



InVemar
Colombia
50% Mar

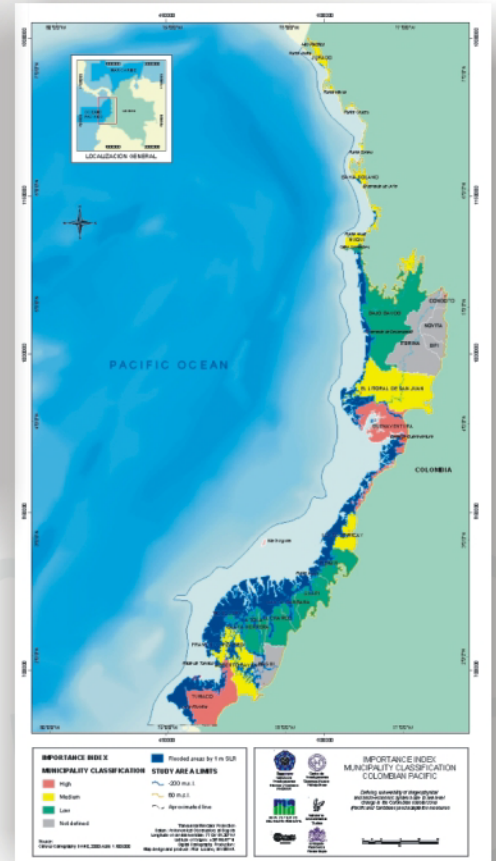
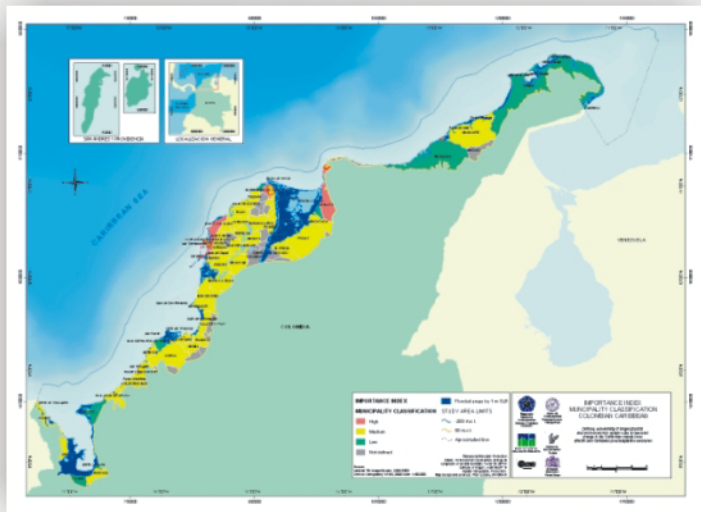


Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial
República de Colombia

Programa Holandés de Asistencia para estudios en Cambio Climático: Colombia.

Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos
y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la
zona costera colombiana (Caribe, Insular y Pacífico)
y medidas para su adaptación.

Informe Técnico No. 6 Definición de la Vulnerabilidad



CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO	CRITICO
Evaluación en los aspectos de política, legales, institucionales y organizacionales (VA-LIO)				☑
Evaluación en aspectos económicos y financieros (VA-ECF)				☑
Evaluación en aspectos técnicos (VA-TEC)			☑	
Evaluación en aspectos culturales y sociales (VA-CSO)			☑	

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
José Benito Vives De Andrés
Vinculado al Ministerio del Medio Ambiente

Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, Insular y Pacífico) y medidas para su adaptación

DEFINICIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Santa Marta DTHC - 2003

DIRECTIVOS INVEMAR

Capitán de Navío
FRANCISCO A. ARIAS ISAZA
Director General

JESÚS ANTONIO GARAY T
Subdirector de Investigación
Coordinador (E) Calidad Ambiental Marina (CAM)

JUAN MANUEL DÍAZ M.
Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)

ROBERTO FEDERICO NEWMARK U.
Coordinador (E) Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos Vivos (VAR)

PAULA CRISTINA SIERRA C.
Coordinadora Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera (GEZ)

INVEMAR
*Cerro Punta de Betín,
Santa Marta - Colombia*
Apartado Aéreo 1016
<http://www.invemar.org.co>
gez@invemar.org.co

ESSENTIAL DATA

Activity number: WW094507 // CO010401
Project name: Netherlands Climate Change Studies Assistance Programme, Colombia: Defining vulnerability of Bio-geophysical and social-economic system due to sea level change in the Colombian coastal zone (Pacific and Caribbean) and adaptation measures.
Location: Colombia
Duration: 22 months
Contractor: Marine and Coastal Research Institute (INVEMAR)
Ministry of the Environment (MMA)
Contractor Address: Cerro Punta Betín A.A. 1016 Santa Marta, Colombia, South America
Counterpart: The Institute for Environmental Studies of the Free University of Amsterdam
Counterpart Address: De Boelelaan 1115, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands
Counterpart: The Royal Netherlands Embassy in Santa fé de Bogotá
Counterpart Address: Carrera 13 No. 93-40 Santa fé de Bogotá, Colombia

DIRECCION CIENTÍFICA DEL PROYECTO

CN Francisco A. Arias Isaza
Director General INVEMAR

Paula Cristina Sierra Correa
Coordinadora Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera-GEZ
INVEMAR

David A. Alonso Carvajal
Coordinador línea de Técnicas e Instrumentos de Planificación -GEZ
INVEMAR

GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Martha Patricia Vides
Bióloga Marina
INVEMAR

Luz Marelvis Londoño
Economista. Cand. MSc. Economía en Medio Ambiente
INVEMAR

Martha Lilliana Fontalvo
Microbióloga. Esp. EIA
INVEMAR

Carmen Lilliana Lacambra
Bióloga MSc. Manejo de Zonas Costeras
INVEMAR

Iván Darío Correa
Geólogo PhD Geología
Universidad EAFIT

Sarah Hernández
Economista. Msc. Economía.
HUMBOLDT

TN Ricardo Molares
TN Erick Guayana Labrador
TN Luis Otero
Armada Nacional (CIOH, CCCP)

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Clara del Pilar Lozano
Ing. Catastral y Geodesta. Esp. Ing. de Software
INVEMAR

Armando González
Ing. de Sistemas. Esp. en SIG y Sensores Remotos
INVEMAR

Cesar Fernando García
Biólogo Marino
INVEMAR

CONSULTORES

Amparo Ramos Mora
Abogado. MSc. Gestión Ambiental de Zonas Costeras

Carlos Andrade
Oceanógrafo. PhD Oceanografía

Rafael Steer Ruiz
Oceanógrafo. MSc. Economía y Política Marina

ESTUDIANTE DE PRE-GRADO - TESISISTA :

Olga Lucia Monteleagre
Convenio UJTL-INVEMAR

ASESORES INTERNACIONALES:

Arjan van der Weck
Marcel Rozeijmeijer
DELFT HYDRAULICS

COORDINADOR DEL NCCSAP:

Kees Dorland
Vrije Universiteit Amsterdam -IVM

PUNTO FOCAL NCCSAP-COLOMBIA

Fabian Navarrete Le Bas
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA

Grupo de la Subdirección de Recursos y Apoyo a la Investigación SRAI
INVEMAR



Tabla de contenido

<i>Tabla de contenido</i>	<i>i</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>3</i>
<i>Executive summary</i>	<i>5</i>
1 Quantitative analysis for vulnerability assessment	6
1.1 Natural Systems Impacts	6
1.1.1 Value at change of the mangroves areas.....	6
1.2 Socio-economic impacts	7
1.3 Constrains related to the response strategies implementation feasibility	8
<i>Introducción</i>	<i>11</i>
1 Definición	11
2 Metodología de evaluación de la vulnerabilidad	12
<i>Evaluación de la vulnerabilidad</i>	<i>15</i>
1 Análisis cuantitativo para la evaluación de la vulnerabilidad	15
1.1 Impactos sobre el sistema natural	15
1.1.1 Valores de cambio de las áreas de manglar	15
1.1.2 Evaluación de la vulnerabilidad de los elementos del sistema natural.....	17
1.1.3 Valores de cambio de las áreas de conservación.	20
1.2 Impactos socioeconómicos	21
2 Evaluación de la factibilidad de implementación	31
2.1 Evaluación en los aspectos de política, legales, institucionales y organizacionales (VA-LIO)	31
2.2 Evaluación en aspectos económicos y financieros (VA-ECF)	36
2.3 Evaluación en aspectos técnicos (VA-TEC)	37
2.4 Evaluación en aspectos culturales y sociales (VA-CSO)	38
<i>Bibliografía</i>	<i>41</i>
<i>Anexo 1</i>	<i>43</i>
<i>Anexo 2</i>	<i>45</i>

Lista de tablas

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE MANGLAR POR CADA ÁREA EN RIESGO, SEGÚN EL MODELO DE INUNDACIÓN GENERADO PARA CADA PROYECCIÓN DE ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR.....	16
TABLA 2 CLASES DE VULNERABILIDAD PARA EVALUAR LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA NATURAL CON BASE EN EL ÍNDICE PROPUESTO.....	17
TABLA 3. RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA NATURAL EVALUADOS EN EL ESTUDIO. SE EXPRESAN SUS UNIDADES DE MEDIDA DE AFECTACIÓN POR EL FENÓMENO DE ANMM, EN COMPARACIÓN CON EL TOTAL DE LA COBERTURA NACIONAL DEL SISTEMA, EXPRESADO EN PORCENTAJE.	18
TABLA 4. VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA NATURAL AFECTADOS POR EL ANM.	19
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE PARQUES NACIONALES NATURALES POR CADA ÁREA EN RIESGO, SEGÚN EL MODELO DE INUNDACIÓN GENERADO PARA CADA PROYECCIÓN DE ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR.....	21
TABLA 6. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD. VALORES EXPRESADOS EN MILLONES DE PESOS. ESCENARIO OPTIMISTA. SIN PROTECCIÓN.....	23
TABLA 7. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD. VALORES EXPRESADOS EN MILLONES DE PESOS. ESCENARIO PESIMISTA. SIN PROTECCIÓN.	25
TABLA 8 CLASES DE VULNERABILIDAD POR CATEGORÍAS DE IMPACTO	28
TABLA 9. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD USANDO LAS CLASES DE VULNERABILIDAD POR CATEGORÍA DE IMPACTO, CON Y SIN PROTECCIÓN. ESCENARIO OPTIMISTA.....	29
TABLA 10. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD USANDO LAS CLASES DE VULNERABILIDAD POR CATEGORÍA DE IMPACTO, CON Y SIN PROTECCIÓN. ESCENARIO PESIMISTA.	30
TABLA 11 INCONVENIENTES RELACIONADOS CON LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN EN LA ZONA COSTERA COLOMBIANA.....	32
TABLA 12 . EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIA DE RESPUESTA ..	40

Abstract

The Colombian coastal zones vulnerability assessment to sea level, presented within this document, comprehends the analysis of actual and future situations under the impacts of sea level rise as well as in the absence of the event. Analysis involves the impacts produced by SLR on the socio-economic and natural systems, in four scenarios ($t_0= 2001$, $t_1= 2030$, $SLR_0 = 0$ cm, $SLR_1 = 100$ cm); it also included the impacts quantification on the natural systems as well as in the socio-economical one; the last analysis comprehended the identification of constrains for the feasibility implementation of response strategies.

The results from the quantification analysis outline the importance of implement the protection strategies in the near future that is because the longest it takes to implement them the more expensive they will be to achieve. Furthermore, if at present time the strategies were to be implemented the proportion of the national GDP would be considered critical (2.8%). However, if they are planned to be build by the 2030 the proportion would be much greater (24%).

Capital values at risk and population affected would be greater by the year 2030 because of the autonomous development and the impacts of sea level rise. However, if strategies are implemented the percentage of people affected and capital value at risk would decrease significantly.

The vulnerability of mangroves to sea level rise is critical, according to the assumption related to the geomorphology characterization. Conservation areas vulnerability is high due that ecosystems representatives is lesser than 10% of the whole national extension.

Vulnerability assessment as a result of the constrains on the response strategies implementation feasibility, is high. That results reflects the current situation according to the categories used for the analysis which involved legislation, economy and financial issues, technical aspects and social and cultural assets.

According to the results, Colombia needs to establish strategies to address, both, the autonomous development in coastal zones as well as the impacts of sea level rise to natural and socio-economic systems. That is, even if there was not sea level rise, there is a need to implement ICZM in order to reduce environmental damage and the establishment of populations in areas at risk. Furthermore, any ICZM plan or any coastal areas development plan, in the future, should include strategies to address sea level rise impacts in order to decrease vulnerability of the coastal areas to the event.

Executive summary

Even though, there is uncertainty regarding the impact of sea level change in Colombia, it is for sure that there will be a significant and possible severe change on the natural and socio-economic systems. Throughout this step, following the IPCC methodology, based on the process comprehension, as well as using the information analyzed in previous steps (regarding SLR effects on natural and socio-economic systems); it attempted to establish the vulnerability of Colombian coastal zones to sea level rise.

The concept of vulnerability has been interpreted in several different ways; the analysis established in here has utilized the concept provided by the IPCC in 1997. According to IPCC's vulnerability concept, a vulnerable system will be a system very sensible to moderate climate changes; such sensibility involves the potential detrimental effects and a low adaptation capacity. It is an integral concept that involves physical, socio-economic, financial and political aspects of the coastal area that is being assessed.

Colombia's internal production, as well as many others South American countries, depends greatly on its natural resources. Considering the potential impacts of climate change, it is precise to incorporate significant changes on development planning strategies at national and regional levels. Latin American countries' vulnerability to sea level rise can be summarized by loss of areas and biodiversity, damage of historical heritage, damages as consequence of marine intrusion, potential increment of river flooding at low lands and transitional and lowland forests loss. Environmental damage (i.e. fresh water availability, flooding, and agriculture lands loss, among others) is a consequence of climate change, climate variability and land use practices. Such damages will probably lead to the strengthen of health, well-being and socio-economic problems and the encouragement of rural migration to urban centres aggravating internal conflicts enhancement.

The analysis herein presented has been divided in two phases: natural systems susceptibility to sea level change and specific impacts in the socio-economic and natural systems; the second phase, involves the respond options implementation feasibility.

Socio-economic impacts have been represented by the capital values at loss and at risk as well as the population affected and at risk. A comparative analysis of the socio-economic impacts at present time and for year 2030 and 2100 was produced, taking into account autonomous development as well as the "total protection" and "non protection" strategies.

Natural values have been only produced for mangrove areas due to the current difficulties to predict changes in other ecosystems. Such values have been presented in terms of areas at loss, as well as on their capability to respond to sea level change.

The second part in this step assesses the feasibility of implementing protection strategies proposed applied to present conditions. Conditions analyzed included: legislation and regulations, institutions and organizations, economy and finance, technical feasibility and cultural and social conflicts resolution.

1 Quantitative analysis for vulnerability assessment

1.1 Natural Systems Impacts

1.1.1 Value at change of the mangroves areas

As stated on the Step 4, the natural response of the mangrove ecosystem is limited by its capacity of adaptation and migration toward changing conditions (SLR rates, tide amplitude and sedimentation rate). The high uncertainty on the subject limits our ability to establish the responses that these ecosystems may have due to an ASLR in a non-protection and in a protection measure.

Using only as guidance and trying to make comparison with the social-economic component, an assumption based on the land use changes of the UMI Guapi-Iscuande model was used. On this model the assumption of an ecosystem migration as far as the physical conditions allow them, reflected a migration of 22% of the mangrove ecosystem for the area. This estimate was used to determine the values at change for the Pacific areas. The mangrove areas at the Caribbean were assumed as non-migrant due to the stressful situations under which are found nowadays.

The above result was extrapolated to all Pacific mangrove forest. The analysis at a national level shows the vulnerability of mangroves as critical for the situation without SLR and protection. However, after sea level rise, the mangroves cover is lesser which is traduced in a low vulnerability. A diminishing cover of these areas was calculated for both ASLR projections with and without protection and expressed on the vulnerability table 11 in terms of vulnerability classes. The results, however, were the same for both situations. This could be explained by the criteria defining the inundation model, which included all the geomorphological areas actually being flooded by SLR including the mangrove areas.

Due to these difficulties a proposal for assessing natural system vulnerability is explained herein.

1.1.1.1 Natural system vulnerability assessment

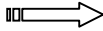
Natural system vulnerability assessment could be analyzed in terms of affected percentage area in relation of the total national cover and the autonomous adaptation of the system throughout the following expression:

Natural system vulnerability assessment could be analyzed in terms of affected percentage area in relation of the total national cover and the autonomous adaptation of the system throughout the following expression:

$$\text{Natural system vulnerability} = \frac{\text{Affected area}}{\text{Autonomous adaptation}}$$

Where the affected area is expressed as low (<3%), medium (3-30%) or high (>30%), with the correspond values 1, 2 or 3. The autonomous adaptation (*Aa*) is measured as 1= low *aA* or 2= high *aA*.

% area	autonomous adaptation	
	high	low
low	1/2	1/1
medium	2/2	2/1
high	3/2	3/1



% area	autonomous adaptation	
	high	low
low	0,5	1
medium	1	2
high	1,5	3

Table 1. Vulnerability classes used to classify the natural systems elements

Low	Medium	High	Critical
0.5-1	1.5	2	3

This analysis determined a **High vulnerability** of the natural systems of the Colombian coastal zones as general result (Table 2).

Table 2. . Natural systems vulnerability assessment

Natural system components	Categories	Vulnerability			
		Low	Medium	High	Critical
Tropical desert	2/1			<input checked="" type="checkbox"/>	
Dry tropical forest	1/1	<input checked="" type="checkbox"/>			
Humid tropical forest	1/2	<input checked="" type="checkbox"/>			
Mangroves	3/1				<input checked="" type="checkbox"/>
Beaches	3/1				<input checked="" type="checkbox"/>
Coral reefs *	3/1				<input checked="" type="checkbox"/>
Sea grasses	3/2		<input checked="" type="checkbox"/>		
Sedimentary bottoms	2/2	<input checked="" type="checkbox"/>			
Rocky shores	3/2		<input checked="" type="checkbox"/>		

1.1.1.2 Protected areas values at change

Currently, Colombia has 9,200 Km² of protected areas, more or less 8.5% of the whole extension of the country. This percentage is not sufficient according with the international strategy that states that 10% of the national extension is the desirable as the protected areas extension for a country.

According to this and the national initiative of adding 5,5 millions of hectares to the actual extension, changes areas for conservation were assumed for this study in order to determine their vulnerability. The results of the analysis within the both projections as well as for the situation with and without protection show the vulnerability of this criterion as low, in comparison to the total protected areas. However, this result should be reconsidered in terms of the unique ecosystems these areas are.

1.2 Socio-economic impacts

Values at loss, values at risk and response strategies are the three elements that have been included in this report in order to establish a quantitative analysis of the Colombian coastal zones vulnerability assessment. Values correspondent to such elements are the result of estimations under an optimistic and pessimistic development scenarios.

The capital value was calculated from the national GDP, which included agriculture, cattle, mining, forestry, industry and tourism sectors as well as the additional value of the affected accommodation. Vulnerability analysis comprehends the identification of two special scenarios (sea level rise and no sea level rise), which are divided, each one, on temporal scenarios (2001, 2030 and 2100) and two possible response strategies (no protection and full protection).

As a first insight from the analysis the differences between scenarios could be noticed and it is given by the cost of the strategy measured under the GDP participation, under this fact it would increase under a low economic grow. In terms of temporal scales it is also possible to identify different results due to the participation of the capital value at lost and the population to translate within the national totals would be incremented assuming a 0.30 cm and a 1 m ASLR. Such difference is reflected on the vulnerability classes' change from low to medium on the optimistic and pessimistic scenarios.

The analysis for years 2001, 2030 and 2100 let us evaluate the autonomous development changes of the study area under the formulated scenarios. This result shows a tendency of growth of the capital value and population at risk in a more accelerated rate in the optimistic scenario compared with the pessimistic one.

Under an optimistic ASLR scenario, the capital value at lost would be from 0.5% to 2.4% GDP between 2030 and 2100. On the pessimistic scenario, these values would pass from 0.5% to 1.9%. In both cases the vulnerability class would pass from low to medium. Taking into consideration the population needed to be retreated, these values would pass from 0.5% to 2% under a pessimistic scenario from years 2030 to 2100. Under a pessimistic scenario these values would be 0.5% to 3.1%.

If a full strategy option shall be included within the former analysis, on the optimistic scenario the capital value would be reduced to 0.2% and 0.5% on 2030 and 2100 respectively. The population to move would also be reduced (0.4% in year 2030 and 0.7% in year 2100 projections). On a pessimistic scenario a similar result can be observed with the difference of an increment strategy costs passing from 4% and 10% to 5% and 23% for the 2030 and 2100 projections respectively.

These results show that under intensification of the armed conflict and as a result of a diminishing on the economic growth of the country, it could be harder for Colombia to implement the necessary actions to reduce the risk of an ASLR.

1.3 Constrains related to the response strategies implementation feasibility

As it has been appointed by the IPCC methodology, the second part of the vulnerability assessment includes the identification of constrains to the implementation of response strategies. Constrains identified comprehend vulnerability assessment of legislation and regulations, economy and financial aspects, technical staff vulnerability and social and cultural aspects. Among those categories, three different levels have been determined: level A, basic institutions and requirements existence; level B, implementation and operation aspects; and level C, effectiveness and function constrains.

Table 3 represents a summary of the detailed analysis. It can be observed that as a general tool, with the exception of the economic and financial aspects category, all of the vulnerability categories are ranked as high. Hence, it can be conclude that the vulnerability of Colombian coasts to sea level rise is high.

Table 3. Vulnerability assessment of Colombia due to an accelerated sea level rise

Categories	With out sea level rise		1 m sea level rise	
	2001	2030	2001	2030
Capital value at risk area III as a porcentaje of national GDP	Low	Low	Low	Low
Population at risk area III as a porcentaje of national GDP	Low	Low	Low	Low
Without protection				
Categories	With out sea level rise		1 m sea level rise	
	2001	2030	2001	2030
Values at loss				
Capital value lost as a percentage of the national GDP	Low	Low	Medium	Medium
Population to be moved as a percentage of the whole national population	Low	Low	Medium	Medium
Values at risk				
Capital value at risk as a percentage of the national GDP	Low	High	Medium	High
Population at risk as a percentage of the whole national population	Medium	Medium	Medium	High
Population at risk (x 1000)	Critical	Critical	Critical	Critical
Costs of response measures (without additional measures)				
Capital value of the response strategy as a percentage of the GDP	Critical	Critical	Critical	Critical
Annual cost of mantainance as a percentage of the GDP	High	Critical	High	Critical
Values at change				
Mangrove areas	Critical	Critical	Low	Low
Protected areas	Low	Low	Medium	Medium
with protection				
Categories	With out sea level rise		1 m sea level rise	
	2001	2030	2001	2030
Values at loss				
Capital value lost as a percentage of the national GDP	Low	Low	Low	Low
Population to be move as a percentage of the whole national population	Low	Low	Medium	Medium
Values at risk				
Capital value at risk as a percentage of the national GDP	Low	Low	Low	Low
Population at risk as a percentage of the whole national population	Low	Low	Low	Low
Population at risk (x 1000)	High	High	High	High
Costs of response measures (without additional measures)				
Initial cost				
Capital value of the response strategy as a percentage of the GDP	Critical	Critical	Critical	Critical
Annual Cost				
Annual cost of mantainance as a percentage of the GDP	High	Critical	High	Critical
Values at change				
Mangroves areas	Critical	Critical	Low	Low
Protected areas	Low	Low	Low	Low

The results of the vulnerability assessment in reference of the feasibility of the selected scenario for Colombia are resumed on Table 4. These results show that the legislative/institutional/organizational issues present a high vulnerability due to the lack of a national legal frame that involves Coastal Zone Management. The economical feasibility to implement the strategies, is critical, since the country is not prepared to assume the financial costs of the consequences of SLR. Technical feasibility is considered high due to the lack of technical capacity among the institutions to assume the subject; a formal institution willing to develop. Cultural and social vulnerability assessment is high, because life quality conditions at the Colombian Coastal zones is low in terms of healthcare and public services, which are below the national mean. What is more important, the violence conflict affects a great area of the national territory and influences most of the economical activities.

Table 4. Colombian coastal zones vulnerability assessment to sea level rise in relation to the response strategies implementation feasibility

VULNERABILITY CATEGORIES	LOW	MEDIUM	HIGH	CRITICAL
Legislation, institution and organizations vulnerability assessment (VA-LIO)				☑
Economic and financial aspects vulnerability assessment (VA-ECF)				☑
Technical aspects vulnerability assessment (VA-TEC)			☑	
Cultural and social aspects vulnerability assessment (VA-CSO)			☑	

Introducción

Contexto general

A pesar de que las consecuencias del cambio climático global son altamente inciertas, hay indicios de que cualquier cambio será significativo y posiblemente severo. Un escenario deseable de sostenibilidad en el futuro, basado en una participación comprensiva del proceso, precisa una correcta evaluación e identificación de los riesgos que atentan contra este escenario. En este contexto y siguiendo la metodología común propuesta por el IPCC (1992), se establece en este documento la vulnerabilidad de las zonas costeras ante un posible ascenso del nivel del mar, tomando como base la información y análisis colectados a través de los pasos anteriores.

1 Definición

Existe una gran dificultad de unificar un manejo del vocabulario y conceptos relativos al término de vulnerabilidad. Este término tiene múltiples connotaciones que parten desde su definición latina que significa, *que puede ser herido o sufrir daño* (Velásquez, 1997). Ha sido determinado de igual forma en función de la resistencia del elemento expuesto, (i.e., población, organismo, bien o servicio, función natural o antrópica, etc) como un factor interno de una comunidad o elemento expuesto a una amenaza como resultado de sus condiciones intrínsecas para ser afectada, dada por la magnitud y duración del fenómeno amenazante (IDEAM, 2001).

En 1992 el Grupo de Trabajo de estrategias de Respuesta del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, definió la vulnerabilidad como la capacidad nacional de enfrentar las consecuencias del ascenso del nivel del mar y otros cambios causados por el cambio climático global y no solamente como la identificación de los recursos en riesgo (IPCC, 1992). Cinco años más tarde esta definición se amplió en términos del grado en que un sistema natural o social es susceptible de sufrir pérdidas por el cambio climático (Robert *et al.*, 1997).

La vulnerabilidad es una función de la sensibilidad del sistema ante los cambios del clima (el grado en el cual un sistema responderá ante un cambio dado en el clima, incluyendo efectos beneficiosos y perjudiciales) y la habilidad del sistema de adaptarse a estos cambios (el grado en el cual las prácticas, procesos o estructuras pueden moderarse o compensar el daño potencial o tomar ventaja de las oportunidades creadas, debido a una cambio en el clima) (IPCC CZMS, 1997).

Bajo este marco, un sistema altamente vulnerable será aquel que es altamente sensible a cambios moderados en el clima, donde dicha sensibilidad incluye los efectos potencialmente perjudiciales y donde la capacidad de adaptación se encuentra inexorablemente restringida. La vulnerabilidad ante los impactos es un concepto multidimensional, que incluye tanto aspectos biofísicos, socioeconómicos y factores políticos

y varía de acuerdo a la heterogeneidad de la región en la cual se evalúa (Bijlsma *et al.*, 1996); Por ejemplo, países como Ecuador, Brazil, Peru, Bolivia, Chile y Argentina, se verán significativamente afectados por las consecuencias socioeconómicas de la variabilidad interanual debida al fenómeno ENSO.

El hecho que estos países, al igual que Colombia, basen la mayoría de su producción en los ecosistemas naturales, y considerando los impactos de la actual variabilidad climática sobre los recursos naturales, establece la necesidad de incorporar cambios significativos en las iniciativas de planeación, tanto a nivel regional como nacional. Los impactos regionales de Latinoamérica en términos de la vulnerabilidad de las zonas costeras y los ecosistemas se resumen en la pérdida de áreas y de biodiversidad (considerando los ecosistemas marino-costeros, al igual que las especies que los habitan), en el daño de infraestructuras de importancia histórica y cultural al igual que los efectos que genera la intrusión marina en áreas costeras bajas. Se espera de igual forma que el ANM cerque la descarga de los sedimentos de los ríos, incrementando la amenaza de inundaciones en sus riveras. La alta vulnerabilidad de los sistemas vegetacionales transiscionales se traducirá probablemente en grandes pérdidas de áreas de bosques (Robert *et al.*, 1997).

Un incremento en el deterioro ambiental (i.e., cambios en la disponibilidad de agua potable, pérdidas en la agricultura e inundaciones) causado por la variabilidad climática, el cambio climático y las practicas del uso de la tierra, posiblemente terminarán agravando los problemas socioeconómicos y de salud, incrementando las migraciones de las poblaciones rurales y costeras, acrecentando a su vez el conflicto interno (Robert *et al.*, 1997).

2 Metodología de evaluación de la vulnerabilidad

Bajo los lineamientos de la metodología común (IPCC, 1992), el perfil de vulnerabilidad de una región costera o nación, se desarrolla en dos etapas. La primera fase considera la susceptibilidad¹ ante los cambios en ANM y los impactos socioeconómicos y/o sociales. La segunda fase incluye la viabilidad de implementar las opciones de respuesta es decir la capacidad de un país o región para manejar el impacto incluyendo la posibilidad de prevenir o aliviar algunos impactos implementando las medidas acertadas. En la primera fase se agrupan los impactos específicos del sistema socioeconómico y natural teniendo en consideración las respuestas del sistema natural.

En el presente estudio, los impactos socioeconómicos se muestran en concordancia a dos grupos de impactos, los valores “en riesgo” y los valores “en pérdida”².

- Los valores por pérdida se encuentran basados en la pérdida de tierra (por área) y de su respectivo capital, expresado en el valor de la tierra en términos de productividad económica y/o inversión de capital, y el valor de subsistencia, estimado como la unidad de área en la que determinado número de personas pueden vivir de la tierra.

¹ The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A special Report of IPCC Working Group II. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1997.

² A pesar de ser recomendable considerar el valor de depreciación al momento de realizar los estimativos de valor capital (en pérdida o riesgo) estos valores no fueron calculados en el presente estudio.

- Los valores de riesgos se expresan como el producto de un valor específico estimado en una determinada zona de riesgo y la probabilidad de que ocurra un evento de inundación en dicha zona (frecuencia de inundación).

El análisis integral de estos componentes permite comparar los impactos del sistema socioeconómico actual (año 2001 sin desarrollo) con un desarrollo a lo largo de un periodo de 30 años (año 2030) y de 100 años (2100), visto desde los escenarios optimista y pesimista (Informe Técnico No. 3. Definición de Escenarios) combinada con las opciones de respuesta “protección total” y “sin protección”.

La metodología IPCC, recomienda hallar valores de cambio que estarían relacionados con la intrusión salina y los efectos del manejo de aguas comprendiendo: cambios en la producción agrícola, incremento del costo de operaciones, problemas financieros debido a inversiones para la adecuación de infraestructura, entre otros. Sin embargo para efectos de este estudio, estos valores solo fueron determinados para los valores de cobertura de manglar y las áreas de conservación nacional representadas por las áreas de Parques Nacionales Naturales.

- Los valores del sistema natural se expresan en función del área (cobertura de manglar y áreas de conservación) y en el análisis posterior de la capacidad de respuesta de los ecosistemas marino costeros el ANM.

La segunda fase de elaboración del perfil de vulnerabilidad evalúa los aspectos relacionados con la preparación e implementación de las opciones de respuesta. Debido a la gran variedad de aspectos a tener en cuenta se siguieron los lineamientos del IPCC, que sugieren utilizar una estructura de aspectos relacionados con cuatro categorías principales.

- Legislativa/institucional/organizacional (LIO)
- Económica/financiera (ECF)
- Técnica (TEC)
- Cultural/social (CSO)

Dentro de cada una de estas categorías de problema se establecieron diferentes niveles:

- Nivel A: Referida a la legislación existente e instituciones básicas y sus requerimientos
- Nivel B: Referida a los aspectos de implementación y operatividad
- Nivel C: Referida a la calidad y funcionalidad (efectividad)

La interpretación de los resultados del análisis anterior, se basan en su interpretación bajo las dos situaciones “con medidas de protección” y “sin medidas”, que estarían evaluando las situaciones máximas³. Los impactos causados por el ANM, se calculan tanto para la situación presente, como para la situación futura (Figura 1). El resultado de la combinación de estos aspectos, puede ser traducida fácilmente en valores cuantitativos determinando así un nivel de vulnerabilidad crítico, alto, medio o bajo del perfil de la vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas ante un posible ANM.

³ Para obtener opciones más realistas se hace necesario evaluar casos más específicos, como por ejemplo las áreas caso de estudio, usando los mismos principios de evaluación de impactos. Esta evaluación no es realizada en el presente proyecto.

escenario\ANM	Sin ANM	0.30 m ANM	1 m ANM
T₀	Situación presente sin ANM	Situación presente con ANM	Situación presente con ANM
T₂₀₃₀	Desarrollo futuro sin ANM	Desarrollo futuro con ANM	
T₂₁₀₀	Desarrollo futuro sin ANM		Desarrollo futuro con ANM

Figura 1. Matriz de investigación de la vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad (VA) de las costas, permite a los científicos y a los tomadores de decisión, anticipar con medidas apropiadas el impacto producido por un acelerado aumento del nivel del mar. Resulta de gran utilidad priorizar el enfoque dado al manejo futuro de las zonas costeras, para minimizar el riesgo o mitigar las posibles consecuencias que pudieran estar en riesgo. De igual forma, este tipo de análisis y sus recomendaciones permite influir en la adecuada planeación y manejo de las costas, se presente o no un ascenso del nivel del mar. De allí radica la importancia de identificar los problemas que la zona costera colombiana viene sufriendo y proyectarlos al futuro para iniciar el desarrollo y la el análisis de sus posibles soluciones. Parte de este análisis se desarrolla en el presente informe.

Evaluación de la vulnerabilidad

1 Análisis cuantitativo para la evaluación de la vulnerabilidad

1.1 Impactos sobre el sistema natural

El entendimiento de las adaptaciones del sistema natural requiere de una valoración muy completa del impacto potencial y de ajuste del medio biofísico, con el fin de proponer una evaluación real de su vulnerabilidad. Estos análisis requerirían de un sistema marco real de la zona costera colombiana muy completo que incluyese y reconociera, la integración de los sistemas naturales y socioeconómicos. Únicamente bajo este marco general se llegarán a modelaciones detalladas, que aborden el problema de una manera eficiente y realista para la definición de estos impactos. Dado que en el país no se cuenta con dicha información, se ha optado por utilizar aproximaciones generales bajo un criterio riguroso y bajo el esquema del “aprender haciendo”, esperando que nuevos estudios y análisis permitan hacer aproximaciones más en detalle y precisas a medida que la información se haga disponible. A continuación se presenta el mejor estimativo de la evaluación en dichos sistemas.

1.1.1 Valores de cambio de las áreas de manglar

Los ecosistemas en general son inherentemente complejos y difíciles de modelar, y la habilidad de predecir con cierto grado de confianza como los ecosistemas y sus especies podrán responder ante el cambio climático global es aún muy limitada. Este alto grado de incertidumbre limita nuestra habilidad de mitigar, minimizar o aminorar los efectos del cambio climático y entre ellos el ANM sobre estos sistemas.

Como se mencionó en el *Informe Técnico No. 4. Evaluación de impactos, efectos y respuestas del sistema natural*, la respuesta que pudiéramos esperar de los ecosistemas de manglar, está limitada por la capacidad de adaptarse y migrar ante las condiciones cambiantes de su entorno (tasa de ANM, amplitud de marea y tasa de sedimentación). La habilidad con que este sistema pueda variar y adaptarse al aumento del nivel del mar ciertamente dependerá de cada región en particular. Es bien sabido que los manglares ocupan el área de transición entre el mar y la tierra que se encuentra sujeta a procesos erosivos desde el mar y a procesos sedimentarios desde la tierra. El impacto que el ascenso del nivel del mar, pueda tener sobre este ecosistema, se encuentra en función de la interacción de estos procesos, entre muchos otros. Por ejemplo, en aquellas áreas bajas del Pacífico donde la carga sedimentaria es alta y los procesos erosivos son bajos, este sistema podrá adaptarse mejor ante el ANM, debido a que la depositación de sedimentos fomentará la creación de nuevos hábitat para la colonización del manglar. En aquellas áreas donde el manglar sea incapaz de migrar hacia el interior en respuesta al ANM, podrá haber un colapso en el sistema (IPCC, 2002).

El modelo de inundación propuesto, basado en las características geomorfológicas del terreno, incluye casi en su totalidad las áreas de cobertura de manglar. Esto indicaría que en los mismos términos en que ha sido evaluado el componente socioeconómico, que casi la totalidad de las áreas de manglar “se afectarían” o se determinarían como en pérdida, produciendo casi un 100% de afectación como se observa en la Tabla 4. El alto grado de incertidumbre en la capacidad de respuesta de este y otros sistemas para adaptarse, hace

imposible predecir el área de manglar remanente ante una situación “sin protección” y ante una de “protección total”.

Sin embargo, para efectos del análisis propuesto por la metodología común y para hacer los resultados comparables con el componente socioeconómico, se utilizaron los cambios de cobertura de manglar evaluados en el modelo de inundación sobre la UMI Guapi-Iscuandé (*Informe Técnico No. 4. Evaluación de impactos, efectos y respuestas del sistema natural*), para llegar a tener estimativos de estas áreas. Este modelo asume un cambio de las coberturas de los bosques transicionales a bosques de manglar, cuando las condiciones geomorfológicas lo permitían. Estos cambios para el área en mención, se reflejan en una cobertura de 582 km² de manglar existente en el año 2001, que disminuye a 132 km² en el año 2100, es decir, un 78% de pérdida de la cobertura, con una migración del 22% restante. De igual forma para el año 2030 se asume una pérdida de la cobertura de manglar del 23 %, con una migración o permanencia del 77% restante. Estos valores fueron asumidos únicamente para el Pacífico y como un ejercicio preliminar, conscientes de que sus resultados están sujetos a discusión y comprobación cuando las herramientas necesarias se hagan disponibles. La cobertura de los manglares del Caribe se asumen como pérdida total sin recuperación aparente, dada su condición de deterioro actual.

Tabla 1. Distribución de las áreas de manglar por cada área en riesgo, según el modelo de inundación generado para cada proyección de ascenso del nivel del mar.

Afectación de la cobertura de bosque de manglar	Unidad	Año 2000			Año 2030			Año 2100			TOTAL		
		Áreas en riesgo actual			Área de inundación	Áreas en riesgo al 2030			Área de inundación	Áreas en riesgo al 2100			
		Area I	Area II	Area III	0.3 m	Area I	Area II	Area III	1 m	Area I		Area II	Area III
<i>Manglares del Caribe</i>													
**BAD de manglar hiperh-medio	km ²	315,9	33,0	65,9	105,7	323,0			440,9	428,6			440,9
**BBD de manglar en clima seco	km ²	1069,9	28,4	50,5	503,9	1240,5	6,5	14,9	1159,2	1195,0		1,2E-02	1500,8
<i>Manglares del Pacífico</i>	km ²	2961	7	4	1560	1450	6	5	3020	2996	6,6E-03		3021
<i>Manglares del Caribe</i>													
**BAD de manglar hiperh-medio	%	6,1%	0,7%	1,1%	0,5%	8,6%	0,0%	0,8%	11,8%	14,3%	0,0%	0,0%	100,0%
**BBD de manglar en clima seco	%	1,0%	0,4%	0,6%	0,1%	1,3%	0,1%	1,7%	3,4%	5,4%	0,1%	0,1%	100,0%
<i>Manglares del Pacífico</i>	%	98,0%	0,2%	0,1%	51,6%	48,0%	0,2%	0,1%	99,9%	99,2%	0,0%	0,0%	100,0%

Estos valores fueron utilizados para inferir una tasa de cambio de cobertura de manglar al total del bosque del Pacífico, como una medida de indicio de la migración del ecosistema, en una situación de adaptación autónoma, favorecida por las estrategias de protección de los ecosistemas consistentes en la elaboración y cumplimiento de los planes de manejo para la conservación sostenible de sus áreas, dejando que los procesos naturales mantengan saludable el ecosistema y permitiendo la migración natural, gracias al ordenamiento planificado de la zona (*Informe Técnico No. 5. Estrategias de Respuesta*). Este análisis da como resultado los valores de cambio expresados en la Tabla 1.

En términos generales se observa una disminución de los porcentajes de cobertura de manglar en riesgo y en pérdida bajo una estrategia de “con protección” como la antes definida, en comparación con la estrategia “sin protección”. Estos valores muestran los manglares en la categoría de crítica dentro de las clases de vulnerabilidad para todas las situaciones y en las proyecciones de ANM planteadas (Tabla 1). Este racionamiento, se deriva de los resultados del modelo de inundación, bajo un alto grado de incertidumbre

por lo cual se recomienda realizar estudios más detallados y a escalas temporales dinámicas, que permitan llegar a un acercamiento de la vulnerabilidad real del ecosistema.

Conscientes de las deficiencias del análisis anterior debido principalmente a la falta de una comparación de cambio de uso del suelo después de ocurrido el ANM, se propone utilizar una segunda forma de medir la vulnerabilidad de los ecosistemas, mediante un índice que es explicado a continuación.

1.1.2 Evaluación de la vulnerabilidad de los elementos del sistema natural

La vulnerabilidad de los elementos del sistema natural, se podría analizar en términos del porcentaje de área actual afectada por un ascenso del nivel del mar de un metro, en relación al total de la cobertura nacional (al igual que en análisis anterior), pero incluyendo la variable denominada adaptación autónoma y teniendo bajo consideración la situación de salud actual del ecosistema. El índice de vulnerabilidad se podría expresar entonces de la siguiente forma:

$$\text{Vulnerabilidad del sistema natural} = \frac{\text{área de afectación}}{\text{adaptación autónoma}}$$

donde el *área de afectación* está referida al porcentaje de la cobertura del sistema que se encuentra afectada por 1 m de ANM en relación con el total nacional de la cobertura. Estos porcentajes se traducen con base en las siguientes categorías:

- Un porcentaje de área *menor al 3%*, se considera bajo y se le asigna un valor de 1;
- un porcentaje de área *entre el 3% y el 30%*, se considera media y se le asigna un valor de 2;
- por último, un porcentaje de área *superior al 30%*, considera alto y se le asigna un valor de 3.

La *adaptación autónoma* se expresa en función de la resiliencia y la resistencia del sistema natural. Contrario a la susceptibilidad, que es independiente de la influencia antrópica, la resiliencia y la resistencia están significativamente afectadas por la influencia humana, lo que no implica que todas las actividades humanas sean necesariamente negativas. En este sentido una adaptación con medidas planeadas y bien desarrolladas, puede servir para reducir la vulnerabilidad natural del sistema y promover su resiliencia y resistencia, aumentando su adaptación autónoma. Para efectos de este análisis la adaptación autónoma fue medida a criterio de experto, asignándosele las siguientes categorías.

- Si la adaptación autónoma del sistema es *baja*, se le asigna el valor de 1;
- Por el contrario si esta adaptación puede ser considerada *alta* se le asigna el valor de 2

% área	adaptación autónoma			adaptación autónoma		
	baja	alta		baja	alta	
bajo	1/2	1/1	→	bajo	0,5	1
medio	2/2	2/1		medio	1	2
alto	3/2	3/1		alto	1,5	3

Las clases de vulnerabilidad se resumen entonces de la siguiente forma (Tabla 5):

Tabla 2 Clases de vulnerabilidad para evaluar los elementos del sistema natural con base en el índice propuesto.

Baja	Media	Alta	Crítica
0.5-1	1.5	2	3

En la Tabla 3, se resumen las áreas afectadas por el ANM expresadas en kilómetros cuadrados y su cobertura nacional, además de sus porcentajes. Cabe recordar que las áreas de cobertura expresadas para el zonobioma de desierto tropical, bosques secos tropicales y bosque húmedo tropical, dentro del área de estudio, no corresponden a una medición real, sino a una extrapolación de la cobertura vegetal sobre la geofoma correspondiente, por lo cual estos valores pueden estar sobreestimados. Sin embargo, las coberturas nacionales corresponden a las consignadas en el Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad, realizado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Inst. von Humboldt, 1998). La cobertura nacional de agroecosistemas y lagunas y estuarios, no pudo ser determinada por lo cual se excluyen del análisis.

Tabla 3. Resumen de los elementos del sistema natural evaluados en el estudio. Se expresan sus unidades de medida de afectación por el fenómeno de ANMM, en comparación con el total de la cobertura nacional del Sistema, expresado en porcentaje.

Componentes del sistema natural	Unidad	Afectación por 1 m de ANM	Total Nacional	Porcentaje afectado del Total Nacional
Zonobioma de desierto tropical	km ²	301,0	1016,0	29,6%
Bosques secos tropicales	km ²	1,7	168,0	1,0%
Bosque húmedo tropical	km ²	3172,9	415.000,0	0,8%
Manglares	km ²	4620,1	4961,4	93,1%
Playas y playones	km ²	1071,6	1124,2	95,3%
Agroecosistemas	km ²	998,7	???	???
Corales*	km ²	1090,0	1090,0	100%
Fanerógamas marinas	km ²	449,92	449,92	100%
Fondos de la plataforma continental	km ²	<50086	888416	5,64%
Litorales rocosos y acantilados	km ²	868,8	868,8	100%
Lagunas costeras, estuarios (cuerpos de agua)	km ²	1590	???	???

*fondos con cobertura coralina viva relevante

Al aplicar el índice de vulnerabilidad a los sistemas anteriores se obtienen los resultados consignados en la Tabla 4

Zonobioma de desierto tropical: Esta clasificación incluye las formaciones xerofíticas del Caribe; Son de carácter estacional, donde predominan los matorrales espinosos acompañados de cactáceas. Su flora y fauna han sido poco estudiadas desconociéndose listados completos de sus especies. El porcentaje de afectación ante el ANM de estas formaciones (29%) puede estar sobreestimado debido a la generalización realizada de su cobertura al de la geofoma asociada. Se considera su vulnerabilidad como *alta* pues su adaptación autónoma es bastante limitada, debido a las fuertes presiones antrópicas que se ejercen sobre el sistema..

Zonobioma de los bosques secos tropicales: Se constituye en uno de los ecosistemas más amenazados en el neotrópico. Debido a la fertilidad de sus suelos, ha sido punto de desarrollo de poblaciones humanas y objeto de una intensa transformación. En Colombia el BST está considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocido. Se estima que hoy en día solo existe el 1,5 % de su cobertura original. Se estima una afectación del 1% de su cobertura por el fenómeno de ascenso del nivel del mar en

el año 2030, lo que le daría una vulnerabilidad *baja*; Sin embargo la falta de capacidad de respuesta a mantenerse a lo largo del tiempo debido a una fuerte presión antrópica, podría poner a este sistema natural con una vulnerabilidad media, si se asocia con otros eventos causados con el cambio climático global.

Tabla 4. Vulnerabilidad de los elementos del sistema natural afectados por el ANM.

Componentes del sistema natural	Categorías	Vulnerabilidad			
		Baja	Media	Alta	Crítica
Zonobioma de desierto tropical	2/1			☑	
Bosques secos tropicales	1/1	☑			
Bosque húmedo tropical	1/2	☑			
Manglares	3/1				☑
Playas y playones	3/1				☑
Corales*	3/1				☑
Fanerógamas marinas	3/2		☑		
Fondos de la plataforma continental	2/2	☑			
Litorales rocosos y acantilados	3/2		☑		

Bosque húmedo tropical: El concepto de BHT es de el tipo general y abarca otros términos como el de *selva, bosque pluvial, bosque lluvioso, selva baja y bosque ombrófilo*. Los datos del remanente actual de BHT son muy variables, pero para Colombia se calcula un 10% del total de Sudamérica y entre 6 y un 7% de los BHT del mundo. En el estudio, se excluyeron de dicha cobertura los manglares que fueron analizados en forma independiente. En términos de vulnerabilidad ante el ascenso en el nivel del mar se estima como *baja*.

Manglares. La respuesta de los sistemas de manglar ante el aumento en el nivel del mar, ha sido analizada como una función dependiente de tres grandes variables: La velocidad con que aumenta el nivel medio del mar, la amplitud de la marea y la tasa de sedimentación. Estos factores determinan que los manglares puedan llegar a migrar en algunos sitios, pero solo hasta donde las condiciones del terreno se los permitan, Por otro lado, la presión que ejercen los asentamientos humanos sobre este sistema en el Caribe, hace improbable esta respuesta migratoria, por lo que se considera en grave riesgo la estabilidad y crecimiento de este ecosistema en el futuro. De igual forma una erosión generalizada en la costa Pacífica, expondrá ante el oleaje y en consecuencia en grave deterioro a los manglares de borde existentes en el área. En términos de capacidad de respuesta se espera que los manglares del Pacífico sean capaces de adaptarse y colonizar nuevos terrenos de las costas bajas afectados por una intrusión marina. En resumen, este análisis pone a los manglares en una situación de vulnerabilidad *crítica* ante el efecto del ANM.

Playas y playones. La erosión generalizada que se espera ocurra sobre la costa como consecuencia del ascenso del nivel del mar, asociada a la inundación de estos terrenos bajos y a su baja adaptación autónoma, les otorga la categoría de vulnerabilidad *crítica* a estos sistemas.

Corales. Los corales basan la capacidad de respuesta ante el ANM en dos factores principalmente: La tasa de ascenso relativo del nivel del mar en comparación con el crecimiento vertical del arrecife y la duración en que la tasa de ascenso del nivel del mar excede la habilidad del arrecife para mantenerse. Los arrecifes que son capaces de mantenerse, son arrecifes en los cuales la producción de carbonato es alta en comparación con la tasa de ascenso del nivel del mar, por lo tanto el arrecife produce más material que el necesario para desarrollarse. En los arrecifes que se encuentran en condiciones cercanas a las de balance, la

producción de carbonato de calcio puede ser un poco inferior a la necesaria para que algunos corales puedan llegar a alcanzar la tasa de ascenso del nivel del mar. Si por el contrario, la disponibilidad de carbonato de calcio, es insuficiente o se producen cambios en las condiciones oceanográficas, los corales pueden ahogarse ante el ascenso del nivel de mar. Los arrecifes que pueden alcanzar la tasa de ascenso, están conformados por corales masivos que desarrollan una cresta de corales ramificados, se dan cuando el nivel del mar ha disminuido su tasa de ascenso. Los corales que se ahogan, son aquellos con alta variabilidad, que muestran la estructura compleja antes de “rendirse”, unida a las características responsables de su detenimiento.

El alto grado de incertidumbre ante la capacidad de respuestas de este sistema, asociado a las fuertes presiones antrópicas y naturales que han causado un progresivo deterioro de las coberturas coralinas vivas, hacen que el ANM se sume como un nuevo tensor e indique que su vulnerabilidad pueda considerarse como *crítica*.

Fanerógamas marinas: La presencia de los pastos marino se ve limitada por los aportes de agua dulce, la turbidez del agua, la falta de sustratos adecuados (arenosos o fangosos poco profundos) y la alta dinámica del agua, entre otros. Por lo anterior y ya que una de sus funciones principales es la de ser estabilizador de sedimento o de la línea de costa, un eventual aumento del nivel del mar podría afectar su distribución, solo si este cambio ocasionara un desbalance en las variables anteriormente mencionadas. En este contexto, se considera que la rápida capacidad de respuesta este ecosistema, dada su estrategia de vida (crecimiento foliar rápido), permitiría su migración constante hacia zonas mas someras y donde las condiciones ambientales favorezcan su desarrollo. Esta condición otorga una vulnerabilidad *media* ante el ANM.

Fondos de la plataforma continental: El dinamismo y la amplia distribución de este sistema, aunque aún desconocido en nuestro país, no permite establecer una afectación significativa ante el fenómeno en cuestión, por lo cual se considera que este sistema posee una vulnerabilidad *baja*.

Litorales rocosos y acantilados. La alta adaptación de las comunidades que habitan esta estrecha franja de las costas en relación con la afectación generalizada del evento cataloga su vulnerabilidad como *media*.

1.1.3 Valores de cambio de las áreas de conservación.

La tabla 8, resume la información de las áreas del Sistema de Parque Nacionales contenidas dentro del área de estudio y que se vería afectadas por el efecto de la inundación en cada una de las proyecciones analizadas, 30 cm de ANM al 2030 y 1 m de ANM al 2100.

Actualmente, Colombia cuenta con 9,200 km² de extensión en áreas protegidas dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales, correspondiente a más o menos el 8.5% de su territorio, lo cual resulta insuficiente respecto a los estándares internacionales y a las metas propuestas desde mediados de los años setenta, cuando la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-IUCN, estipuló dentro de la estrategia Mundial para la Conservación, el 10% de cada territorio Nacional como el mínimo deseable en áreas protegidas intangibles (Castaño-Uribe y Cano, 1998).

Obedeciendo a este mandato fue creado en 1998 el Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP, en cuyos lineamientos plantea la adición de 3'000.000 millones de hectáreas en áreas del Sistema de Parques Nacionales hacia el 2006 a las actualmente existentes. Teniendo en cuenta que los estudios realizados desde 1976 indican la necesidad de declarar y proteger por lo menos el 38% del territorio Nacional y que de ese porcentaje un 65% de estas áreas ya no existen o no cumplen con los criterios para ser integradas al Sistema de Parques Nacionales (Castaño-Uribe y Cano, 1998), en un escenario optimista, se espera que para el año 2100 exista al menos un 26% del territorio nacional protegido bajo este sistema. Esta proyección se utilizó

como base para determinar las áreas de cambio de las áreas de conservación bajo la estrategia de protección, a las que se hace referencia en la Tabla 5.

Tabla 5. Distribución de las áreas de Parques Nacionales Naturales por cada área en riesgo, según el modelo de inundación generado para cada proyección de ascenso del nivel del mar.

Afectación de las áreas de Parques Nacionales Naturales	Unidad	Año 2000			Año 2030			Año 2100			TOTAL		
		Áreas en riesgo actual			Área de inundación	Áreas en riesgo al 2030			Área de inundación	Áreas en riesgo al 2100			
		Area I	Area II	Area III	0.3 m	Area I	Area II	Area III	1 m	Area I		Area II	Area III
Áreas de conservación Caribe	km ²	347	9	40	128	225	0	46	373	435	0	0	560
Áreas de conservación Pacífico	km ²	741			40	0	0	240	742	741			784
TOTAL (área de estudio)	km²	1088	9	40	168	225	0	285	1116	1176	0	0	1343
Áreas de conservación Caribe	%	62%	2%	7%	23%	40%	0%	8%	67%	78%	0%	0%	100%
Áreas de conservación Pacífico	%	95%	0%	0%	5%	0%	0%	31%	95%	95%	0%	0%	100%

La vulnerabilidad establecida con base en estos valores se muestra como “baja”, para la situación con protección y sin protección. Sin embargo si consideramos los valores expresados en términos relativos al área de estudio sabiendo que el tipo de ecosistemas contenidos dentro de estas áreas son únicos, la vulnerabilidad pasaría a ser crítica (% de afectación mayor al 10%). Esta situación es de gran relevancia para determinar los lineamientos futuros del SINAP, que deberían incluir dentro de sus áreas de expansión, algunas dentro de las áreas sin riesgo que rodean las actuales áreas protegidas localizadas en las zonas costeras colombianas, para reemplazar las afectadas por el efecto de ANM.

1.2 Impactos socioeconómicos

Siendo consecuentes con la definición de vulnerabilidad adoptada en la realización del presente trabajo, un análisis cuantitativo como herramienta para la evaluación de la vulnerabilidad es posible mediante la consideración de tres elementos claves: valores en pérdida, valores en riesgo y costo de la estrategia de respuesta. Tales elementos constituyen parte de los resultados alcanzados mediante la secuencia de Informes técnicos anteriores, de modo que metodológicamente la información que se presenta a continuación no es mas que el análisis integrado del producto de cada paso previo.

En este sentido, resulta de gran utilidad retomar el planteamiento de escenarios de desarrollo realizados para paso 3, en los cuales se señalan un escenario optimista bajo el supuesto de una reducción en la intensidad del conflicto armado en Colombia y caracterizado por un crecimiento alto y un crecimiento poblacional moderado con tendencia decreciente. En el segundo escenario la intensificación del conflicto armado esta acompañada por un crecimiento económico menor y una baja tasa de crecimiento poblacional. En ambos casos, los escenarios son planteados para el largo plazo (30 y 100 años), lo cual es consecuente con el análisis de los posibles impactos del cambio climático. Cabe recordar en este punto que un escenario se define como una situación hipotética o posible estado del mundo, que sin embargo es plausible, coherente y consistente. Los escenarios planteados en el actual proyecto deben ser interpretados con precaución pues sus resultados no son comparables con pronósticos o proyecciones donde el nivel de incertidumbre es medible, constituyen básicamente situaciones ilustrativas y muy simplificadas de posibles contextos para evaluar posibles impactos directos y adversos del ascenso en el nivel del mar en las costas colombianas.

En este orden de ideas, la evaluación de la vulnerabilidad se realiza en el marco de escenarios optimista y pesimista al 2030 y 2100. Un primer resultado que se deriva del análisis es que agranda rasgos la diferencia fundamental entre la vulnerabilidad considerando un escenario de desarrollo optimista y uno pesimista esta dada por el costo de la estrategia medido como su participación en el PIB ya que este se incrementa sustancialmente bajo un contexto de bajo crecimiento económico. Estos resultados se pueden apreciar en las Tablas 6 y 7

En términos de las escalas temporales en la cuales se realiza el análisis de vulnerabilidad, también es posible identificar resultados diferentes pues la participación del valor de capital en pérdida y la población a trasladar dentro de los totales nacionales se incrementan al pasar de una situación con ascenso de 0.3 m en el NM a otra con 1 m de ANM en el 2030 y 2100 respectivamente. Tal diferencia señala el cambio de la categoría de vulnerabilidad de baja a media en estos aspectos tanto para el escenario optimista como el pesimista, lo cual se puede apreciar en las Tablas 9 y 10.

Otro aspecto de relevancia tienen que ver con el análisis de los resultados bajo las situaciones con y sin protección. Recuérdese que el primero de los casos solo se consideran las inversiones atribuibles a los planes de desarrollo y en segundo, además de los planes de desarrollo se consideran medidas adicionales dirigidas específicamente a hacer frente al problema de ANM. Tal como se aprecia en las Tablas 6 y 7 la consideración de estas últimas como adicionales a las medidas e inversiones previstas en los planes de desarrollo sugieren efectividad en el sentido de las proporciones de valor de capital en pérdida, población a trasladar y la población en áreas en riesgo se reducen, pasando de categorías de vulnerabilidad media y alta a baja (Tablas 9 y 10).

A manera de acotación metodológica, es importante mencionar que el valor de capital es medido con base en los resultados de PIB afectado según los sectores agrícola, ganadero, minero, forestal, industrial, comercio y turismo e incluyendo adicionalmente el costo de las viviendas afectadas. Para la estimación del valor de capital atribuible al comercio y a las viviendas se correlacionó sus valores al número de habitantes por municipio bajo el supuesto de que el valor de capital generado por el comercio y el atribuible a las viviendas existentes es directamente proporcional al tamaño de la población. En el caso particular del comercio se calculó el PIB *per capita* del sector en cada departamento costero y este resultado fue aplicado a sus respectivos municipios dentro del área de estudio.

Para el cálculo del valor de capital atribuible a las viviendas afectadas, se partió de la identificación del número, lo anterior con base en la cantidad de habitantes afectados y el índice resultante de la razón entre el número de habitantes y número de viviendas particulares en cada uno de los 106 municipios del área de estudio.⁴ Una vez identificado lo anterior, se calculó el valor de capital utilizando el costo de construcción de vivienda de interés social de acuerdo con los datos suministrados por INURBE (2002).

El valor incorporado en relación con el turismo tiene un carácter muy puntual pues corresponde a los ingresos brutos de la actividad turística en Cartagena, valor este estimado como el equivalente al 7.7% del PIB del departamento de Bolívar.⁵

⁴ Los datos del índice son tomados del Censo Nacional de 1993.

⁵ La participación del 7.7% del ingreso del sector turístico en Cartagena en el PIB del departamento corresponde al año de 1997 de acuerdo con Báez y Calvo (1999). En el presente estudio estas participaciones son extrapoladas al año 2001 y 2030 y aplicadas sobre el PIB departamental de cada año respectivamente.

Tabla 6. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de pesos. Escenario Optimista. Sin Protección.

Línea base	Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
			2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
PIB Colombia		\$ mill.	172.119.032	594.149.788	12.943.039.543	172.119.032	172.119.032	594.149.788	12.943.039.543
Valor de capital en área en riesgo III		\$ mill.	550	3.502	95.215	223	314	1.099	51.561
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia			0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Población Colombia		pers.	43.070.703	65.630.539	83.650.065	43.070.703	43.070.703	65.630.539	83.650.065
Población en área en riesgo III		pers.	180	293	404	53	110	94	276
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sin protección									
Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar				
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m	
Valores en pérdida									
Valor de capital		\$ mill.	0	0	0	545.309	2.675.229	2.883.189	310.861.747
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional		%	0%	0%	0%	0,3%	1,6%	0,5%	2,4%
Población a trasladar		pers.	0	0	0	215.080	748.402	335.782	1.698.269
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional		%	0%	0%	0%	0,5%	1,7%	0,5%	2,0%
Áreas de manglar en pérdida		km ²	0	0	0	2170	4620	2170	4620
Porcentaje nacional de manglar en pérdida		%	0%	0%	0%	44%	93%	44%	93%
Áreas de PNN en pérdida		km ²	0	0	0	168	1116	168	1116
Porcentaje nacional de PNN en pérdida		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	1,2%
Valores en riesgo									
Valor de capital en área en riesgo		\$ mill.	217.540	1.233.196	35.477.895	277.712	567.771	1.418.257	85.312.347
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional		%	0,1%	0,2%	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%
Población en riesgo		pers.	81.320	131.663	182.541	82.550	180.755	138.010	427.259
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional		%	0,19%	0,20%	0,22%	0,19%	0,42%	0,21%	0,51%
Áreas de manglar en riesgo		km ²	4536	4536	4536	3045	4619	3045	4619
Porcentaje nacional de manglar en riesgo		%	91%	91%	91%	61%	93%	61%	93%
Áreas de PNN en riesgo		km ²	1137	1137	1137	511	1176	511	1176
Porcentaje nacional de PNN en riesgo		%	1,2%	1,2%	1,2%	0,6%	1,3%	0,6%	1,3%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)									
Costo de capital de estrategia de respuesta		\$ mill.	3.756.435	20.353.819	1.202.420.809	3.756.435	3.756.435	20.353.819	1.202.420.809
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB		%	2,2%	3,4%	9,3%	2,2%	2,2%	3,4%	9,3%
Costo anual de mantenimiento		\$ mill.	112.693	610.615	36.072.624	112.693	112.693	610.615	36.072.624
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB		%	0,07%	0,10%	0,28%	0,07%	0,07%	0,10%	0,28%

Tabla 6. Continuación. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de pesos. Escenario Optimista. Con Protección.

Categorías	Unidades	Con protección						
		Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida								
Valor de capital	\$ mill.	0	0	0	229.014	1.005.700	1.083.198	59.554.096
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0,1%	0,6%	0,2%	0,5%
Población a trasladar	pers.	0	0	0	142.489	306.414	233.473	553.023
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0,3%	0,7%	0,4%	0,7%
Áreas de manglar en pérdida	km ²	0	0	0	2170	4620	1796	2264
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	%	0%	0%	0%	44%	93%	36%	46%
Áreas de PNN en pérdida	km ²	0	0	0	168	1116	161	848
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	0,9%
Valores en riesgo								
Valor de capital en área en riesgo	\$ mill.	2.871	16.713	434.270	3.105	6.150	15.789	930.465
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Población en riesgo	pers.	1.045	1.702	2.363	906	1.973	1.520	4.686
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Áreas de manglar en riesgo	km ²	4536	3175	3538	3045	4619	2724	3721
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	%	91%	64%	71%	61%	93%	55%	75%
Áreas de PNN en riesgo	km ²	1137	1046	864	511	1176	962	894
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	%	1,2%	1,1%	0,9%	0,6%	1,3%	1,0%	1,0%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)								
Costo inicial								
Costo de capital de estrategia de respuesta	\$ mill.	5.089.441	24.399.456	1.256.373.613	5.089.441	5.089.441	24.399.456	1.256.373.613
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	%	3%	4%	10%	3%	3%	4%	10%
Costo anual								
Costo anual de mantenimiento	\$ mill.	139.353	691.526	37.151.662	139.353	139.353	691.526	37.151.662
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	%	0,08%	0,12%	0,29%	0,08%	0,08%	0,12%	0,29%

Tabla 7. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de pesos. Escenario Pesimista. Sin Protección.

Línea base	Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
			2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
PIB Colombia		\$ mill.	172.119.032	476.265.707	5.292.657.579	172.119.032	172.119.032	476.265.707	5.292.657.579
Valor de capital en área en riesgo III		\$ mill.	550	2.608	29.741	223	314	839	18.656
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia			0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Población Colombia		pers.	43.070.703	62.127.593	43.599.497	43.070.703	43.070.703	62.127.593	43.599.497
Población en área en riesgo III		pers.	180	278	291	53	110	91	255
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sin protección									
Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar				
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m	
Valores en pérdida									
Valor de capital		\$ mill.	0	0	0	545.309	2.675.229	2.162.419	98.214.430
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional		%	0%	0%	0%	0,3%	1,6%	0,5%	1,9%
Población a trasladar		pers.	0	0	0	215.080	748.402	318.836	1.360.585
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional		%	0%	0%	0%	0,5%	1,7%	0,5%	3,1%
Áreas de manglar en pérdida		km ²	0	0	0	2170	4620	2170	4620
Porcentaje nacional de manglar en pérdida		%	0%	0%	0%	44%	93%	44%	93%
Áreas de PNN en pérdida		km ²	0	0	0	168	1116	168	1116
Porcentaje nacional de PNN en pérdida		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	1,2%
Valores en riesgo									
Valor de capital en área en riesgo		\$ mill.	217.540	905.964	11.066.922	277.712	567.771	1.050.603	28.238.846
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional		%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%	0,5%
Población en riesgo		pers.	81.320	125.701	141.207	82.550	180.755	131.746	351.006
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional		%	0,19%	0,20%	0,32%	0,19%	0,42%	0,21%	0,81%
Áreas de manglar en riesgo		km ²	4536	4536	4536	3045	4619	3045	4619
Porcentaje nacional de manglar en riesgo		%	91%	91%	91%	61%	93%	61%	93%
Áreas de PNN en riesgo		km ²	1137	1137	1137	511	1176	511	1176
Porcentaje nacional de PNN en riesgo		%	1,2%	1,2%	1,2%	0,6%	1,3%	0,6%	1,3%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)									
Costo de capital de estrategia de respuesta		\$ mill.	3.756.435	20.353.819	1.202.420.809	3.756.435	3.756.435	20.353.819	1.202.420.809
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB		%	2,2%	4,3%	22,7%	2,2%	2,2%	4,3%	22,7%
Costo anual de mantenimiento		\$ mill.	112.693	610.615	36.072.624	112.693	112.693	610.615	36.072.624
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB		%	0,07%	0,13%	0,68%	0,07%	0,07%	0,13%	0,68%

Tabla 7. Continuación Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de pesos. Escenario Pesimista. Con Protección.

Categorías	Unidades	Con protección						
		Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida								
Valor de capital	\$ mill.	0	0	0	229.014	1.005.700	883.125	32.626.198
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0,1%	0,6%	0,2%	0,6%
Población a trasladar	pers.	0	0	0	142.489	306.414	221.422	505.659
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0,3%	0,7%	0,4%	1,2%
Áreas de manglar en pérdida	km ²	0	0	0	2170	4620	1796	2264
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	%	0%	0%	0%	44%	93%	36%	46%
Áreas de PNN en pérdida	km ²	0	0	0	168	1116	161	848
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	0,9%
Valores en riesgo								
Valor de capital en área en riesgo	\$ mill.	2.871	12.309	148.834	3.105	6.150	11.725	310.274
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Población en riesgo	pers.	1.045	1.623	1.811	906	1.973	1.452	3.891
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Áreas de manglar en riesgo	km ²	4536	3175	3538	3045	4619	2724	3721
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	%	91%	64%	71%	61%	93%	55%	75%
Áreas de PNN en riesgo	km ²	1137	1046	864	511	1176	962	894
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	%	1,2%	1,1%	0,9%	0,6%	1,3%	1,0%	1,0%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)								
Costo inicial		5.089.441	24.364.914	1.212.307.870	5.089.441	5.089.441	24.364.914	1.212.307.870
Costo de capital de estrategia de respuesta	\$ mill.							
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	%	3%	5%	23%	3%	3%	5%	23%
Costo anual								
Costo anual de mantenimiento	\$ mill.	140.825	427.399	5.699.809	140.825	140.825	427.399	5.699.809
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	%	0,08%	0,09%	0,11%	0,08%	0,08%	0,09%	0,11%

El análisis de los datos presentados en las Tablas 6 y 7 para los años 2001, 2030 y 2100 simplemente permiten identificar cambios asociados al desarrollo autónomo del área en estudio durante el periodo en consideración bajo los escenarios planteados. Estas tablas señalan tendencias al incremento del valor de capital en riesgo y la población en riesgo periodo a periodo y a un ritmo un poco mas acelerado para el caso del escenario optimista.

Bajo una situación con ascenso en el nivel del mar las estimaciones señalan que el valor de capital en pérdida pasaría del 0.5% al 2.4% del PIB entre el año 2030 y 2100 en el escenario optimista y de 0.5% a 1.9% en el escenario pesimista. Es decir, en ambos casos la categoría de vulnerabilidad pasaría de baja a media. En cuanto a la población a trasladar, pasaría de 0.5% a 2% de la población nacional entre 2030 y 2100 bajo un escenario de desarrollo optimista y de 0.5% a 3.1% bajo un escenario pesimista (en los Anexos 1 y 2 se pueden apreciar los valores de las tablas en US \$ y miles de personas).

Si una estrategia de protección completa es implementada en el marco de los resultados anteriores (es decir se incluyen las medidas adicionales), en el escenario optimista el valor de capital en pérdida se reduce a 0.2% y 0.5% en el 2030 y 2100 respectivamente y la población a trasladar a 0.4% y 0.7% en el 2030 y 2100 respectivamente. Un resultado similar se observaría en el escenario pesimista, con la diferencia de que en este ultimo el costo de la estrategia de respuesta como proporción del PIB colombiano se incrementa, pasando de 4% y 10% en el 2030 y 2100 respectivamente a 5% y 23% en el escenario pesimista. Lo anterior sugeriría que en el marco de una intensificación del conflicto armado y una resultante disminución en el crecimiento económico en términos financieros podría ser mas difícil para el país implementar medidas para reducir los posibles impactos del ANM.

Puede observarse adicionalmente en las Tablas 6 y 7, que la participación en el PIB los costos de las estrategias de respuesta tienden a aumentar sustancialmente en la escala temporal utilizada. Tal resultado se explica debido a un mas acelerado crecimiento de los índices de precios de las medidas de protección en relación con la tasa de crecimiento económico.

Tabla 8 Clases de vulnerabilidad por categorías de impacto

Categorías	BAJO	MEDIO	ALTO	CRITICO
Valores afectados				
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia	< 5%	5 a 10%	10 a 50%	> 50%
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia	< 1%	1 a 10%	10 a 50%	> 50%
Áreas de manglar	< 5%	5 a 10%	10 a 50%	> 50%
Áreas de conservación	< 5%	5 a 10%	10 a 50%	> 50%
Valores en pérdida				
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	< 1%	1 a 3%	3 a 10%	> 10%
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	< 0,5%	0,5 a 2%	2 a 5%	> 5%
Áreas de manglar	< 3%	3 a 10%	10 a 30%	> 30%
Áreas de conservación	< 3%	3 a 10%	10 a 30%	> 30%
Valores en riesgo				
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	< 2,5%	2,5 a 5%	5 a 10%	> 10%
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	< 1%	1 a 5%	5 a 10%	> 10%
Población en riesgo (x 1000)	< 10	10 a 100	100 a 1000	> 1000
Áreas de manglar	< 2,5%	2,5 a 5%	5 a 10%	> 10%
Áreas de conservación	< 2,5%	2,5 a 5%	5 a 10%	> 10%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)				
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	< 0,05%	0,05 a 0,25%	0,25 a 1%	> 1%
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	< 0,01%	0,01 a 0,05%	0,05 a 0,1%	> 0,1%

Tabla 9. Evaluación de la vulnerabilidad usando las clases de vulnerabilidad por categoría de impacto, con y sin protección. Escenario Optimista.

Linea base	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
	2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Categorías							
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Sin protección							
Categorías	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
	2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida							
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	Media
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	Media
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	Baja	Baja	Baja	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Valores en riesgo							
Valor de capital en riesgo como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población en riesgo (miles de personas)	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)							
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	Media	Media	Alta	Media	Media	Media	Alta
Con protección							
Categorías	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
	2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida							
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	Baja	Baja	Baja	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Valores en riesgo							
Valor de capital en riesgo como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población en riesgo (miles de personas)	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)							
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	Media	Media	Alta	Media	Media	Media	Alta

Tabla 10. Evaluación de la vulnerabilidad usando las clases de vulnerabilidad por categoría de impacto, con y sin protección. Escenario Pesimista.

Categorías	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
	2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Sin protección							
Categorías	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
	2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida							
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	Media
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Baja	Media
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	Baja	Baja	Baja	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Valores en riesgo							
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población en riesgo (miles de personas)	Media	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)							
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	Media	Media	Alta	Media	Media	Media	Alta
Con protección							
Categorías	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
	2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida							
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Media
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	Baja	Baja	Baja	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Valores en riesgo							
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Población en riesgo (miles de personas)	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)							
Costo de capital de estrategia de respuesta							
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Costo anual							
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media

2 Evaluación de la factibilidad de implementación

En la tabla 11, podemos observar la interpretación o restricciones para la factibilidad de implementación las opciones de repuesta (protección total), en las cuatro categorías propuestas por la metodología del IPCC (1994):

1. Evaluación en los aspectos políticos, legales, institucionales y organizacionales,
2. Evaluación en aspectos económicos y financieros,
3. Evaluación en aspectos técnicos y
4. Evaluación en aspectos culturales y sociales.

Para cada una de las categorías y en cada uno de los niveles podemos observar los siguientes resultados:

2.1 Evaluación en los aspectos de política, legales, institucionales y organizacionales (VA-LIO)

Nivel A – inconvenientes relacionados a la existencia de instituciones y requerimientos básicos

- Política Nacional Ambiental en MIZC
- Se considera que no existe problema alguno debido a la reciente aprobación de esta política en el País.
- Legislación existente en asuntos marinos y costeros
- Es un no problema (1), porque existen algunos instrumentos legales para hacer apropiadamente, planeación y manejo de recursos. Existe un gran número de Leyes y Decretos en Colombia relativos al territorio marítimo y continental, sin embargo, no son claros en algunos casos como los relacionadas con el dominio público marítimo (playas, terrenos de baja mar, aguas costeras, ente otros), incluso es importante actualizar algunos conceptos a la realidad de los ecosistemas y el país.
- Legislación en Planificación y manejo integrado de zonas costeras –MIZC
- Se considera un problema (5) ya que existen importantes vacíos legales frente a las entidades encargadas de ejecutar actividades ambientales en las zonas costeras y la consecución de objetivos dentro de un programa de manejo integrado de zonas costeras-MIZC
- Existencia de instituciones gubernamentales y organizaciones relacionadas con el manejo y la planeación costera.

Tabla 11 Inconvenientes relacionados con la factibilidad de implementación en la Zona Costera colombiana

ASPECTOS DE IMPLEMETACIÓN	PROBLEMAS		PROBLEMAS PARCIALES		NO PROBLEMA	
	5	4	3	2	1	0
Evaluación en los aspectos de política, legales, institucionales y organizacionales (VA-LIO)						
<i>Nivel A</i> ⁶						
Política Nacional Ambiental en MIZC						<input checked="" type="checkbox"/>
Legislación existente en asuntos marinos y costeros					<input checked="" type="checkbox"/>	
Legislación existente en MIZC	<input checked="" type="checkbox"/>					
Instituciones del gobierno y organizaciones relacionadas con MIZC		<input checked="" type="checkbox"/>				
Poder ejecutivo de las instituciones y organizaciones en el tema de MIZC		<input checked="" type="checkbox"/>				
<i>Nivel B</i>						
Especificidad de tareas y responsabilidades de las partes involucradas					<input checked="" type="checkbox"/>	
Estructura de comunicaciones entre las instituciones y organizaciones		<input checked="" type="checkbox"/>				
Capacidad instalada de las entidades e instituciones, recurso humano e infraestructura		<input checked="" type="checkbox"/>				
Presencia de planes, reglas y sistemas de control en el tema de MIZC	<input checked="" type="checkbox"/>					
<i>Nivel C</i>						
Nivel de educación del recurso humano				<input checked="" type="checkbox"/>		
Conocimientos relevantes y capacidad de gestión		<input checked="" type="checkbox"/>				
Motivaciones del recurso humano y condiciones de trabajo		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Evaluación en aspectos económicos y financieros (VA-ECF)						
<i>Nivel A</i>						
Capacidad de carga del país/región para llevar a cabo opciones de respuesta		<input checked="" type="checkbox"/>				
<i>Nivel B</i>						

⁶ *Nivel A* → Inconvenientes relacionados con la existencia de instituciones básicas y requerimientos

Nivel B → Inconvenientes relacionados con aspectos de operación e implementación

Nivel C → Inconvenientes relacionados con la efectividad de funcionamiento

ASPECTOS DE IMPLEMETACIÓN	PROBLEMAS		PROBLEMAS PARCIALES		NO PROBLEMA	
	5	4	3	2	1	0
Potencial nacional/regional de financiación		<input checked="" type="checkbox"/>				
Potencial internacional de financiación		<input checked="" type="checkbox"/>				
<i>Nivel C</i>						
Capacidad efectiva de ubicación, distribución y gasto de los recursos financieros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Evaluación en aspectos técnicos (VA-TEC)						
<i>Nivel A</i> ⁷						
Conocimiento y experiencia técnica en temas relacionados con el MIZC		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Instituciones existentes involucradas en la planeación, el diseño, manejo y ejecución de medidas técnicas relacionadas con las estrategias de respuesta		<input checked="" type="checkbox"/>				
<i>Nivel B</i>						
Procedimientos y estructuras operacionales relacionadas con monitoreo y manejo de áreas costeras permanente e implementación de trabajos técnicos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Recurso humano y facilidades de las instituciones técnicas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<i>Nivel C</i>						
Nivel educativo del recurso humano técnico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Capacidad y calificaciones relevantes del recurso humano técnico		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Motivación del recurso humano y condiciones de trabajo		<input checked="" type="checkbox"/>				
Acceso y disponibilidad de datos/información		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Evaluación en aspectos culturales y sociales (VA-CSO)						
<i>Nivel A</i>						
Inconvenientes, potenciales o existentes, relacionados con diferencias étnicas o de comportamiento			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Problemas existentes o potenciales con educación, bienestar social, sanidad e higiene		<input checked="" type="checkbox"/>				

⁷ *Nivel A* → Inconvenientes relacionados con la existencia de instituciones básicas y requerimientos

Nivel B → Inconvenientes relacionados con aspectos de operación e implementación

Nivel C → Inconvenientes relacionados con la efectividad de funcionamiento

ASPECTOS DE IMPLEMETACIÓN	PROBLEMAS		PROBLEMAS PARCIALES		NO PROBLEMA	
	5	4	3	2	1	0
<i>Nivel B</i> ⁸						
Programas operacionales relacionados con el mejoramiento de la concientización y participación pública		☑				
Programas operacionales relacionados con el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas	☑	☑				
<i>Nivel C</i>						
Logros relacionados con los esfuerzos para reducir los inconvenientes culturales		☑				
Logros relacionados con los esfuerzos para reducir los inconvenientes sociales	☑	☑				

⁸ *Nivel A* → Inconvenientes relacionados con la existencia de instituciones básicas y requerimientos

Nivel B → Inconvenientes relacionados con aspectos de operación e implementación

Nivel C → Inconvenientes relacionados con la efectividad de funcionamiento

Es un problema (4), porque no existe una institución encargada directamente del manejo integrado de zonas costeras en Colombia, pero existen entidades en los diferentes niveles de gestión (Nacional, Regional y Local) con responsabilidades sobre el manejo ambiental del país y en las cuales el tema del manejo integrado de zonas costeras esta recientemente despertando conciencia e interés entre estos.

- Poder ejecutivo de las entidades dedicadas al manejo y planificación costera y otras entidades.

Se considera que es un problema (4) ya que la mayoría de las instituciones Nacionales (i.e. DIMAR, Capitanías de puerto, CAR's costeras), Regionales y Locales (i.e. DAMARENA; DADIMA, UMATAS) no tienen poder ejecutivo, en los temas de planificación y manejo costero, adicionalmente no hay una incorporación del tema de manejo costero dentro de sus planes de gestión, ya que no existe un marco legal específico sino que estas instituciones se determinan por la ejecución de normas sectoriales específicamente (minería, turismo, puerto, pesca y acuicultura, entre otros).

Nivel B – inconvenientes relacionados con aspectos de operatividad e implementación

- Especificidad operacional de tareas y responsabilidades de las partes involucradas

Se considera un no problema (1), ya que todas las tareas y responsabilidades de las instituciones que tienen injerencia en las zonas costeras están definidas legalmente.

- Estructura de comunicaciones entre las instituciones y organizaciones

Se considera un problema (4), porque en general las entidades no están acostumbradas a realizar proyectos en cooperación y coordinación con otras entidades. No existe la cultura del trabajo interinstitucional lo cual genera muchos problemas administrativos y técnicos al desarrollar proyectos que involucren más de dos instituciones. Ausencia de una coordinación intersectorial. No existe a nivel Nacional un comité interministerial para el manejo de las zonas costeras colombianas y a nivel Regional un comité regional, responsable de la coordinación de los planes sub-regionales y locales. Se desconoce además el tema de la integralidad del manejo costero

- Capacidad instalada de las entidades e instituciones, recurso humano e infraestructura.

Se considera un problema (4), debido a que existe el recurso humano a al igual que la infraestructura básica, sin embargo puede no estar optimizada. Algunas entidades tienen el recurso humano y la infraestructura, en otras hace falta una o la otra y en otras hacen falta las dos. El nivel del problema varía dentro de cada institución, y a diferentes niveles en el Nacional es moderado pero a nivel local es bastante deficiente.

- Presencia de planes, reglas y sistemas de control en el tema de MIZC

Se considera que hay un problema (5), a pesar de la recientemente aprobación de la PN-MIZC en Colombia, no existen planes, las reglas de juego aún no son claras y su operatividad se ve disminuida en muchos aspectos, y los sistemas de control no operan para un eficiente manejo sostenible de los recursos costeros.

Nivel C. Inconvenientes relacionados con la calidad y funcionamiento, es decir la efectividad

- Nivel de educación del recurso humano

Existe un problema parcial (2), ya que existe un nivel de educación básica promedio de los empleados de las entidades involucrados.

- Conocimientos relevantes y capacidad de gestión

Se considera un problema (4), ya que hacen falta más personal dentro de las instituciones con conocimientos en gestión de zonas costeras. Además de ello la capacidad de gestión de muchas de las entidades es baja dada la cantidad de burocracia que existe, y la carencia de una apropiada planeación institucional, ya que personal que existe por ejemplo en la academia no participa como apoyo a la toma de decisiones del país.

- Motivación del recurso humano y condiciones de trabajo

Existe un problema (4) y problema parcial (3), porque aunque hay excepciones, en general las entidades públicas no tienen a sus empleados motivados. En algunos casos no hay apoyo suficiente o incentivos para nuevas líneas de trabajo, en términos económicos, capacitación, bonos etc. Con respecto a las condiciones de trabajo, funcionarios de entidades territoriales como las alcaldías y gobernaciones pueden recibir presiones de grupos influyentes con intereses divergentes.

2.2 Evaluación en aspectos económicos y financieros (VA-ECF)

Nivel A – inconvenientes relacionados a la existencia de instituciones y requerimientos básicos

- Capacidad de un país/región para llevar a cabo opciones de respuesta

Se considera un problema (4), porque aunque en el país potencialmente existe la capacidad económica para llevar a cabo opciones de respuesta a largo plazo, en la situación actual no se permite establecer estas opciones, ya que las prioridades inmediatas a resolver son otras para el país.

Nivel B – inconvenientes relacionados con aspectos de operatividad e implementación

- Potencial nacional y regional de financiación

Se considera un problema (4), ya que potencialmente existen los recursos para la financiación de las opciones de respuesta, el problema es la distribución de dichos recursos en muchas actividades.

- Potencial internacional para financiación (prestamos, ayudas o donaciones de organizaciones)

Se considera un problema (4), debido al nivel de endeudamiento que tiene actualmente el país.

Nivel C. Inconvenientes relacionados con la calidad y funcionamiento, es decir la efectividad

- Capacidad y organización para situar, distribuir y gastar de forma efectiva, los recursos financieros. Lo anterior, teniendo en cuenta, la planeación presupuestal, la ubicación y control, la competitividad en precios, el control de calidad y los manejos adecuados de la contabilidad

Se considera un problema (4 y 5), ya que en el país existen los mecanismos para gestionar los recursos adecuadamente, sin embargo, la capacidad de ejecución efectiva de los recursos en muchos casos se ve mermada por los altos grados de corrupción que afectan la planeación presupuestal, el control de los recursos y de la calidad y los manejos adecuados de la contabilidad. Adicionalmente, casi nunca se llevan procesos de seguimiento y control en la distribución de los recursos.

2.3 Evaluación en aspectos técnicos (VA-TEC)

Nivel A – inconvenientes relacionados a la existencia de instituciones y requerimientos básicos

- Conocimiento y experiencia técnica en temas relacionados con el MIZC

Se considera que existe un problema (4) y un problema parcial (3), ya que existen actualmente en el país algunos programas académicos de capacitación en el tema de MIZC; sin embargo, aún faltan experiencias tangibles en el tema y que éste sea asumido dentro de las entidades y funcionarios que trabajan en temas de planificación como una función directa incluida dentro de sus planes de gestión.

- Instituciones existentes involucradas en la planeación, el diseño, manejo y ejecución de medidas técnicas relacionadas con las estrategias de respuesta

Se considera un problema (4), debido a que en el momento no existe una institución que se dedique a producir tecnología, información, diseño o ejecución de las estrategias de respuesta, desde el conocimiento científico-técnico y socio-económico, estas últimas cuando se traten de implementar medidas como la acomodación y/o reubicación.

Nivel B – inconvenientes relacionados con aspectos de operatividad e implementación

- Procedimientos y estructuras operacionales relacionadas con monitoreo y manejo de áreas costeras permanente e implementación de trabajos técnicos.

Se considera un problema (4 y 5) ya que no existen tales estructuras. Se están probando los procedimientos y metodologías para establecer planes de manejo a nivel regional y local como ejercicios prácticos, sin embargo, otras actividades relacionadas con el manejo de las áreas costeras aún no han sido consideradas y los monitoreos son esporádicos y recientes para abordar algunos problemas particulares. Existen iniciativas en el país como REDCAM (Red de monitoreo de Calidad de Aguas Marinas) SIMAC (Sistema de monitoreo de Arrecifes Coralinos) y a nivel Regional el país lleva ya algunos años participando en la red CARICOMP.

- Recurso Humano y facilidades de las instituciones técnicas.

Se presenta un problema (4) y un problema parcial (3) en este aspecto, ya que hace falta que el personal técnico tenga las facilidades al interior de las instituciones para abordar el tema de MIZC. En la mayoría de las instituciones existe una infraestructura básica. Pero la operatividad se ve disminuida por la falta de personal para llevar a cabo todas las actividades que se requieren.

Nivel C. Inconvenientes relacionados con la calidad y funcionamiento, es decir la efectividad

- Nivel educativo del recurso humano técnico

Se considera un problema parcial (2 y 3). Es un problema parcial ya que no hay suficiente personal entrenado y con conocimiento del tema. Generalmente se involucran en el tema las personas con un perfil específico de conocimiento y hace falta el personal más experimentado con una visión más holística y con el entendimiento de la problemática general de la región en la que trabaja.

- Capacidades y calificación relevantes del personal técnico

Se considera un problema parcial (3) y un problema (4), ya que a pesar de la existencia de personas dispuestas a trabajar en el tema, es un tema nuevo y dichas personas no tiene la experiencia para trabajar en ello. En la mayoría de los casos no existe exclusividad de personal en el tema sino que tienen que alternar con otras actividades y proyectos. La calidad de los resultados depende del tiempo dedicado a los proyectos y por ende los resultados de varias temáticas dependen de la visión pocas personas.

- Condiciones de trabajo y motivaciones laborales

Se observa un problema (4), ya que las personas que se han involucrado en este tema lo han hecho por su interés personal en él. Así pues, aunque no haya motivaciones laborales las personas se han comprometido con el tema. La motivación personal responde a la búsqueda de nuevas herramientas para resolver problemas. Sin embargo a nivel institucional la motivación no es clara, lo cual sumado a la inseguridad presupuestal influye en la inseguridad laboral de los trabajadores.

- Disponibilidad de datos

Se presenta un problema (4) y un problema parcial (3), ya que existe bastante información en el país, pero los datos e información se encuentran dispersas, no esta integrada, es heterogénea, presenta ciertas limitaciones técnicas; el acceso a ella, muchas veces no esta disponible porque es estratégica o porque esta clasificada, su incompatibilidad frente a diversos sistemas de información la hace limitada, y la comunicación electrónica impide el acceso a fuente de información internacional y nacional en línea y hora real. Se presenta una carencia de mecanismos de coordinación intersectorial e interinstitucional. También se presenta una insuficiente definición de las políticas de orientación del servicio de información, en respuesta a la demanda de los usuarios.

2.4 Evaluación en aspectos culturales y sociales (VA-CSO)

Nivel A – inconvenientes relacionados a la existencia de instituciones y requerimientos

- Inconvenientes presentes o potenciales en el área de estudio relacionados con diferencias étnicas o de comportamiento.

Se considera un problema parcial (2 y 3), ya que Colombia es un país pluricultural bien definido, pero en algunos casos, especialmente en el Pacífico, hay diferencias entre las poblaciones asentadas en las zonas costeras. Estas diferencias están fundamentalmente relacionadas con la tenencia de la tierra, sin embargo también hay diferencias en cuanto al uso de la misma.

- Problemas existentes o potenciales relacionadas con educación, el bienestar social, sanidad e higiene.

Se considera un problema (4), ya que en casi todos los asentamientos costeros de la costa Pacífica y Caribe, se presenta una carencia de servicios públicos, escuelas, un nivel de educación bajo, unas elevadas cifras de inasistencia escolar, igualmente no hay control de calidad de aguas, limitada atención en casos de desastres y el bienestar social es ausente para la mayoría de los pueblos. Los principales municipios costeros tanto en el Pacífico (Buenaventura y Tumaco) como en el Caribe (Cartagena, Barranquilla y Santa Marta) tienen menos limitantes, sin embargo, los servicios públicos y hospitalarios están por debajo de la media nacional en ambas costas.

Nivel B – inconvenientes relacionados con aspectos de operatividad e implementación

- Programas operacionales relacionados con el mejoramiento de la participación y la conciencia pública

Se considera un problema (4), ya que existen los mecanismos pero durante los últimos gobiernos se ha incentivado la participación pública en aspectos relacionados con la planeación y toma de decisión. Sin embargo, la participación ciudadana en esos procesos aún es muy baja, y en temas como el MIZC aun no han sido lo suficientemente divulgados e incorporados por las autoridades regionales como para que éstas transfieran la información a los habitantes.

- Programas operacionales relacionados al mejoramiento de las condiciones socio-económicas de vida

Se presenta un problema (4 y 5), ya que los programas apenas están siendo implementados en el tiempo de manera continua, y aun no se puede analizar la operatividad y/o eficiencia de los mismos. Estos programas, podrían considerarse como conceptuales puesto que su aplicabilidad a nivel nacional no se puede verificar.

Nivel C. Inconvenientes relacionados con la calidad y funcionamiento, es decir la efectividad

- Logros recientes relacionados con los esfuerzos hechos para reducir los problemas culturales

Se presenta un problema (4), existen diferencias con relación al uso del suelo, entre las etnias. Al interior del país ha sido un grave problema que ha llevado años de negociaciones. Sin embargo, las diferencias de intereses sobre la zona costera pueden ser resueltas por las autoridades, con el cumplimiento de la ley y con concertaciones entre las comunidades. En general en la actualidad se están estableciendo estudios e instrumentos por medio de los cuales el conocimiento tradicional de las comunidades se está teniendo en cuenta, pero se han perdido actualmente identidad y valores culturales.

- Logros recientes relacionados con los esfuerzos hechos para reducir los problemas sociales.

Se considera un problema (4 y 5), ya que el conflicto armado en Colombia no es reciente, afecta gran parte del territorio nacional y que influye en la mayoría de sus actividades económicas y se está intensificando.

Finalmente en la Tabla 12, podemos observar el resultado final de análisis de los inconvenientes relacionados con la factibilidad de las opciones de respuesta en las cuatro categorías de evaluación, en donde en la evaluación en los aspectos políticos, legales, institucionales y organizacionales (VA-LIO) es crítica, ya que se encuentra un vacío en el marco legal existente en el tema del manejo integrado de sus zonas costeras. La evaluación en aspectos económicos y financieros (VA-ECF) es crítica, debido a que el país no está preparado para asumir estos costos y no está dentro de sus prioridades a corto y mediano plazo. La evaluación en aspectos técnicos (VA-TEC) es alta, debido a que no existe una capacidad técnica de los empleados en las diferentes instituciones para asumir este tema y no existe una institución que se dedique a producir tecnología, información, diseño o ejecución de las estrategias de respuesta, desde el conocimiento científico-técnico, y a nivel socio-económico, estas últimas cuando se tratan de implementar medidas como la acomodación y/o reubicación. La evaluación en aspectos culturales y sociales (VA-CSO) es alta, ya que en la mayoría de las zonas costeras la calidad de vida es baja en términos de servicios públicos, los cuales están por debajo de la media nacional en ambas costas y lo que es más importante el conflicto armado en Colombia afecta gran parte del territorio nacional e influye en la mayoría de las actividades económicas.

Tabla 12 . Evaluación de la factibilidad de implementación de las estrategia de respuesta

CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO	CRITICO
Evaluación en los aspectos de política, legales, institucionales y organizacionales (VA-LIO)				☑
Evaluación en aspectos económicos y financieros (VA-ECF)				☑
Evaluación en aspectos técnicos (VA-TEC)			☑	
Evaluación en aspectos culturales y sociales (VA-CSO)			☑	

En resumen, si evaluamos en términos generales los resultados obtenidos sobre los análisis de la vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas, observamos que la evaluación en los aspectos de política, legales, institucionales y organizacionales, al igual que en aspectos económicos y financieros, técnicos, culturales y sociales, determinan que la capacidad nacional de responder ante el impacto de un acelerado ascenso en el nivel del mar es limitada. Sumado a lo anterior en términos de PIB, población y costos económicos de las posibles tipos de medidas la evaluación arroja un resultado de afectación ALTA ante el fenómeno de ANM. Desde el punto de vista de evaluación de los elementos del sistema natural, muestran a estos sistemas como altamente vulnerables ante la variable en evaluación.

En conclusión se podría asumir con base en los resultados anteriores que la vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas es ALTA.

Bibliografía

- Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise - A Common Methodology. Report of the Coastal Zone Management Subgroup of IPCC Working Group III, The Hague, 1992
- Changing coastal zones: Chances for sustainable coastal development. Coastline Special, EUCC Magazine 3, Leiden, 1996
- Báez, J. E. y A. Calvo. "La Economía de Cartagena en la Segunda Mitad del Siglo XX: Diversificación y Rezago". Departamento de investigaciones. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 1999
- Bird, Eric C.F. 1993. Submerging coasts: the effect of rising sea level on coastal environments. Library of Congress. England. 184 p
- Castaño-Uribe, C. y Cano M. 1998. El Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia-30 Años. Espacios Estratégicos y Sagrados. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Ministerio del Medio Ambiente. Editorial Nomos. Colombia. 495 p.
- Centro Control Contaminación del Pacífico- CCCP. 1998. CD-ROM Caracterización Zona Costera. Departamento Nariño. Diseñador: Paz, L. E. -UNINARIÑO. San Andrés de Tumaco.
- GTZ/FUNDECO/IE 2001. Estrategia regional de biodiversidad para los países del Trópico Andino. II Taller Regional Conservación de ecosistemas transfronterizos y especies amenazadas. Lima, Perú, 26 al 28 de marzo de 2001. Documento temático. Convenio de cooperación técnica no reembolsable atn/jf-5887-rg. Comunidad Andina-Banco Interamericano de desarrollo. La Paz – Bolivia. 203 p
- IDEAM (Ed). 2001. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Segunda edición revisada de la preliminar del 13 de diciembre de 2001. Bogotá Colombia. 256 p. www.ideam.gov.co/publica/cambioclimatico/PrimeraComunicacionColombia.pdf
- Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997- Colombia. Editado por María Elfi Chaves y Natalia Arango. Santa fé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, 1998. 3 Vol. 535 p +bibliografía y mapa.
- IPCC, 1992. Global Climate Change and the rising challenge of the sea. Report of the Coastal Zone Management Subgroup. The Netherlands. 35 p +5 appendices.
- IPCC, 2002 a. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Technical Summary. A Report of the Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary accepted but not approved at the Sixth Session of IPCC Working Group II. Geneva, Switzerland 13-16 February 2001. 156 p.
- IPCC, 2002 b. Climate change and Biodiversity. IPCC Technical Paper V. In response to the United Nations Convention on Biological Diversity. www.ipcc.ch/pub/tpbiodiv.pdf
- Robert T. Watson, Marufu C. Zinyowera, Richard H. Moss (Eds). 1997. Summary for Policymakers. The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A special Report of IPCC Working Group II. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. 38 p.
- Velásquez A. (Ed). 1997. Plan Para la Mitigación de Riesgos en Cali. Alcaldía de Santiago de Cali Secretaría de Gobierno. Subsecretaría de Emergencias y Desastres. Santiago de Cali. 80 p.



Anexo 1.

Anexo 1.1. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de dólares. Escenario Optimista. Sin Protección.

Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
PIB Colombia	US\$ mill.	75.997	262.341	5.714.871	75.997	75.997	262.341	5.714.871
Valor de capital en área en riesgo III	US\$ mill.	0	2	42	0	0	0	23
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Población Colombia	Miles pers.	43.071	65.631	83.650	43.071	43.071	65.631	83.650
Población en área en riesgo III	Miles pers.	0	0	0	0	0	0	0
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sin protección								
Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida								
Valor de capital	US\$ mill.	0	0	0	241	1.181	1.273	137.258
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0,3%	1,6%	0,5%	2,4%
Población a trasladar	Miles pers.	0	0	0	215	748	336	1.698
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0,5%	1,7%	0,5%	2,0%
Áreas de manglar en pérdida	km ²	0	0	0	2170	4620	2170	4620
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	%	0%	0%	0%	44%	93%	44%	93%
Áreas de PNN en pérdida	km ²	0	0	0	168	1116	168	1116
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	1,2%
Valores en riesgo								
Valor de capital en área en riesgo	US\$ mill.	96	545	15.665	123	251	626	37.669
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0,1%	0,2%	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%
Población en riesgo	Miles pers.	81	132	183	83	181	138	427
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	%	0,19%	0,20%	0,22%	0,19%	0,42%	0,21%	0,51%
Áreas de manglar en riesgo	km ²	4536	4536	4536	3045	4619	3045	4619
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	%	91%	91%	91%	61%	93%	61%	93%
Áreas de PNN en riesgo	km ²	1137	1137	1137	511	1176	511	1176
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	%	1,2%	1,2%	1,2%	0,6%	1,3%	0,6%	1,3%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)								
Costo de capital de estrategia de respuesta	US\$ mill.	1.659	8.987	530.917	1.659	1.659	8.987	530.917
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	%	2,2%	3,4%	9,3%	2,2%	2,2%	3,4%	9,3%
Costo anual de mantenimiento	US\$ mill.	50	270	15.928	50	50	270	15.928
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	%	0,07%	0,10%	0,28%	0,07%	0,07%	0,10%	0,28%

Anexo 1.1. Continuación. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de dólares. Escenario Optimista. Con Protección.

Con protección								
Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida								
Valor de capital	US\$ mill.	0	0	0	101	444	478	26.296
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0,1%	0,6%	0,2%	0,5%
Población a trasladar	Miles pers.	0	0	0	142	306	233	553
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0,3%	0,7%	0,4%	0,7%
Áreas de manglar en pérdida	km ²	0	0	0	2170	4620	1796	2264
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	%	0%	0%	0%	44%	93%	36%	46%
Áreas de PNN en pérdida	km ²	0	0	0	168	1116	161	848
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	0,9%
Valores en riesgo								
Valor de capital en área en riesgo	US\$ mill.	1	7	192	1	3	7	411
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Población en riesgo	Miles pers.	1	2	2	1	2	2	5
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Áreas de manglar en riesgo	km ²	4536	3175	3538	3045	4619	2724	3721
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	%	91%	64%	71%	61%	93%	55%	75%
Áreas de PNN en riesgo	km ²	1137	1046	864	511	1176	962	894
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	%	1,2%	1,1%	0,9%	0,6%	1,3%	1,0%	1,0%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)								
Costo inicial								
Costo de capital de estrategia de respuesta	US\$ mill.	2.247	10.773	554.739	2.247	2.247	10.773	554.739
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	%	3%	4%	10%	3%	3%	4%	10%
Costo anual								
Costo anual de mantenimiento	US\$ mill.	62	305	16.404	62	62	305	16.404
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	%	0,08%	0,12%	0,29%	0,08%	0,08%	0,12%	0,29%

Anexo 2

Anexo 2.1. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de dólares. Escenario Pesimista. Sin Protección.

Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
PIB Colombia	US\$ mill.	75.997	210.290	2.336.921	75.997	75.997	210.290	2.336.921
Valor de capital en área en riesgo III	US\$ mill.	0	1	13	0	0	0	8
Valor de capital en área en riesgo III como porcentaje del PIB de Colombia		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Población Colombia	Miles pers.	43.071	62.128	43.599	43.071	43.071	62.128	43.599
Población en área en riesgo III	Miles pers.	0	0	0	0	0	0	0
Población en área en riesgo III como porcentaje de la población de Colombia	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sin protección								
Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida								
Valor de capital	US\$ mill.	0	0	0	241	1.181	955	43.366
Valor de capital en pérdida como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0,3%	1,6%	0,5%	1,9%
Población a trasladar	Miles pers.	0	0	0	215	748	319	1.361
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0,5%	1,7%	0,5%	3,1%
Áreas de manglar en pérdida	km ²	0	0	0	2170	4620	2170	4620
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	%	0%	0%	0%	44%	93%	44%	93%
Áreas de PNN en pérdida	km ²	0	0	0	168	1116	168	1116
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	1,2%
Valores en riesgo								
Valor de capital en área en riesgo	US\$ mill.	96	400	4.886	123	251	464	12.469
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%	0,5%
Población en riesgo	Miles pers.	81	126	141	83	181	132	351
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	%	0,19%	0,20%	0,32%	0,19%	0,42%	0,21%	0,81%
Áreas de manglar en riesgo	km ²	4536	4536	4536	3045	4619	3045	4619
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	%	91%	91%	91%	61%	93%	61%	93%
Áreas de PNN en riesgo	km ²	1137	1137	1137	511	1176	511	1176
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	%	1,2%	1,2%	1,2%	0,6%	1,3%	0,6%	1,3%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)								
Costo de capital de estrategia de respuesta	US\$ mill.	1.659	8.987	530.917	1.659	1.659	8.987	530.917
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	%	2,2%	4,3%	22,7%	2,2%	2,2%	4,3%	22,7%
Costo anual de mantenimiento	US\$ mill.	50	270	15.928	50	50	270	15.928
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	%	0,07%	0,13%	0,68%	0,07%	0,07%	0,13%	0,68%

Anexo 2.1. Continuación. Evaluación de la Vulnerabilidad. Valores expresados en Millones de dólares. Escenario Optimista. Con Protección.

Con protección								
Categorías	Unidades	Sin aumento en el nivel del mar			Con aumento en el nivel del mar			
		2001	2030	2100	2001 0.3 m	2001 1 m	2030 0.3 m	2100 1 m
Valores en pérdida								
Valor de capital	US\$ mill.	0	0	0	101	444	390	14.406
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0,1%	0,6%	0,2%	0,6%
Población a trasladar	Miles pers.	0	0	0	142	306	221	506
Población a trasladar como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0,3%	0,7%	0,4%	1,2%
Áreas de manglar en pérdida	km ²	0	0	0	2170	4620	1796	2264
Porcentaje nacional de manglar en pérdida	%	0%	0%	0%	44%	93%	36%	46%
Áreas de PNN en pérdida	km ²	0	0	0	168	1116	161	848
Porcentaje nacional de PNN en pérdida	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,2%	0,2%	0,9%
Valores en riesgo								
Valor de capital en área en riesgo	US\$ mill.	1	5	66	1	3	5	137
Valor de capital como porcentaje del PIB nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Población en riesgo	Miles pers.	1	2	2	1	2	1	4
Población en riesgo como porcentaje de la población nacional	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Áreas de manglar en riesgo	km ²	4536	3175	3538	3045	4619	2724	3721
Porcentaje nacional de manglar en riesgo	%	91%	64%	71%	61%	93%	55%	75%
Áreas de PNN en riesgo	km ²	1137	1046	864	511	1176	962	894
Porcentaje nacional de PNN en riesgo	%	1,2%	1,1%	0,9%	0,6%	1,3%	1,0%	1,0%
Costo de estrategia de respuesta (sin medidas adicionales)								
Costo inicial		2.247	10.758	535.283	2.247	2.247	10.758	535.283
Costo de capital de estrategia de respuesta	US\$ mill.							
Costo de capital de estrategia de respuesta como porcentaje del PIB	%	3%	5%	23%	3%	3%	5%	23%
Costo anual								
Costo anual de mantenimiento	US\$ mill.	62	189	2.517	62	62	189	2.517
Costo anual de mantenimiento como porcentaje del PIB	%	0,08%	0,09%	0,11%	0,08%	0,08%	0,09%	0,11%