada 10 años aproximadamente.

3.3.3 Indicadores de uso de recursos naturales

Los sistemas naturales con mayor susceptibilidad de ser impactados por ascensos del nivel del mar son los manglares. Las poblaciones costeras del Caribe utilizan estos recursos principalmente para extraer productos pesqueros. Por tal razón, es necesario caracterizar a la población vulnerable en cuanto al uso de estos recursos naturales que podrían ser impactados por el cambio climático. Para ello, se seleccionó un indicador de uso de estos recursos correspondiente a la actividad económica de pesca o acuicultura.

Cantidad de familias que viven de la pesca artesanal en el municipio. Número de unidades de pesca artesanal en el municipio. Este indicador sirve para caracterizar el uso de los recursos pesqueros en un municipio, que podría verse afectado por el cambio climático. La periodicidad de actualización de este indicador depende de estudios sectoriales. La Corporación Colombia Internacional (CCI) realiza dichos estudios y lleva estadísticas mensuales sobre los volúmenes pesqueros que sirven para la actualización del indicador

3.3.4 Indicadores institucionales y de política

En esta categoría se incluye un indicador relacionado con la capacidad de las administraciones municipales para la atención de desastres, incluidos los eventos extremos o posibles impactos por el aumento en el nivel del mar por el cambio climático. Los indicadores propuestos corresponden al presupuesto anual de inversiones y el presupuesto para la atención de desastres per-cápita en el municipio, como se detalla a continuación:

Presupuesto general municipal per cápita. Miles de pesos presupuestados para inversión por el municipio, al año, per cápita. Este indicador sirve para establecer la capacidad de inversión en alternativas de solución ante posibles impactos por el ascenso del nivel del mar o ante eventos extremos, desde el nivel municipal.

Presupuesto per cápita para atención de desastres. Miles de pesos presupuestados por el municipio, al año, per cápita, para la atención de desastres. Este indicador sirve para establecer la capacidad del municipio para atender los posibles impactos por el ascenso del nivel del mar o eventos extremos.

La actualización de estos indicadores es anual de acuerdo con el presupuesto municipal aprobado. Así mismo, la variable poblacional debe ser consistente con la fuente de información para los indicadores demográficos.

3.3.5 Indicadores culturales

Esta sección incluye indicadores para caracterizar algunos aspectos culturales de la población vulnerable. Estos aspectos tienen una incidencia tanto en la forma como los impactos del cambio climático afectan a la población, como en el diseño adecuado de políticas para la adaptación. Los indicadores seleccionados fueron la pertenencia a grupos étnicos y el nivel de alfabetización.

Pertenencia étnica. Número de personas pertenecientes a etnias indígenas, negras, otras o ninguna, en un área determinada. La relación entre el medio ambiente y las poblaciones varía de acuerdo con aspectos culturales, así como sus respuestas ante situaciones climáticas; por lo tanto es relevante tanto para establecer su vulnerabilidad como para el diseño de políticas de adaptación.

Nivel de alfabetización. Número de personas que saben leer y escribir en un área determinada. Este indicador es relevante para el diseño adecuado de medidas de adaptación, así como para evaluar las capacidades individuales frente a desastres naturales.

La actualización de los anteriores indicadores depende de encuestas específicas en las áreas de estudio. Sin embargo, la información para su evaluación puede encontrarse en los Censos poblacionales del DANE.

3.3.6 Índice general de impactos socioeconómicos

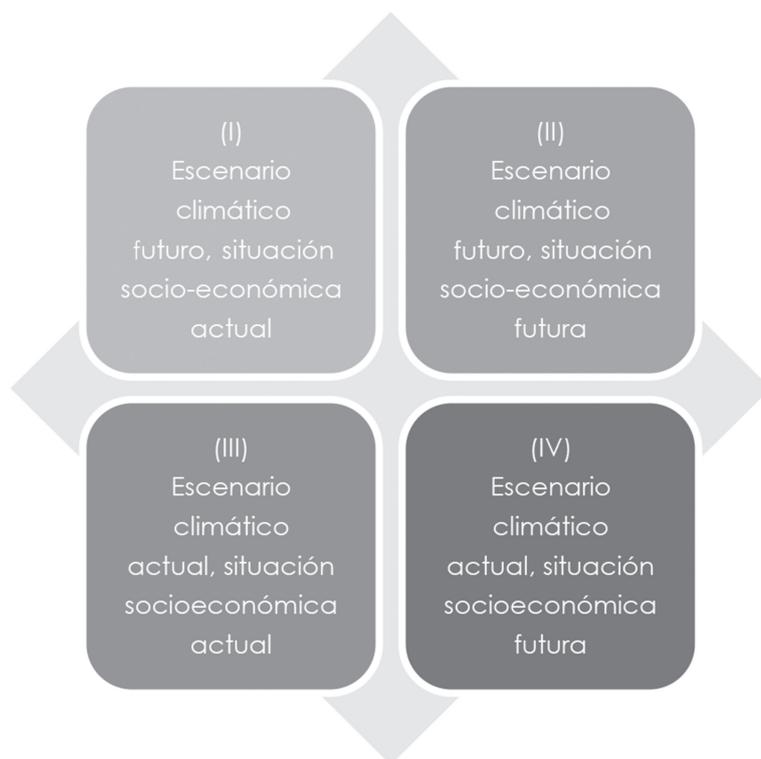
El índice general de impactos socio-económicos, puede ser analizado en conjunto o por separado para abordar un aspecto específico de la vulnerabilidad. Para la evaluación es necesario ubicarse en uno de los siguientes cuadrantes representados en la Figura 15, con el fin de especificar el alcance del mismo.

El cuadrante I, es pertinente para efectos de evaluar la vulnerabilidad climática en ausencia de cambios socio-económicos; sirve para contestar la pregunta ¿Qué pasaría si los efectos del cambio climático sucedieran hoy? Dado que este escenario no realiza ninguna proyección futura de la situación socio-económica, sus resultados no dependen de supuestos sobre cómo se realiza dicha proyección, más aún si se necesita proyectar indicadores socioeconómicos en un largo plazo. También puede ser utilizado para evaluar opciones de política, medidas de adaptación o incluso escenarios futuros contruados (“story lines”). En estos casos, se incorporarían el cambio de las condiciones socio-económicas específicas de las políticas de adaptación o situación futura; pero dejando las demás condiciones iguales a las actuales.

El cuadrante II, es el más realista sobre la evaluación de vulnerabilidad ya que incorpora tanto la situación futura climática como la situación futura socioeconómica. Sin embargo, es el escenario con mayores incertidumbres, ya que requiere de varios supuestos para la proyección de la situación socio-económica.

El cuadrante III sirve para establecer un escenario base actual, y comparar resultados con

Figura 15. Diferentes escenarios de aproximación de impacto del sistema socioeconómico



escenarios I o II. Así mismo, sirve para establecer vulnerabilidad ante la variabilidad climática y no el cambio climático proyectado.

El cuadrante IV sirve para establecer un escenario base futuro, y al igual que el anterior, compararlo con los resultados de escenarios I o II. Este tipo de escenarios es el utilizado para probar “adicionalidad” es decir responder a la pregunta ¿Qué hubiera pasado en ausencia del cambio climático?

A continuación se describen los diferentes factores de medición que componen el índice de vulnerabilidad socio-económica ante el ascenso del nivel del mar por el cambio climático:

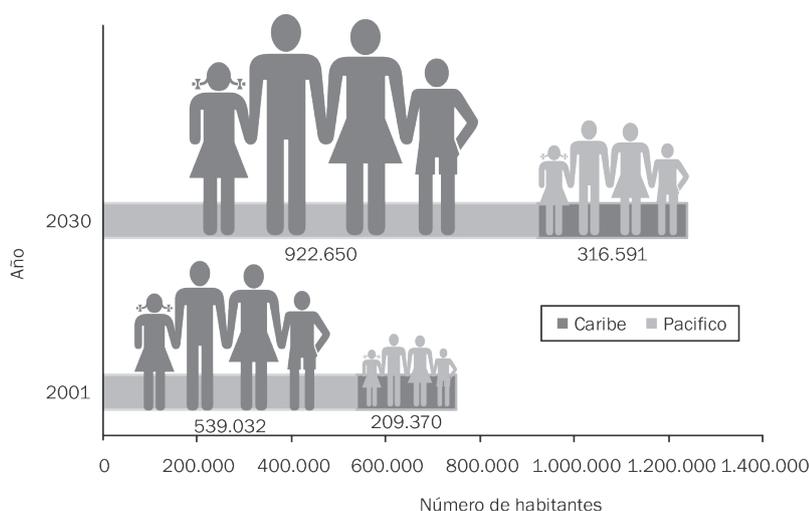


Figura 16. Proyección de la población localizada en áreas de inundación por ascenso en el nivel del mar en la zona costera del Caribe y Pacífico (INVEMAR, 2003).

Vulnerabilidad de estructuras de viviendas actuales ante el ascenso del nivel del mar. Este factor evalúa los impactos del ascenso del nivel del mar, en la infraestructura de las viviendas. Idealmente este factor debe diferenciar por materiales de construcción de las viviendas así:

Vulnerabilidad de estructura de viviendas alta: Viviendas a ras de piso, con materiales de construcción como madera, bareque y otros.

Vulnerabilidad de estructura de viviendas media - alta: Viviendas a ras de piso, con materiales de construcción de ladrillo, concreto o cemento.

Vulnerabilidad de estructura de viviendas media - baja: Viviendas elevadas, con materiales de construcción de madera, bareque y otros.

Vulnerabilidad de estructura de viviendas baja: Viviendas elevadas, con materiales de construcción de ladrillo, concreto o cemento.

El factor se construye como la proporción de las viviendas en cada categoría, con respecto al total en un área potencial de inundación. De esta forma, se podrá analizar qué porcentaje de las viviendas en dicha área potencial de inundación son estructuralmente vulnerables al ascenso del nivel del mar. Así mismo, se podrá comparar un área potencial con otra, en términos de su porcentaje de vulnerabilidad estructural.

Vulnerabilidad de hogares por impactos a la salud ante el ascenso del nivel del mar. El ascenso del nivel del mar y los eventos extremos asociados pueden traer un aumento en enfermedades relacionadas con el mal manejo de aguas residuales. Por ejemplo, el dengue es transmitido por mosquitos que se crían en depósitos de aguas en las ciudades. El ascenso del nivel del mar, mar de leva, o el incremento en la intensidad de lluvias, pueden aumentar el número de sitios en donde crecen las larvas de los mosquitos transmisores y por ende también aumentar la incidencia de la enfermedad. Cuando los hogares carecen de acueducto o alcantarillado, se requiere de tener sitios de almacenamientos de aguas. Por otra parte, la incidencia de enfermedades diarreicas o de hepatitis B, están parcialmente asociadas al mal manejo de aguas residuales.

El ascenso del nivel del mar, puede aumentar dicha incidencia en los hogares sin alcantarillado, al aumentar el contacto de los humanos con aguas residuales o al colapsar los

Número de personas que actualmente viven en sitios que potencialmente se verían afectadas por el ascenso del nivel del mar. Este factor sirve para tener una medida de la cantidad de personas que se verían afectadas por el ascenso del nivel del mar, ante el cambio climático. Puede ser evaluado bajo diferentes escenarios de ascenso del nivel del mar, así como para comparar los beneficios de medidas de adaptación, como por ejemplo, la construcción de infraestructura de protección, etc. La medida en número de personas es útil por sí misma, aunque es posible construir porcentajes de población afectada con respecto al municipio o subdivisiones político administrativas.

Vulnerabilidad de estructuras de viviendas actuales ante el ascenso del nivel del mar. Este factor evalúa los impactos del ascenso del nivel del mar, en la infraestructura de las viviendas. Idealmente este factor debe diferenciar por materiales de construcción de las viviendas así:

Vulnerabilidad de estructura de viviendas alta: Viviendas a ras de piso, con materiales de construcción como madera, bareque y otros.

Vulnerabilidad de estructura de viviendas media - alta: Viviendas a ras de piso, con materiales de construcción de ladrillo, concreto o cemento.

Vulnerabilidad de estructura de viviendas media - baja: Viviendas elevadas, con materiales de construcción de madera, bareque y otros.

Vulnerabilidad de estructura de viviendas baja: Viviendas elevadas, con materiales de construcción de ladrillo, concreto o cemento.

El factor se construye como la proporción de las viviendas en cada categoría, con respecto al total en un área potencial de inundación. De esta forma, se podrá analizar qué porcentaje de las viviendas en dicha área potencial de inundación son estructuralmente vulnerables al ascenso del nivel del mar. Así mismo, se podrá comparar un área potencial con otra, en términos de su porcentaje de vulnerabilidad estructural.

Vulnerabilidad de hogares por impactos a la salud ante el ascenso del nivel del mar. El ascenso del nivel del mar y los eventos extremos asociados pueden traer un aumento en enfermedades relacionadas con el mal manejo de aguas residuales. Por ejemplo, el dengue es transmitido por mosquitos que se crían en depósitos de aguas en las ciudades. El ascenso del nivel del mar, mar de leva, o el incremento en la intensidad de lluvias, pueden aumentar el número de sitios en donde crecen las larvas de los mosquitos transmisores y por ende también aumentar la incidencia de la enfermedad. Cuando los hogares carecen de acueducto o alcantarillado, se requiere de tener sitios de almacenamientos de aguas. Por otra parte, la incidencia de enfermedades diarreicas o de hepatitis B, están parcialmente asociadas al mal manejo de aguas residuales.

El ascenso del nivel del mar, puede aumentar dicha incidencia en los hogares sin alcantarillado, al aumentar el contacto de los humanos con aguas residuales o al colapsar los

sistemas de letrinas. El factor evalúa el porcentaje de hogares en las siguientes categorías:

Vulnerabilidad de hogares por impactos a la salud alta: Hogares sin cobertura de alcantarillado en áreas de potencial inundación.

Vulnerabilidad de hogares por impactos a la salud baja: Hogares con cobertura de alcantarillado en áreas de potencial inundación.

Al igual que el factor anterior, se construirá el porcentaje de hogares en cada categoría frente al total de hogares en el área de potencial inundación. El factor permite comparar la vulnerabilidad frente a otras áreas, entre diferentes escenarios de inundación; así como también permite evaluar políticas sociales de aumento de cobertura en servicios públicos.

Vulnerabilidad económica general municipal por el ascenso del nivel del mar. Este factor permite evaluar los impactos en la economía por el ascenso en el nivel del mar. Para ello, se evalúa la cantidad de establecimientos comerciales o industriales (unidades económicas) en las áreas potenciales de inundación, comparándolas con la cantidad total de unidades económicas en el municipio. Como un desarrollo particular de este factor, se puede evaluar el impacto al sector del turismo. De esta forma, el factor evaluará la cantidad de establecimientos de alojamiento y alimentación en las áreas potenciales de inundación, con respecto al total de establecimientos del sector. Esta evaluación subestima la vulnerabilidad ya que asume que los establecimientos turísticos que no están sobre el área potencial de inundación, no se verían afectados; supuesto que puede no ser cierto, ya que los turistas pueden dejar de viajar ante el anuncio de inundaciones en el destino, aunque no sea en el sitio específico de alojamiento.

Como complemento al análisis, se pueden utilizar indicadores como la participación del PIB del sector turístico, frente al PIB total del municipio, y así poder expresar el impacto como porcentaje del PIB municipal.

Vulnerabilidad municipal para atención de eventos extremos. Este factor evalúa la capacidad del municipio para hacerle frente a eventos extremos relacionados con el ascenso del nivel del mar por el cambio climático. El factor combina dos indicadores: la situación de ingresos de los habitantes del municipio medido a través del índice de necesidades básicas insatisfechas; y el presupuesto anual para atención y prevención de desastres. El factor combina los dos indicadores, calculando un presupuesto per cápita de las personas con necesidades básicas insatisfechas en riesgo de inundación, al dividir el presupuesto anual del municipio entre el producto de la población en riesgo y el porcentaje de personas con necesidades básicas insatisfechas. De esta forma, el factor se concentra en medir la capacidad económica del municipio en atender a su población vulnerable más necesitada. El factor también puede evaluarse con el presupuesto general de inversiones del municipio.

Vulnerabilidad por dependencia de recursos naturales. Por último, este factor evalúa la cantidad de personas actuales que se pueden ver afectadas debido al potencial deterioro de los manglares por el cambio climático. El uso del manglar está dado principalmente por la actividad económica de la pesca. Por lo tanto, el factor suma las familias asociadas a unidades de pesca en el municipio, o en su defecto la producción pesquera proveniente de la pesca artesanal.

Los factores están diseñados para ser evaluados de forma independiente, ya que cada uno de ellos cubre un aspecto distinto de la vulnerabilidad socio-económica. Sin embargo, si se desea realizar un análisis agregado de los mismos, se recomienda en primer lugar utilizar las gráficas tipo “radiales” que muestran los niveles de cada factor en ejes x-y. Para los factores con resultados porcentuales en diferentes categorías, la gráfica puede mostrar el porcentaje en la categoría de vulnerabilidad alta. Para los factores cuyos resultados son números absolutos, se recomienda analizarlos mediante una gráfica de barras, comparándolos con otras áreas o medias nacionales/internacionales.

Ejemplo de la representación espacial de estos indicadores y sus factores, puede verse en los diferentes casos de estudio resultado de los estudios de vulnerabilidad frente al aumento del nivel del mar (INVEMAR, 2003, INVEMAR, 2008) y disponibles para consulta en el portal GeoCLIMARES⁵.

⁵ GeoClimares <http://gis.invemar.org.co/climares/>

4 ADAPTACIÓN AL ACELERADO AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Los impactos asociados al aumento acelerado del nivel del mar podrán disminuirse o exacerbarse en dependencia de la forma en que las administraciones costeras y sus comunidades actúen. El fracaso de encontrar medidas adecuadas de respuesta, prevé causar cambios físicos inevitables, algunos de los cuales ya son evidentes a lo largo del Caribe.

Para abordar los impactos del cambio climático, las regiones deben incluir políticas y medidas de adaptación en los procesos existentes de planificación, los cuales incluyen la evaluación, desarrollo, implementación y monitoreo o supervisión de proyectos. Estas sinergias delinear un enfoque para la adaptación al cambio climático que realza el desarrollo sostenible. También facilita el proceso de identificación, caracterización y promoción de opciones de adaptación que satisfagan a todas las partes (Ebi *et al.*, 2006).



Figura 17. Propuesta para abordar la adaptación al cambio climático en un esquema de asociaciones público privadas.

Idealmente, la adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática debe facilitar el logro de objetivos de gobierno, como el desarrollo sostenible, la diversificación económica y la conservación de la biodiversidad. La identificación de estrategias ganancia-ganancia aumenta en gran medida la relevancia de los resultados en los procesos de evaluación de los responsables de políticas.

Un ejemplo son los proyectos desarrollados bajo Asociaciones Público Privadas (APP). Las proyecciones de desarrollo de infraestructura productiva y social además de apoyar la competitividad requerida por el país en sus compromisos comerciales a nivel internacional,

pueden ser pensadas en un contexto que permita incrementar la resiliencia de las ciudades frente a los riesgos asociados al clima (Figura 17).

Incluso sin medidas especiales para enfrentar el cambio climático, los gobiernos locales ya tienen a la mano una serie de instrumentos de política que pueden utilizar para ayudar a sus comunidades a adaptarse al acelerado aumento del nivel del mar. La inclusión de los *principios del paisaje* como una estrategia de la sostenibilidad del desarrollo, encaminará a la región hacia una efectiva implementación de la gestión del riesgo.

PRINCIPIOS DEL PAISAJE

Cualquier proyecto debe articular la función central del paisaje dentro del ecosistema urbano, desarrollando una política de colaboración y de estrategias de planificación para valorar, medir y monitorear el desempeño del paisaje urbano en el contexto de un sistema integrado de “infraestructura verde”. Los enfoques de gestión deben incorporar estrategias innovadoras y medibles con el fin de proteger, mejorar, regenerar y planificar una infraestructura verde, permitiendo, a) la conexión de las características ambientales actuales con los nuevos procesos de los ecosistemas; b) mejorar los recursos naturales existentes de una manera creativa y sostenible, y; c) regenerando los servicios ecosistémicos perdidos o dañados.

El diseño con respecto a la infraestructura verde en el medio ambiente urbano debería ser planeada y manejada con respecto a los valores existentes en la comunidad y en sus expectativas. El diseño y la administración deben adoptar procesos de decisión que aumenten la resiliencia de los entornos construidos. Australian Institute of Landscape Architects⁶

⁶ AILA www.aila.org.au/landscapeprinciples

4.1 Enfoques de adaptación

Las respuestas de los administradores costeros pueden categorizarse de dos formas (1) respuestas reactivas o proactivas; y (2) respuestas estructurales o no estructurales (Grannis, 2011). De esta misma forma pueden categorizarse los diferentes enfoques que los administradores de la zona costera pueden usar para formular políticas de adaptación. Se identifican tres enfoques generales de adaptación útiles para enfrentar el aumento acelerado del nivel del mar.

1. **Adaptación basada en comunidades.** Este enfoque de adaptación busca aumentar la capacidad de respuesta de las comunidades más vulnerables ante los impactos de la variabilidad climática y ascenso del nivel del mar. La vulnerabilidad de estas comunidades radica principalmente en su localización cercana a las zonas de mayor inundación y a la poca capacidad de adelantar acciones preventivas o de respuesta que les permita mantener su medio de subsistencia o las condiciones de su entorno, para la preservación de su estilo de vida (UNDP, 2011).

2. **Adaptación basada en ecosistemas.** Es “el uso de los servicios de biodiversidad y de los ecosistemas como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático”, a diferencia de lo que muchos piensan al escuchar el término, no se trata de la conservación per se, sino de tomar en cuenta particularmente las necesidades de la población en torno a los bienes y servicios ambientales que puede ofrecer el ecosistema y en ese sentido generar las medidas pertinentes para que el mismo pueda ser usado de manera que no se diezme su capacidad de reacción frente a la variabilidad climática (Sierra-Correa *et al.*, en preparación).

Al respecto, vale la pena tomar en cuenta que Vignola y colaboradores (2009) definen la adaptación basada en ecosistemas, como las políticas y medidas de adaptación que tienen en cuenta el papel de los servicios de los ecosistemas en la reducción de la vulnerabilidad de la sociedad ante el cambio climático, con un enfoque multi-sectorial y multi-escala, lo que involucra a los gobiernos nacionales y regionales, comunidades locales, privados sector y las organizaciones no gubernamentales para hacer frente a las diferentes presiones sobre los servicios de los ecosistemas y la gestión de los ecosistemas para aumentar la resiliencia de las personas y sectores económicos del cambio climático. Mientras tanto, que la UICN menciona que corresponde al manejo sostenible, la conservación y restauración de los ecosistemas a fin de que siga prestando los servicios que permiten a las personas adaptarse al cambio climático (UICN, 2012).

3. **Adaptación a través de obras de infraestructura.** El enfoque busca gestionar procesos para la modificación en el diseño de las obras de infraestructura que juegan un papel determinante en el desarrollo económico, teniendo en cuenta escenarios de riesgo que se deriven de la variabilidad climática y el cambio climático (PNUD, 2010). Busca además aumentar la resiliencia de la infraestructura que opera bajo condiciones climáticas diferentes a las prevalecientes durante su diseño (The Royal Academy of Engineering, 2011).

4.1.1 Selección de medidas de adaptación

La identificación de las posibles respuestas es sólo el inicio en el proceso de adaptación. El diseño de estrategias locales de adaptación, requiere de los administradores de las zonas costeras, la escogencia de herramientas que se ajusten a sus únicos y particulares contextos socio-económicos, ambientales y políticos. Cada una de las entidades territoriales en función de sus competencias debe incorporar los resultados de la evaluación de política de adaptación a los diferentes niveles del territorio (Ley de Ordenamiento Territorial 1454 de 2001).

Si bien no se constituye en una metodología extensiva para hacer un análisis de selección de medidas de adaptación frente al ANM, se presenta a continuación una forma de analizar las diferentes estrategias disponibles para llevar a cabo una evaluación de políticas públicas, frente al aumento del nivel del mar (Grannis, 2011) que en conjunto con las evaluaciones previas de vulnerabilidad y de impacto, se constituyen en insumo base para el desarrollo e implementación de los planes territoriales de adaptación de los municipios costeros.

El marco conceptual propuesto, busca ayudar a los tomadores de decisión a comparar las diferentes medidas de adaptación a nivel local. En esta propuesta, modificada de Grannis (2011), se analiza cada estrategia por (1) el tipo de poder que se ejerce para su aplicación (planificación, regulación, gasto o impuesto y estrategias basadas en el mercado), (2) los objetivos de la medida que facilita la adaptación de la comunidad costera (protección, alojamiento, retiro planificado, o conservación), y (3) el estado de desarrollo de la porción del territorio que está en riesgo (infraestructura crítica, desarrollo existente, tierras urbanizables y no urbanizables). Por último, se ofrece una forma de llevar a cabo un análisis de compensación entre herramientas, en términos de costos económicos, ambientales y sociales y los beneficios y la viabilidad jurídica y administrativa de la aplicación de cada estrategia.

4.1.1.1 Tipo de poder

Una estrategia de adaptación políticamente aceptable, se basa en la combinación de medidas de regulación e incentivos de mercado. Las medidas regulatorias pueden proporcionar la solución más conveniente, pero también pueden ser percibidas como injustas por las partes reguladas. Más aún, las administraciones pueden tener dificultades para construir voluntad política en la implementación de tales medidas.

Mientras los incentivos de mercado pueden ser más aceptables políticamente, a menudo son más costosos y difíciles de administrar que las medidas reglamentarias. Esta diferenciación, permite clasificar cada estrategia de adaptación en función del tipo de poder que se ejerce para su aplicación en: (1) instrumentos de planificación, (2) estrategias regulatorias (por ejemplo, la regionalización, zonificación, la sectorización), (3) mecanismos de inversión, y (4) estrategias basadas en incentivos de mercado. Por lo general las administraciones usan una combinación de instrumentos de planificación y regulación en el establecimiento del uso y desarrollo de los territorios.

Instrumentos de Planificación

Son los planes generales o planes maestros que establecen las directrices de cómo una comunidad aspira a desarrollarse con el tiempo. Estos instrumentos incluyen el Plan Nacional de Desarrollo - PND, los Planes de Desarrollo Departamentales y Municipales, los Planes de Ordenamiento Territorial - POT, el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres - PNPAD, los recientemente promulgados en la Ley del PND relativos a los Planes de Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras cuya aprobación permitirá acciones ordenadas tanto en la porción terrestre como el área de transición y la porción marina bajo jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales. También se incluyen los planes sectoriales y de ordenamiento de cuencas y de ecosistemas específicos como los manglares.

Regionalización

Dentro del ordenamiento territorial se promueve el establecimiento de regiones de planeación y gestión, regiones administrativas y de planificación y la proyección de regiones territoriales con marcos de relaciones geográficas, económicas, culturales, y funcionales, a partir de ecosistemas bióticos y biofísicos, de identidades culturales locales, de equipamientos e infraestructuras económicas y productivas y de relaciones entre las formas de vida rural y urbana.

Para el caso de las zonas costeras colombianas, esto se encuentra definido en la PNAOCI, donde se establecen las áreas marinas y costeras del Caribe y Pacífico como regiones integrales de planificación y ordenamiento ambiental territorial. Las tres grandes regiones oceánicas y costeras del país, permitirán como instrumento de planificación regional, focalizado en sus ecosistemas constitutivos, aportar al proceso, enfoques, métodos y procedimientos que permitirán acercar e integrar en estos territorios, las políticas de desarrollo nacional a la problemática específica de las subregiones costeras de la Nación. Ellas deberán ser siempre consideradas en el plan de ordenamiento territorial de la Nación y en los correspondientes planes regionales y municipales (MMA, 2001).

Zonificación

La revisión y actualización del esquema de ordenamiento del territorio es la oportunidad para establecer un sistema tecnificado de zonificación de los suelos del municipio, con participación de las autoridades ambientales y que atienda la vocación adecuada para su desarrollo sostenible. Los procesos de cambio en el uso del suelo deben ser atendidos y adecuados en aras del interés común, procurando su utilización racional en armonía con la función social de la propiedad, a la cual le es inherente una función ecológica, buscando el desarrollo sostenible. Todo proceso de zonificación supone la decisión política y técnica adecuada para promover el nuevo modelo de desarrollo que se desea para el municipio, con base en las determinantes ambientales existentes (Circular 023 de 2010, Procuraduría General de la Nación).

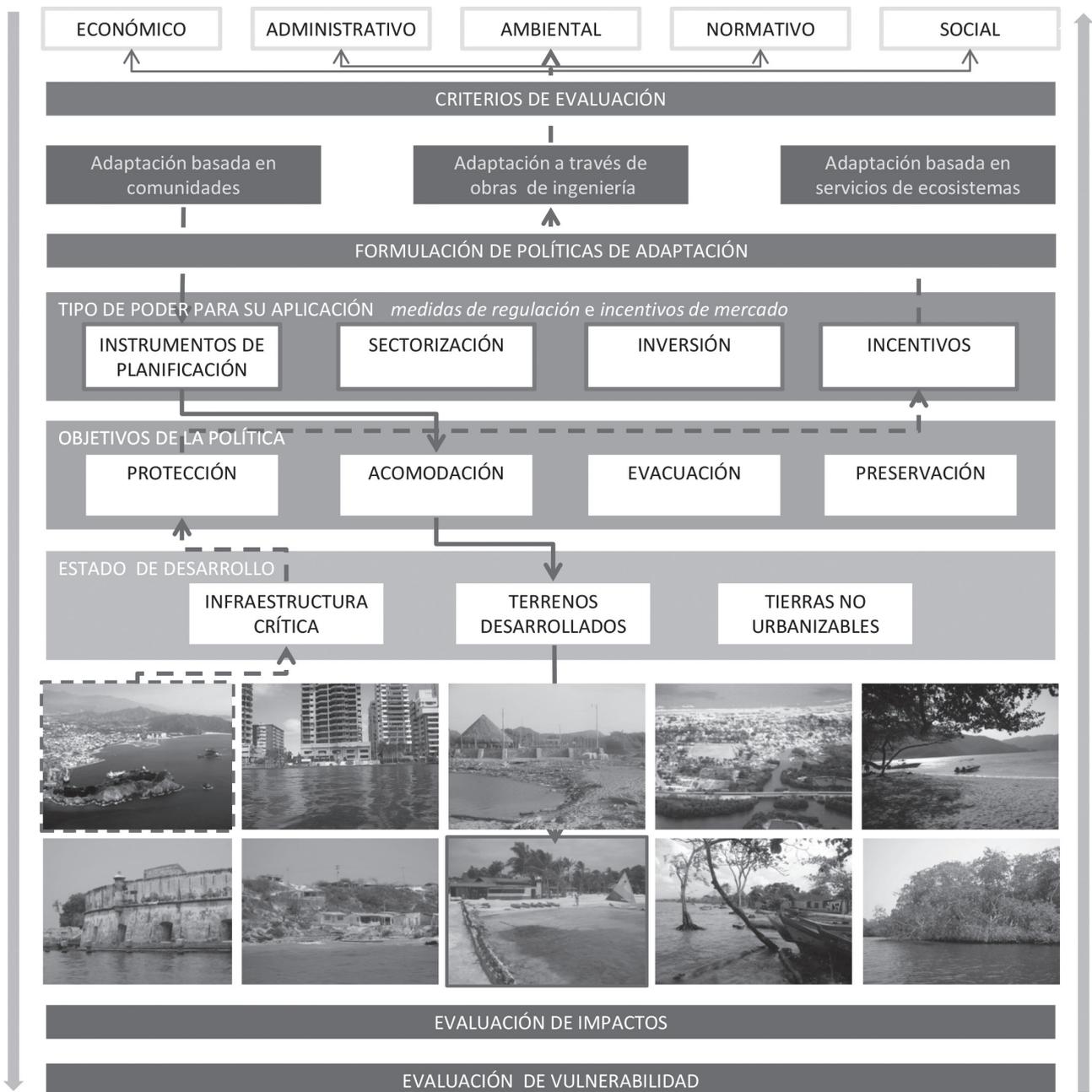


Figura 18. Esquema conceptual para la evaluación de medidas de adaptación frente al ANM (elaboración propia). Las líneas representan algunos ejemplos de decisión.

Sectorización

Identifica y discrimina tipos de zona costera a escala local (Unidades de Manejo Integrado - UMI), regional (Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas), y contempla las planteadas en la regionalización, como el nivel nacional (Unidades Integrales de Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial) donde se han de ejercer la planificación y el manejo (DNP, 2008).

Inversión

Las administraciones locales pueden promover la adaptación a través de mecanismos de inversión al dirigir estratégicamente el financiamiento para infraestructura (por ejemplo, caminos, alcantarillados y servicios públicos), y así influir en la adaptación autónoma de las comunidades. En lugar de ampliar la infraestructura en áreas costeras poco desarrolladas, la administración puede fomentar el desarrollo en las áreas ya urbanizadas mediante la ampliación y remodelación de la infraestructura existente.

Incentivos

Las administraciones pueden alentar el desarrollo “seguro” a través de incentivos. Se puede evaluar la utilización de regímenes fiscales preferentes para alentar a los propietarios a conservar sin desarrollo las propiedades que actualmente son vulnerables. Las tasas de créditos ordinarios se pueden utilizar para alentar a los propietarios a adaptar o reubicar las estructuras actuales por encima de los mínimos regulatorios o desincentivar la ocupación de terrenos vulnerables. Los gobiernos locales también pueden permitir a los desarrolladores crear unidades adicionales (“bonos de densidad”) cuando construyen en las tierras altas ya desarrolladas que son compatibles con la infraestructura (“desarrollo de relleno”). Los Incentivos se pueden utilizar como una herramienta políticamente neutral para estimular la adaptación.

4.1.1.2 Organización por objetivo

Con el fin de aplicar una estrategia integral, las autoridades deberán establecer sus objetivos de adaptación para las distintas regiones, zonas y tipos de propiedad. Cada estrategia se identifica según el tipo de objetivo a promover: (1) protección, (2) acomodación, (3) evacuación o (4) preservación.

Protección

Prioriza la protección a las personas, los bienes y la infraestructura ante los efectos del aumento del nivel del mar. Los efectos sobre el sistema natural son controlados mediante ingeniería liviana o grandes estructuras duras de protección reduciendo los impactos sobre la población humana en aquellas áreas donde se vería afectada sin protección. También se reconoce la estrategia del relleno de playas en aquellas áreas donde se requiere lograr una estabilidad en el flujo de sedimentos, permitiendo además el desarrollo de la actividad turística.

Acomodación

Esta estrategia es adecuada para las áreas de poca o ninguna infraestructura, o de poco valor cultural o de otro tipo de valor. Permite el desarrollo continuo de nuevas estructuras, bajo la exigencia que las mismas sean resistentes a los impactos del ANM, limitando la necesidad de protección de la costa.

Evacuación (Planeada)

Se permite la ocurrencia de todos los impactos sobre el sistema natural y los impactos sobre la población humana son minimizados mediante la evacuación de las costas. Se rige por la no protección de la infraestructura o servicios existentes, ante cualquier forma natural de procesos erosivos.

Preservación

Se establecen áreas de protección en zonas relacionadas con el alojamiento o utilización de recursos naturales vulnerables.

4.1.1.3 Organización por usos potenciales o existentes

En la elección de las estrategias de adaptación, las autoridades también tendrán que considerar las características y estado de desarrollo de las propiedades individuales o áreas que están en riesgo. Las áreas donde existe infraestructura crítica o de desarrollo plantean desafíos adicionales y requieren de soluciones distintas a las áreas sin desarrollo. Cada estrategia se clasifica en base a su utilidad dado los usos potenciales o existentes de la tierra: (1) infraestructura crítica, (2) tierras desarrolladas, (3) terrenos urbanizables, y (4) terrenos no urbanizables.

Infraestructura crítica

Es el tipo de infraestructura que la administración costera puede definir como “esencial” para la salud, la seguridad y la comodidad de la comunidad. Esta puede incluir infraestructura para transporte (vías, aeropuertos, puertos), instalaciones de tratamiento de aguas u otras estructuras que proporcionan servicios públicos. Las administraciones probablemente deberán tener en cuenta el valor de los servicios prestados por la infraestructura y hacer frente a las compensaciones entre los costos económicos y ambientales de protección de la misma o decidir sobre la eliminación gradual de su uso en el tiempo.

Terrenos desarrollados

Incluye tierras con desarrollo público y/o privado. En estas áreas, las autoridades pueden desear permitir un cierto grado de protección, pero también pueden considerar opciones de protección o acomodación.

Terrenos urbanizables

zonas que actualmente cuentan con muy poco desarrollo pero tienen un alto potencial en el corto plazo. En estas áreas, las autoridades deberán determinar qué áreas pueden sostener el desarrollo, qué limitaciones pueden colocar sobre el desarrollo, y qué áreas deben tratar de preservar.

Tierras no urbanizables

Tienen un menor o nulo potencial de desarrollo debido a diversas restricciones regulatorias (cauces y rondas, playas, humedales). Las autoridades pueden desear centrarse exclusivamente en la preservación y mejora de los valores de los ecosistemas y hábitats de estas áreas o zonas aledañas. Deberán incluirse en esta categoría los bienes de uso público de la Nación cuando sean requeridos para la protección ante el ANM.

A continuación se listan los criterios de evaluación que pueden usarse para la medición de la compensación entre las medidas seleccionadas.

4.1.1.4 Criterios de evaluación

Criterio económico: Qué tanto la herramienta maximiza o minimiza los costos económicos a largo plazo frente a los beneficios económicos (públicos y privados), teniendo en cuenta los costos de implementar (construcción y mantenimiento), así como la herramienta minimiza la pérdida de tierras urbanas y la infraestructura crítica (ver definición más abajo); y lo bien que la herramienta minimiza la perturbación económica.

Tabla 1. Criterios de evaluación y de gobernanza para evaluar la compensación entre medidas de adaptación. Los valores cualificados corresponden a los máximos deseados para una estrategia (Adaptado de Grannis, 2011).

NOMBRE DE LA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN:					
	CRITERIO DE EVALUACIÓN			CRITERIO DE GOBERNANZA	
	Económico	Ambiental	Social	Administrativo	Normativo
Costos económicos a largo plazo					
Públicos	↑ ó ↓	☀	☀		
Privados	↑ ó ↓	☀	☀		
Beneficios económicos a largo plazo					
Públicos	↑↑	☀	☀		
Privados	↑	☀	☀		
Costos de implementación					
Construcción	↓	☀	☀		
Mantenimiento	↓	☀	☀		
Pérdida de tierras	↓	☀	☀		
Infraestructura crítica	↓	☀	☀		
Impacto					
Recursos naturales	↓	↓	☀		
Ecosistemas	☀	↓	☀		
Humedales	☀	↓	☀		
Hábitat	☀	↓	☀		
Reduce las emisiones GEI	↓	↓	↑		
Protección					
Personas		↑	↑		
Salud pública		☀	↑		
Seguridad		☀	↑		
Bienestar		↑	↑		
Población vulnerable		☀	↑↑		
Pérdida					
Vidas humanas			↓↓		
Servicios públicos			↓		
Recursos culturales			↓		
Beneficios económicos			↓		
Trastornos sociales			↓		
Distribución de costos			↑		
Valores de cualificación					
Beneficioso	↑	La herramienta maximiza beneficios y es viable.			
Neutral	☀	La herramienta presenta algunos inconvenientes o problemas de viabilidad.			
Perjudicial	↓	La herramienta puede ser difícil de aplicar debido a los costos o inviabilidad.			

Criterio ambiental: Evalúa la herramienta en términos de su capacidad de minimizar el impacto sobre los recursos naturales, los ecosistemas y el medio ambiente (incluyendo la calidad del agua, los humedales y el hábitat); maximizar los beneficios de los recursos naturales, los ecosistemas y el medio ambiente, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (“mitigación de los co-beneficios”).

Criterio social: Evalúa lo bien que la herramienta maximiza la protección de las personas; maximiza la protección de la salud pública, la seguridad y el bienestar; minimiza la pérdida potencial de la vida, minimiza la interrupción de los servicios públicos; minimiza los impactos sobre los recursos culturales, maximiza la protección de los vulnerables poblaciones de bajos ingresos, de manera equitativa distribución de la costos y beneficios económicos entre los particulares y el público, y reduce al mínimo los trastornos sociales.

La matriz de la Tabla 1, se presenta como un modelo a seguir por los administradores de las zonas costeras para dar un marco de evaluación de compensación de diferentes opciones de adaptación. Las tendencias presentadas corresponden a la más alta cualificación que cualquier medida bajo evaluación puede obtener. Los costos, beneficios y la viabilidad de implementación de una medida de adaptación en particular, pueden variar en función de las características geográficas, políticas y jurídicas particulares. Una estrategia que se enfrenta a obstáculos en una comunidad puede contar con el apoyo de otra. Por lo tanto, los tomadores de decisiones tendrán que evaluar cada una herramienta dentro de su propio contexto local particular.

Para tomar medidas concretas de adaptación, tales como proyectos específicos de defensa de la costa o de protección frente a inundaciones, es determinante un estudio de detalle del elemento físico sobre el que se va actuar. Por lo general, son requeridos estudios precisos de la configuración geomorfológica e hidrodinámica, tanto en el sector a intervenir como en sus alrededores, para establecer cuál va a ser su evolución frente a las distintas alternativas posibles de protección. En este caso la información necesaria es más detallada y debe ser propia de la unidad de estudio, así como también lo es la escala espacial, puesto que se debe conocer el proceso físico que allí tiene lugar con sus condicionantes y características locales y regionales.

De este hecho radica la necesidad de encontrar un mecanismo de integración actualizada de proyectos de intervención sobre la costa, que involucre los diferentes niveles de intervención en materia de las diferentes competencias de la ordenación territorial (Tabla 2).

Tabla 2. Competencias en materia de ordenamiento del territorio (OT).

NACIÓN			
Principios y disposiciones constitucionales en materia de OT- Política general OT- Lineamientos urbanización - Lineamientos distribución servicios públicos -Principios de economía y buen gobierno			
DEPARTAMENTO			
Directrices y Orientaciones OT – Definir políticas de asentamientos poblacionales y centros urbanos – Proyección espacial de Planes			
DISTRITOS ESPECIALES			
División del territorio distrital en localidades			
MUNICIPIO			
Formulación y adopción de Planes OT			
Áreas parques nacionales y áreas protegidas.	Áreas de conurbación, asentamientos y centros urbanos	Áreas metropolitanas	Usos del suelo en áreas urbanas, de expansión y rurales
Grandes proyectos de infraestructura	Infraestructura física social		
Áreas limitadas en uso por seguridad y defensa			
Áreas de importancia histórica y cultural			

Consideraciones en la formulación de medidas de adaptación

En el proceso de transición de la planificación a la ejecución, los administradores y tomadores de decisión se ven enfrentados a verdaderos obstáculos para la implementación de las acciones de adaptación. Es bien conocido que las decisiones que afectan los derechos de propiedad son siempre controversiales; los dueños de propiedades que enfrentan las consecuencias del aumento en las inundaciones y la pérdida de terrenos, esperan que las administraciones sean capaces de proteger sus propiedades y sus inversiones. Sin embargo, los gobiernos que aún no han implementado mecanismos integrales de adaptación, requieren de la comunidad en su conjunto para pagar por los costos de protección de algunas de las propiedades costeras.

El dinero que los contribuyentes aportan a través del pago de impuestos es utilizado para proporcionar una respuesta a la emergencia de las comunidades afectadas, ya sea para la reconstrucción de la infraestructura o la protección de propiedad privada, muchas veces a costa de recursos naturales que proporcionan importantes beneficios públicos, como las playas y humedales costeros (Grannis, 2011).

Al aplicar las medidas de adaptación, las administraciones tendrán que equilibrar las compensaciones públicas con la inversión privada, y dada la magnitud de los costos de medidas ingenieriles, en países como Colombia que están en vías de desarrollo al priorizar medidas costo-efectivas, en últimas se tenderán a priorizar aquellas relativas a medidas de adaptación denominadas blandas (fortalecimientos de sistemas de información y sistemas de alerta temprana, adaptación basada en ecosistemas, fortalecimiento de los sistemas de prevención a desastres, mantenimiento de dunas y playas en su estado natural o al menos con el espacio para su dinámica natural, entre otros).

De igual forma, las administraciones a todos los niveles se enfrentaran a los retos jurídicos derivados de los vacíos legales frente a la adopción de políticas de adaptación en ambientes marinos. Algunos aspectos a considerar en ese sentido, hacen referencia a si tiene la autoridad legal suficiente para tomar acción, o si esta acción es consistente con la establecida a todos los niveles de intervención, o si existen otras entidades en yuxtaposición de competencias o intereses. Cabe también evaluar legalmente las medidas de adaptación bajo la necesidad de estimar la responsabilidad de la comunidad por acciones u omisiones en el acatamiento de las políticas de adaptación, dado que las incertidumbres jurídicas obstaculizan la acción del gobierno.

4.2 Piloto nacional de adaptación

En respuesta a los efectos de la variabilidad climática y en preparación al cambio climático, el país estructuró y desarrolló el proyecto piloto Nacional de Adaptación al Cambio climático- INAP con el objetivo de crear un soporte a los esfuerzos del país para definir e implementar medidas específicas de adaptación y opciones de política en el intento de anticiparse a los impactos previstos (INVEMAR-CORALINA, 2011). Una de las medidas de adaptación propuestas, involucró específicamente el estudio en áreas del Caribe Insular; donde el INVEMAR a través de la constitución de un Sistema de Observación Global de los Océanos "GOOS" del Caribe Occidental y el soporte a la implementación de un sistema de áreas marinas protegidas para contribuir a la conservación de los ecosistemas marinos, está generando insumos para la formulación de medidas de adaptación.

Durante los cinco años de desarrollo del proyecto, el país adquirió el conocimiento técnico para la instalación, operación y mantenimiento de las estaciones meteorológicas automáticas marinas. Los datos arrojados por el GOOS han permitido diferenciar eventos propios del clima de las áreas donde están instaladas las estaciones climáticas. De igual forma la integración de fuentes secundarias de datos climáticos (históricos) al Sistema, ha sido insumo para conocer el comportamiento de variables en la región, y su comparación con las estaciones automáticas, señalando una clara correlación con las series de tiempo históricas mundiales.

En el Proyecto piloto, también se formuló un Plan de Manejo que permite mantener y mejorar los bienes y servicios que ofrece el ecosistema, complementando con acciones de

conservación integral para el AMP y otras mucho más específicas para áreas arrecifales.

Se desarrolló en el marco de INAP, el Plan de Investigación de Arrecifes Coralinos en el contexto del cambio climático global, el cual abarcó dos temas de investigación claves: la tolerancia de corales al incremento de la temperatura; y el grado de conectividad arrecifal y diversidad genética en los complejos arrecifales del área piloto.

Se logró también durante el desarrollo del Piloto, la demarcación de isla Rosario como zona “intangible” al interior del Área Marina Protegida – Corales del Rosario San Bernardo e Isla Fuerte, buscando la protección de un área potencialmente resiliente con elevada biodiversidad, buen estado de conservación y baja influencia de tensores naturales y antrópicos.

4.3 Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias D.T.C

Cartagena de Indias es una de las ciudades costeras más importantes del Caribe continental colombiano, debido a su valor histórico-cultural, su desarrollo socioeconómico y competitividad en el sector portuario, industrial y turístico. Los veranos intensos las variaciones estacionales y súbitas en el nivel del mar (mar de leva) y eventos extremos como lluvias torrenciales que incrementan los flujos de agua de escorrentía y los deslizamientos de tierra, son algunos de los fenómenos climáticos que más impactan al Distrito (INVEMAR, 2008).

Las áreas de mayor vulnerabilidad ante los impactos evaluados del cambio climático se encuentran en los barrios de Tierrabomba y la Boquilla tanto por sus condiciones socioeconómicas, la escasa cobertura de servicios públicos y el tipo de viviendas. Estos barrios serían impactados tanto por erosión costera, pérdida de playas, disminución de pesca, e inundaciones por ascenso del nivel del mar. De igual forma los barrios aledaños a la Ciénaga de la Virgen que serían impactados tanto por inundaciones por precipitación y ascenso del nivel del mar; así como por incremento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue. Estos barrios son sensibles debido a sus condiciones de pobreza y a la ausencia en la cobertura de alcantarillado.

El proceso de adaptación de la ciudad de Cartagena al clima futuro ha sido abordado a través de los diferentes proyectos (INVEMAR, 2003, INVEMAR 2008) los cuales han dado las bases para la formulación de seis lineamientos de adaptación para la ciudad (INVEMAR *et al.*, 2012) los cuales se resumen a continuación:

1. Buscar incorporar el clima y específicamente las estrategias y medidas de adaptación en los instrumentos de planificación existentes a nivel local.
2. Enfocar el desarrollo sectorial bajo una mejor planificación, pensando en inversiones para afrontar los impactos de la variabilidad climática y del cambio climático (obras de protección).
3. Fortalecer la capacidad de respuesta de los ciudadanos a través de la difusión de información, generando conciencia sobre los riesgos del clima, ajustando los procedimientos institucionales y contribuyendo a la gestión integral del riesgo de desastres.
4. Implementar acciones necesarias de conservación, rehabilitación y/o restauración del patrimonio ecológico distrital para asegurar la sostenibilidad de sus servicios ambientales, como una medida de adaptación.
5. Implementar una política frente al manejo técnico, institucional, legal y ambiental de las estructuras que integran la red de drenaje pluvial existente y futuro, para hacer frente a las inundaciones.
6. Coordinar el proceso de adaptación a través de la definición de una organización institucional donde se involucren y participen todas las entidades e instancias que juegan un papel preponderante en la toma de decisiones.

Dado que la adaptación tiene un enfoque local, la generación de información técnico-científica específica y particular, es uno de los elementos transversales que se identifica como fundamental para alimentar el proceso de adaptación de Cartagena de Indias.

La adaptación al cambio climático no requiere de las administraciones, el reinventar cómo regular el territorio. Todos los niveles de gobierno, ya cuentan con una multitud de instrumentos para gestionar el desarrollo local en pro del bienestar de las comunidades y los bienes y servicios ecosistémicos de los que éstas dependen. Estos instrumentos se han utilizado con eficacia para abordar otros problemas de uso del suelo, tales como la expansión urbana o las estrategias agrícolas. Sin duda alguna, las administraciones cuentan hoy en día con la capacidad de minimizar las complejidades de la adaptación, mediante el uso de las competencias existentes, sin embargo deben empezar a utilizarlas de una nueva forma.

Como aporte a lo anterior se presenta en el siguiente capítulo, el mapa institucional de la zona costera Caribe y un análisis normativo relacionado con los sistemas de gestión, con el fin de apoyar a las administraciones a superar este reto, mediante la identificación de herramientas existentes.

5 CONTEXTO NORMATIVO

Dentro del esquema conceptual propuesto para la evaluación de medidas de adaptación y mitigación frente al ANM, se mencionan como criterios para evaluar la compensación entre estrategias de adaptación, los de evaluación y los de gobernanza. Los criterios de gobernanza hacen referencia a la eficacia y a la eficiencia del marco administrativo y normativo que soporta la implementación o no, de estrategias de adaptación frente al riesgo de variabilidad climática y cambio climático.

Como una forma de servir de base a este análisis a continuación se presenta el panorama normativo e institucional actual (Octubre de 2012) con el que cuentan los administradores de las zonas costeras, para la incorporación de medidas de adaptación frente al ANM, en un marco de gestión de sostenibilidad ambiental para el desarrollo. Cabe recordar que el énfasis espacial de este panorama, se enfoca en la zona costera del Caribe colombiano, sin embargo se entiende que la aplicación de las normas se extiende en la mayoría de los casos al territorio nacional, por lo cual aplicaría también en ciertos aspectos para la zona costera del Pacífico colombiano.

5.1 El nacimiento de los modelos de gestión

La regulación ambiental de los recursos biológicos de las aguas, suelo y subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental e insular de Colombia, se inició con la expedición del Código Nacional de los Recursos Naturales - CNRN a través del decreto 2811 de 1974 al reconocer la importancia que cobraba su adecuado manejo para la sostenibilidad ambiental para el desarrollo. La constitución política de Colombia de 1991 por su parte, introdujo formalmente a nivel de gobierno, el enfoque de **desarrollo sostenible** y a partir de allí se da inicio al proceso de consolidar un marco institucional ambiental para abordar la construcción de este modelo de desarrollo. Todo lo anterior, influenciado por el movimiento ambiental internacional del cual Colombia ha venido siendo parte desde sus inicios.

En 1992, la corte constitucional de Colombia reconoció mediante sentencia T 411, la existencia de una verdadera Constitución Ecológica, conformada por un conjunto de disposiciones superiores que regulan las relaciones de la comunidad con el medio ambiente, fomentando la conservación y la protección de los recursos naturales. La Constitución tiene dentro del ordenamiento colombiano una triple dimensión: en primera medida, la protección del medio ambiente, un principio que irradia a todo el orden jurídico, ya que es un deber del Estado proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación, incluyendo los contenidos en sus mares y costas; en segunda medida, garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un medio ambiente sano; y finalmente, el control y vigilancia del cumplimiento de un conjunto de obligaciones impuestas a las autoridades y a los particulares (Corte constitucional sentencia 126 de 1998).

5.1.1 Gestión de recursos naturales

La ley 99 formalizó en 1993 por medio de la creación del Sistema Nacional Ambiental -SINA- y de su ente rector, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, los estatutos ecológicos de mayor jerarquía. Ésta norma es la línea base de todos los sistemas de orientación, coordinación y gestión de los recursos naturales, pues es allí donde se dictaminan los principios generales de la política ambiental en el país y se determina la estructura jerárquica de las entidades e instituciones que hacen parte del SINA. La Figura 19 muestra los componentes del SINA que tienen inherencia directa en el territorio marino y costero.

La necesidad de promover las zonas marinas y costeras dentro del modelo de sostenibilidad del desarrollo impulsó dentro de la reestructuración del MADS, la conformación de la Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos (Decreto 3570 de 2011), la cual debe cumplir la función de planificar el manejo integrado de los espacios

oceánicos así como el ordenamiento espacial del territorio marino de la Nación, en coordinación con la Dirección General de Ordenamiento Ambiental Territorial, el SINA, incluido el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras vinculado al MADS, y otras entidades competentes. La Dirección de igual forma es hoy en día, la encargada de Coordinar el Comité Nacional de Manejo Integrado de las Zonas Costeras (MIZC) y participar en los comités regionales MIZC.



Figura 19. Componentes del Sistema Nacional Ambiental –SINA– con inherencia en el territorio marino y costero de Colombia.

El INVEMAR establecido por el decreto 393 de 1991 y la ley 29 de 1990 es reconocido en el artículo 18 de la Ley 99 de 1993 y el decreto 1276 de 1994 se organiza y reestructura como una corporación civil sin ánimo de lucro de investigación científica, que adelantará prioritariamente los estudios, investigaciones, inventarios y actividades de seguimiento y manejo de información, de acuerdo con su objeto, orientados a fundamentar la toma de decisiones de políticas por parte del MADS; suministrar las bases técnicas para el establecimiento de normas, disposiciones y regulaciones para el ordenamiento del territorio, el manejo, uso y aprovechamiento del medio ambiente y los recursos naturales renovables de las zonas marinas y costeras; y en especial en los temas relativos a esta Guía, colaborar en los estudios sobre el cambio global y en todas aquellas actividades que le fije el MADs en desarrollo de la política ambiental internacional. Posteriormente, mediante Resolución 2175 (MAVDT, 2007) se le asigna la Secretaría de la Red de Centros de Investigación Marina, que constituye el mecanismo de cooperación, intercambio y trabajo conjunto entre las entidades que desarrollen actividades de investigación en los litorales y los mares colombianos, propendiendo por el aprovechamiento racional de la capacidad científica de que dispone el país en ese campo. De la Red hacen parte la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle, la Universidad Jorge Tadeo Lozano y la Dirección General Marítima. Si bien no es la única temática de interés de la Red, la temática de cambio climático en zonas marinas y costeras, si constituye un eje primordial de investigación.

5.1.2 Gestión del riesgo

La necesidad de llevar a cabo una adecuada gestión del riesgo en el país (desatada por la tragedia de Armero ocurrida el 13 de noviembre de 1985), llevó a la conformación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres -SNPAD (Decreto 919 de 1989) y de su reglamentación a través del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres -PNPAD (Decreto 93 de 1998). En esta misma línea de administración, se determinó que los instrumentos orientadores de los usos del suelo y de la gestión territorial en un corto y mediano plazo, desempeñaban un papel fundamental en la reducción de riesgos. Es así como a partir de la ley 388 de 1997 se establecieron los mecanismos que les permiten hoy en día a los municipios promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo.

La gestión del riesgo es “un parámetro y componente de la gestión del desarrollo, de la gestión del ambiente y de la gestión global de seguridad humana, como condición imprescindible para el logro de la sostenibilidad” (Lavell *et al.*, 2003)

Mediante el Documento CONPES 3146 de 2001 se buscó consolidar el PNPAD con elementos tales como el conocimiento, la incorporación del tema en la planificación, el fortalecimiento institucional del SNPAD y el mejoramiento de los programas de educación y divulgación entre otros. En el 2011, se plantea la reforma al Decreto 919 de 1989 (Proyecto de Ley 158 de 2011), por el cual se adoptaría la *Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*, renombrando y estableciendo el *Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - SNGRD*.

La Política y el Sistema se instauran mediante la Ley 1523 de 2012 definiendo la estructura interna del SNGRD (Figura 20.) de tal manera que dentro de sus dependencias, hace partícipes a todas las entidades que conforman la gestión ambiental y de riesgo, incluyendo el cambio climático, para que a través de sus competencias, contribuyan a crear conciencia, conocimiento y gestión en la temática. Este proyecto de ley, fue antecedido por la creación de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD a través del Decreto 4147 de 2011.

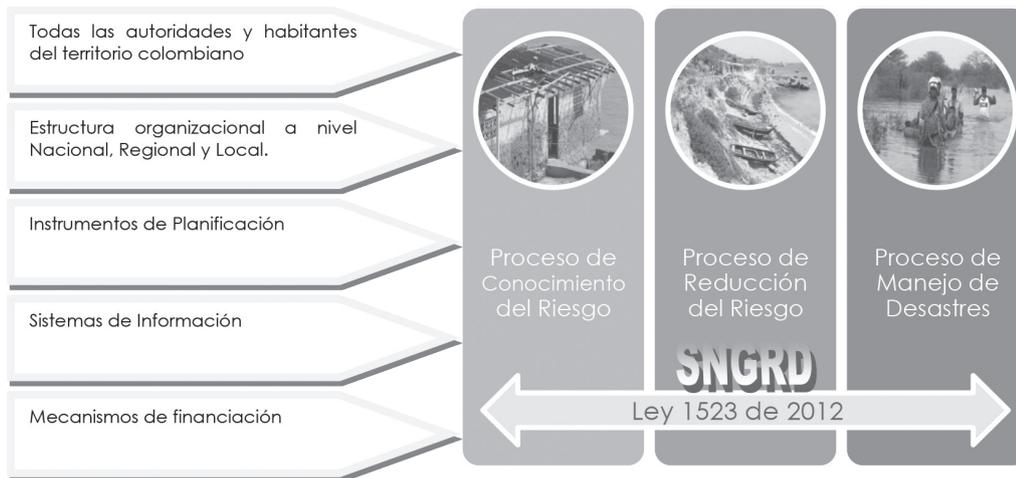


Figura 20. Elementos y procesos del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres

En su artículo 32, la Ley 1523 establece que “los tres niveles de gobierno formularán e implementarán planes de gestión del riesgo para priorizar, programar y ejecutar acciones por parte de las entidades del sistema nacional, en el marco de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo del desastre, como parte del ordenamiento territorial y del desarrollo, así como para realizar su seguimiento y evaluación”. Esta articulación con el ordenamiento territorial permite fortalecer el tema de prevención mediante instrumentos de planificación.

Los planes de ordenamiento territorial coadyuvan a planificar el territorio en materia ambiental y a entender el territorio como “un ámbito espacial de confluencia e interacción específica entre el sistema natural y el sistema social que lo habita”, y de acuerdo al área específica de gestión, podrá tener jurisdicción global, nacional, regional y local, en donde los elementos constitutivos de dichos sistemas son los recursos que conforman el capital natural y social del patrimonio territorial (Vega, 2001).

La normatividad vigente para la planificación del ambiente se divide en instrumentos de gestión ambiental (ejercido por autoridades ambientales), e instrumentos para el desarrollo de las políticas y regulaciones ambientales. Dentro de los primeros se cuentan los Planes de Gestión Ambiental y los Planes de Acción Cuatrienal; los segundos considerados como instrumentos técnicos de planeación ambiental, incluyen los planes de ordenación

y manejo ambiental de ecosistemas (como el Plan General de Ordenación Forestal, Plan de Manejo Ambiental de Humedales y Manglares y los Planes de Ordenación y Manejo de cuencas hidrográficas, entre otros).

5.1.3 Gestión del Cambio Climático

Al igual que sucedió con la gestión del riesgo, la necesidad de incorporar el cambio climático dentro de la planificación del desarrollo surge a raíz de la emergencia invernal que afronta el País a la llegada del fenómeno de “La Niña” 2010 – 2011. Este llamado de atención, promueve la exigencia de incorporar el componente de gestión del Cambio Climático al desarrollo, a través de instrumentos de ordenamiento territorial –OT (Ley 152 de 1992, Ley 388 de 1997) garantizando su sostenibilidad. Cabe mencionar que en los temas relacionados con zonas marinas y costeras y en especial con el ANM, se advirtió de la necesidad de incorporar el tema dentro de la planificación nacional, regional y local, desde el año 2000 con los talleres desarrollados en torno al proyecto de vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos ante un eventual ascenso en el nivel del mar en las zonas costeras colombianas, y posteriormente, con la elaboración del Plan Nacional para afrontar los impactos del ANM.

En la Ley 1450 de 2011, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” incorpora al *Cambio Climático* como eje transversal a los sectores de desarrollo productivo y social tomando en cuenta que en una sociedad, la sostenibilidad ambiental, la adaptación al cambio climático, el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones y el desarrollo cultural, son una prioridad y una práctica como elemento esencial del bienestar y como principio de equidad con las futuras generaciones.

Los planes de ordenamiento territorial son un conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo (Ley 388 de 1997).

Para llevar a cabo esta incorporación transversal, el PND ha priorizado cuatro estrategias encaminadas a abordar de forma integral la problemática del cambio climático dentro de las cuales se incluye la formulación e implementación del *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC* (Figura 21) cuyo fin último es la reducción del riesgo y los impactos socioeconómicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia.

El PNACC fue concebido como un proceso continuo de planificación, que se retroalimentará a medida que surja nueva información sobre la amenaza que representa el cambio climático y las lecciones aprendidas y sobre cómo el país se vaya adaptando a este fenómeno. Para llegar a la consolidación del PNACC, el marco institucional que conforme éste instrumento deberá permitir la articulación de las políticas sectoriales, de tal forma

que las acciones institucionales que se lleven a cabo formen parte de la respuesta Nacional de la problemática. El CONPES 3700 de 2011 “Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia” es una política de gobierno que formula un arreglo institucional que involucra las variables de cambio climático en la toma de decisiones de las autoridades, sectores y territorios, con el fin de reducir la vulnerabilidad del país y contribuir a un escenario futuro de desarrollo económico sostenible (Figura 21).

En el Conpes 3700, se propone la organización de un Sistema de Gestión de Cambio Climático – SGCC, que se ha ido reestructu-

Figura 21. Priorización de estrategias para abordar el cambio climático dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos”.



rando a través del proyecto de decreto del MADS (octubre 2012) y el cual lo renombra como Sistema Nacional de Cambio Climático – SISCLIMA. La propuesta de estructuración institucional de SISCLIMA, sugiere la conformación de una Comisión Intersectorial de Cambio Climático – COMICC, un Comité de gestión financiera, una mesa orientadora y una consultiva, además de cuatro comités permanentes, conformados por mesas de trabajo. La COMICC sería la instancia de coordinación entre el Gobierno Nacional, las Entidades Territoriales, los sectores económicos y la sociedad civil en temas relacionados con adaptación y mitigación del cambio climático, con el fin de promover un modelo de desarrollo económico sostenible, carbono-eficiente y resiliente al clima para mejorar el nivel de vida de la población colombiana.

La hoja de ruta para desarrollar el PNACC, corresponderá a cuatro fases, en donde en su primera fase se involucrarán los conceptos y la metodología necesaria para la orientación de los planes sectoriales y territoriales de adaptación. En su segunda fase, se encuentra el acompañamiento a la formulación de los planes, seguido por una tercera fase en donde se buscará orientar la implantación de medidas de adaptación, para finalizar con una cuarta fase de monitoreo, reporte y verificación.



Figura 22. Propuesta de estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.

En la actualidad se ha dado inicio al proceso de implementación de la primera fase, mediante la presentación del contenido del ABC del Plan de Adaptación (agosto 01-2012), un documento que incorpora el conocimiento y el entendimiento de los elementos que conforman la problemática de cambio climático y riesgo, en un lenguaje común para todas las entidades que conforman el SGCC (MADS *et al.*, 2012). Esta iniciativa se encuentra liderada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Unidad para la gestión del riesgo de desastres (UNGRD), sumado a la participación activa de los sectores productivos, los territorios y la población.

Del análisis anterior, se pueden identificar tres componentes esenciales de una Gestión para la Sostenibilidad del Desarrollo: a) la Gestión de los Recursos Naturales (SINA), b) la Gestión del Riesgo (SNGRD); y c) la Gestión del Cambio Climático (SGCC). El ordenamiento territorial- OT, se identifica como el instrumento que permite actuar frente a las amenazas que se identifican en cada componente: actúa como instrumento de prevención en el SNGRD, como instrumento de adaptación anticipada frente al Cambio Climático y como instrumento potencializador de la resiliencia de los sistemas naturales. En el establecimiento y avance de las directrices que se implementen a los diferentes niveles espaciales de intervención del OT dependerá el éxito de la articulación de los componentes de la gestión y por ende la sostenibilidad del desarrollo.

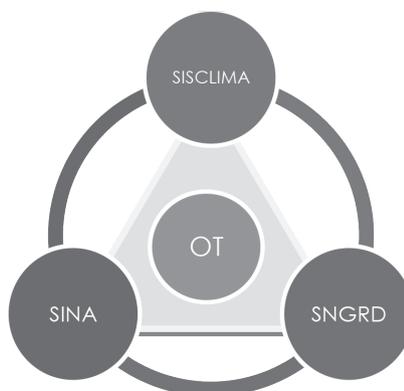


Figura 23. Esquema de integración de los sistemas de gestión de recursos naturales, riesgo y cambio climático.

5.1.4 Sostenibilidad ambiental para el desarrollo de las zonas costeras

Los tres sistemas de gestión mencionados, operan para las zonas costeras en el marco de políticas propias de éstos territorios. Los principales lineamientos en relación con el manejo integrado de las zonas costeras se presentan en la PNAOCI (MMA, 2001) y en la *Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros* (PNOEC) (CCO, 2007).

La PNAOCI es el primer y más claro establecimiento de las bases conceptuales y metodológicas para abordar la gestión de los recursos naturales costeros (Steer *et al.*, 1997), por medio de una serie de estrategias, programas, metas y acciones específicas para los diversos componentes que integran la sostenibilidad ambiental. Presenta un diagnóstico de los usos múltiples de los espacios oceánicos y las zonas costeras así como su marco institucional y legal. La PNOEC, surge posteriormente, articulando como componente ambiental a la PNAOCI e incluyendo otros aspectos como los relativos a marina mercante, y propicia la articulación y participación de otras entidades que conforman el Estado y que no necesariamente están siendo entendidas en la definición del SINA o no se sienten parte de este, lease en particular, los sectores económicos.

Ambos documentos destacan la necesidad de considerar el tema de prevención y atención de desastres como insumo para la planificación de los mares y costas del país (DNP, 2008). En ellos se plantea la necesidad de asumir el océano desde una visión integral que reconozca su carácter de totalidad organizada, de unidad en la diversidad y de integración en la fragmentación, puesto que es soporte de una estructura social, bienes, servicios, cultura y tradiciones singulares.

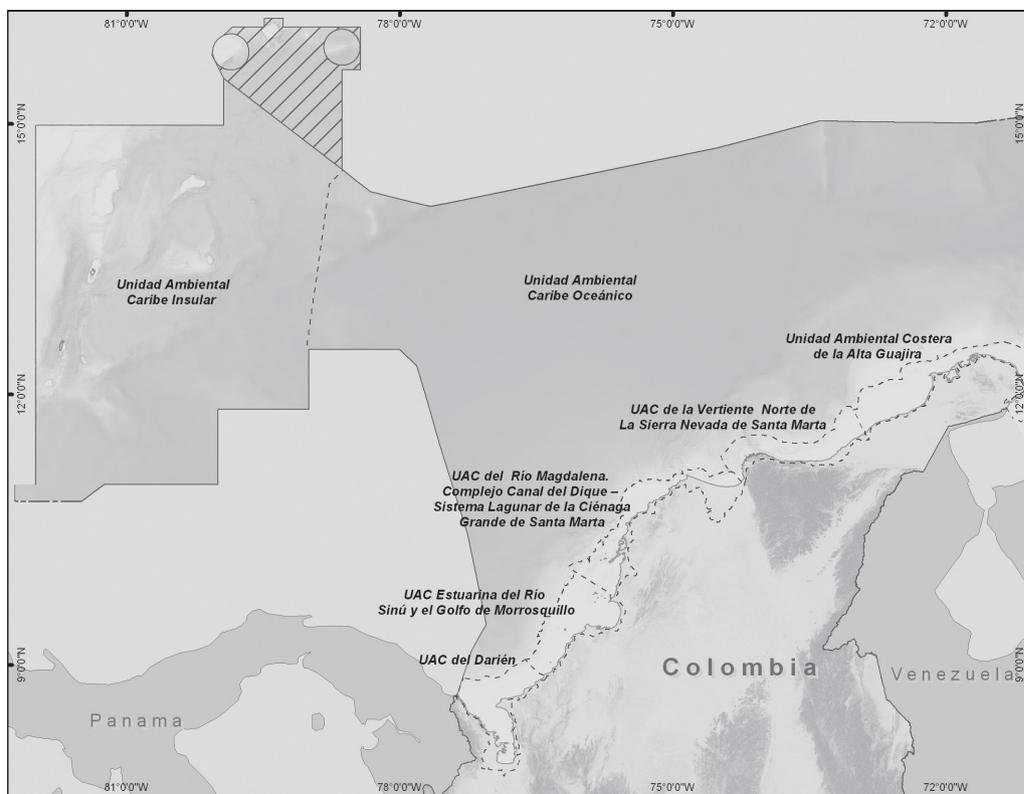


Figura 24. Unidades Ambientales Costeras del Caribe Colombiano (PNAOCI, 2000).

Para lograr esta visión integradora, ambas Políticas proponen estrategias para garantizar la administración, el aprovechamiento económico, el beneficio público, la conservación del ambiente, el desarrollo sociocultural y la vigilancia y control de dichos espacios. Con el Plan de Acción 2002 - 2004 descrito en el primer documento Conpes que sobre temas marinos existiera en el país (Conpes 3164 de 2002), para la implementación de la PNAOCI, se da inicio al ordenamiento ambiental del territorio marino a través de una

visión ecosistémica, a través de instrumentos de apoyo y Programas estratégicos, dentro de los que se destaca el Programa de Gestión de riesgos para la prevención y atención de desastres en los espacios oceánicos y las zonas costeras.

El enfoque que proporcionan las Políticas tiene un vínculo directo con los propósitos de conservación y uso sostenible de los recursos. Éste enfoque viene implantado y reglamentado desde la ley 99 y se enmarca en la aprobación del Convenio de Diversidad Biológica (ley 165 de 1994), siendo la base de la Política Nacional de Biodiversidad - PNB aprobada por el Consejo Nacional ambiental en 1995 y liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y el Instituto Von Humboldt (Romero *et al.*, 2008).

La PNB, es el mecanismo por el cual se da cumplimiento al mandato de la ley 165 de 1994 que ratifica el Convenio de Diversidad Biológica y ofrece un marco conceptual amplio en el que se involucran todas las entidades del SINA en la gestión de la conservación y uso sostenible de los recursos naturales; Se construye en un marco de acción que involucra lineamientos y estrategias para que los actores efectúen, se apropien y respondan a la realidad Nacional de la biodiversidad, con miras a su conservación, utilización sostenible y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de sus recursos genéticos.

A fin de alcanzar objetivos específicos de la CDB se ratifica en el país, a través de la Ley 165 de 1994 (Artículo 2) la definición de Áreas Protegidas. A nivel regional este conjunto de áreas protegidas, públicas o privadas en sus diferentes categorías de manejo, relacionadas entre si, con objetivos específicos de conservación conforman lo que se conoce como Sistemas Regionales. El *Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe* SIRAP-C, suscrito a través de Convenio Marco No. 006 (22 de Abril de 2005) se concibe como la estrategia más efectiva para asegurar el desarrollo de la región, con miras a la conservación de su capacidad genética y de sus recursos y ecosistemas, que se sabe ofrecen innumerables bienes y servicios, para garantizar la supervivencia de las culturas y el futuro de la región.

Dentro de los determinantes de los planes de ordenamiento territorial o normas de superior jerarquía, los municipios costeros deben tener presente las acciones encaminadas a la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales. De tal forma, las normas expedidas por las autoridades ambientales y entes territoriales, deben considerar que las actividades que se lleven a cabo en zonas marinas y costeras sean ambientalmente sostenibles y busquen la conservación y preservación de sus recursos. La temática ambiental marino costera, debe incluir aspectos como: las políticas de mediano y corto plazo sobre uso y ocupación del suelo urbano y de las áreas de expansión, la delimitación en suelo urbano y de expansión urbana y las áreas de conservación y protección de recursos naturales, paisajísticos y de conjuntos urbanos, históricos y culturales.

Haciéndose evidente las particularidades territoriales de las zonas costeras del país, la planificación del desarrollo de éstos territorios se ha enmarcado en regulaciones como la ley 768 de 2002, reconocida como la Ley de Distritos (LDD) que identifica el caso particular de ordenación de los distritos especiales de la ciudades de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, y los constituye como entidades territoriales organizadas con un régimen especial de conformidad con lo previsto en la Constitución Política, en virtud del cual sus órganos y autoridades gozan de facultades especiales diferentes a las contempladas dentro del régimen ordinario aplicable a los demás municipios del país, así como del que rige para las otras entidades territoriales establecidas dentro de la estructura político administrativa del Estado colombiano. Esta estructura de organización, ofrece un panorama privilegiado en cuanto a la visión y organización unificada del territorio que propende por la sostenibilidad del desarrollo de toda la región del Caribe colombiano.

La *Política Nacional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico* – PNRH (Viceministerio de Ambiente, 2010) ofrece un marco conceptual a los administradores del recurso, para

que puedan enfrentar las demandas que su gestión requiere. Es uno de los primeros instrumentos de política que reúne la investigación existente del recurso a nivel de cuencas que desembocan en el mar estableciendo la importancia de su conservación. La Política insta a los municipios, como integrantes del SINA, a desarrollar dentro de su competencia, planes, programas y proyectos generales y sectoriales para la gestión del recurso hídrico de forma articulada con los planes de desarrollo regional y nacional.

El MIZC es un desafío constante para los administradores costeros, puesto que aunque la base conceptual, metodológica y de gobernabilidad se establece con las Políticas de zonas costeras, es aún evidente el desconocimiento del potencial de los recursos biológicos en los mares y costas. Por ende, establecer el potencial estratégico de la biodiversidad en los mares y costas depende de las opciones de generación de investigación científica y tecnológica a través de la participación interinstitucional (Política Nacional de Biodiversidad, 2012).

La información producto de la investigación, es un aspecto clave en el avance de la integración del cambio climático en las políticas de Gestión. Colciencias, desde su transformación en Departamento Administrativo (Ley 1286 de 2009), cumple la función de fortalecer el *Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación* en Colombia – SNCTI buscando promover, articular y proyectar los esquemas organizacionales del conocimiento de ciencia, tecnología e innovación, (regionales, departamentales y municipales), para potenciar el desarrollo y armonizar la generación de políticas. La temática de información sobre el cambio climático en zonas marinas y costeras, puede ser potenciada a través de los Planes estratégicos “Amenazas y riesgos en áreas marítimas y costeras” (protección de áreas marinas y costeras), “Amenazas y riesgos por fenómenos naturales y antrópicos” y “Componente físico del medio marino” (cambio global), establecidos en el *Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar*, liderado por el Departamento.

El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar, dentro de su función de formulación de políticas, planes, programas y estrategias, vela por el empoderamiento de los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología - CODECTI - como espacios consultivos, de concertación y de asociatividad para la gestión e implementación de las políticas públicas de CyT en los territorios marinos y costeros. El Cambio Climático puede proponerse dentro de las Comisiones Regionales de Competitividad – CODECTI, para que los entes territoriales lo tengan presente en su plan en CyT, una herramienta que puede considerarse eficaz para orientar las acciones e inversiones de los proyectos de adaptación a través de obras de infraestructura.

Otro de los mecanismos de acción a nivel regional es la estrategia de regionalización del Estado, adelantada por el MADS, que divide a Colombia en *Nodos de Cambio Climático*. Esta iniciativa responde a la necesidad de establecer alianzas interinstitucionales entre actores SINA con el fin de desarrollar acciones coordinadas de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático y mejorar las condiciones de la población Colombiana, de frente a los nuevos esquemas climáticos presentados en los últimos años.

Específicamente en el Caribe se conformó el “**Nodo Regional de Cambio Climático Caribe e Insular**”, del cual hacen parte integral las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y las autoridades ambientales distritales con jurisdicción en los departamentos de La Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia (municipios del Urabá) y Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Organizativamente cuenta con una coordinación técnica rotativa entre las CARs que actualmente la ejerce CORPOGUAJIRA, apoyado en una secretaría técnica que es el INVEMAR, pero que podrá ser ejercida por cualquiera de las instituciones miembros del Nodo o por otra institución u organización con la capacidad y conocimiento técnico para cumplir con las funciones a que haya lugar. También, cuenta con el apoyo del MADS, la UNGRD, ASOCARS, el IDEAM y el PNUD. Por su parte, los entes territoriales están siendo vinculados a través de los coordinadores CREPAD y CLOPAD (Figura 25).

Los Nodos utilizan herramientas como la educación ambiental, la divulgación y la capacitación, la identificación, promoción y desarrollo de acciones relacionadas con cambio climático, (MDL, adaptación, gestión del riesgo y planificación territorial) entre otras. Las acciones del Nodo Caribe e Insular en particular, están orientadas a promover la implementación de prácticas que contribuyan con la adaptación y reducción de los efectos del cambio climático en la región Caribe, teniendo como base los Lineamientos de política nacional de cambio climático diseñadas por el MADS (2002).

El Nodo se rige por un Plan de Acción Regional que tiene una temporalidad de cinco años y que se está adaptando a la nueva Ley de Gestión del Riesgo, el cual aborda siete líneas estratégicas entre las que se destacan el fortalecimiento de capacidades, educación, sensibilización y difusión y fortalecimiento de políticas. Entre las actividades a desarrollar en el marco del Nodo Caribe e Insular se encuentran (INVEMAR, 2012):

- Apoyar la realización de un diagnóstico de las situaciones críticas del Caribe con relación al cambio climático y proponer acciones para su minimización.
- Promover y apoyar la inclusión y desarrollo de acciones que contribuyan a reducir los impactos de cambio climático en los diferentes instrumentos de planificación territorial.
- Establecer la línea base de proyectos asociados a cambio climático que se estén desarrollando o se hayan ejecutado en la región.
- Implementar acciones de adaptación y mitigación, gestión de riesgos y planificación territorial en relación con el cambio climático.
- Apoyar el desarrollo de programas de sensibilización, capacitación y difusión de conocimientos relacionados con cambio climático.
- Gestionar recursos para el desarrollo de acciones que reduzcan los impactos negativos y potencialicen los positivos relacionados con los efectos del cambio climático en la región.

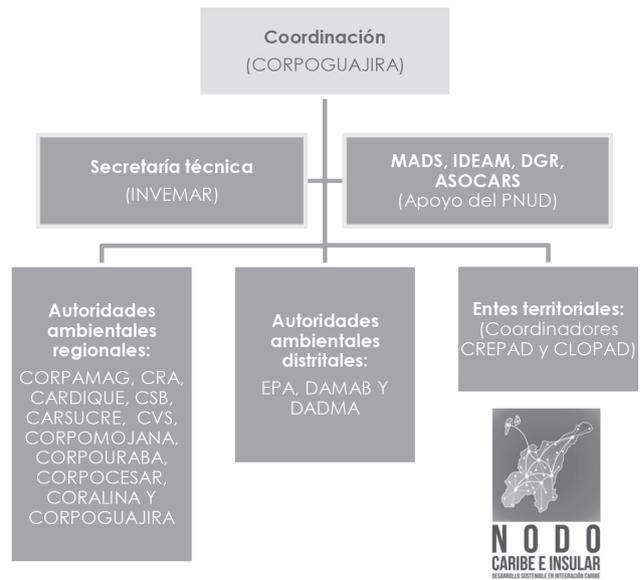


Figura 25. Estructura organizativa del Nodo Regional de cambio climático Caribe e insular.

5.2 Mapeo institucional y articulación de instrumentos

Para lograr la incorporación del PNACC en los Planes Locales de Adaptación, las administraciones costeras deberán escoger dentro de una variedad de potenciales estrategias – cada una de ellas con sus propios costos, beneficios y particularidades. Para ello se han de valer del actual andamiaje institucional, que facilite la articulación de los sistemas de Gestión de los Recursos Naturales, la Gestión del Riesgo y la Gestión del Cambio Climático.

La toma de decisiones en la zona costera tiene actores en todos los niveles espaciales de administración, desde el orden nacional, regional, departamental, municipal o distrital. Cada uno de ellos actúa requiriendo diferentes niveles de detalle de información y soportando diferentes instrumentos de gestión (Figura 26). El ascenso del nivel del mar debido al cambio climático global, si bien es considerado como un fenómeno global, impacta en escalas locales de forma diferente. De allí la necesidad de establecer una red de relaciones con todas las instancias del sistema administrativo, de conformidad con las políticas o lineamientos que se dictaminan a nivel gubernamental para que trascienda en forma de acciones de adaptación a través de entidades de ejecución local.

Con el fin de resaltar puntos de encuentro entre diferentes instancias de administración de la zona costera del Caribe, se presenta el mapeo institucional de forma gráfica e interactiva. El objetivo de estos mapas es permitir la exploración de relaciones estructurales y funcionales relevantes para la toma de decisiones con respecto a la formulación de políticas de adaptación. Los mapas institucionales pueden ser considerados como una herramienta que describe diferentes arreglos de entidades con características del espacio social

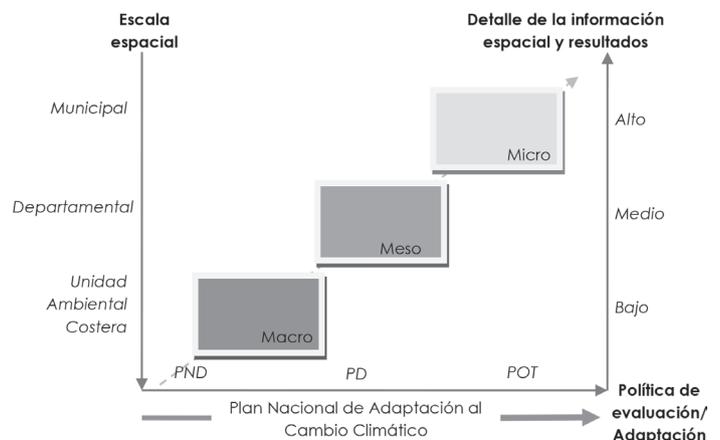


Figura 26. Diferentes escalas de intervención de la toma de decisiones frente al cambio climático.

o del territorio en que se encuentran, en un momento u otro en una cadena de impacto-respuesta de acciones o en un proceso de toma de decisiones (Aligica, 2006).

Estos mapas se elaboran sin pretender ser una lista exhaustiva, pero permitiendo resaltar puntos de encuentro dentro de las competencias de las instituciones de los diferentes sistemas de gestión previamente identificados. Si bien en este documento cada uno de los mapas se presenta a manera de figura, estos pueden ser consultados a través del portal CLIMARES de forma interactiva⁷.

5.2.1 Estructura interna de los sistemas de gestión

A partir de los instrumentos normativos vigentes o en construcción que dictan los lineamientos de cada Sistema de Gestión (Recursos Naturales - SINA, Riesgo de Desastres - SNGRD y Cambio Climático - SISCLIMA) descritos en el capítulo anterior, fue posible identificar la estructura interna de cada uno y la interrelación de sus componentes con el andamiaje de instituciones. Este análisis permite identificar entidades consideradas clave para dinamizar los procesos de articulación.

Tal como se establece en la Ley 1523 de 2012 los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas hidrográficas y de planificación del desarrollo en los diferentes niveles de gobierno, son la herramienta de integración para el análisis del riesgo de desastres, incluyendo aquellos potenciados por el cambio climático, como condicionantes para el uso y la ocupación del territorio. La sinergia de estos Planes se convierte por lo tanto, en el eje de articulación de los tres sistemas de Gestión. De igual forma se establece en el Art. 31 de la misma Ley, que las corporaciones autónomas regionales *deberán propender por la articulación de las acciones de adaptación al cambio climático y la de gestión del riesgo de desastres en su territorio, en virtud que ambos procesos contribuyen explícitamente a mejorar la gestión ambiental territorial sostenible.*

A nivel orgánico cada uno de los Sistemas de Gestión se compone de diferentes instancias y niveles de organización (Figura 27). El SINA a nivel de la Zona Costera del Caribe, se consolida por entidades del sector central (MADS) y por entidades del sector descentralizado por servicios, del orden regional (CAR'S costeras) y local (autoridades ambientales

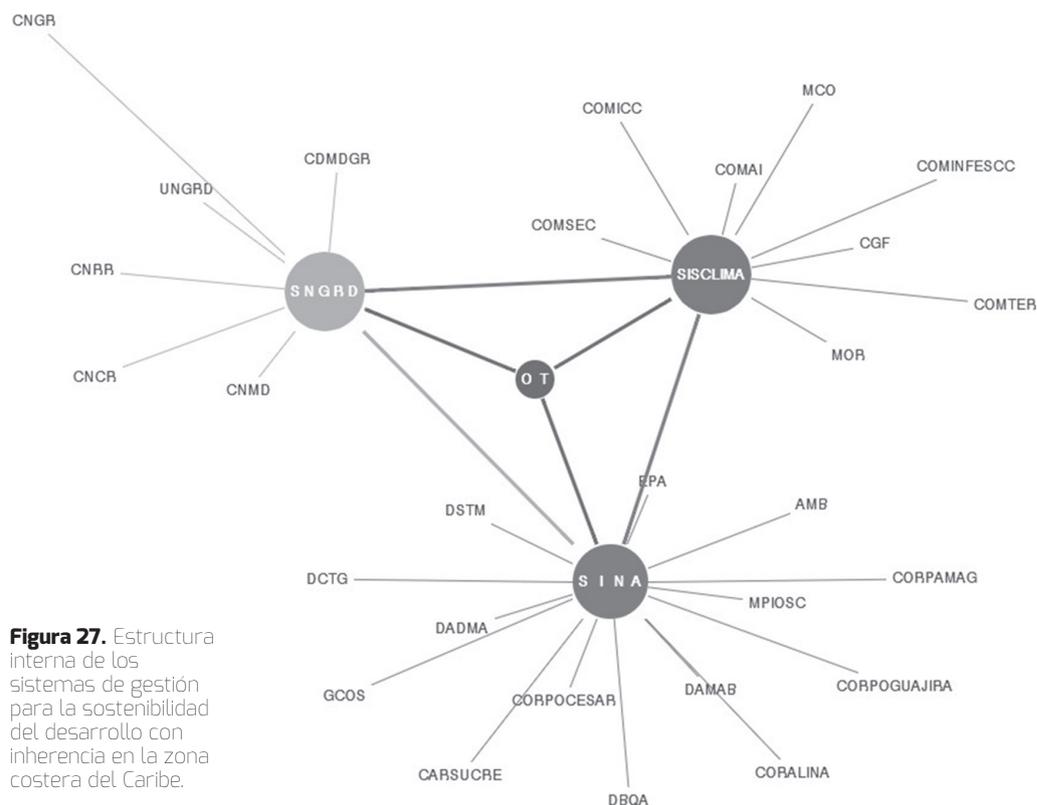


Figura 27. Estructura interna de los sistemas de gestión para la sostenibilidad del desarrollo con inherencia en la zona costera del Caribe.

⁷ CLIMARES <http://cambioclimatico.invemar.org.co/>

urbanas de Barranquilla, Santa Marta y Cartagena). El SNGRD, del cual hace parte la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se organiza a través de un consejo nacional, uno departamental y cuatro comités nacionales. El SISCLIMA por su parte, se organiza a nivel de comités, (que pueden ser implementados en cualquier nivel de organización) y se apoya en mesas orientadoras y consultivas.

Si bien las reglas que gobiernan las interacciones al interior de cada Sistema están descritas por los instrumentos normativos que los rigen, es necesario identificar las instituciones particulares que debieran ser llamadas a actuar en una decisión de formulación de política de adaptación. Con ello, es posible establecer el nivel de dependencia de factores como la jerarquía, el nivel de intervención, los servicios o funciones y la distribución de competencias. Esta identificación permite en un caso particular de implementación de medidas de adaptación, comprender los límites de actuación institucional que determinan la eficacia y eficiencia de la medida. Para facilitar esta tarea, se presenta a continuación un diagrama con el listado de instituciones, que por norma, están llamadas a actuar en la consecución de los objetivos de cada Sistema de Gestión.

5.2.2 Mapeo institucional de los sistemas de gestión

El establecimiento de las instituciones se compone de un sistema de normas internas y externas que determina su actuación en las diferentes escalas territoriales. Las instituciones por su parte pueden presentarse en forma de organizaciones o la encarnación física de una institución, es decir, las personas que llevan a cabo un conjunto de actividades. Las instituciones además pueden enmarcar grupos de derechos, reglas y procedimientos de la toma de decisiones que dan lugar a prácticas sociales, asignación de roles y gobierno de interacciones entre actores. Estas organizaciones prestan un servicio definido o un papel regulador en la gestión de las zonas costeras y son capaces de articular sus intereses en los diferentes sistemas de gestión. (McFadden *et al.*, 2010). A estas entidades se les reconoce que tienen autoridad, poder e influencia en relación con la gestión costera.

Como fue descrito en el capítulo anterior, tanto el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe SIRAP-C, como el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTI, se identifican como sistemas de soporte a los de gestión. Esta interdependencia se hace aún más evidente al identificar las instituciones encargadas de abordar los efectos del aumento del nivel del mar sobre la zona costera del Caribe. Además de las 42 alcaldías cuyos territorios, ya sea parcial o totalmente, se ubican en la zona costera del Caribe, se identifican 73 entidades, (22 del sector central) con alguna responsabilidad explícita en alguno de los Sistemas Nacionales.

De estas entidades El IDEAM, el INVEMAR, el MADS, la UAESPNN y todas las alcaldías costeras tienen inherencia en tres o más Sistemas de Gestión, lo cual representa el papel clave de éstas instituciones para el desarrollo de las iniciativas que cada sistemas persigue. Las relaciones que vinculan a estas organizaciones, deben ser revisadas en con-

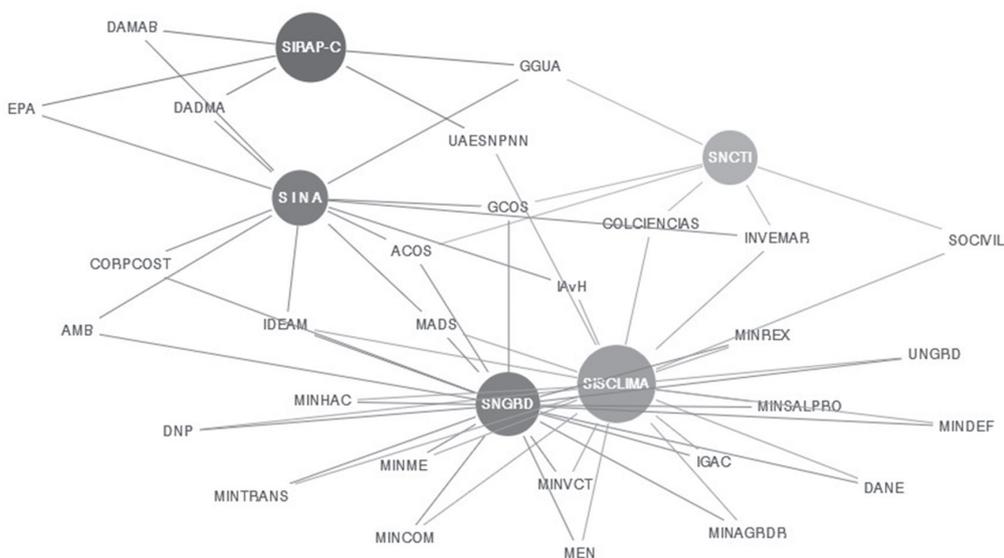


Figura 28. Instituciones reconocidas a cargo del abordaje de los efectos del aumento del nivel sobre la zona costera del Caribe por Sistema de Gestión.

cordancia con la exploración de las relaciones funcionales de las mismas. En el proceso de formulación de políticas de adaptación, por ejemplo las relaciones pueden ser definidas por las acciones o los comportamientos mismos, a los procedimientos a ser adoptados o los objetivos que se persiguen. Las relaciones pueden ser vistas como disposiciones que determinan qué acciones (o resultados) son obligatorias, prohibidas o permitidas. Estas relaciones proporcionan un entorno en el que los grupos de interés pueden identificarse y ver la representación de su papel dentro de la gestión de la temática.

5.2.3 Organización de instituciones por servicio

Las relaciones que rigen las instituciones, también pueden ser vistas en concordancia con el servicio que prestan (Ley 489 de 1998, Norma sobre la organización y funcionamiento de entidades del orden nacional). De esta manera es posible identificar que entidades del orden Nacional comparten categorías de servicios y cuales se agrupan por fuera de ellos en función de los tres Sistemas de Gestión analizados.

Las categorías de servicio identificadas fueron:

1. Entidades del sector descentralizado por servicios
2. Entidades del Sector Central
3. Entidades de Asistencia y Emergencia Humanitaria
4. Entidades de Control y Vigilancia
5. Empresas de Servicios Públicos
6. Entidades de Consulta
7. Entes Territoriales
8. Fuentes de Financiación
9. Organismos Internacionales
10. Participación Administrativa
11. Instancias de Orientación y coordinación

Una última categoría recoge otras instituciones que no clasifican dentro de ninguna de las anteriores como, las empresas privadas, los organismos no gubernamentales, las asociaciones técnico científicas y las entidades del sector asegurador.

Bajo esta representación se pueden observar todas las instituciones que se relacionan con la implementación de las directrices del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos” como eje de integración de los sistemas de gestión de recursos naturales, riesgo y cambio climático. En su mayoría las instituciones responden a la categoría de entes territoriales (alcaldías costeras) seguidas por entidades del sector central (ministerios y departamentos administrativos entre otros) y por entidades del sector descentralizado por servicios (corporaciones autónomas e institutos de investigación) (Figura 30).

La interpretación gráfica de éste andamiaje institucional permite evidenciar la oferta de servicios y la identificación de las entidades de acuerdo a ellos, lo cual es útil para comprender las competencias institucionales y su alcance en los sistemas de gestión.

5.2.4 Articulación de instrumentos y políticas

Dentro del análisis normativo descrito en la sección anterior, se identificaron algunos instrumentos legales, de política, planes y un documento Conpes, que determinan las directrices de las instituciones para atender temáticas encaminadas a la sostenibilidad del

Figura 29. Organización de las instituciones por servicio (ley 489 de 1998).

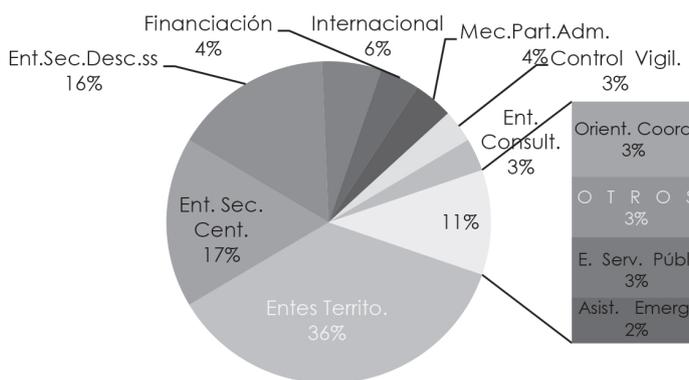
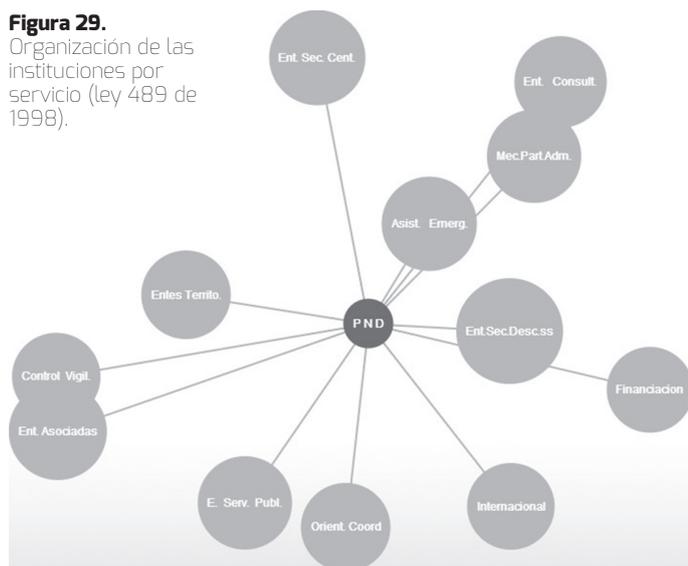


Figura 30. Representación de la participación porcentual de las instituciones dentro de las categorías de servicios, en relación con el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.

desarrollo desde diferentes líneas de acción. La relación entre instrumentos es medido por el número de instituciones que ejercen un nivel de actuación en la implementación de las metas propuestas en cada uno de ellos. La visualización de éstas relaciones permite identificar los lineamientos de competencia de las instituciones y su importancia en la eficacia del cumplimiento de los principios generales que rigen a éstos instrumentos. En total se incluyen nueve instrumentos en el análisis:

- PNGRD: Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- PND: Plan Nacional de Desarrollo
- LDD: Ley 768 de 2002 Ley de Distritos
- PNAOCI: Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia
- PNOEC: Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros
- POT: Ley 388 de 1997 de Ordenamiento del Territorio
- Conpes 3700 de 2011: Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia
- PNB: Política Nacional de Biodiversidad
- PNRH: Política Nacional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico

El Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible están relacionados en actividades o en asocio dentro de los nueve instrumentos mencionados. Tanto el Consejo Nacional de Política Económica y Social como las corporaciones autónomas del Caribe, se relacionan con todos los instrumentos menos con la Ley de Distritos. De igual forma la Dirección General Marítima no es explícitamente mencionada como institución en el Conpes 3700, pero su relevancia de participación en la temática de cambio climático queda sobreentendida.

Las alcaldías costeras, fuera de las tres mencionadas en la Ley de Distritos, responden a cinco de los nueve instrumentos; si bien no está explícitamente formulada en la PNRH, a nivel local su responsabilidad por la gestión hídrica se presume en concordancia con los lineamientos dictados a nivel nacional. Todas las relaciones encontradas en cada instrumento pueden ser consultadas en el Anexo 1.

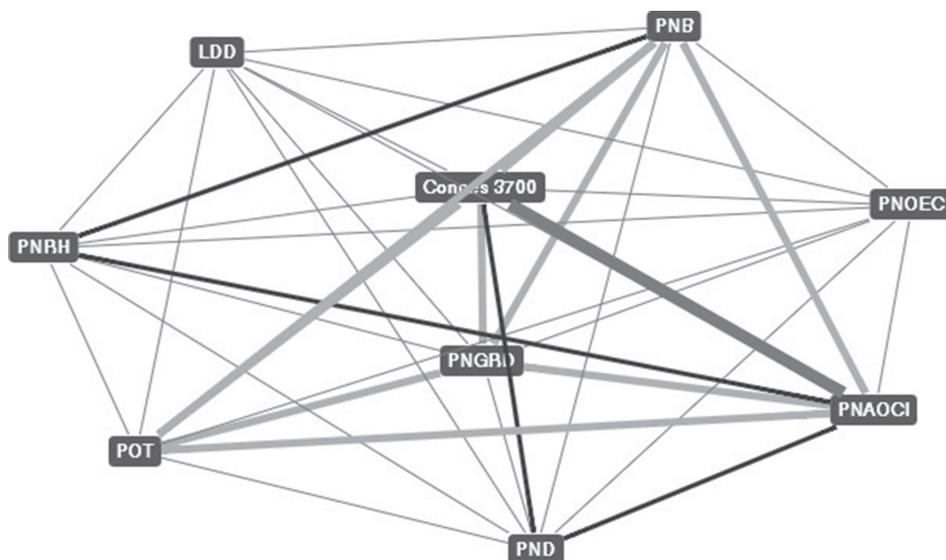


Figura 31. Se identifican los puntos de encuentro entre los instrumentos y políticas que operaran a nivel nacional.

5.3 Gestión humana

Del mapeo institucional, se hace evidente que muchas entidades se verán afectadas por los efectos del cambio climático - ya sea indirectamente (por ejemplo, a través de las consecuencias de la aplicación de políticas de cambio climático en el territorio de su inherencia) o directamente por la necesidad de incluir el cambio climático en la formulación de políticas o

planes para el futuro de las mismas (Figura 32). El análisis de las complejas implicaciones de dichos impactos para las personas, organizaciones e incluso para el país en general, requiere de la integración de ideas provenientes de una amplia gama de disciplinas académicas, como la ciencia del clima, la economía, las ciencias sociales y la ingeniería.

La creación de un marco integrado de investigación conjunta de estas disciplinas es la base para la interacción con los principales grupos de interés. Esta interacción debe basarse en un proceso de “aprendizaje” de doble vía, donde el resultado de las investigaciones y

las expectativas de las administraciones costeras, encuentren resultados relevantes y oportunos, permitiendo una comunicación efectiva. La retroalimentación de los administradores costeros sobre los resultados de las investigaciones, ofrece resultados e ideas para enfrentar el cambio climático que no pueden ser alcanzadas únicamente a través de la generación de conocimiento científico. Por su parte, la expresión de interés de necesidades de las administraciones, no puede por sí misma planear acciones efectivas para enfrentar el cambio climático.



Figura 32. Decisiones informadas pero acordes con la realidad.

5.3.1 Competencias ambientales

Las competencias ambientales empresariales son un modelo necesario orientado a identificar los comportamientos que necesitan los administradores públicos para que desde sus cargos, se conviertan en promotores de la sostenibilidad del desarrollo y así, asegurar un espacio vital para las generaciones que aún no llegan (Vecino, 2012). El fortalecimiento de lo público es un principio del Estado Social de Derecho, consagrado en la Constitución Política y explícito en el Plan de Desarrollo, como una forma de fomentar la eficacia y eficiencia administrativa, la transparencia, la participación y el poder de decisión de la ciudadanía frente a su futuro. Propiciar la construcción de conocimiento a partir del intercambio de experiencias innovadoras que logren trascender ante los cambios climáticos y los desastres naturales, es un deber de todas las administraciones.

Este propósito, implica fortalecer la acción a todos los niveles del gobierno para poner en marcha mecanismos, instituciones e instrumentos de construcción de democracia participativa que acerquen a la administración pública a la capacidad de decisión de los ciudadanos sobre sus territorios y organizaciones. La huella, que dejan las administraciones públicas en su contexto ambiental, es una responsabilidad de las personas que participan de ella; un elemento que deberían adoptar las personas que son elegidas en cargos de elección popular, apelando al compromiso personal, moral y ético. El cambio climático, trasciende los espacios normativos de las exigencias legislativas, y obliga al abordaje del reconocimiento del mismo, como un tema que va más allá de la moda.

Siguiendo las preguntas guías expuestas por Vecino (2012) en su caracterización de competencia ambiental, los administradores costeros pueden encontrar una reflexión ética que les permite comprender la responsabilidad tácita y explícita que conlleva adoptar este modelo en su gestión frente al cambio climático.

¿Cómo *DEBE SER* una persona para poder afirmar que es competente desde lo ambiental?

- a) Conceptualmente estructurada y con criterio para evaluar las situaciones ambientales que le rodean.
- b) Abierta al debate para la construcción de conocimiento sobre el tema ambiental.
- c) Consciente de sus actos relacionados con el ambiente y su cuidado.
- d) Se reconoce como miembro de una sociedad interdependiente, sistémica y con un contexto histórico vital.
- e) Consciente de la situación actual en la que se encuentra el ambiente que integra lo natural, lo social y lo empresarial.

- f) Proactiva y que propone acciones efectivas para proteger o para minimizar los impactos causados por la gestión empresarial en el ambiente.
- g) Responsable de sus acciones y consciente del impacto que sus acciones tienen en el contexto ambiental en que vive.
- h) Se autoregula y se autogestiona en el uso y manejo de los recursos que llegan a sus manos.
- i) Trabaja a largo plazo y desarrolla un plan de acción real y evaluable para la promoción de un ambiente sano y sostenible.
- j) Comprometida con la vida, con amplio sentido ambiental, de perseverancia y cuidado de los recursos que le rodean.

¿Qué *DEBE SABER* para poder afirmar que es competente desde lo ambiental?

- a) Conocer los principales aspectos relacionados en la normatividad ambiental nacional.
- b) Que es un ser frágil, que requiere de un entorno sano y que el óptimo estado de este entorno depende de él.
- c) Informarse sobre las novedades y avances de las políticas y normas nacionales e internacionales de los temas ambientales.
- d) Sabe qué es ambiente y reconoce la importancia que tiene para la entidad donde trabaja.
- e) Cómo transmitir información, persuadir y movilizar personas a favor del ambiente.
- f) Utilizar redes de apoyo en beneficio de la naturaleza y su contexto ambiental.
- g) Debe estar actualizado en noticias relacionadas con el medio ambiente con el propósito de desarrollar un pensamiento crítico ante el uso indiscriminado del ecosistema y lógicamente modificar el comportamiento y hábitos de consumo.
- h) Tener conocimiento de las leyes y normas legales vigentes que buscan proteger el uso de los recursos naturales para acatarlas y cumplirlas.
- i) Reconoce el impacto que sus acciones tienen sobre la conservación de las condiciones ambientales en que vive.

¿Qué *DEBE HACER* una persona para poder afirmar que es competente desde lo ambiental?

- a) Compartir buenas prácticas ambientales en su lugar de trabajo y en su cotidianidad. Cuidar de su entorno inmediato o el más cercano.
- b) Capacitarse en cultura del cuidado ambiental.
- c) Desarrollar actividades orientadas al cuidado del ambiente que le rodea.
- d) Dar ejemplo a los compañeros de trabajo a través de sus acciones ambientalmente amigables.
- e) Tener conciencia del impacto ambiental que genera su entidad y proponer soluciones para eliminar, reducir o minimizar su impacto.
- f) Saber la forma de identificar, evaluar y prevenir o mitigar los riesgos ambientales
- g) Difundir dentro de la entidad las buenas prácticas ambientales requeridas para contribuir con la sostenibilidad de la misma.
- h) Dar ejemplo a través de sus acciones y ser coherente entre lo que piensa y lo que hace.
- i) Estar involucrado y ser miembro activo en actividades y programas de educación que ayuden a mitigar el daño ecológico identificado en su entorno.
- j) Investigar, proponer y promover nuevos procedimientos y procesos de tal forma que disminuya el consumo de los recursos energéticos.

5.3.2 Percepciones de administradores de las zonas costeras frente al ascenso del nivel del mar

Como se mencionó anteriormente, la mejor forma de acercar la ciencia a la toma de decisiones es a través de un proceso de aprendizaje de doble vía. Las vías de diálogo frente a la formulación de políticas de adaptación en relación al aumento acelerado del nivel del mar, entre la ciencia y los administradores costeros puede resultar en la mejor estrategia para el estableci-

miento de las mismas.. Con este fin, las investigaciones realizadas en el marco de ejecución del INVEMAR con respecto a la evaluación de vulnerabilidades y definición de medidas de adaptación de las zonas costeras frente al aumento del nivel del mar llevadas a cabo desde el año 2000, han incorporado la participación de grupos de interés de todos los niveles de acción que han retroalimentado el resultado de los estudios. Un grupo considerado clave son los administradores de las zonas costeras, entendidos como todos aquellos grupos encargados de formular las políticas de manejo integrado de zonas costeras en los diferentes niveles de gobierno.

A manera de obtener una visión actualizada de las necesidades de información frente a la temática de aumento del nivel del mar, se llevaron a cabo 23 entrevistas semi-estructuradas a un grupo preseleccionado de administradores de la zona costera del Caribe⁸. Los funcionarios que participaron de éste proceso estaban vinculados a la fecha, a las siguientes entidades: CORPOGUAJIRA, Alcaldía de Riohacha, Gobernación de la Guajira, CRA, Gobernación de Atlántico, Área Metropolitana de Barranquilla, Alcaldía de Santa Marta, CORPAMAG, Gobernación de Magdalena, Alcaldía de Cartagena, Establecimiento Público Ambiental -EPA, CARDIQUE, CORALINA, CORPOURABA, MADS y DNP.

En su mayoría los funcionarios de las autoridades ambientales consultadas, quienes contaban con estudios especializados en materia de gestión ambiental y un tiempo en el cargo superior a tres años, sentían bastante familiaridad con la temática de cambio climático, un gran cambio frente a la percepción obtenida un poco menos de 10 años atrás (INVEMAR, 2003) cuando se consideraba un tema poco conocido y sin inherencia en las actividades propias del cargo. Hoy en día, el cambio climático ha pasado a ser un gran componente de las actividades laborales de los funcionarios a cargo de la planificación ambiental del territorio y un importante componente de la educación ambiental de las comunidades.

Existe entre los administradores costeros un uso generalizado de consulta en medios virtuales para obtener información frente al tema; principalmente acceden a las páginas web de las entidades e institutos con injerencia en la problemática, a los documentos de Comunicación Nacional del país, a informes de gestión de otras entidades, normativa asociada y estudios de caso llevados a cabo hasta el momento. El caso particular de Cartagena de Indias, es un ejercicio en el cual se han incorporado los resultados de los estudios de vulnerabilidad (INVEMAR, 2008) en un documento concertado entre administración, empresa privada,

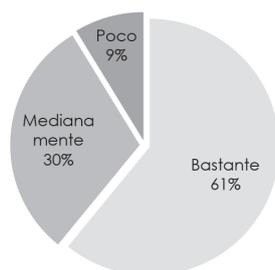
academia y ciencia entre otros, que define los lineamientos de adaptación de la ciudad frente al cambio climático (INVEMAR *et al.*, 2012). Este documento resulta ser la base sobre la cual se construya uno de los primeros Planes Locales de Adaptación, determinado en los direccionamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.

A pesar de la disponibilidad de información la percepción de las entidades coincide en afirmar que la información disponible en los portales es confiable, sin embargo resulta insuficiente, ya que no responde a las necesidades específicas de la jurisdicción

de las entidades. Se considera que la cartografía existente, tiene una resolución demasiado gruesa y no permite identificar particularidades de los territorios bajo administración. Sumado a esto, la falta de actualización, dificulta dar respuesta oportuna a los conflictos actuales. Tanto los entes territoriales como las autoridades ambientales coinciden en afirmar que requieren de la generación de cartografía espacial de detalle, seguida de información sobre los mecanismos de incorporación en la planificación territorial para llevar a cabo una gestión eficiente de la problemática.

Teniendo en cuenta que la problemática del aumento del nivel del mar trae consigo efectos evidentes a través de la inundación, la erosión y la salinización de los terrenos, se quiso evaluar la familiaridad que los administradores costeros tenían frente a los mismos. En su

¿Que tan familiarizado se encuentra con respecto a la problemática del cambio climático global?



¿Desempeña usted actividades relacionadas con la temática de cambio climático dentro de su organización?

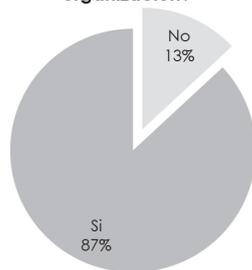


Figura 33. Resultados de la encuesta relacionadas con el conocimiento general de la problemática.

⁸ Primer semestre del 2012, en el marco del proyecto "Fortalecimiento de capacidades de administradores de las zonas costeras hacia la reducción del riesgo asociado al aumento acelerado del nivel del mar, por Cambio Climático Global - ANM -".

totalidad los administradores costeros manifestaron percibir un cambio evidente en las condiciones naturales de la costa o en el nivel relativo del mar; estos cambios se han manifestado en periodos superiores a los 5 años atrás. De los tres efectos, la inundación es el efecto que ubica un mayor porcentaje de población en riesgo permanente. La erosión por su parte repercute en componentes indispensables como la infraestructura pública, las viviendas y las actividades económicas (transporte). Las quejas o peticiones que estos administradores reciben de la comunidad y que asocian a los tres efectos mencionados, se basan principalmente en daños estructurales de viviendas y en pérdidas materiales.

Las autoridades ambientales están más orientadas a sugerir acciones de respuesta basadas en la acomodación, tales como el retiro controlado de viviendas, la estabilización de taludes y el mantenimiento de playas, seguido por modificaciones estructurales y obras de contención. Los entes territoriales se inclinaron hacia soluciones basadas en medidas de protección, como las obras de contención, el retiro de viviendas de zonas vulnerables, el mantenimiento de playas y por último el manejo de ecosistemas naturales. También mostraron especial interés por llevar a cabo modificaciones estructurales. Ambos grupos coinciden en que cualquier medida debe ser implementada en el corto plazo, es decir en un tiempo no superior a dos años, pues consideran los riesgos asociados como inminentes.

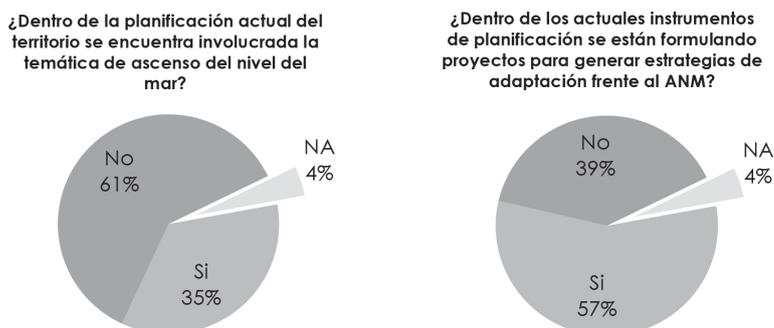
La salinización de los cuerpos de agua y de los suelos, se identificó como otro efecto importante del aumento del nivel del mar, y aunque no exista suficiente investigación generada al respecto, es un problema percibido que requiere de planificación inmediata, pues su impacto recae directamente sobre recursos de vital importancia para la subsistencia de las comunidades (agua potable).

De la encuesta, se pudo evidenciar que la temática de ascenso del nivel del mar no se encuentra contemplada en ninguna de las herramientas de planificación territorial actualmente en ejecución. Sin embargo aunque aún no se encuentra incorporada bajo esta denominación, los administradores reconocen que el PND, establece al cambio climático global, como una temática de obligatorio tratamiento para todas las entidades de orden nacional. Se reconoce de igual forma que el POT de los municipios bajo análisis, contempla medidas sectoriales para evaluar los efectos del cambio climático como la inundación, desde la perspectiva de amenazas y riesgos.

Por lo anterior, los administradores costeros entrevistados manifestaron su interés en incorporar la temática del ascenso del nivel del mar en nuevos proyectos a nivel interno de sus instituciones, teniendo en cuenta que actualmente se desarrollan una serie de iniciativas que contribuyen al fortalecimiento de los conocimientos a nivel territorial para hacer frente a los impactos que trae consigo el cambio climático. Éste tipo de iniciativas que radican en convenios, alianzas o acuerdos, se encuentran apoyadas por el gobierno nacional y por una serie de organismos de índole internacional, que se han brindado apoyo desde hace ya unos años atrás (PNUD, Banco Mundial y ONG's entre otros).

De otro lado la percepción que los administradores tenían frente al rol que cada entidad debía tener con respecto a la temática, se tradujo en que las autoridades ambientales se identifican como entidades de liderazgo, a través de prestación de servicios de asesoría técnica y por ende de soporte institucional. Para los entes territoriales, su función se debiera enfocar en la formulación de políticas y el desarrollo de normativas que regulen y propicien espacios de concertación y de articulación entre la investigación y la política ambiental. Para ellos es necesaria la incorporación de las medidas de respuesta a los impactos asociados al nivel del mar y por ende del cambio climático dentro de los instrumentos de planificación. Del mismo modo, los administradores identifican como factible y dentro de su alcance, la generación de escenarios en los que se facilite un diálogo con los que desarrollan investigación científica en el tema, y de esta manera, las administraciones se enriquezcan con su apoyo en la asesoría técnica para la formulación de políticas de adaptación a nivel territorial y sectorial.

Figura 34. Resultados de la encuesta relacionados con el Conocimiento de estrategias de planificación referidas.



Tanto las autoridades ambientales como los entes territoriales plantearon el fortalecimiento de los instrumentos de planificación, como el eje de acción central para contrarrestar el cambio climático. La educación ambiental y la capacitación de las comunidades son consideradas como medidas de gran trascendencia para los entes territoriales, debido a que dentro de su actuación, los cimientos del problema se relacionan con actitudes ciudadanas; en su percepción, las poblaciones carecen de conocimiento y dan poca relevancia al uso medurado y consciente de los recursos naturales. Sumado a lo anterior, existe un fuerte y constante interés dentro de los administradores costeros por generar capacitación al interior de las instituciones sobre la temática, pues ello permitiría la actuación confiable y oportuna de las autoridades. Éste tipo de capacitación debe ir acompañada del apoyo a la generación de la investigación científica.

Finalmente, todos los actores coinciden en su percepción en que la concertación y la articulación con las medidas del gobierno central, es una prioridad en la política ambiental, y es sin duda el motor para abordar la problemática de cambio climático en el país.

El análisis de la percepción del grupo de administradores de la zona costera frente al aumento del nivel del mar, permite hacia futuro direccionar el desarrollo de herramientas y recursos de información que se encaminen a apoyar la gestión de los administradores costeros. Estas herramientas puestas en un ambiente virtual, pueden ser vistas como una forma de identificar mecanismos de participación y se suma a los esfuerzos a iniciativas de Gobierno en Línea.

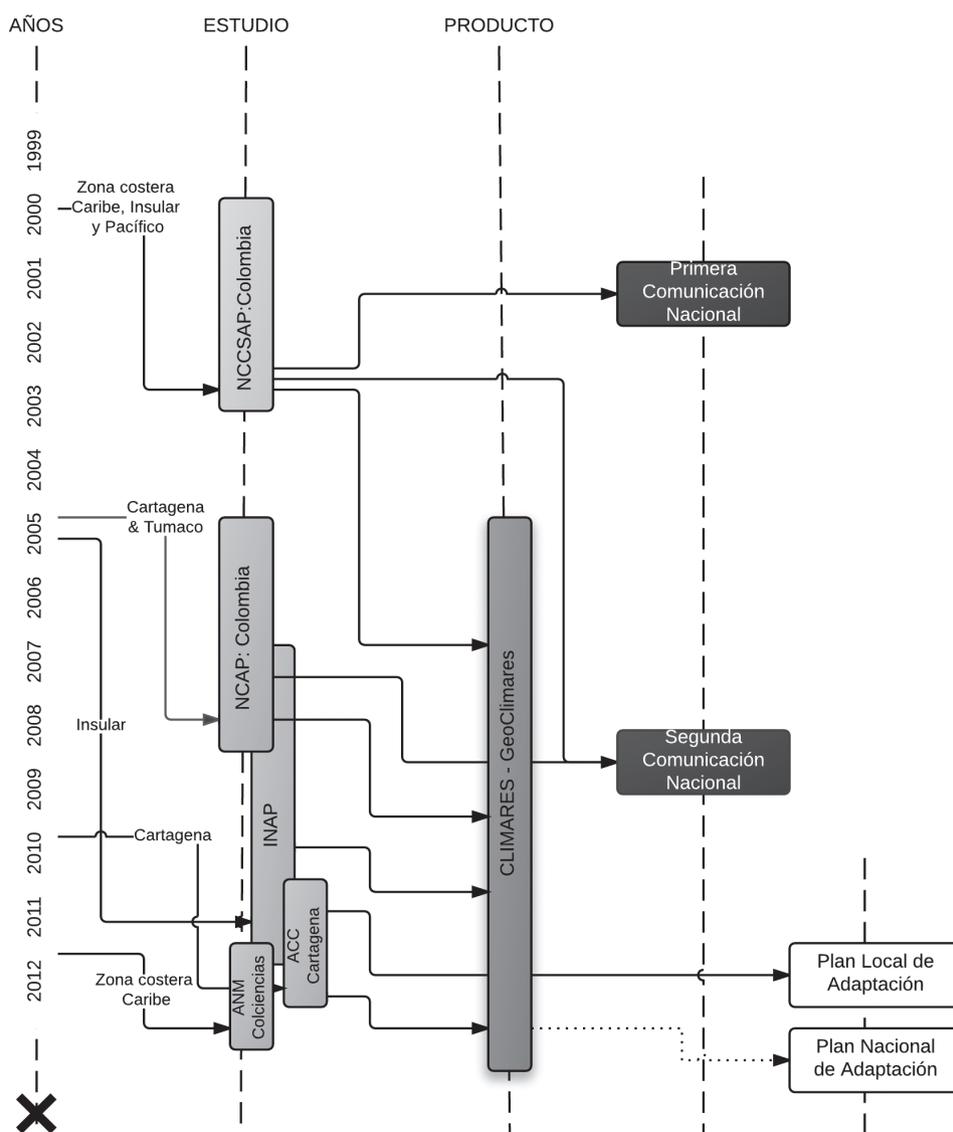


Figura 35. Progresión de insumos y productos que han hecho parte del portal CLIMARES a lo largo del tiempo.

6 CLIMARES: HACIA EL DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

Dentro de los objetivos del PNACC se contempla por parte del Gobierno Nacional brindar una serie de insumos metodológicos que ayudaran a los sectores y territorios a generar conocimiento sobre riesgos potenciales e impactos y a incorporar la gestión del riesgo climático en la planificación del desarrollo sectorial y territorial, entre otros objetivos (DNP *et al.*, 2012). Dentro de las estrategias establecidas a nivel nacional para definir y ejecutar medidas de adaptación, se ha propuesto seguir la guía metodológica elaborada por el PNUD (2005) denominada *Marco de Políticas de Adaptación*, encaminada a la elaboración de evaluaciones y análisis de riesgos, vulnerabilidad y adaptación (Chavarro *et al.*, 2008).

A medida que la comprensión de los impactos del cambio climático se expande y las circunstancias sociales y económicas cambian, crece la necesidad de nuevos enfoques, herramientas y métodos de investigación. Las particularidades de las zonas costeras, requieren además de las metodologías propuestas a nivel nacional, un marco metodológico específico y herramientas que permitan responder oportunamente a los impactos que le son exclusivos, como los asociados a los efectos del acelerado aumento del nivel del mar.

La iniciativa del INVEMAR de poder brindar a los administradores de las zonas costeras y a los grupos de interés en general, un único sitio de acceso para la búsqueda de experiencias, herramientas y recursos de información para medir la vulnerabilidad frente a las amenazas del aumento del nivel del mar, encontró eco y respuesta de financiamiento en el 2012, permitiendo desarrollar el proyecto Colciencias 21052128417 denominado “*Fortalecimiento de capacidades de administradores de las zonas costeras hacia la reducción del riesgo asociado al aumento acelerado del nivel del mar, por cambio climático global*”.

Como complemento a los conceptos de ciencia expuestos, a las nociones y bases para la formulación de políticas de adaptación, a la identificación de indicadores de impacto y a la descripción de enfoques de adaptación, explicados en capítulos anteriores, se ofrece como cierre al presente documento, la descripción de un *catálogo de experiencias, herramientas y recursos de información* para medir la vulnerabilidad frente a las amenazas de inundación, erosión e intrusión marina, requeridas para la estimación del riesgo frente al cambio climático global.

Si bien el Catálogo es el producto del Proyecto Colciencias en mención, alimenta una iniciativa que nació desde el año 2003 de crear un portal virtual en el dominio de INVEMAR para reunir los resultados de los proyectos asociados con el cambio climático en las zonas marinas y costeras del país. Este portal recibió el nombre genérico de CLIMARES Cambio climático: mares y costas colombianas⁹. Se ha alimentado de los resultados de variados proyectos, a través de informes y de una sección denominada GeoCLIMARES, que permite gestionar y analizar la información espacial de los casos de estudio donde se ha evaluado la vulnerabilidad frente al aumento del nivel del mar.

Desde su lanzamiento en el año 2007 a la fecha, se ha buscado ampliar su alcance hacia temas de vulnerabilidad, mitigación, adaptación y sistemas de información, donde se ubica el Catálogo. Si bien el portal CLIMARES se encuentra en fase de desarrollo, se espera que hacia futuro se promueva su crecimiento hasta convertirse en una herramienta que apoye la gestión de los administradores de las zonas costeras en los temas que atañen a la afectación del cambio climático en las zonas costeras del país. Si bien se han incorporado elementos transversales a los componentes espaciales de aplicación de estas herramientas, el énfasis de la recopilación se llevó a cabo teniendo en cuenta aquellas experiencias que fuesen particulares a la región Caribe de Colombia e incorporaran el ascenso del nivel del mar como amenaza.

⁹ CLIMARES - <http://cambioclimatico.invemar.org.co/>

6.1 Catálogo de experiencias, herramientas y recursos de información

6.1.1 Alcance

El Catálogo en CLIMARES está diseñado para el uso de administradores de la zona costera, investigadores o técnicos, ya que no requiere amplios conocimientos técnicos de los modelos o técnicas específicas de la toma de decisiones. Sin embargo, algunas de las herramientas, marcos o métodos descritos pueden requerir conocimientos específicos; estos requisitos se describen de forma explícita.

El Catálogo ofrece a los usuarios, información clave sobre los marcos y herramientas disponibles, las características especiales de cada uno, así como información acerca de cómo obtener documentación, capacitación o publicaciones de apoyo a cada herramienta. Ha sido diseñado para ser utilizado como un sistema de información de referencia para identificar marcos y herramientas disponibles para evaluar la vulnerabilidad frente a las amenazas de inundación, erosión e intrusión marina, de las zonas costeras. No se ha pretendido convertir este Catálogo en un manual que describe cómo implementar cada herramienta, sino como su nombre lo indica, la compilación ordenada de registros de posibles herramientas que se pueden aplicar a un amplio espectro de situaciones, asociado a un vínculo para indicar a los usuarios fuentes de información adicionales.

Herramienta: Medio o instrumento por el cual se lleva a cabo una tarea específica.

Método: Un conjunto o secuencia de pasos que se deben seguir para realizar una tarea específica dentro de un marco más amplio. Método puede ser implementado mediante el uso de una serie de herramientas.

Enfoque: Un marco metodológico completo que establece todo un proceso para la evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación y ofrece un enfoque estratégico más amplio. Un enfoque en algunos casos reúne ciertos métodos y herramientas para apoyar este proceso.

El Catálogo no es un “libro de cocina”. No proporciona documentación completa de marcos, modelos u otras herramientas. Los usuarios tendrán que obtener esta información de los proveedores. Además, los usuarios deben considerar cuidadosamente los marcos y herramientas alternativas discutidas; la adecuación y la utilidad de cada una puede variar dependiendo de las circunstancias de los usuarios y necesidades de información. Las opciones para cualquier enfoque requerido deben ser cuidadosamente analizadas y consideradas.

6.1.2 Organización

El Catálogo sigue el esquema del informe titulado “Compendio de instrumentos de decisión para evaluar las estrategias de adaptación al cambio climático”, producido en 1999 por parte de la Secretaría de la CMNUCC, como un primer paso hacia la difusión de información sobre los métodos y las herramientas disponibles para los países en evaluación de sus impactos y medición de esfuerzos para adaptarse, insumo base de las comunicaciones nacionales. Dado que nuevos métodos y herramientas se están desarrollando constantemente y la aplicación de los que ya están en uso están siendo perfeccionados, este Compendio ha sido actualizado por diferentes iniciativas globales en el 2003, 2005, 2008 (Pinto *et al.*, 2008) y recientemente en 2009. Esta última versión, compila métodos y herramientas que responden al creciente interés y a la preocupación por vincular la adaptación a la variabilidad climática y a la vulnerabilidad actual. El Compendio general de la CMNUCC se publica hoy en día no solo en formato análogo, sino ha sido puesto en línea para su consulta¹⁰

¹⁰ Compendium on methods and tools to evaluate impacts of, and vulnerability and adaptation to, climate change - UNFCCC

Siguiendo este modelo de consulta, el Catálogo en CLIMARES utiliza un sistema de información diseñado en una plataforma virtual de fácil acceso, que por medio de categorías de selección, permite identificar métodos y herramientas aplicables a la zona costera del país. Esta selección es lo más actualizada posible, sin embargo no busca desechar o recomendar métodos o herramientas encontrados en el Compendio general o en otras fuentes.

6.1.3 Contenido

El Catálogo trata de reflejar el estado actual del conocimiento mediante la recopilación y resumen de herramientas y métodos específicos a **Sectores** particulares (*genérico, salud humana, procesos costeros, clima, agricultura, recursos naturales, recurso hídrico, ecosistemas marinos*)

De igual forma el usuario puede hacer búsquedas de herramientas y métodos por **Tipo**, identificadas bajo categorías de *detección de riesgo, estrategias de adaptación, evaluación de vulnerabilidad, participación de actores y plataforma de conocimiento*. Existe también para el usuario, la posibilidad de identificar herramientas y métodos catalogados por **Formato** (bases de datos, documento guía, modelación, marco metodológico, portal web y software).

Cada método o herramienta se describe en un cuadro sinóptico que resume sus principales características. Con campos de información como referencia, los usuarios pueden decidir sobre las herramientas que desean utilizar, permitiéndose además la obtención de más documentación a través de campos de contactos, links o referencias. Sumado a esto, la mayor parte de las herramientas cuenta con un campo destinado a identificar la capacitación en el uso de la misma o a proporcionar los requerimientos o tutoriales que permiten un mayor entendimiento de la influencia de la herramienta para fines particulares. Cada herramienta se ha resumido para identificar sus posibles aplicaciones. En cuanto a los recursos disponibles y las necesidades individuales del proyecto, el usuario puede identificar qué herramientas pueden ser más apropiadas para analizar las opciones del enfoque que esté considerando.

Las categorías que clasifican cada herramienta o método y su explicación son listadas a continuación.

Sector: Describe el área de conocimiento específico de la herramienta

Tipo: Conjunto de características que describen el campo de acción de la herramienta

Formato: Identifica la forma en que se presenta la información en la herramienta

Denominación: Nombre con el que se identifica la herramienta

Búsqueda Clave: Establece las palabras clave que caracterizan la herramienta

Descripción: Proporciona un resumen básico de la herramienta, contexto, tipo de datos y procesos utilizados.

Uso apropiado: Describe la aplicabilidad de la herramienta, proporcionando al usuario una idea de la etapa en que esta herramienta es adecuada para su uso.

Ámbito de aplicación: Cubre los campos geográficos en los que la herramienta es aplicable.

Datos de entrada: Explica la información o datos necesarios para utilizar la herramienta.

Salida: Describe el producto final de la herramienta.

Facilidad de uso: Describe el nivel de dificultad asociada con la implementación de esta herramienta.

Tipo de Público: Expone el nivel de formación requerido por el usuario de la herramienta

Formación requerida: Describe el nivel de experiencia y las habilidades específicas necesarias para utilizar la herramienta de manera efectiva.

Formación ofrecida: Expone la disponibilidad de capacitación para utilizar la herramienta de forma efectiva.

Requisitos informáticos: Describe el hardware y el software necesario para utilizar la herramienta.

Aplicaciones: Describe brevemente los casos reales y proyectos donde se ha aplicado esta herramienta.

Ubicación geográfica: Localización geográfica de las aplicaciones

Contactos: Proporciona información sobre la persona o página web donde se puede obtener más información, documentación y asistencia técnica.

Costo: Proporciona información sobre el costo aproximado de la aplicación de la herramienta.

Referencias: Proporciona las citas de documentos, artículos, etc, de donde fue obtenida la herramienta.

Limitaciones Específicas: Describe las restricciones que por diversas variables hacen que la herramienta no cubra un mayor campo de acción

Limitaciones Generales: Describe las restricciones que comparte con otras herramienta a un mismo nivel.

Este Catálogo es parte de un proceso continuo y debe considerarse como un sistema susceptible a cambios; de ninguna manera pretende proporcionar una lista exhaustiva de los enfoques, temas transversales, o sectores o de los marcos y herramientas potenciales que pueden ser caracterizadas como tales. Más aún los administradores costeros de este Catálogo tienen el reto de ir más allá de su papel de ser usuarios pasivos y hacer sus propias contribuciones a la mejora de los métodos y herramientas.

Consideraciones

Las tablas de resumen del Catálogo, proporcionan una visión general del método o de la herramienta en cuestión; Se han diseñado para ayudar al usuario en la identificación de métodos y técnicas para investigar más a fondo. La función principal es dirigir a los usuarios a obtener más información, no para instruir al usuario sobre la forma de aplicar cualquier marco particular o herramienta.

Muchos de los marcos y las herramientas se superponen entre sí. Los usuarios pueden encontrar que más de una herramienta o marco puede ser adaptado a sus objetivos.

Los usuarios pueden beneficiarse de la combinación de elementos de diferentes métodos o técnicas.

El Catálogo pretende ser un sistema dinámico y refleja el estado del conocimiento en el momento de su compilación.

Proporciona una estructura que permite su crecimiento e incorporación de nuevas herramientas.

6.2 GeoCLIMARES

Los Sistemas de Información Geográfica - SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, en un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente con el objetivo de capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y sus atributos con el fin de satisfacer de forma rápida múltiples propósitos (Burrough & Mc Donnell, 1998; Longley *et al.*, 2005).

La implementación de los SIG, específicamente en cuanto a herramientas de soporte a la planificación territorial y a la gestión del riesgo, resultan de gran utilidad, especialmente para la presentación de casos de estudio. Su alcance puede verse magnificado si son usados como herramienta web, comúnmente conocida como geovisor, que además de relacionar espacialmente la información generada, permite la consulta permanente por parte de los usuarios interesados en el tema, apoyando así de manera directa los sectores involucrados.

El objetivo del visor geográfico GeoClimares localizado en la URL: <http://gis.invemar.org.co/climares/>, nació de la necesidad de presentar los resultados de los estudios ejecutados por el INVEMAR (2003, 2008) permitiendo su consulta georreferenciada, como apoyo a la gestión ante los riesgos asociados al rápido ascenso del nivel del mar. De esta manera, un usuario puede obtener rápidamente la información disponible de un área específica,

permitiéndole además conocer el alcance de la información publicada, evaluarla e inferir alternativas en el proceso de toma de decisiones.

Los portales web de información y casos de estudio ofrecen al usuario la posibilidad de consultar datos históricos y de actualidad, mapas temáticos, geovisores, geoservicios, manuales, artículos, software libre, metadatos, galería fotográfica, etc. El cuidado que se debe tener con la información ofrecida en la red, es la rigurosidad y confiabilidad de las fuentes de información, la pertinencia de los datos con la actualidad, la escala en que se ofrecen en comparación con la escala de trabajo, la interpretación de la información. Los manuales o artículos deben servir al tomador de decisiones como guía metodológica o para no repetir dificultades de otros proyectos realizados, pero no replicarse de forma exacta ya que las condiciones de cada estudio son muy particulares.

REFERENCIAS

- AFANADOR, F., R. R., TORRES, J. C., GÓMEZ LÓPEZ y J. C., GUTIÉRREZ. LIDAR y fotografía aérea digital en la determinación del impacto del aumento en el nivel medio del mar en el sector de “La Boquilla”, Cartagena de Indias, Caribe colombiano. Boletín Científico CIOH. 2006. No. 24. p. 94-106.
- AFANADOR F. y A. F. CARVAJAL. Lidar, ortofotografía digital y SIG en análisis geomorfológicos del litoral Caribe colombiano. Boletín Científico CIOH No. 27. 2009. p. 112-134.
- ALIGICA, P. Institutional and Stakeholder Mapping: Frameworks for Policy Analysis and Institutional Change. *Public Organization Review*. 2006. Vo. 6. p. 79-90.
- BLANCHON, P, *et al.* Rapid sea level rise and reef back-stepping a the close of the end of the last interglacial highstand. *Nature*. April, 2009. p. 881-885.
- BROOKS, N., W.N., ADGER, and P. M. KELLY. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change* 15. 2005. p. 151-163.
- BURROUGH, P y MCDONNELL, R. Principles of geographical information systems Oxford University Press Oxford: New York, 1998. p. 327.
- CARPENTER, S., S. WALKER, J. ANDERIES, and N. ABEL. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* Vol. 4. p. 765-781.
- CAZENAVE, A and LLOVELOVEL, W. Contemporary sea level rise. *Annual review of marine science*. 2010. Vo. 2. No. 1. p. 145-173. Available from Internet <<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-marine-120308-081105>>.
- CDB. Convenio sobre diversidad biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro. Brasil.1992. p. 1-30.
- CHAVARRO, P., M., A. GARCÍA, J. GARCÍA, J.D. PABÓN, A. ULLOA. 2008. Preparándose para el futuro. Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático.. Material de difusión y socialización sobre cambio climático. UN, – MAVDT y –UNAL. Bogotá. 2008.No. 3. p.56 p.
- CHURCH JA, & WHITE NJ. A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical Research Letters*. 2006. Vo.33. p. 4.
- CHURCH, J. A., N. J. WHITE, L. F. KONIKOW, C. M. DOMINGUES, J. G. COGLEY, E. RIGNOT, J. M. GREGORY, M. R. VAN DEN BROEKE, A. J. MONAGHAN, and I. VELICOGNA. Revisiting the Earth's sea-level and energy budgets from 1961 to 2008, *Geophys. Res. Lett.* 2011.Vo.38. L18601. p. 8.
- CHURCH, J.A., J.M. GREGORY, N.J. WHITE, S.M. PLATTEN, and J.X. MITROVICA. Understanding and projecting sea level change. *Oceanography*. 2011b. Vo. 24. No. 2. p. 130-143.
- COLOMBIA. COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCÉANO. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC). Litoflash Santa Marta. Serie de Documentos Generales del INVEMAR. No. 19. p. 56.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1454 (28, Junio, 2011). Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones. *Diario Oficial*. Bogotá, D.C., 2011. No. 48.115. p. 1-17.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 152 (15, Julio, 1994). Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo. *Diario Oficial*. Bogotá, D.C., 1994. No. 41.450. p. 1-21.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523. (24, Abril, 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. Bogotá, D.C., 2012. No. 48411. p. 1-17.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 165 (9, Noviembre, 1994). Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. *Diario Oficial* Bogotá D.C., 1994. No. 41.589. p. 1-23.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 388 (18, Julio, 1997).Reglamentada por los Decretos Nacionales 150 y 507 de 1999; 932 y 1337 de 2002; 975 y 1788 de 2004; 973 de 2005; 3600 de 2007; 4065 de 2008; 2190 de 2009; reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 1160 de 2010. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*. Bogotá, D.C., 1997. No. 43.091. p. 1-83.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Poder Ejecutivo – Rama Legislativa. Ley 768 (31, Julio, 2002). Por la cual se adopta el Régimen Político, Administrativo y Fiscal de los Distritos Portuario e Industrial de Barranquilla, Turístico y Cultural de Cartagena de Indias y Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta. *Diario Oficial*. Bogotá D.C., 2002. No. 44.893. p. 1-33.

- COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL Y DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Política Nacional Ambiental para el Desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Bogotá D.C., CONPES 3164 de 2002. p. 1-27.
- COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL Y DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. Bogotá D.C., CONPES 3700 de 2011. p. 1-75.
- COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Política Nacional de Biodiversidad. República de Colombia. Bogotá D.C. Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación e Instituto Alexander Von Humboldt. 1995. p. 36.
- COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia (PNAOCI). Ministerio del Medio Ambiente, Dirección General de Ecosistemas. Editores. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogotá. 2001. p. 1-95.
- COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Departamento Administrativo de la función Pública. Decreto 3570 (27, Septiembre, 2011). Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C., 2011. p. 1-26.
- COLOMBIA. PROCURADOR GENERAL DE LA NACIÓN. Circular 023. (13, Abril, 2010). Componente ambiental en planes de ordenamiento territorial. 2010. p. 1-5.
- COLOMBIA. VICEMINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión del Recursos Hídrico Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial. Bogotá. D.C., 2010. p. 1-124.
- DNP, MADS, IDEAM y NGRD. ABC: Adaptación bases conceptuales. Marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Unidad Nacional para la Gestión del Riego de Desastres. 2012. p. 12.
- DNP. Elementos básicos para el Manejo Integrado de Zonas Costeras. Departamento Nacional de Planeación DNP. Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible. Editorial Gente Nueva. Bogotá. 2008. p.60.
- VIÑAS M. J. Satellites See Unprecedented Greenland Ice Sheet Surface Melt. NASA's Earth Science News Team. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md. 2012. Available from Internet <<http://www.nasa.gov/topics/earth/features/greenland-melt.html>>
- DOUGLAS, B.C. Sea Level Change in the Era of the Recording Tide Gauge. In: B.C. Douglas, M.S. Kearney and S.P. Leatherman (eds.). Sea Level Rise, History and Consequences. International Geophysics Series. Academic Press. Vo. 75. 2001. p. 37-63.
- EBI, K. L., B. LIM y Y. AGUILAR. Evaluación del Alcance y Diseño de un Proyecto de Adaptación. En: PNUD. Bo, L & E. Spanger-Siegfried. Marco de políticas de adaptación al cambio climático. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. Editores. New York. 2006. p. 258.
- FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Glob. Environ. Change Vo. 16. 2006. p. 253-267.
- FUSSEL, H. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. Integrated Research System for Sustainability Science and Springer (2007) 2:265-275. DOI 10.1007/s11625-007-0032-y
- GRANIS, J. Adaptation Tool Kit: Sea-Level Rise and Coastal Land Use How Governments Can Use Land-Use Practices to Adapt to Sea-Level Rise. Georgetown Climate Center. Washington, 2011. p. 1- 89.
- GRIGGS, D. What causes the sea level to change? In: Climate Change, Synthesis report. Contribution of Working groups I, II and III to the Third Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 2001.
- HAMMER, Q. D., HARPER and R. P., PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica. 2001. Vo.4.No.1.p.9. Available from Internet: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>.
- HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics. 1973. No. 4. p. 1-24.
- IDEAM, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA y CI. Elaboración de escenarios de cambio climático para la segunda mitad del siglo XXI en diferentes regiones del territorio colombiano. Instituto

- de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia y Conservación Internacional. En: Proyecto Nacional Piloto de Adaptación (Donación TF 056350). Informe Final. 2011. Anexo 1. Escenarios de CC para Colombia The World Bank, GEF, INS, IDEAM, CI, INVEMAR y CORALINA. p. 69-87.
- IDEAM. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia y Conservación Internacional. Editor. Bogotá. Trade Link Ltda. Bogotá. 2001. p. 307.
- IDEAM. Segunda comunicación Nacional ante la Conversión Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia y Conservación Internacional. Editor. Bogotá, 2010. p. 447.
- INVEMAR. Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático NCCSAP: 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. Vides, M. Editor. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". Santa Marta. 2003. VII Tomos. Resumen Ejecutivo y [CD] Atlas digital.
- INVEMAR. Sea-level rise coastal adaptation. Technical Report NCAP Colombia Project. Vides M.P. Ed. ETC Project Number 032135. Marine and Coastal Research Institute. INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 2008. p.290.
- INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia. Serie de publicaciones periódicas. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". Santa Marta. Serie de publicaciones periódicas. 2011a. No. 8. p. 203.
- INVEMAR. Evaluación de los impactos del cambio climático por efectos del ascenso del nivel del mar en el Distrito de Santa Marta. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés". Santa Marta. 2011.
- INVEMAR, MADS, ALCALDÍA MAYOR DE CARTAGENA DE INDIAS y CDKN. 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. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés", Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias y Climate and Development Knowledge Network. Rojas, G.X., J. Blanco y F. Navarrete. Editores. Cartagena. Serie de documentos especiales del INVEMAR. 2012. No. 55. p. 40.
- INVEMAR. Secretaría técnica del Nodo Regional de Cambio Climático Caribe e Insular. Informe final. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Santa Marta. 2012. p 28. + anexos.
- INVEMAR - CORALINA. Diseño e implementación de un programa de adaptación en las áreas insulares del Caribe colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En: Proyecto Nacional Piloto de Adaptación (Donación TF 056350). Informe Final. The World Bank, GEF, INS, IDEAM, CI, INVEMAR y CORALINA. 2011. p. 69-87.
- IPCC. A common methodology for assessing vulnerability to sea level rise. 2nd revision. Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC - CZMS, The Hague, Ministry of Transport, Public Works and Water Management. 1992. Appendix C.
- IPCC. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Ginebra, Suiza, 2007. p. 104.
- IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Houghton, J.T., Y. Ding, D.G. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, y C.A. Johnson (eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido & Nueva York. 2001. p. 1-881.
- IPCC. Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. 2006.
- IPCC. Emissions Scenarios: Summary for Policymakers. A Special Report of IPCC Working Group III. Davidson, O and Metz, B. (eds.) Intergovernmental Panel on Climate Change. 2000. p. 21.

- IUCN: International Union for Conservation of Nature. http://www.iucn.org/what/tpas/climate/key_topics/eba/ (accessed on 06-04-2012).
- LACAMBRA, C.L., C. P., LOZANO, D., ALONSO y M., FONTALVO. Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas. Serie de documentos generales INVEMAR. Santa Marta. Vo. 15. 2003. p. 74.
- LAMBECK, K. and J. CHAPPELL. Sea Level Change Through the Last Glacial Cycle. *Science* Vo.27. No. 292 (5517). 2001. p. 679-686.
- LONGLEY, P. A., M. F., GOODCHILD, D.J., MAGUIRE and D. W. RHIND. *Geographic Information Systems and Science*. 2nd Edition. 2005. p. 512.
- MACFADDEN, L; PRIEST, S., and GREEN, C. Introducing institutional mapping: A guide for SPICOSA scientists, Spicosa Project Report. Flood Hazard Research Centre. Middlesex. University. London. 2010. p. 17.
- MCLEOD, ELIZABETH, GAIL L CHMURA, STEVEN BOUILLON, RODNEY SALM, MATS BJÖRK, CARLOS M DUARTE, CATHERINE E LOVELOCK, WILLIAM H SCHLESINGER, and BRIAN R SILLIMAN. 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 552-560. <http://dx.doi.org/10.1890/110004>
- MARTÍNEZ, N., K. ROBERTSON, O. JARAMILLO, M.P. CUERVO, C. CANO, J.E.PARDO, L.R. BARRETO, M. TORO, Z. MURILLO, E. ROZO y G. VARGAS. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera Colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar. Documento técnico de Soporte para: Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá. 2011. p. 80.
- MMA - DNP. Lineamientos de política de cambio climático. Resumen Ejecutivo. Ministerio del Medio Ambiente y Departamento Nacional de Planeación. Bogotá D.C, 2002. p. 40.
- MMA. Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 2001. p. 95
- MONTEALEGRE GOMEZ, O. L. Consideraciones sobre la susceptibilidad de las formaciones coralinas y los manglares al ascenso en el nivel del mar, Golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. Tesis para optar el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 2002.
- MOSER, S.C. and J.A., EKSROM. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vo. 107. No. 51. 2010. vol 107. Available from Internet <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1007887107>>.
- NELLEMANN, C., E. CORCORAN, C.M. DUARTE, L. VALDÉS, C. DE YOUNG, L., FONSECA, G., GRIMSDITCH. (Eds). *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. 2009. p. 78.
- NICHOLLS, R and CAZENAVE, A. Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science*, 328 (5985). 1517-1520 p. American Association for the Advancement of Science. 2011. Available from Internet: <<http://dx.doi.org/10.1126/science.1185782>>.
- NICHOLLS, R. J., N. MARINOVA, J. A. LOWE, S. BROWN, P. VELLINGA, D. DE GUSMÃO, J. HINKEL, and R. S. J. TOL. Sea-level rise and its possible impacts given a “beyond 4°C world” in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society - Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2011. Vo. 369. No. 1934. p. 161-181. Available from Internet: <<http://eprints.soton.ac.uk/204649/>>.
- ORTIZ, J. C. Huracanes y tormentas en el Mar Caribe colombiano desde 1900. *Boletín Científico CIOH*. 2007. Vo. 25. p.54-60.
- PFEFFER, W; J. HARPER and S., O'NEEL, Kinematic constraints on glacier contributions to 21st-century sea-level rise. *Science*. 2008. Vo. 321. p. 1340-1343.
- PINTO, E., R. KAY, and A. TRAVERS. Compendium on methods and tools to evaluate impacts of, and vulnerability and adaptation to, climate change. UNFCCC Secretariat. CZM pty. Ltd Stratus Consulting Inc. 2008. Available from internet: <http://unfccc.int/files/adaptation/methodologies_for/vulnerability_and_adaptation/application/pdf/consolidated_version_updated_021204.pdf>
- PNUD. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollo de estrategias políticas y medidas. Programa de las naciones Unidas para el Desarrollo. Lim, B., E. Spanger-Siegfried, I. Burton, E. L. Malone y S. Huq. Editores. 2005. p. 258. Disponible en: <<http://mcsp.undp.org/docs/681.pdf>>.
- POSADA, B y HENAO, W. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. *En: Colombia*. Ediprint Ltda. 2008. Vo. 1. p. 124.

- POSADA, B y ROZO, D. Los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia. En: INVE-MAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia. Serie de publicaciones periódicas. Santa Marta, 2012. No. 8. p. 17-18.
- PRATT C.R., U.L. KALY and J. MITCHELL. Manual: How to Use the Environmental Vulnerability Index (EVI). UNEP. Editor. South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) Technical Report. 2004. No. 383. p. 60.
- ROMERO M., E. CABRERA y N. ORTIZ Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 2008. p. 181. Disponible para descarga en <http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/Descargas/INSEB_2006-2007.pdf>
- SIERRA-CORREA, P.C., CANTERA, J. and A. SCHUELTER. Ecosystem-based adaptation for improving tropical coastal planning to sea level rise: a systematic literature review. In preparation.
- SIMPSON, M.C. D. SCOTT, M., HARRISON, R., SIM, N. SILVER, E. O'KEEFFE, S. HARRISON, M. TAYLOR, G. LIZCANO, M. RUTTY, H. STAGER, J. OLDHAM, M. WILSON, M. NEW, J. CLARKE, O.J. DAY, N. FIELDS, J. GEORGES, R. WAITHE and P. MCSHARRY. Quantification and Magnitude of Losses and Damages Resulting from the Impacts of Climate Change: Modelling the Transformational Impacts and Costs of Sea Level Rise in the Caribbean (Full Document). CARIBSAVE Partnership for UNDP Barbados and the OECS for CARICOM Member States. Barbados, West Indies. 2010. p. 142.
- STEER. R., ARIAS, A., RAMOS, SIERRA, P., ALONSO, D y O. CAMPO. Documento base para la elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las zonas Costeras Colombianas. Documento de consultoría para el Ministerio del Medio Ambiente. Serie de publicaciones especiales. 1997. No. 6. p. 390.
- THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. Infrastructure, Engineering and Climate Change Adaptation – ensuring services in an uncertain future. (Engineering the Future, ed.). The Royal Academy of Engineering. London. 2011. Vo.107. Available from internet: <www.raeng.org.uk/adaptation>.
- TITUS, J and BARTH, M. An overview of the causes and effects of sea level rise. En: Greenhouse effect and sea level rise: A challenge for this generation. 1984.
- TOMPKINS, EMMA L., W. NEIL ADGER, EMILY BOYD, SOPHIE NICHOLSON-COLE, KEITH WEATHERHEAD and NIGEL ARNELL. Observed adaptation to climate change: UK evidence of transition to a well-adapting society. *Global Environmental Change* 20 (2010) 627–635
- TORRES-PARRA R. R., J. C. GÓMEZ-LÓPEZ y F. AFANADOR- FRANCO. Variación del nivel medio del mar en el Caribe Colombiano. *Boletín Científico CIOH*. 2006.No.24.p.64-72.
- UNDP. Community based adaptation to climate change. 2011. Available from Internet: <[http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/community-based-adaptation-to-climate-change-/CBA Community based adaptation to CC.pdf](http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/climate-change/community-based-adaptation-to-climate-change-/CBA%20Community%20based%20adaptation%20to%20CC.pdf)>
- VECINO, J. M. Competencias ambientales empresariales: definición, caracterización y aplicación. Competencias ambientales empresariales: definición, caracterización y aplicación. Trabajo de Grado. Maestría en Gestión Ambiental. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 2012. Disponible en: <<http://competenciasambientalesempresariales.blogspot.com/?view=classic> >
- VEGA, L. Políticas públicas hacia el desarrollo sostenible y política ambiental hacia la sostenibilidad ambiental del desarrollo. En: “Gestión Ambiental Sistémica: un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública, empresarial y ciudadana en el ámbito Estatal”. Vega L. Editor. Bogotá. 2001. p. 1-4.
- VIGNOLA, RAFFAELE; BRUNO LOCATELLI; CELIA MARTINEZ and PABLO IMBACH. 2009. Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policy-makers, society and scientists? *Mitig Adapt Strateg Glob Change* (2009) 14:691–696 DOI 10.1007/s11027-009-9193-6.

ANEXO 1

ARTICULACIÓN DE INSTRUMENTOS Y POLÍTICAS

Una representación interactiva de esta estructura puede consultarse en el portal CLIMARES bajo la aplicación Mapeo Institucional (No.4).

SIGLA	PNGRD	PND	LDD	PNAOCI	PNOEC	POT	C3700	PNB	PNRH
DNP	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MADS	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DIMAR	+	+	+	+	+	+		+	+
CONPES	+	+		+	+	+	+		+
CORPCOST	+	+		+		+	+	+	+
DAPCIA	+	+					+		
ACOST	+			+		+	+	+	
GCOSTC	+			+		+	+		
IDEAM	+			+		+		+	+
FCM	+			+		+			
UAQUIA	+			+			+	+	+
UVALLE	+			+			+	+	+
UJTL	+			+			+	+	+
UNAL	+			+			+	+	+
MINDT	+			+					
UNGRD	+				+		+	+	+
AMB	+					+		+	
DADMA	+					+		+	
DAMAB	+					+		+	
EPA	+					+		+	
IGAC	+					+		+	
ASOCARS	+					+			+
DPS	+							+	+
CCS	+							+	
AGUASUR	+							+	
METROAGUA	+							+	
AGUASCTG	+							+	
TRIPLEA	+							+	
CRN	+								+
DC	+								+
INGEOMINAS	+								+
CNCBC	+								
EN	+								
FASECOLDA	+								
FAC	+								
PNC	+								
MINTRANS		+	+	+	+		+	+	+
MINCOM		+	+	+	+		+		
MINDEF		+	+	+	+		+		

SIGLA	PNGRD	PND	LDD	PNAOCI	PNOEC	POT	C3700	PNB	PNRH
MINAGRDR		+		+	+		+	+	+
MINME		+		+	+		+	+	+
COLCIENCIAS		+		+	+		+	+	
MINHAC		+		+	+		+	+	
MEN		+		+	+		+		+
MINREX		+		+	+		+		
AN		+		+	+			+	
CNA		+		+		+			+
MINSALPRO		+		+			+	+	+
MININTE		+		+			+	+	
MINCUL		+		+			+		
MINJUST		+		+			+		
MINVCT		+		+			+		
SCPRI		+			+				
INVIAS		+						+	+
FNA		+							
FNGRD		+							
UPME		+							
DCTG			+	+		+			
DBQA			+	+		+			
DSTM			+	+		+			
CIOH			+	+					+
CCCP			+	+					+
SGP			+						
ONG				+	+			+	+
SOCIVIL				+		+	+	+	+
CMET				+		+	+		
FCA				+		+			
IAvH				+				+	+
INVEMAR				+					+
FONAM				+					
FNR				+					
UAESNPNN					+	+	+		+
ASCUN					+				
CCO					+				
VPCIA					+				
DANE							+	+	
GEF							+		
FAO							+		
OMS							+		
IPCC							+		
PNUD							+		
INS								+	+
FCLIA								+	+

SIGLA	PNGRD	PND	LDD	PNAOCI	PNOEC	POT	C3700	PNB	PNRH
PRIA								+	+
ADN								+	
INPA								+	
UMATA								+	
ECOPEPETROL								+	
ANDI								+	
CICA								+	
ECOFONDO								+	
CRAPS									+
DP									+

Para obtener información y enlaces sobre el Cambio Climático y sus efectos sobre las zonas costeras de Colombia, visite la página web:

<http://cambioclimatico.invemar.org.co/>

Serie de documentos generales del INVEMAR:

- 1 Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM, 2000.
- 2 Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta I y II, 1996.
- 3 Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, 2001.
- 4 Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural, 2001
- 5 Libro rojo de peces marinos de Colombia, 2002.
- 6 Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia, 2002.
- 7 Las aguas de mi Ciénaga Grande, 2002.
- 8 Informe del Estado de los Recursos Marinos y Costeros en Colombia, 2001.
- 9 Guía práctica para el cultivo de bivalvos; madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones, 2003.
- 10 Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia, 2003.
- 11 Plan Nacional de Bioprospección, 2003.
- 12 Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico, 2003.
- 13 Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos, 2003.
- 14 Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano, 2003
- 15 Amenazas naturales y antrópicas, 2003.
- 16 Atlas de paisajes costeros de Colombia, 2003.
- 17 Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia, 2004.
- 18 Manual del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR, 2005.
- 19 Cartilla bacterias marina nativas, 2006.
- 20 Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros, PNOEC, 2007.
- 21 Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y su fauna asociada, 2007.
- 22 Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién, 2008.
- 23 Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera-UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano, 2008.
- 24 Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano, 2008.
- 25 Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano, 2009.
- 26 Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia-PNIEC, 2009.
- 27 Modelo de uso ecoturístico de la bahía de Neguanje Parque Nacional Natural Tayrona, 2009.
- 28 Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe colombiano, 2009.
- 29 Viabilidad de una Red de Áreas Marinas Protegidas en el Caribe colombiano, 2009.
- 30 Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano, 2009.
- 31 Ordenamiento ambiental de los manglares en La Guajira, 2009.
- 32 Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano), 2009.
- 33 Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Guapi, Cauca, 2009.
- 34 Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, Cauca, 2009.
- 35 Avances en el manejo integrado de zonas costeras en el departamento del Cauca, 2009.
- 36 Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira, 2009.
- 37 Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca, 2009.
- 38 Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park, 2009.
- 39 Aves del estuario del río Sinú, 2010.
- 40 Cultivo de pectínidos en el Caribe colombiano, 2010.
- 41 Planificación ecorregional para la conservación *in situ* de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano-Informe Técnico, 2010.
- 42 Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe, 2010.
- 43 Viabilidad socioeconómica del establecimiento de un AMP: la capacidad adaptativa de la comunidad de Nuquí (Chocó), 2010
- 44 Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: Desarrollo etapas I y I, 2010.
- 45 Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua, 2010
- 46 Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales, 2011.
- 47 Contribución a la Biología y mantenimiento de peces marinos ornamentales, 2011.
- 48 Estrategia para el Fortalecimiento del Sistema de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia -Proyecto SPINCAM Colombia-, 2011.
- 49 Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú, Golfo de Morrosquillo-sector Córdoba, 2011.
- 50 Guía Municipal para la incorporación de determinantes ambientales de zona costera en los planes de ordenamiento territorial, 2011.
- 51 Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red Suripera. 2011.
- 52 Cuidando la calidad de las aguas marinas y costeras en el departamento de Nariño. "Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia-RedCAM". 2011.
- 53 Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina Río Sinú-Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba, 2012.
- 54 Propuesta de estandarización para levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano, 2012
- 54 Área de Régimen Común Colombia - Jamaica; Un reino dos soberanos, 2012.
- 55 Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias, 2012.
- 56 Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012.
- 57 Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe, 2013.



ISBN 958-8448-53-4



9 789588 448534