



InVemar  
Colombia  
50% Mar



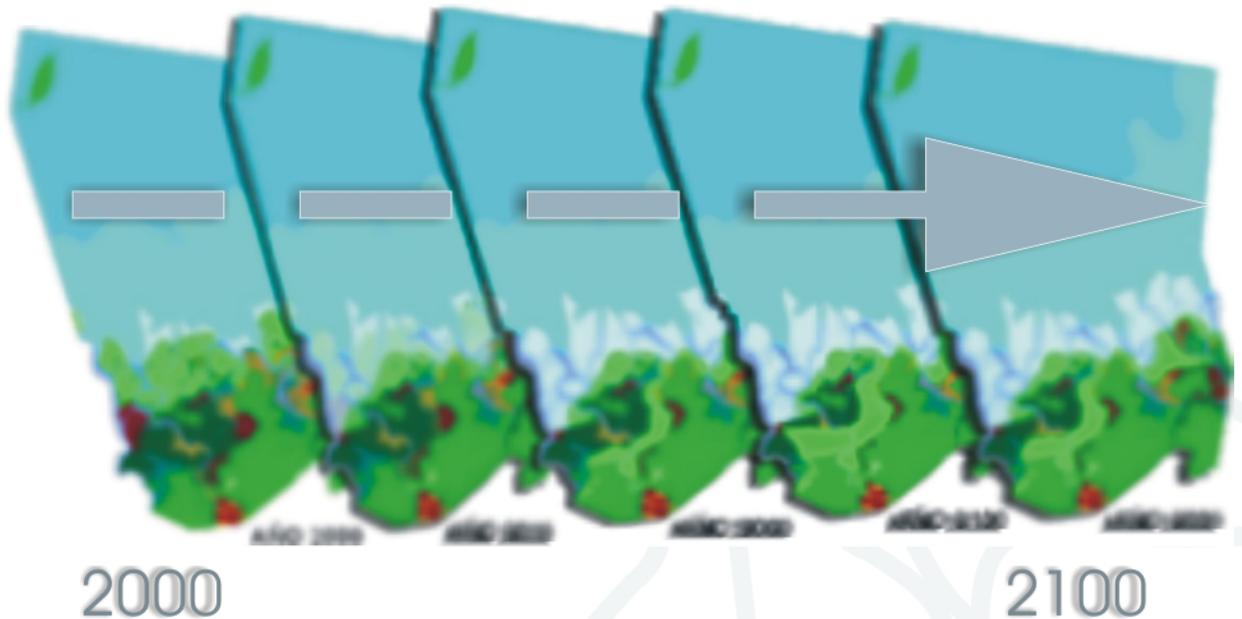
Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente, Vivienda  
y Desarrollo Territorial  
República de Colombia

## 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. 4

Evaluación de impactos, efectos y respuestas del sistema Natural



**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

## EVALUACIÓN DE IMPACTOS EFECTOS Y RESPUESTAS DEL SISTEMA NATURAL

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 figuras</i> .....	<i>iii</i>
<i>Lista de tablas</i> .....	<i>v</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>7</i>
<i>Executive summary</i> .....	<i>9</i>
<i>Introducción</i> .....	<i>21</i>
<i>Efectos físicos sobre el sistema natural</i> .....	<i>23</i>
<b>1 Erosión costera</b> .....	<b>24</b>
1.1 Comportamiento actual de la línea de costa.....	25
1.1.1 Línea de costa con erosión alta.....	25
1.1.2 Línea de costa con acrecimiento.....	28
1.1.3 Línea de costa poco variable .....	30
1.2 Factores que influyen en el modelamiento costero. ....	31
1.2.1 Factores tectónicos .....	31
1.2.2 Factores de origen atmosférico.....	31
1.2.3 Factores de origen marino .....	31
1.2.4 Intervención antrópica.....	32
1.3 Efectos de la erosión como consecuencia del ascenso del nivel del mar .....	32
<b>2 Inundación Costera</b> .....	<b>38</b>
2.1 Efectos de la inundación causada por el aumento en el nivel del mar .....	40
<b>3 Intrusión salina</b> .....	<b>41</b>
<i>Respuestas del Sistema Natural</i> .....	<i>43</i>
3.1 Ecosistemas terrestres .....	46
3.1.1 Zonobioma de Desierto Tropical.....	46
3.1.2 Zonobioma Bosque Seco Tropical .....	46
3.1.3 Bosque Húmedo Tropical.....	47
3.2 Ecosistemas marinos y costeros.....	49
3.2.1 Ecosistema de arrecifes de Coral.....	49
3.2.2 Ecosistema de fanerógamas marinas .....	54
3.2.3 Ecosistema de manglar.....	55
3.2.4 Ecosistemas de playas y acantilados .....	59
3.2.5 Ecosistema de lagunas costeras y estuarios.....	60
3.2.6 Recursos demersales.....	62
<i>Impactos socioeconómicos asociados a las respuestas del sistema natural</i> .....	<i>64</i>

<b>4 Criterios metodológicos y limitaciones de información para la valoración de impactos socioeconómicos .....</b>	<b>64</b>
4.1 Estimación de impactos directos según los escenarios socioeconómicos de desarrollo	67
4.1.1 Escenario optimista .....	68
4.1.2 Escenario pesimista .....	73
<b><i>Casos de estudio.....</i></b>	<b>79</b>
4.2 Golfo de Morrosquillo, (sector Tolú-Punta rada).....	82
4.2.1 Escenario Optimista .....	86
4.2.2 Escenario pesimista .....	88
4.3 Umi Guapi- Iscuande .....	90
4.3.1 Escenario Optimista .....	91
4.3.2 Escenario Pesimista.....	93
4.4 San Andrés de Tumaco .....	94
4.4.1 . Escenario Optimista .....	95
4.4.2 Escenario Pesimista.....	97
<b><i>Bibliografía.....</i></b>	<b>101</b>
<b><i>Fuentes.....</i></b>	<b>106</b>
<b><i>Anexo 1.....</i></b>	<b>108</b>
<b><i>Anexo 2.....</i></b>	<b>110</b>
<b><i>Anexo 3.....</i></b>	<b>111</b>
<b><i>Anexo 4.....</i></b>	<b>124</b>
<b><i>Anexo 5.....</i></b>	<b>137</b>
<b><i>Anexo 6.....</i></b>	<b>139</b>
<b><i>Anexo 7.....</i></b>	<b>141</b>
<b><i>Anexo 8.....</i></b>	<b>143</b>

# Lista de figuras

<i>Figura 1. Perfil activo de una playa en retroceso.</i> .....	24
<i>Figura 2 Efecto del aumento del nivel del mar en sustratos de arena. La elevación del nivel del mar produce un “espacio” en superficie del sedimento, el cual representa un disturbio en el “equilibrio dinámico” que se había establecido en la condición de nivel del mar anterior. Este “espacio” es llenado mediante la remoción de sedimento del área de la rompiente al área interna y hacia mar adentro, con el resultado final del avance de la línea de costa hacia la tierra (Regla de Bruun).</i> .....	33
<i>Figura 4. Ejemplos de variabilidad en la elevación local del nivel del mar. a) Se asume que el nivel del mar subirá a una velocidad mayor y que el movimiento de la tierra es continuo. b) la segunda condición puede no sostenerse en todas partes debido a la eventual forma en la cual el desplazamiento de la tierra generalmente ocurre, como en el caso del terremoto de Costa Rica en 1991. Este tipo de efecto es más importante para áreas en el límite tectónicamente activo de la placa Caribe y Pacífica colombiana c) en el caso en que el nivel del mar aumenta y hay descenso de la masa terrestre, el aumento del nivel del mar resulta mucho mayor al esperado que si fuera un sitio tectónicamente estable.</i> .....	35
<i>Figura 5. Bahía de Santa Marta. Acanuilados labrados sobre rocas ígneas y metamórficas</i> .....	36
<i>Figura 7. Secuencia de arrecifes como indicadores de ascenso del nivel del mar. Los arrecifes que son capaces de “mantenerse” tienen la misma tasa de crecimiento que de ascenso del nivel del mar (corales de las aguas someras). (Modificado de Birkeland, 1996).</i> .....	51
<i>Figura 8 Corales ramificados</i> .....	52
<i>Figura 9. La pérdida de área de manglar, no necesariamente implica la pérdida de línea de costa con manglar. A: Condición original. B: Con un metro de ascenso del nivel del mar.</i> .....	57
<i>Figura 10. Efectos esperados sobre los manglares debido al ascenso del nivel del mar.</i> .....	57
<i>Figura 11 Río Piedras, Parque Nacional Natural Tayrona. Caribe colombiano</i> .....	61
<i>Figura 12. Distribución de la población según áreas en riesgo de inundación (número de habitantes).</i> .....	70
<i>Figura 13 PIB afectado según departamentos</i> .....	71
<i>Figura 14. .PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Pacifico 2030 y 2100.</i> .....	72
<i>Figura 15. Principales municipios afectados año 2030.</i> .....	74
<i>Figura 16. Principales municipios afectados año 2100.</i> .....	74
<i>Figura 17. Distribución de la población según áreas en riesgo de inundación.</i> .....	75

<i>Figura 18 PIB afectado según departamentos. sectorial según áreas en riesgo de inundación Caribe .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 19 Coberturas actuales y proyectadas del caso de estudio golfo de Morrosquillo, con base en el modelo generado. ....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 20. Coberturas actuales y proyectadas del caso de estudio UMI Guapi-Iscuandé, con base en el modelo generado. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 23. Población municipal afecta en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 24. Distribución de la población municipal afectada.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 25. Media mensual multianual 1951-2001 del nivel del mar en a) Buenaventura y (b) en Tumaco. Los picos mas prominentes en ambas series corresponden al ascenso anormal del nivel del mar durante los años de ENOS particularmente altos los ocurridos en 1982-83 y 1997. En Buenaventura (a) la tendencia lineal es de 2.4mm/año (línea azul), muestra un aumento de mas de 12cm en 50 años y el ajuste polinomial (línea roja) muestra tres pulsos centrados en 1963, 1983 y 1997. En Tumaco el nivel del mar ha bajado 2.34cm en 50 años (0.46mm/año) con 3 pulsos centrados en 1956-62, 1983 y 1997. La diferencia de tendencia entre estas dos estaciones explicada en términos tectónicos implica que la elevación del continente en el área de Tumaco es mas rápida que el ascenso del nivel del mar en esa misma área. Otro razgo importante es que el ascenso del nivel del mar ha sido mayor en los años de ENOS mas recientes y pareciera progresivo. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 26. Población municipal afecta en el área de estudio de la UMI Guapi - Iscuandé .....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 27. Población municipal afecta en el área de estudio de la UMI Guapi - Iscuandé .....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 28 . Población municipal afecta en el área urbana de San Andrés de Tumaco .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 29 Población municipal afecta en el área urbana de San Andrés de Tumaco .....</i>	<i>98</i>

# Lista de tablas

<i>Tabla 1. Fenómenos naturales reportados en las costas colombianas en los últimos 70 años. Los datos que se presentan en la columna correspondiente al nivel nacional no incluyen todos los fenómenos naturales ocurridos en todo el territorio Nacional, únicamente aquellos reportados para las zonas costeras.</i>	39
<i>Tabla 2. Valores de nivel medio del mar en milímetros, causados por eventos oceanográficos extremos en períodos de 10 años, 100 años y 1000 años, con base en el modelo de predicción.</i>	40
<i>Tabla 3. Servicios ambientales de los ecosistemas marinos, costeros y terrestres que se van a ver afectados ante un eventual ascenso en el nivel del mar. Modificado de WRI (2000).</i>	45
<i>Tabla 4. Servicios ambientales y usos del bosque seco tropical que pueden ser afectados ante un eventual aumento del nivel del mar.</i>	47
<i>Tabla 5. Servicios ambientales y usos del bosque húmedo tropical que pueden ser afectados ante un eventual aumento del nivel del mar.</i>	48
<i>Tabla 6. Principales causas de deterioro en las áreas coralinas colombianas (Caribe, Insular y Pacífico) Tomado de Díaz et al., 2000.</i>	53
<i>Tabla 7. Evaluación de impactos sobre los servicios ambientales del ecosistema de arrecifes coralinos, debido al ascenso en el nivel del mar.</i>	54
<i>Tabla 8. Evaluación de impactos sobre los servicios ambientales del ecosistema de fanerógamas marinas, debido al ascenso en el nivel del mar.</i>	55
<i>Tabla 9. Servicios ambientales de los ecosistemas de manglar que pueden ser afectados ante un eventual aumento del nivel del mar.</i>	58
<i>Tabla 10. Servicios ambientales y usos de los ecosistemas de playas que se verían afectados por el eventual ascenso del nivel del mar (IAvHumboldt, 1997).</i>	60
<i>Tabla 11. Servicios ambientales y usos de los ecosistemas de acantilados que se verían afectados por el eventual ascenso del nivel del mar (IAvHumboldt, 1997).</i>	60
<i>Tabla 12. Servicios ambientales y usos de los ecosistemas de estuarios y lagunas costeras que se verían afectados por el eventual ascenso del nivel del mar (IAvHumboldt, 1997).</i>	62
<i>Tabla 13 Respuestas del sistema natural y posibles implicaciones socioeconómicas debido a un eventual aumento de un metro en el nivel del mar.</i>	65
<i>Tabla 14 Relación de los efectos de un eventual ascenso en el nivel del mar en los factores de desarrollo.</i>	66

<i>Tabla 15 Escenario socioeconómico optimista</i> .....	68
<i>Tabla 16. Principales municipios afectados año 2030</i> .....	68
<i>Tabla 17 Principales municipios afectados año 2100</i> .....	69
<i>Tabla 18. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Caribe 2030 y 2100</i> .....	72
<i>Tabla 19. Escenario socioeconómico pesimista</i> .....	73
<i>Tabla 20. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Caribe 2030 y 2100</i> .....	76
<i>Tabla 21. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Pacífico 2030 y 2100</i> .....	77
<i>Tabla 22. Cambios en el uso del suelo, golfo de Morrosquillo</i> .....	85
<i>Tabla 23 Ingreso bruto en áreas en riesgo (millones de pesos) según actividades económicas</i> .....	88
<i>Tabla 24 Ingreso bruto afectado (millones de pesos) según actividades económicas</i> .....	89
<i>Tabla 25 Ingreso bruto afectado (millones de pesos) según actividades económicas</i> .....	93
<i>Tabla 26 Ingreso bruto afectado (millones de pesos) según actividades económicas</i> .....	94
<i>Tabla 27 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2030</i> .....	96
<i>Tabla 28 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2100</i> .....	97
<i>Tabla 29 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2030</i> .....	98
<i>Tabla 30 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2100</i> .....	99

# Abstract

The present report is the integration of the biophysical and social economic components in order to analyze the possible effects and responses from natural systems due to sea level rise, and their implication in the social and economic developing issues. Also the study aims to give a preliminary view of the probable impacts due to sea level rise for years 2030 and 2100.

Some issues were worked out with the aim of establishing a continuum progress from sea level rise as a fact towards its effects in the natural systems and the consequences on regions socio-economic and development factors. Physical effects and the natural systems responses were described and characterized from the point of view of the three main impacts caused by sea level rise: erosion, inundation and saline intrusion. The changes these effects might cause over the coastal line and the marine and coastal ecosystems, as well as the lose of environmental services and socio-economic characteristics are described. The natural system analysis was used as the base line for the analysis of social economic impacts, in order to identify changes on population, land use or capacity. This analysis was done taking into account the development scenarios established on the Technical Report No.3 of the project. The analysis was also done for the case study areas, Morrosquillo Gulf, Guapi – Iscuandé and urban area of Tumaco. A preliminary model on coastal ecosystems loses in time was constructed based on secondary information about ecosystems likely responses to inundation.

Results show that in spite of the progressive increase of sea level rise most ecosystems could adapt to the changes in a natural way, but human intervention have reduced the capability of the ecosystems to adapt. Moreover human occupation of the coastline could make things worst. Changes on the natural system due to inundation in Colombian coastal zone will probably cause a change of land use that will be translated on national, departmental and economic sectors GDP variations, loss of productive areas and living sites, among other effects.

For this reason, the results presented here must considered as a baseline study for vulnerability and action plan analysis.



# Executive summary

The present report is the integration of the information supplied by the preceding technical reports<sup>1</sup>, to analyze the possible effects and responses from natural systems to accelerated sea level rise (ASLR), and their implication in the social and economic issues developing in the Colombian coastal regions. It is aimed as well, to address the impacts of the sea level change by year 2030, taking into consideration a projection of 30 cm and the worst case scenario of 1 m ASLR projected by the year 2100.

## 1. Natural system responses

Although a high uncertainty is still prevailing on what are the truthful consequences of sea level rise on the natural system, some assumptions have been made taking into account geological and physical evidence as well as expert knowledge to describe some of the possible responses. These responses had been characterized from the point of view of the known major impacts caused by SLR, that are, erosion, flooding and saline intrusion. These impacts have been localized on maps and explained wherever occurring.

### 1.1 Erosion

On the worst-case scenario, erosion is expected on most low coastlands in the Caribbean coast due to the low topographic gradient, high sediments and sand movement. Although the degree on which this impact will reveal along the coast is a major uncertainty where natural processes are going to be playing a major role on the results. Beach erosion could increase in the southern Caribbean as a consequence of land sinking associated to mud diapirism.

Erosion on Pacific low coastland areas is also expected; high precipitation and rivers input have led to the conformation of an extended submarine sand barrier; deltas and sand barriers are expected to be the most affected systems on this coast. On the other hand, the sustainable management of the major deltas of the Pacific could reverse the erosion effects under a carefully controlled environment, allowing the natural functioning of deltas by utilizing, rather than diminishing, beneficial natural pulsing energies.

More so ever, despite the high rates of natural SLR over the past several thousand years, Pacific deltas have greatly increased in area because of riverine sediment delivery. Sediment deposition leads directly to accretion. Dissolved and particulate nutrients stimulate vegetation growth that

---

<sup>1</sup> NCCSAP Colombia, Informe Técnico 1. Delimitación del área de estudio.  
NCCSAP Colombia, Informe Técnico 2. Caracterización e inventario  
NCCSAP Colombia, Informe Técnico 3. Definición de escenarios

increases organic soil formation, thus further increasing the rate of accretion. Deltas have grown through overbank flooding and also by changing channels every several hundred years. The input of river water not only adds sediments, but brings fresh water which lowers salinity stress and provides nutrients which increases the productivity of deltas. In this sense, it is also expected in some degree the self-response of this system to SLR impacts.

Continuing on the assumption of erosion, high coastal land erosion is expected to be a function of the resistance of cliffs materials. In this sense the southern Caribbean would be more affected whereas towards the northern cliffs, like Sierra Nevada de Santa Marta, significant effects are not expected. The same principle has been applied to the Pacific high coastlands where erosion is expected towards the southern area and in some small local spots towards the north.

## 1.2 Flooding

Again assuming the worst-case scenario, flooding processes in Colombia will occur parallel to the erosion process due to the characteristics of the coast morphology. Sea level rise would occur over all beaches along the Caribbean coastline and lead to the conformation of new sand deposits; flooding would affect the most the southern Pacific coast because of low coastlands extension, the presence of several rivers mouths and numerous internal drainage connections. Flooding will affect coastal lagoons and estuaries also by saline intrusion and the spread of their inundation area, fresh water input is expected to increase as well.

## 1.3 Saline intrusion

Saline intrusion will be more representative in coastal lagoons and estuaries, although the extend and effects of salt intrusion has not been deeply studied for the Colombian estuaries; for this report some qualitative aspects have been described, including ecosystems migration, cultivation land effects and fresh water sources salinization.

Erosion, flooding and saline intrusion effects and ecosystems characteristics (Technical Report No. 2) were used to address natural systems responses to sea level rise. Even though, the main attention has not been placed in seismic movements which could alter continental /platform levels and hence natural systems responses, it is important to develop further research and remain them present along any diagnosis or management process. For each ecosystem, uses and environmental services that could be potentially affected by a change in sea level were summarized in the table 1 and in the document.

It is important to mention that in addition to the potential effects that inundation, erosion and saline intrusion have on natural systems, current pressures on the environment are also high. Habitat fragmentation, climate change (temperature and precipitation) and resources over exploitation could have equal or even higher effects than sea level rise as such. This is the case of the Colombian coastal ecosystems as well; the extent of sea level change effects over desert zoniomes and dry tropical forest is expected to be primary as a consequence of saline intrusion and inundation, but tourism, industry and cities expansion have led to a considerable reduction of these systems.

Table 1. Marine, coastal and terrestrial ecosystems goods, and environmental services that could be affected by sea level rise (Modified from WRI, 2000)

Ecosystem	Services	Goods
<b>Agro ecosystems</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maintain limited watershed functions (infiltration, flow control, partial soil protection)</li> <li>■ Provide habitat for birds, pollinators, soil organisms important to agriculture</li> <li>■ Build soil organic matter</li> <li>■ Sequester atmospheric carbon</li> <li>■ Provide employment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Food crops</li> <li>■ Fiber crops</li> <li>■ Crop genetic resources</li> </ul>
<b>Forest Ecosystems</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Humid Tropical Forest</li> <li>◆ Dry Tropical Forest</li> <li>◆ Mangroves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Remove air pollutants, emit oxygen</li> <li>■ Cycle nutrients</li> <li>■ Maintain array of watershed functions (infiltration, purification, flow control, soil stabilization)</li> <li>■ Maintain biodiversity</li> <li>■ Sequester atmospheric carbon</li> <li>■ Moderate weather extremes and impacts</li> <li>■ Generate soil</li> <li>■ Provide employment</li> <li>■ Provide human and wildlife habitat</li> <li>■ Contribute aesthetic beauty and provide recreation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Timber</li> <li>■ Fuel wood</li> <li>■ Drinking and irrigation water</li> <li>■ Fodder</li> <li>■ Non-timber products (vines, bamboos, leaves, etc.)</li> <li>■ Food (honey, mushrooms, fruit and other edible plants; game)</li> <li>■ Genetic resources</li> </ul>
<b>Aquatic Systems</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Estuaries</li> <li>◆ Coastal lagoons</li> <li>◆ Marshes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Buffer water flow (control timing and volume)</li> <li>■ Dilute and carry away wastes</li> <li>■ Cycle nutrients</li> <li>■ Maintain biodiversity</li> <li>■ Provide aquatic habitat</li> <li>■ Provide transportation corridor</li> <li>■ Provide employment</li> <li>■ Contribute aesthetic beauty</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drinking and irrigation water</li> <li>■ Fish</li> <li>■ Hydroelectricity</li> <li>■ Genetic resources</li> </ul>
<b>Grassland Ecosystems</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maintain array of watershed functions (infiltration, purification, flow control, soil stabilization)</li> <li>■ Cycle nutrients</li> <li>■ Remove air pollutants, emit oxygen</li> <li>■ Maintain biodiversity</li> <li>■ Generate soil</li> <li>■ Sequester atmospheric carbon</li> <li>■ Provide human and wildlife habitat</li> <li>■ Provide employment</li> <li>■ Contribute aesthetic beauty and provide recreation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Livestock (food, game, hides, fiber)</li> <li>■ Drinking and irrigation water</li> <li>■ Genetic resources</li> </ul>
<b>Coastal Ecosystems</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Mangroves</li> <li>◆ Sea grasses</li> <li>◆ Coral reefs</li> <li>◆ Soft bottom</li> <li>◆ Beaches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Moderate storm impacts (mangroves; barrier islands)</li> <li>■ Provide wildlife (marine and terrestrial) habitat</li> <li>■ Maintain biodiversity</li> <li>■ Dilute and treat wastes</li> <li>■ Provide harbors and transportation routes</li> <li>■ Provide human and wildlife habitat</li> <li>■ Provide employment</li> <li>■ Contribute aesthetic beauty and provide recreation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fish and shellfish</li> <li>■ Fish meal (animal feed)</li> <li>■ Seaweeds (for food and industrial use)</li> <li>■ Salt</li> <li>■ Genetic resources</li> </ul>

Humid tropical forest will be affected by inundation and saline intrusion processes, it is expected a backwards migration, when possible, to more solid land and where the conditions allow

colonization. Due to the large extension of the ecosystems, it is expected that it would not occur a definitive lost of the system, neither on uses or environmental services, as a general rule, once more the anthropogenic pressure over the system plays an important role in the near future.

Coral reefs responses to sea level rise will depend upon their distribution as well as the hydrographic, geomorphologic and biologic aspects occurring at short, middle and long term, also their inherent adaptation capabilities. Sea grasses remain sub-researched in Colombia; the effects of sea level change may be related to sediments and turbidity increment.

Mangrove forests are expected to be the systems under the highest pressure from the effects of sea level rise, flooding rate, tides range and sedimentation rate are the factors that could influence the most in these systems adaptation to new conditions. The expected response would be migration, in places where it can be possible, other wise these systems would be under massive stress. Most of their environmental services would be affected by sea level rise, in particularly the service of shoreline protection.

## **2. Social-economic responses**

Expected sea level rise effects, natural systems responses and their impacts on socio-economic aspects have been summarized in Table 2. Basically, the main socioeconomic implications are the alteration or loss of social and economic valuable areas, meaning the alteration changes in land use, land value, investment and management costs rise, among others.

The socio-economic analysis for the present report concentrates in the qualitative description of the direct impacts caused by effects associated with sea level rise (30 and 1 m), and the establishment of methodological criteria for the estimation of such impacts. These results contribute to an approach for the formulation of strategies for the step 5.

It is important to understand that the estimation of impacts might be affected by the availability of information, not only for the projected variables but also for the actual scenario. For this reason, the risk of generating underestimations or overestimations is present. It is very important to outline that estimations done involve exclusively quantitative descriptions of inundation direct cost, which is far of a deep analysis on social good wealth that integrates direct and indirect costs. It does not mean a loss in analysis relevance because it is the first approach based on the premise that “to a relative modest increase in sea level there could be a substantial effect on society, unless that costly protective measures are taken”.

As stated in the introduction of this report, definition of sea level rise impacts and coastal zone systems responses only could be established with the integration between natural and social economic components. The social economic responses are based on the analysis of different estimated tendencies for a limited number of variables once the sea level rise impacts on development factors have been identified. So, the social economic responses analyses depend upon the qualitative and quantitative description of social and economic impacts, and for this reason are based on the natural system responses.

In this framework, a description and quantification of the principal social economic impacts due to sea level rise have been done follow by a description of the methodological criteria used to estimate the impacts. This methodology aims to solve relevant questions, under the comparison analysis of the present time, a projection for years 2030-2100 and the possible impact of this future scenario with 0.30 and 1 m SLR (Figure 1).

Table 2. Implications of sea level change effects on the Colombian development factors

DEVELOPMENT FACTORS	INUNDATION	EROSION	SALINE INTRUSION
<b>Population</b>	To define sea level rise socioeconomic vulnerability, there is a need to identify vulnerable population firstly. Vulnerability is defined in this case as accommodation loss, as a consequence of structures deterioration caused by land erosion and inundation.		Saline intrusion is expected to have an impact on the population, in terms of fresh water availability.
<b>Agriculture</b>	Two impacts can be expected: cultivated area loss and/or potentially cultivated and/or increment in phreatic level that could alter actual crops distribution.	Gradual erosion of agricultural lands as a consequence of sea level rise added to progressive erosion caused by non-adequate management practices could be one of the principal impacts on agriculture production.	Saline intrusion has two effects; soil's chemical properties alteration and fresh water irrigation sources salinization.
<b>Cattle raising</b>	Cattle areas loss	Erosive processes caused by sea level rise added to soils overexploitation by semi-intensive cattle raising, could accelerate soils degradation that would lead to non productive lands.	Soils salinization could lead to a gradual productivity reduction in soils productivity in terms of plants covertures that are part of cattle raising feeding habits.
<b>Fisheries</b>	As it has been described in natural systems responses, mangrove ecosystems flooding could generate a forest migration depending on the geomorphologic and infrastructure limits. Fish behavior in estuarine areas partially depends on these ecosystems alterations and responses. In general terms, it is expected that a redistribution of sediments could occur with consequences for artisan fisheries. There is still an information gap regarding the effects of sea level rise on large-scale commercial fisheries.		
<b>Forestry</b>	The loss of forests area by inundation could result, at least temporally, in a reduction in goods and services supplies associated to forestry ecosystems.	The intensification and acceleration of erosion rates would increase ecosystems alteration that could affect goods and services supplies associated to this systems	Saline intrusion could temporally generate forestry resources decrease. Even though, it would also generate alterations in population dynamics favoring other species exploitation.
<b>Industry</b>	Industrial infrastructure area loss as a consequence of constructions and equipment deterioration		Saline intrusion would affect the water quality used for services and productive processes.
<b>Commerce</b>	Commercial infrastructure loss caused by constructions deterioration		
<b>Tourism</b>	Tourist infrastructure loss as a consequence of constructions deterioration. An important issue is to address the tourist places where recreation is a very important service.		
<b>Infrastructure</b>	Transport infrastructure as a consequence of roads and ports deterioration.		

In accordance, the following questions were worked out:

1. What will be the impact of 30 and 100 cm ASLR on the costal zone natural and socio-economic system in terms of loss and risk of people an value?

ASLR\scenario	T <sub>0</sub>	T <sub>2030</sub>	T <sub>100</sub>
0 meter 	Present situation without SLR	Future development without SLR	Future development without SLR

0.30 meter	Present situation with SLR	Future development with SLR	
1 meter	Present situation with SLR		Future development with SLR

Figure 1. Comparison matrix used on the follow up vulnerability assessment.

2. What will be the impact of two different scenarios of development (optimistic and pesimistic, till the year 2030) on the costal zone natural and socio-economic system in terms of loss and risk of people an value?
3. What will be the impact of both of the different scenarios of development (optimistic and pesimistic, till the year 2100) with 100 cm ALSR on the costal zone natural and socio-economic system in terms of loss and risk of people and value?
4. Which of those situations presents the biggest impacts?
5. Does Colombia need to develop ICZM because ASLR will have such a large potential effect or because the expected autonomus development will lead to such an increase in risk for people and value, that ICZM is needed?

Questions 1 to 4 are answered within this report. Question No. 5 will be answered in steps No. 6 and 7.

## 2.1 Methodological framework

A relative change of the biophysical conditions, as the one described on the natural systems responses chapter, have a large impact over the population and the use of environmental goods and services (in terms of magnitude). Each one of sea level rise effects – flooding, erosion and saline intrusion- determines a natural system response that modifies resources uses, as urban and productive activities.

In general terms, among de principal social economic implications can be count the lost and/or modification of areas with social and economic value represented by land use changes, vary on land value and cost inversion increment and /or the maintenance of the cost.

Although, three possible effects have been taken into account (erosion, inundation and saline intrusion), its important to underline that for the social economic analysis, only an approach for the impacts estimation in relation to the flooding effect was made. Notice that the natural system responses determine in a bigger or minor grade the resources usage and its inherent costs and represent a social welfare lost.

In accordance with the results obtained in step 3 (Technical Report No. 3. Scenario definition), the methodological structure of this report was approached through the estimation of direct

impacts due to sea level rise among the social economic scenarios outline. Its important to highlight that the accuracy the impacts identify for each of the scenario could be affected by availability of information, not only for the projected variables but also for the base line variables. In methodological terms, the differences between politic-administrative and technical boundaries used in this project for information collection are a limitation that leads to under- or over estimation of the variables. In general, one can state that the variables are not evenly distributed in the space.

However the assumptions were necessary to be able to operate with the data available, like population and GDP. In order to solve methodological difficulties incapability between study area boundaries, flooding risk areas and potential flooding areas and the administrative boundaries as this is the reference for population and productive sector value information. In the specific case of the study area population, the base of information is represented by the municipalities' projections corresponding to each scenario. Not always the coastal zone municipalities' extension is included in the study area, moreover in a specific view; frequently a portion of the rural area of the municipality is contain in it. Taking into account these aspects, the population was consider for urban areas as the precise value of inhabitants and an estimation was calculated for the rural areas based on the assumption of uniform distribution. According to this assumption, the estimation of population affected by inundation due to sea level rise and the population in risk was obtained (see also the chapters on data availability and assumptions in the other reports).

For the estimation of economic values at lost and at risk the following considerations were taken into account:

1. The information used correspond to the departmental GDP economic sector projections in relation with the development scenario optimisms and pessimistic.
2. Due to the difficulties explain above in relation with the boundaries, assumptions were done based on currently information about land uses.
3. In the case of agriculture and cattle sectors information in terms of crops area and grass areas for the departmental cattle were considered for the indicator identification suggested by the IPCC methodology in terms of production value per area.
4. For the industrial sector the information was obtained in terms of aggregate value for Cartagena and Barranquilla-Soledad zones. Projections for the industrial aggregate value for 2030 were calculated based on the national GDP growth rate for 2000 and the rates used on the projections for the development scenarios analysis.

Finally, for the case study areas of Guapi and Tumaco, all the calculations were done in the same way as in the national analysis. The only modification done was that the economic sectors GDP was replaced with the annual gross of the productive system associated to the land uses. For the case study area of Morrosquillo, a estimation of the change on land use between 2000 and 2030 according to the observed dynamic on different vegetal covers as crops area, grass, urban areas, wetlands, among others.

## 2.2 Direct impacts estimations according to the social economic development scenarios

### 2.2.1 Optimism scenario

Beyond a social political favorable context, in terms of a reduction on the level of social conflict in Colombia, the population dynamic will be determined by a constant growth rate and the by a high rate growth GDP. This application of the flooding model to the present scenario is a theory exercise in which adverse impacts caused by a sudden 0.3 m sea level rise. The impacts were quantified through the affected population and economic sectors GDP according the land use categories.

#### Population impacts

This scenario shows that by the year 2030 approximately 3.7% of the Colombian coastal zone (Continental Caribbean and Pacific) could be affected by flooding due to sea level rise. That is more or less 9.011.712 inhabitants that represent 0.5% of the total country population for the same year.

In regional context, the estimations show that the affected population has the tendency of aggregation on the Caribbean coast with a 61% of the total affected population, besides the Pacific coast with 39%. In a closer look, the municipalities with the most total affected population will be Tumaco (69,127), Turbo (69,127), Cartagena (43,763), Tolú (43,090) and Pueblo Viejo (20, 782). This population represents the 82% of the total affected population for the year 2030.

This same analysis made under a 1 m SLR scenario for the year 2100, the estimations shown a variation on the above results, not only by the expected flooding but because of the autonomous development between 2030 and 2100. It is observed that from the 12.7 million people that could inhabit the coastal areas, SLR could affect approximately 1.7 million.

That is 2% of the national population, being 77% correspondant to the Caribbean and 23% to the Pacific. In this scenario its is also observed a mayor participation of the urban population corresponding to the 85%. By the year, 2100 the mayor number of inhabitats would be located on the municipalities of Cartagena and Barranquilla as well as in the Tumaco, Turbo and Buenaventura areas. In accordance with the methodology estimations for the new risk areas after the SLR has taken place are necessary to determine. The results show that from the year 2030 to 2100 the percentage of population on the study area that will be localized on the risk area I will pass from 15% to 33%. A different proportion within coasts is observed for risk areas II and III whereas on the Caribbean goes higher while on the Pacific it diminished.

#### Social economic impacts

On general terms and considering within the analysis the agricultural, catcalling, industrial, forestall and mining sectors, the result shows that 0.4 percentage of the departmental GDP would be affected by the year 2030. The most affected departements under this scenario would be Chocó and Cauca with a 29% and 19% of their total affected GDP.

By the year 2100 under the same analysis made above, a total of 0.4% of the total departments GDP would be affected. Agriculture (81%), followed by catcalling (18%) and industry (1%) would be the most affected sectors.

It is observed that by the year 2100, the Caribbean GDP would be greater affected in relation of the total obtained for the year 2030 under the current scenario. The participation of the Caribbean GDP would be 53% and for the Pacific would be 47%.

In relation with the risk areas, the analysis shows that the agriculture GDP sector will be mostly included on flooding risk area I and II, followed by catteling under both SLR proyections. Identification of particular risk conditions for industrial sector of Barranquilla and Cartagena is identified for the year 2100.

### 2.2.2 Pessimistic scenario

The assumption that leads this scenario was that a higher level of conflict will imply low rates of consumption and inversion, reflected in a national GDP growth. The same assumption was established for population growth.

#### Population Impacts

Approximately a 4 % of the coastal zone Colombian population could be affected by a 30 cm sea level flooding under this scenario, more or less 8,631.082 inhabitants that represent 0.5% of the total country population for the same year.

In regional context, the estimations show that the affected population must be concentrated on the Caribbean coast with 62% of the total affected population, besides the Pacific coast with 38%. In a closer look, the municipalities with the most total affected population will be Tumaco, Turbo, Cartagena, Tolú and Pueblo Viejo.

Under a 1 m SLR, the total affected population would be closer to 1.4 million people. That is 3% of the total national population of Colombia on that same year. An 86% of this population would inhabit the urban areas. In reference to the people inhabiting the risk areas by the year 2030 a 14% and 30% of the Caribbean and Pacific coasts would be settled on risk area I. By the year 2100 this percentages are expected to grow until 31% and 38 % respectively.

#### Socio-economic impact

Under the present scenario a 0.1% of the total departmental GDP would be affected by the year 2030. By the year 2100 this percentage grows to 0.4%. The most affected economical sector would by agriculture (74%) followed by cattle (24%) and forestry (1%).

### 3. Case study areas

#### 3.1 Morrosquillo Gulf

##### 3.1.1 Optimism scenario

###### Population impacts

The estimations shows that for 2030 the population of the case study area would be around 90,249 inhabitants belonging to the San Antero, San Bernardo del Viento and Tolú municipalities. Based on the flooding model, around 27% of the inhabitants would be affected by a 30 cm sea level rise. This proportion could increase to a 40% by a 1 m SLR by the year 2100 (111,992 total projected population for the same municipalities).

###### Socio-economic impact

Due to flooding, the most affected economic activity by 2030 would be agriculture (94% of the total gross GDP) in contrast to 2100, when the aquaculture sector would be then more affected (46%), followed by agriculture and cattle with 32% and 22% respectively. The total grocery affected will be mostly concentrated on San Bernardo del Viento municipality.

##### 3.1.2 Pessimistic scenario

###### Population impact

For 2030 pessimistic scenario, the population of the municipalities of San Antero, San Bernardo del Viento and Tolú would be around 87,069 inhabitants, distributed as follows, Tolú 50.4% , San Antero 19.7% and San Bernardo del Viento 29.2%. Based on this data, the population affected has been estimated on 23,940 inhabitants (27% of the population). In terms of distribution the total population affected correspond to Tolú 31%, San Bernardo del Viento 41% and San Antero 28%. From this total, the 75.2% of the population will be located at the urban area. The population on flooding risk area will be more or less 29%, concentrated on Tolú and San Bernardo del Viento. By the year 2100 this proportion could grow to a 40% of the total population (53,270), being Tolú the municipality with the highest participation within the total affected population (44%).

###### Economic impact

Under this scenario, the most affected activity will still be agriculture followed by cattle, and aquaculture. In spite of this, results the affected gross income is reduced in 20% on the optimistic

scenario in comparison to the pessimistic scenario for the year 2030. This same analysis shows a 59% of affectation in comparison from the optimistic and pessimistic scenario for the year 2100.

## 3.2 Integrated Management Unit Guapi – Iscuandé

### 3.2.1 Optimistic scenario

#### Population Impact

The results for this case study area shown a different result from the former Moorrosquillo area. It is expected that by the year 2030 and 2100 the population would grow from 2,411 to 27,3228 habitants respectively. This accelerated population grow leads to presume an afectation of 5% of the population by the year 2030 and a 40% by the year 2100.

#### Economic impact

The most impacted activity will be agriculture with a 72% of the total brute income followed by extractive agriculture- forestry (28%) by the year 2030. On 2100, the participation of these same-affected sectors would be 87% and 13% respectively. In terms of municipalities, the total brute income affected will be similar to both, Guapi and Santa Barbara de Iscuandé. The same activities will be affected at the flooding risk areas.

### 3.2.2 Pessimistic scenario for the UMI Guapi-Iscundé case study area

#### Population Impact

The total affected population for the year 2030 in a pessimistic scenario will be 2,3060 inhabitants (5% of the population). This same indicator for the year 2100 will lead to an estimative of 30, 790 inhabitats that represents a 39% of the toatal municipalities population for that year. According to this, Guapi will have the 56% of the population affected and Santa Barbará de Iscuandé 46%. In this case also the urban population will be the most affected. By the year 2100, this participation would be of 83% and 17% respectively.

#### Economic Impact

As in the optimistic scenario, the most affected activities will be agriculture (72% by 2030 and 87% by 2100) followed by forestry use and extractive forestry use. In relation with the flooding risk areas the same order of activities will be affected.

## 3.3 Tumaco urban area

### 3.3.1 Optimistic scenario

Before doing the description of the results obtained, its important to remember that this case study area differs from the others due to its characteristic of urban area, were the population is the most relevant element.

#### Population impacts

Based on the estimations done is possible to identify that the population of the urban area of Tumaco will be more or less 19% of the total population of the municipality (22,838 inhabitants). The urban population affected by a flooding due to sea level rise is estimate on the 19% for the year 2030. In terms of population at risk 22.3% will be located on risk area I and 81.1% at risk area III.

### 3.3.2 Pessimistic scenario

Under a pessimistic scenario, the population of the urban area of Tumaco will be more or less 59.5% which means 109,633 inhabitants. The urban population affected by a flooding due to sea level rise is estimate on the 88%. In terms of population at risk will be located on risk area I and 81.1% at risk area III.

# Introducción

La línea costera de Colombia tiene una longitud aproximada de 4681 km<sup>↗</sup> sobre la cuales se distribuyen una gran variedad de ambientes como colinas, acantilados, playas, dunas, estuarios, lagunas, deltas, planos costeros, salares y manglares, entre otros. También se encuentran barreras arrecifales, fondos vegetados y sedimentarios. Los elementos bióticos, físicos y culturales de estos paisajes, aunque poseen una extraordinaria flexibilidad y capacidad de sustentar una amplia gama de actividades económicas son, sin duda alguna frágiles y merecen especial atención para promover su conservación y uso racional ante los diferentes cambios naturales e inducidos de su entorno.

*El acelerado crecimiento de las poblaciones costeras, en conjunto con el desarrollo de la infraestructura industrial, ocasiona una reducción de espacio de los ecosistemas adyacentes a las grandes ciudades (INVEMAR, 2000).*

Los ecosistemas marino-costeros sustentan muchas actividades económicas de gran importancia como el turismo, acuicultura, pesca y actividades portuarias, que representan ingresos para buena parte de las poblaciones costeras. Estos sistemas proveen servicios ambientales como protección de la línea de costa, estabilización de sedimentos, abrigo de bahías, etc. La pérdida o deterioro de estos sistemas, causan impactos desde el punto de vista ecológico y económico de gran magnitud, con el consecuente impacto social que ello supone.

Dentro de los factores de cambio más importantes en la zona costera se identifica el incremento rápido y descontrolado de la población sobre las costas colombianas; este incremento genera cambios en el uso del suelo y de las relaciones sociales de producción. La extracción intensiva e incontrolada de recursos marinos y costeros ocasiona una serie de efectos en cascada. Inicialmente, disminuye el volumen de captura de las especies comerciales que conlleva a la extracción del recurso por debajo de la talla mínima permitida, afectando las poblaciones por cuanto no alcanzan su talla reproductiva y produciendo quizá, la desaparición de aquellas especies más susceptibles. Esto genera a mediano plazo la captura de especies de menor valor económico y cambios hacia métodos de captura más eficientes (dinamita, arrastres) que casi siempre conllevan a fragmentación y/o destrucción de los ecosistemas con la consiguiente variación de la vocación del medio.

---

<sup>↗</sup> El valor de longitud de costa expresado corresponde a 1686.13 km. en el Caribe continental y 2995.83 km. en la Costa Pacífica. Esta información fue obtenida teniendo como base la cartografía desarrollada por el Laboratorio SIG y SR del INVEMAR, en escala 1:300.000.

En el panorama actual, el acelerado cambio climático global, que se ha registrado en los últimos años, se suma como un nuevo tensor sobre el medio físico y natural de la zona costera. Ha sido reportado en numerosas ocasiones que el posible efecto del ascenso del nivel del mar sobre los ecosistemas marinos y costeros, se encuentra íntimamente ligado a los cambios físicos de las geoformas sobre las cuales éste se desarrolla. Bajo este supuesto, los cambios que se presume ocurrirán sobre la línea de costa colombiana, llegarían a tener un efecto muy marcado sobre algunos sistemas tal cual los conocemos hoy en día. La velocidad y la magnitud con que estos cambios ocurran, serán un factor determinante en la capacidad funcional del sistema para responder ante dichos cambios. Algunos sistemas naturales podrán adaptarse con la suficiente velocidad como para seguir siendo un sistema dinámico y productivo. Sin embargo, existe la posibilidad de que algunas áreas puedan llegar a cambiar su funcionalidad, dando origen a ecosistemas distintos.

Es importante, entonces, introducir dos términos relevantes a este respecto: la resiliencia y la resistencia. Ambas son funciones del sistema natural para manifestar una adaptación autónoma, que se ve representada en las respuestas de acomodación del sistema natural costero ante el ascenso del nivel del mar. 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. 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.

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 muy 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 precisas a medida que la información se haga disponible. A continuación se presenta el mejor estimativo de los cambios en dichos sistemas.

# Efectos físicos sobre el sistema natural

De acuerdo con Pilkey et al. (1989), es necesario tener presente que los posibles cambios en el nivel del mar, la cantidad de sedimentos, el régimen de oleaje y las corrientes costeras, la intensidad y frecuencia de tormentas y la intervención antropogénica o la combinación de éstos, pueden causar cambios en la línea de costa. Según los lineamientos establecidos por el Committee on Engineering Implications of Changes in Relative Mean Sea Level (1991), los principales efectos a considerar ante un posible ascenso del nivel del mar serían:

1. La intensificación de la erosión de las zonas litorales.
2. La inundación de las zonas litorales bajas (escenario más simplificado), y
3. La salinización de terrenos y acuíferos, como resultado tanto de la inundación en sí como de la intrusión de la cuña salina

La magnitud de estos efectos puede variar de un sitio a otro y dependerá de incontables factores incluyendo la magnitud del cambio relativo del nivel del mar y otros aspectos del cambio climático, morfología costera y modificaciones antrópicas. Por esta razón, las evaluaciones de vulnerabilidad necesitan analizar en que medida los mencionados efectos ocurrirán en el área de estudio, antes de hacer el análisis de los posibles impactos socio-económicos. Los impactos socioeconómicos ante el ascenso del nivel del mar varían desde las pérdidas económicas, ecológicas, culturales y de valores de subsistencia, pasando por la pérdida de infraestructura, hábitats costeros, incrementos en el número de personas en riesgo ante las inundaciones, hasta otros impactos relacionados con el manejo del agua, salinización y actividades biológicas.

A pesar de que no son tratados en la presente evaluación, los impactos indirectos sobre algunos sectores como salud son igualmente importantes y de consideración. A continuación se presenta un breve análisis de los tres principales efectos del ascenso del nivel del mar sobre la zona costera Caribe y Pacífico colombiana, basados en fuentes de información secundaria y criterio de experto.

## 1 Erosión costera

La regla de Brunn es un modelo geométrico simple, aplicado para estimar el retroceso de la línea ribereña al subir el nivel del mar. Al aplicarlo se supone que, en un largo plazo, el material removido de las playas se deposita en la zona litoral inmediata hacia el mar hasta compensar la elevación del nivel del mar con una igual elevación del fondo, de tal forma que la profundidad original se mantiene (Figura 1). Consecuentemente, la forma del perfil activo no cambia, sino que tan solo se traslada a un nivel superior y tierra adentro una distancia que depende de las características del perfil activo. Esta distancia es la transgresión (<http://www.cglobal.imn.ac.cr/Zonas-3.htm>.)

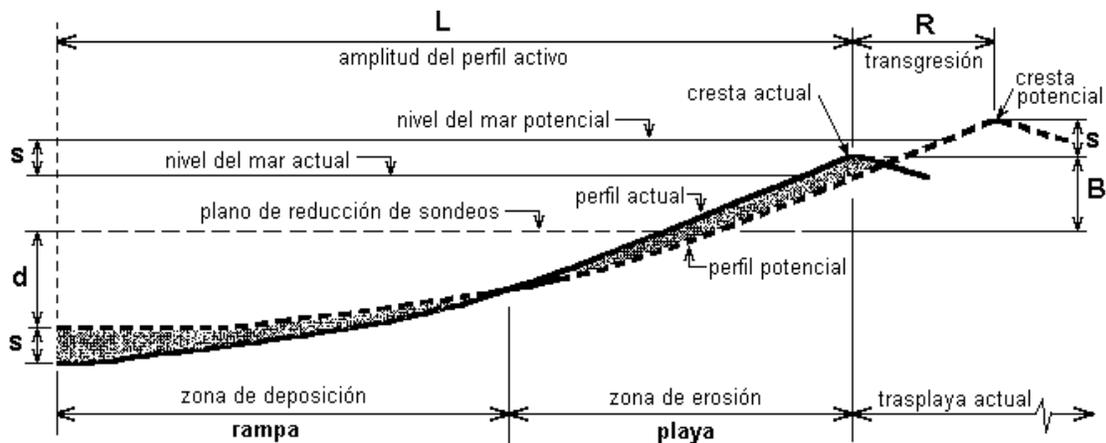


Figura 1. Perfil activo de una playa en retroceso.

De acuerdo con esta regla, por cada centímetro de aumento en el nivel del mar, la línea de costa que define las playas se retraerá un metro. Por lo tanto un aumento de treinta centímetros, considerado un escenario pausable en la primera mitad del siglo y adoptado para efectos de este estudio, podrá poner en peligro áreas de línea de costa a 30 metros de donde se encuentra actualmente, afectando actividades acuícolas, asentamientos humanos, industriales y hoteleras, que aunque no logren inundarse, sí pueden verse amenazadas.

Muchas de las playas de Colombia están limitadas por formaciones resistentes a la erosión; en cuyo caso se sabe que la forma de la playa tiende a ser moldeada por causas naturales durante un proceso que toma muchos años hasta cuando se alcanza el equilibrio entre los volúmenes medios de arena que entran y salen del área. Bajo condiciones de equilibrio la playa es prácticamente estable, pero esa estabilidad es alterada a menudo por fenómenos de corto plazo como son las tormentas y los períodos de calma, y por la variación que ocurre año tras año de las tasas de suministro de sedimentos. Aun cuando no exista pérdida neta de material de la playa durante un evento, ocurren a menudo problemas de erosión como resultado del movimiento de olas hacia y desde la costa (Hattersley y Foster).

La erosión costera es uno de los graves problemas ecológicos que afecta buena parte de la costa colombiana, por lo cual su conocimiento y análisis en términos globales es referenciado a continuación.

## 1.1 Comportamiento actual de la línea de costa.

Los criterios para determinar el comportamiento de la línea de costa actual, con miras a considerar sus variaciones futuras según el estudio de INGEOMINAS (1998), son los siguientes.

### 1.1.1 Línea de costa con erosión alta

#### 1.1.1.1 Costas bajas

Caracterizadas por:

- *Escarpes de erosión en frente de playa con altura mayor de 1m y con una longitud superior a 100 m.*
- *Evidencias de tasas de erosión mayor a 10 m/ año*
- *Pendiente del frente de playa mayor de 10°, asociado a sedimento grueso y presencia continua a lo largo de la línea de costa de depósitos de sobrelavado, apilados en la parte trasera de la playa.*
- *Suelos cultivados o cubiertos por vegetación natural en procesos de destrucción marina, evidenciados por escarpes de erosión, árboles derribados y raíces descubiertas.*

Algunas evidencias de erosión alta en el Caribe, se presentan en el departamento de la Guajira en sectores como Castilletes, Bahía Portete, Punta La Vela y Lagunas del suroeste de La Guajira, donde se observa manglar destruido por la ausencia de una playa que amortigüe los efectos del oleaje directo. También es observable en sectores como Punta el Diamante en el Parque Nacional Natural Tayrona, causado principalmente por el ataque impetuoso de olas de 2 m de altura.

Se evidencia además, un retroceso mayor de 130 m (con una tasa de erosión de 16 m/año) acaecido durante los años 67-75 en inmediaciones de la desembocadura del río Gaira. La causa principal de este retroceso se debe fundamentalmente a una progresiva disminución del caudal del río y por ende de sus aportes sedimentarios, acompañado de la ubicación de espolones y la saliente rocosa al noreste de la desembocadura. El sector del delta del Río Toribio, caracterizado como una zona de acrecimiento, presentaba para 1990 un retroceso a lo largo de 300 m y escarpes de 0.8 m de altura. Este retroceso en los deltas se relaciona con el régimen climático de las áreas, donde en época de verano la carga de sedimento disminuye y por lo tanto el oleaje ataca directamente la costa, mientras que en el invierno el oleaje disminuye y el caudal y aporte sedimentario aumenta permitiendo una pequeña progradación.

La Barra de Salamanca, presenta procesos degenerativos originada por la incidencia frontal y energética del mar sobre la costa. La construcción de tajamares a los costados oriental y

occidental del río Magdalena han provocado pérdidas de costa en el sector del orden de los 63 m/año.

En el sector sur de las espigas que se desprenden tanto de Punta Piedra como de Punta Canoas, se registra erosión intensa como consecuencia de la refracción que sufren las olas en el extremo distal de las mismas. Por otro lado en un período de monitoreo realizado por INGEOMINAS entre 1987 y 1993, se ha demostrado una constante dinámica de playas, evidenciándose erosión alta en el sector de Crespo, dentro del área urbana de Cartagena, intensificado por obras de ingeniería y los embates de los mares de leva.

En el golfo de Morrosquillo, se presenta alta erosión en el extremo occidental de la isla Boquerón y en el cuerpo de la espiga de Mestizos. En este sector la situación es muy preocupante, teniendo en cuenta que en esta área se ubican viviendas, muchas de las cuales han tenido que ser abandonadas ante el continuo embate de las olas. En Mestizos la tasa de retroceso ha sido calculada en 200 m en 17 años, evidenciado en 30 km de manglar muerto.

En el golfo de Urabá, la erosión obedece principalmente al cambio de curso ocurrido en el río Turbo, ya que los sedimentos que antes alimentaban su espiga formaron un nuevo Delta. Las medidas de mitigación tomadas, como la construcción de espolones, han sido infructuosas en detener el proceso erosivo. La deriva litoral del área, acompañado del ataque frontal del oleaje de la costa, se relaciona con la disminución de aportes sedimentarios del río Atrato. En esta área se han registrado retrocesos de 300 y 400 m en las desembocaduras de los brazos del Pavas y Tarena.

La isla Gloria, en el Caribe Chocoano, presenta islotes vegetados, como producto del retroceso de la costa de 700 m. Escarpes de 30 cm de altura, pueden ser observados en la parte alta del frente de playa al sur de Acandí. Debido a su disposición dentro del paisaje este tipo de costas resulta muy vulnerable a fenómenos tales como mares de leva, inundaciones por tormentas tropicales y acción antrópica.

#### 1.1.1.2 Costas altas

- *Acantilados de taludes verticales con evidencias de fenómenos de remoción en masa activos*
- *Evidencia de campo, fotografías aéreas y relato de habitantes que permiten concluir retrocesos mayores de 1m/año.*

Sectores sobre el Caribe colombiano que presentan erosión fuerte sobre costas altas, puede ser evidenciado en la Guajira, Puntas Chichibacoa, Caño y Media Luna, caracterizados por presentar acantilados de las plataformas de abrasión, las cuales reciben de manera frontal el embate de las olas. Sectores como Castilletes, Punta Gorda, cabo Falso, puntas Perey y Soldado, presentan acantilados formados por erosión diferencial.

En el departamento de La Guajira, se evidencian procesos de carcavamiento y deslizamientos causada erosión fluvial. De forma general, la composición semiconsolidada de este sector y la

ausencia de playas amplias que amortigüen el embate de las olas, permite que los acantilados sean constantemente erodados y debilitados, ocasionando desprendimientos en bloque.

Las costas altas de los departamentos de Bolívar, Sucre y sector Oriental de Córdoba que reportan alta erosión, están representados como terrazas marinas. En Bolívar se destacan dos sectores con esta situación: la terraza marina del poblado de Tierra Bomba y la Punta de Gigantes. En el primer sector se presentan un retroceso de hasta 10 m/año produciendo a su vez, una continua caída de bloques de 1 a 2 m. Estos fenómenos han generado la destrucción constante de viviendas, razón que permite calificar el sector como crítico.

Los sectores aterrados de puntas Salina y Tigua (departamento de Sucre) y Puntas Bobo, Carbonero y Rebujina (departamento de Córdoba) presentan un acentuado deterioro que convierte la zona en crítica, si se considera que están pobladas y que son sectores de crecimiento turístico. En el golfo de Morrosquillo se suma a las causas de erosión además del retroceso causado por el tren de oleaje, la disminución de aportes sedimentarios del Sinú.

En el departamento de Córdoba, las terrazas marinas de Punta Manzanillo y Punta Arboletes, presentan erosión alta. Entre los años de 1976 y 1990 se ha observado un retroceso de 500 m del sector de Puerto Rey. En Paso Nuevo los moradores hablan de una pérdida de área de 50 m durante 1991.

Las escasas unidades elevadas del golfo de Urabá presentan problemas de alta erosión, entre ellas punta Caribaná, punta el Predio, la zona elevada cubierta por la llanura costera y la planicie aluvial al sur de las puntas Caimán, la Desgraciada y Piedra. Se puede asumir el retroceso en estos sectores como consecuencia de la concentración del oleaje y de rocas fácilmente erosionables, lo que las hace más vulnerables a los procesos marinos prevalecientes en el área.

Las costas altas de la costa Pacífica continental son observables en sectores como la Serranía del Baudó, dominada por un frente acantilado, labrado en rocas duras, que se profundizan directamente en el mar. A diferencia de las costas altas del Caribe, la totalidad del frente acantilado se considera como una unidad poco cambiante, no obstante innumerables rasgos erosivos fósiles como pilares marinos, plataformas de abrasión, grutas y cavernas, son producidos por la acción del oleaje en dicho frente. Sin embargo, la presencia de bosque primario hasta nivel de agua, evidencia de alguna forma, la ausencia de retrocesos significativos. Como única evidencia de procesos erosivos se documentan ocasionales deslizamientos a pequeña escala, causados por la saturación del suelo durante los períodos lluviosos.

Seis tramos cortos de la serranía del Baudó, todos ellos definidos por playas, presentan rasgos que permiten denominarlos como sectores altamente erosivos.

1. Bahía Cúpica, donde se presenta un retroceso significativo de la playa, que alcanza a degradar la pista del aeropuerto y expone sustrato de manglar en la playa durante las bajamares.
2. Bahía de Nabuga, donde se han presentado retrocesos de varias decenas de metros de playa en los últimos 15 años.

3. Playa Guaca, donde las manifestaciones de erosión incluyen viviendas derribadas, asociadas a grandes marejadas de enero a abril.

4. Desembocadura de la quebrada Jella en bahía Solano

5. Desembocadura del río Valle de igual forma en bahía Solano.

6. Playa Yesca al norte de la ensenada de Tribugá, donde la playa es casi inexistente, por lo que la vegetación que forma la parte trasera está totalmente erodada .

### 1.1.2 Línea de costa con acrecimiento

#### 1.1.2.1 Costa baja

Esta dinámica al parecer solo se presenta en las costas bajas, asociadas a sedimentos no consolidados.

- *Generación y evolución de barras y espigas adosadas a la línea de costa.*
- *Evidencias de expansión de la línea de costa.*
- *Formación actual de cordones litorales que reflejan progradación del borde costero.*
- *Presencia de diferentes niveles de vegetación en la parte trasera de la playa, acompañados de dos o más bermas.*

Este fenómeno exclusivo de costas bajas, representa el 12% del litoral Caribe; se manifiesta en una ganancia de terreno que se traduce en un avance de terreno sobre el mar. La península de la Guajira en términos generales señala como zonas de crecimiento, las unidades de playones y playas, manifestados en crestas de playa colonizados por vegetación en sectores como Tierra Santa María hasta salinas Umakaha, punta Huaimaral. El sector de las playas de Cañaveral en el Parque Tayrona presenta alguna evidencia de acrecimiento, gracias a la protección brindada por las salientes rocosas.

En el Sector de Bocas de Ceniza-Cartagena, este fenómeno se relaciona con playones y espigas, el mejor ejemplo lo constituye el playón denominado isla Cascajo abarcando una longitud de 10 km y un ancho promedio de 3,5 km. Otras zonas de acrecimiento corresponden a algunos tramos de las espigas que se desprenden de punta Gloria, Pradomar, punta Juan Moreno del Sur, punta Piedras y Canoas.

Las bahías de Cartagena y Barbacoas presentan ganancia de terrenos en la desembocadura del canal del Dique, gracias a los sedimentos aportados por el río Magdalena. De igual forma el Magdalena es responsable de la formación de pequeños deltas a lo largo de las costas entre Cerrada y Matuna. La espiga de Mestizos por su lado, presenta cordones litorales progradantes,

que toman el material de la erosión del borde costero superior de la espiga, transportado por deriva litoral.

A pesar de las diversas desembocaduras que ha tenido el Sinú a lo largo del tiempo, se destaca su rápida sedimentación, reflejada en el gran delta del Tinajones, el cual registra tasas de crecimiento de 0,73 m/año.

Dos bermas bien desarrolladas sobre la playa La Cabaña en el sector noreste del golfo de Urabá, permite catalogar este sector como zona de acrecimiento, a pesar del predominio de su extensa plataforma de abrasión. Entre la población de Necoclí y el norte del río Bobal, la construcción de espolones, permitió la ganancia de terreno de 40 m durante el periodo de 1992-1996.

En la costa Pacífica colombiana, los sectores sometidos a alta erosión, presentan manifestaciones de degradación similar, toda vez que al producirse el deterioro de la playa, pasan a definir la línea de costa, el cuerpo de la isla o en casos de erosión extrema, las llanuras de manglar. Por esta razón, la presencia de suelos turbosos de manglar y la vegetación muerta en posición de crecimiento en el frente de playa, se constituye en un buen indicio de erosión intensa.

Los sectores que presentan acrecimiento se presentan en consecuencia del drenaje de los ríos que convergen en el sector y aportan mayor volumen de sedimentos que los de la costa alta. La deriva litoral, juega de igual forma que en el Caribe, un papel importante en la redistribución y deposición de sedimentos.

La costa entre las bocas de los ríos Virudó y San Juan, se caracteriza por presentar sectores poco variables de gran longitud, que alternan con sectores más cortos sujetos a alta erosión o acrecimiento. En la costa adyacente a Virudó, la erosión intensa, afecta de forma dramática y en repetidas ocasiones las poblaciones de Palo Secal, Pavasita, Pavasa, Punta Abaquía y Puchrricha. Casos de erosión extrema, donde el cuerpo de la isla Barrera ha desaparecido parcialmente, se documentan entre las bocas del Baudó y el Caserío de Dotenedó, la ensenada la Vívora y la boca de Pichimá y el caserío el Choncho.

Al sur de la boca del San Juan, la playa La Concepción y las espigas de La Barra y Juanchaco se ven afectados por erosión durante épocas de fuerte oleaje, en razón a su posición topográfica baja y al estar expuestas de manera frontal a la dirección prevalente del oleaje. Las poblaciones de La Barra y Juanchaco se han visto ocasionalmente sometidas a la invasión del mar.

Los acantilados en costas bajas del Pacífico, están labrados en rocas sedimentarias, pobremente consolidadas, lo que los hace susceptibles al desgaste de las olas. Tal es el caso del sector turístico de Juanchaco. El impacto de la ola contra el escarpe, ayudado de la debilidad del terreno, ha favorecido la formación de cavernas y arcos jóvenes. Las aguas lluvias y servidas no canalizadas, afectan y aceleran el proceso erosivo, penetrando en las fisuras arrastrando el material.

La formación alargada y estrecha, al igual que su orientación, han favorecido el mantenimiento de la bahía de Buenaventura. Solo una pequeña porción interna de la bahía, parece estar sometida a desgaste a causa de las corrientes de marea. En la ciudad de Buenaventura, algunas viviendas construidas sobre planos intermareales se encuentran amenazadas por fenómenos de inundación.

Desde Punta Soldado hasta la Boca de Iscuandé, la principal característica de la costa, es la relativa permanencia, interrumpida por algunos tramos cortos donde predomina la alta erosión o la acreción en cercanías a las bocanas. Estos sectores a los que se hace referencia se localizan al sur de la boca El Raposo, al extremo de la boca de Yurumanguí, al norte de la bocana chamuscado, entre las bocanas de Santa Rita y Monserrate, al sur de la bocana Las Delicias en Playa Blanca y en el extremo norte de Iscuandé.

En el sector Iscuandé-Isla Salahonda se invierte la disposición presentada en el sector anterior, predominando la erosión alta, interrumpida por segmento de estabilidad. La subsidencia del terremoto, entre 0.6 y 1m ocurrida en esta área durante el sismo de 1979, es el origen del predominio de la alta erosión en la costa, la cual no alcanza a ser contrarestada por los abundantes aportes de sedimento de los ríos Tapaje, Sanquianga y Patía. Los pobladores de las bocas han reportado un retroceso aproximado de 200 m en 6 años, es decir en promedio 33 m/año.

### 1.1.3 Línea de costa poco variable

Con este nombre son reconocidos aquellos sectores que no presentan cambios notorios de erosión o de acrecimiento a través del tiempo. A esta categoría corresponde el 72% del litoral Caribe, sin embargo estas zonas no pueden ser consideradas como inmutables a la dinámica marina y a los bruscos cambios climáticos y antrópicos que generan movimientos de masa, inundaciones u otros.

Los centros poblados y los lugares que poseen algún tipo importante de infraestructura, son enumerados dentro de esta categoría. En estas áreas estructuras de protección como los espolones frente a Manaure y Riohacha, han controlado la alta erosión. La pérdida de playas frente a la ciudad de Santa Marta y Rodadero se hace evidente todos los años ante los fenómenos de mar de leva, teniendo que realizarse operaciones de dragado para la recuperación de las mismas. De manera global, las playas de Cartagena se han mantenido protegidas mediante obras civiles como espolones, malecones y rompeolas; sin embargo la costa sigue estando expuesta ante frecuentes mares de leva que ocasionan la fuerte degradación de playas.

En el sector de Tolú, ubicado en la parte central del golfo de Morrosquillo, se localiza un sector de gran crecimiento turístico que presenta graves problemas debido a la erosión identificado a través de los socavamientos que muestran la base del malecón.

La evaluación cualitativa de las tendencias de la línea de costa, permite sintetizarlas por porcentaje así:

Caribe	Pacífico
Sector con erosión alta 16 %	Sector con erosión alta 16%
Sector con acrecimiento 12%	Sector con acrecimiento 2%
Sector con poca variabilidad 72%	Sector con poca variabilidad 82%

## 1.2 Factores que influyen en el modelamiento costero.

En un intento de comprender algunas de las razones o fuerzas que determinan la dinámica del litoral colombiano, se enumeran a continuación los factores de origen continental, atmosférico y marino responsables de la configuración costera, los cuales pueden ser influenciados por el hombre (INGEOMINAS, 1998).

### 1.2.1 Factores tectónicos

El modelamiento y estabilidad de la línea de costa está íntimamente relacionado con el tectonismo. Evidencias de este fenómeno son observadas a través del hundimiento de la barra de Salamanca, la subsidencia del golfo de Morrosquillo, basculamiento hacia el oriente del golfo de Urabá y el diapirismo de lodos. Este último ocasiona alteraciones en la batimetría y modificaciones en las condiciones oceanográficas, lo que conduce a un desequilibrio en la dinámica costera. Manifestaciones de este fenómeno son evidentes entre Galerazamba y el golfo de Urabá; en plataforma algunas estructuras dómicas han sido colonizadas por corales como es el caso de Islas del Rosario y el Archipiélago de San Bernardo.

### 1.2.2 Factores de origen atmosférico

En general las playas del litoral Caribe colombiano están sujetas a los cambios climáticos, durante el período seco, predominan los vientos fuertes (alisios del norte y noreste), lo cual produce erosión de las playas como consecuencia del fuerte oleaje; en el período húmedo por el contrario, los vientos son de baja intensidad y dirección variable, generando construcción de playas, gracias al mayor tránsito sedimentario producto del aporte de ríos y al efecto de la erosión de las unidades rocosas costeras.

La posición geográfica de la península de La Guajira hace que el litoral esté expuesto a fenómenos de tormentas tropicales. Los huracanes Joan (1988) y Hugo (1989), produjeron importantes retrocesos en la línea de costa de La Guajira y originaron fuertes mares de leva que azotaron de manera general el litoral Caribe colombiano.

La frecuente ocurrencia de los mares de leva, que se traducen en oleajes superiores a los 1,5 m de altura, impactan de manera destructiva las costas bajas. Observaciones en el área de Cartagena permitieron ver retrocesos del orden de 20 m durante los mares de leva ocurridos en enero y abril de 1993.

### 1.2.3 Factores de origen marino

La deriva litoral predomina casi en forma general en el litoral Caribe colombiano en sentido sureste, lo cual permite observar configuraciones de la línea de costa en esa misma dirección. El oleaje, se constituye como el agente modelador del litoral por excelencia y actúa en relación directa con la forma como se aproxima a la costa. De otro lado, el aporte de sedimentos

condiciona los agentes del oleaje. Si el oleaje llega perpendicular a la costa y no hay suficiente aporte de sedimentos se produce erosión; en el caso de salientes promontorias, el oleaje se difracta y refracta. Por el contrario, al llegar de manera oblicua, permite la migración de la arena a lo largo del litoral, favoreciendo la acreción.

#### 1.2.4 Intervención antrópica.

Bahía Portete es uno de los sectores que ha sufrido mayor intervención antrópica en términos de ingeniería, lo que refleja resultados negativos en sus zonas adyacentes. El dragado al que fue sometido dicha Bahía, para la construcción de Puerto Bolívar, zona de descargue y embarque de carbón proveniente del Cerrejón, produjo desequilibrio en su batimetría y como consecuencia la muerte del manglar adyacente a la Bahía y una intensa erosión que se registra en punta Media Luna y en el mismo puerto.

Otro ejemplo se relaciona con la construcción de tajamares del río Magdalena por Bocas de Ceniza (1935) produjo un déficit de sedimentos que se evidencia en el retroceso de la costa con cálculos aproximados de 63 m/año.

La extracción de sedimentos de playa, y grava como elementos de construcción, ha provocado un notable desequilibrio en el perfil de costa que se traduce en una intensa erosión (Paleodelta del Magdalena entre el sector de Galerazamba y Cartagena).

Con el fin de preservar las playas de ciudades como Riohacha, Santa Marta, Cartagena, Tolú, Coveñas, Turbo y algunas poblaciones rivereñas, se han realizado obras ingenieriles como espolones, tajamares, rompeolas y malecones. Sin embargo, la mayoría de estas obras se construyen sin suficientes estudios técnicos y por ello no todas producen los resultados esperados.

### 1.3 Efectos de la erosión como consecuencia del ascenso del nivel del mar

A pesar de la gran incertidumbre que implica establecer los efectos causados por el posible ascenso del nivel del mar sobre la morfodinámica de las costas colombianas, es posible establecer lineamientos generales que hacen referencia a este tema. Algunos de los supuestos establecidos para evaluar dichos efectos, son descritos a continuación.

En las unidades geomorfológicas clasificadas como de costa baja, la erosión sería posiblemente extensiva principalmente, debido a el gradiente topográfico bajo y la alta movilidad de los sedimentos y formas depositacionales arenosas o acumulaciones deltaicas presentes (playones y playas, salares y zonas de inundación, espigas y barras, campos de dunas, entre otros).

La elevación del nivel medio del mar trae consigo mayores niveles de exposición de la playa a la acción de las olas y las corrientes. En teoría, el perfil de la playa se ajusta a esto mediante el desplazamiento de material en el área de rompiente, resultando en un transporte neto de la interfase agua / sedimento en dirección hacia la costa. Este proceso se conoce como la regla Bruun (Bruun, 1962) y es demostrado gráficamente en la Figura 2.

Nótese que la regla de Bruun original compete solamente al impacto del aumento del nivel del mar y todas las otras variables se asumen estables. Galvin (1983) notó que la importancia relativa de este factor disminuye en situaciones donde existe un fuerte flujo de energía a lo largo de la costa.

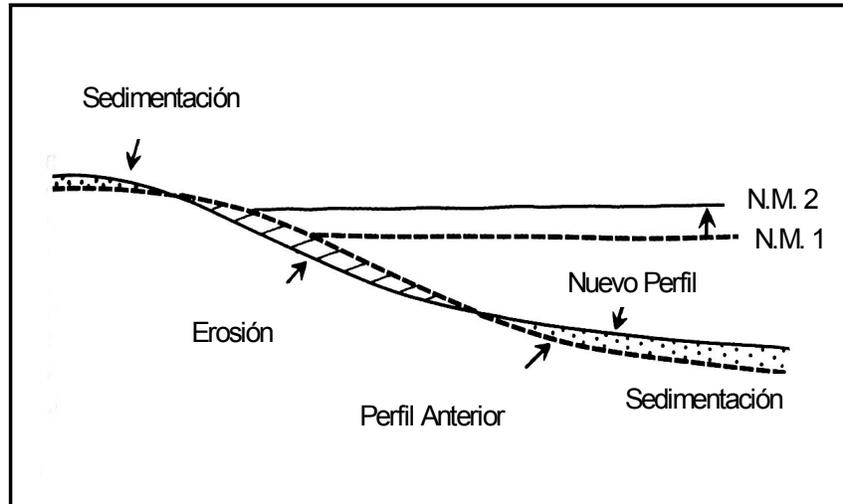


Figura 2 Efecto del aumento del nivel del mar en sustratos de arena. La elevación del nivel del mar produce un “espacio” en superficie del sedimento, el cual representa un disturbio en el “equilibrio dinámico” que se había establecido en la condición de nivel del mar anterior. Este “espacio” es llenado mediante la remoción de sedimento del área de la rompiente al área interna y hacia mar adentro, con el resultado final del avance de la línea de costa hacia la tierra (Regla de Bruun).

En la costa Caribe, la erosión litoral producto del ascenso del nivel del mar, podría presentarse sincrónizadamente con la inundación de los terrenos litorales y su intensidad sería, al menos en parte, función de la disponibilidad de sedimentos litorales en las áreas adyacentes a cada sector particular. La aplicación más simple de la regla de Bruun (retroceso del perfil litoral de 1m por cada 1cm de ascenso del nivel del mar), predice la desaparición de las playas de costa abierta limitadas por acantilados (Figura 3).

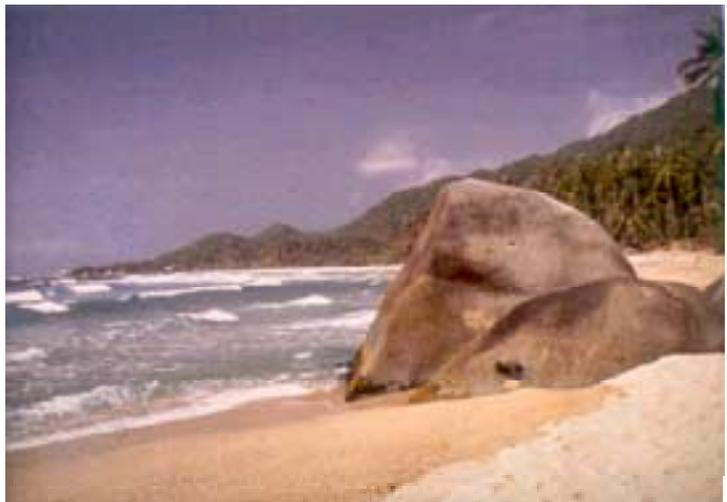


Figura 3 Playa abierta limitada por acantilado, Parque Nacional Natural Tayrona Caribe colombiano.

La erosión de playas podría intensificarse en gran medida a lo largo de los litorales continentales e insulares ubicados hacia el sur de Galerazamba, en función de hundimientos diferenciales de terrenos (tanto en la

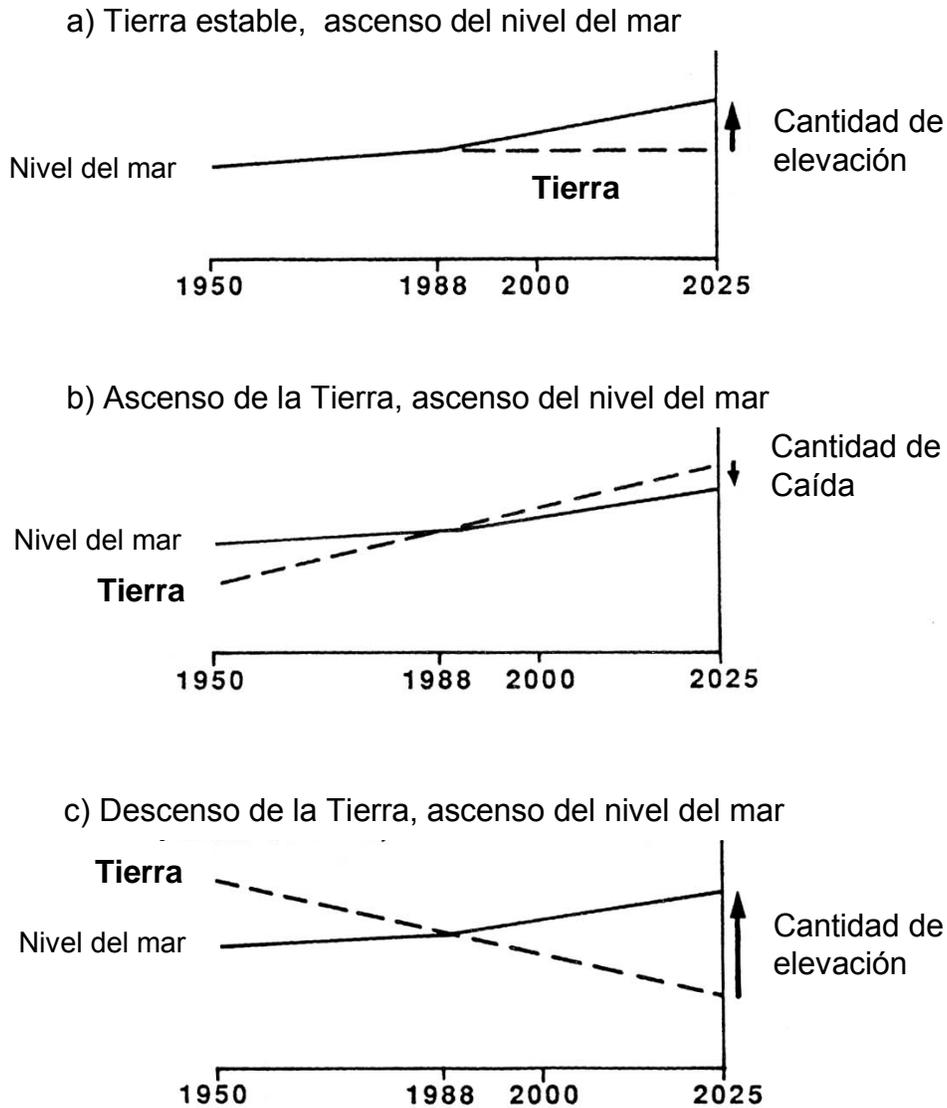
plataforma como en sectores emergidos) asociados a la actividad del diapirismo de lodos, tal como ha sucedido en tiempos históricos en el sector de Galerazamba y parece estar sucediendo actualmente en los sectores de Puerto Escondido y Arboletes (departamentos de Córdoba y Sucre), entre otros (Ramírez, 1970; Vernet, 1985; Correa, 1996); al menos localmente, la actividad diapírica podría también generar levantamientos de terrenos y emergencia de puntos rocosos, que eventualmente atenuarían los efectos erosivos del ascenso del nivel del mar y podrían incluso promover la formación de tómbolos y formas depositacionales, al disminuir, por emergencia del perfil de la plataforma somera, la cantidad de aportes necesarios para obtener formas supramareales.

Además, del desplazamiento físico, la pérdida de terreno también puede ser causado por subsidencia. En teoría el desplazamiento de la línea de costa debido a fenómenos de subsidencia puede ser calculada relativamente de forma simple y es una dependiente de la pendiente de inclinación del área costera. Aunque se debe ser cauteloso cuando hayan quiebres topográficos que ocurren a veces en terrenos de baja pendiente, Galvin (1983). Grandes extensiones del territorio colombiano en la consideración de este estudio están por debajo, cerca o dentro de un metro o dos del actual nivel del mar y es probable que sean afectadas por pequeños cambios en este nivel ya sea por subsidencia o transferencia de sedimentos. En la Figura 4 se presentan ejemplos de la variabilidad del ascenso del nivel del mar con respecto a fenómenos de elevación y/o subsidencia

*En general, podría esperarse para las costas bajas del Caribe una erosión generalizada de extensas longitudes de playa a lo largo de los sectores acantilados de la Guajira, Arroyo de Piedra-Punta Canoas y en general, de todas las playas del Caribe sur, limitadas por terrazas costeras en los departamentos de Sucre, Córdoba y Antioquia*

Para el Caribe insular, en la isla de San Andrés hoy en día se presentan en sus playas procesos fuertes de erosión y retroceso en el sector SE, debido a que la fuente esencial de sedimentos son los arrecifes de coral, y estos están siendo impactados por diferentes actividades humanas (contaminación, pesca, entre otros), por consiguiente, la acción del oleaje y la deriva litoral ante este déficit de sedimentos promueve esta erosión (Chaparro y Jaramillo, 2000).

Pero el mayor efecto que pueda generar un cambio en el nivel del mar se podría atribuir a que el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se encuentra en una de las zonas ciclogénicas del Caribe y en la ruta de los huracanes, por lo que este efecto tendría una mayor magnitud.



*Figura 4. Ejemplos de variabilidad en la elevación local del nivel del mar. a) Se asume que el nivel del mar subirá a una velocidad mayor y que el movimiento de la tierra es continuo. b) la segunda condición puede no sostenerse en todas partes debido a la eventual forma en la cual el desplazamiento de la tierra generalmente ocurre, como en el caso del terremoto de Costa Rica en 1991. Este tipo de efecto es más importante para áreas en el límite tectónicamente activo de la placa Caribe y Pacífica colombiana c) en el caso en que el nivel del mar aumenta y hay descenso de la masa terrestre, el aumento del nivel del mar resulta mucho mayor al esperado que si fuera un sitio tectónicamente estable.*

En el Caribe continental, las unidades geomorfológicas denominadas costas altas, la erosión de los acantilados costeros sería función, en principio, de la resistencia de la roca al embate de las olas. Las tasas de erosión actuales a lo largo del sector sur del litoral Caribe (Barranquilla-golfo de Urabá) alcanzan los 1.5m/año en áreas como Arboletes (Aristizábal *et al.*, 2001), en donde la

base de los acantilados está conformada por arcillolitas y lodolitas fuertemente fracturadas y afectadas por el emplazamiento de diapiros de lodo. En el otro extremo, la erosión de acantilados labrados sobre rocas ígneas y metamórficas, como los de la Sierra Nevada de Santa Marta y el costado oeste del golfo de Urabá, no tendría probablemente significancia práctica (Figura 5).



*Figura 5. Bahía de Santa Marta. Acantilados labrados sobre rocas ígneas y metamórficas*

En el Caribe insular, principalmente en la Isla de San Andrés, los efectos asociados a los procesos de erosión litoral tendrán un gran efecto. A excepción de las terrazas de abrasión, los acantilados y la terraza coralina, los cuales ofrecen alguna resistencia al embate de las olas, las demás geoformas presentan poca resistencia a la erosión litoral, siendo potencialmente sensibles hacia el futuro. Al costado de barlovento se presentan acantilados y terrazas de abrasión, (Chaparro y Jaramillo, 2000) aunque no se conocen mediciones actuales de tasas de erosión en este sector, un eventual aumento del nivel del mar no tendría mayor efecto dado que la resistencia del material es alta.

En la costa Pacífica, la erosión marina a lo largo del litoral sería probablemente extensiva a lo largo de todos los sectores bajos costeros, constituidos esencialmente por acumulaciones deltáicas holocenas representadas en las franjas litorales Cabo-Corrientes- Delta del San Juan, Boca Togoromá-Boca del San Juan (delta del San Juan), Buenaventura –Guapi, delta del Patía, y Bahía de Tumaco-delta del río Mira.

Todas estas acumulaciones de sedimentos presentan un patrón geomorfológico típico de rangos meso-macro mareales (amplitudes de marea entre 2 y 4 m), caracterizado esencialmente por la sucesión, desde el mar hacia tierra, de islas barrera (compuestas por sucesiones de beach ridges), lagunas estuarinas, pantanos de manglar y pantanos de agua dulce. Debido al alto rango de precipitaciones en el litoral Pacífico (3 a 10 mm/año), en la franja costera no se presentan desarrollos importantes de zonas de dunas. En el frente marino de prácticamente todas las desembocaduras de los numerosos ríos que drenan al Pacífico, la morfología submarina somera

está dominada por extensas barras arenosas y acumulaciones lodosas correspondientes morfológicamente a deltas de mareas de reflujo (ebb tidal deltas).

La síntesis de los aspectos históricos conocidos sobre la erosión marina a lo largo del litoral Pacífico permite una primera aproximación a una de las respuestas probables de las islas barrera a la elevación del nivel del mar, en la que habría que considerar, además, la componente adicional de cambios temporales relacionados a las ocurrencias de eventos El Niño. De acuerdo con la información publicada en Morton *et al.* (2000), Correa y González (2000) y González y Correa (2001), la erosión documentada de varias de las islas barrera del Pacífico (Isla El Choncho, en el delta del San Juan y San Juan de la Costa, en el delta del Patía) es un proceso continuado y relacionado específicamente y en orden temporal, con factores como: 1) cambios en el balance de sedimentos, asociados a la formación de planos intermareales extensos en las desembocaduras de los ríos, 2) ocurrencia de subsidencia costera ocasionada por terremotos (el terremoto de Tumaco de 1979 para San Juan de la Costa, terremoto de 1991 en Togoromá para la isla El Choncho en el delta del San Juan) y, por último, anomalías negativas del nivel del mar asociadas a la ocurrencia de El Niño 1997-1998.

De acuerdo con los citados autores, la erosión se inicia en las partes intermedias de las islas, como respuesta inmediata a la acumulación de sedimentos en los extremos superiores y más amplios de las islas barrera. Las velocidades de la erosión se ven luego intensificadas fuertemente debido a hundimientos de terrenos producidos por eventos sísmicos, que traen a su vez como consecuencia directa el aumento en la recurrencia de inundaciones anuales de los sectores centrales de las islas. Por último, y al menos para el caso de las dos islas barrera mencionadas, los aumentos temporales de hasta 30 cm en el nivel del mar, asociados a El Niño 1997-1998, ocasionan la ocurrencia de sobrelavados (overwash) intensos que determinan en última instancia la ruptura definitiva de las islas y su fragmentación en dos (Correa y González, 2000; Morton *et al.*, 2000).

Como fue mencionado en el capítulo anterior, en la costa alta del Pacífico, se consideran línea de costa con erosión alta aquellos tramos costeros que representan los siguientes rasgos:

- ☞ Acantilados con taludes verticales y evidencias de movimientos activos de remoción en masa.
- ☞ Litologías de material no cohesivo y estructuras orientadas de manera desfavorable respecto a la dirección predominante del oleaje.
- ☞ Evidencias de campo y relatos de los habitantes que permiten concluir tasas de retroceso de la costa mayores a 1 m/año.

Un gran porcentaje de la costa alta adyacente de la Serranía del Baudó, esta dominado por un frente acantilado, el cual en la actualidad se considera como una unidad poco variable, sin embargo, presenta innumerables rasgos erosivos fósiles como pilares marinos, plataformas de abrasión, grutas y cavernas, producidas por la acción del oleaje, por lo que este sector no se vería afectado ante un eventual aumento del nivel del mar. Sin embargo, existen algunos sitios muy puntuales donde si se presentarían procesos erosivos altos y que el aumento del nivel del mar ocasionaría mayores efectos, entre estos están: bahía Cúpica, bahía Nabugá, playa de Guaca, y en

playa Yesca al norte de la Ensenada de Tribugá, donde en estas últimas el retroceso ha sido extensivo en los últimos años y llegado a causar daños en a población en algunos casos como aeropuertos locales y las viviendas de algunos moradores cercanos.

## 2 Inundación Costera

Se conocen como zonas inundables las que son anegadas durante eventos extraordinarios, por ejemplo aguaceros intensos, crecientes poco frecuentes o avalanchas. Para efectos de este estudio, se incluyen además las zonas inundables de los cauces mayores o rondas de los ríos, los cuales son ocupados con frecuencia del orden de una vez en 10 años (Silva, 2001) y que dieron origen a las áreas con riesgo de inundación presente y futuro representados en los mapas anexos<sup>2</sup>. Estas zonas se clasifican de acuerdo con las causas que generan las inundaciones, dentro de las cuales se cuentan las siguientes:

- Encharcamiento por lluvias intensas sobre áreas planas,
- Encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial.
- Desbordamiento de corrientes naturales.
- Desbordamiento de ciénagas.
- Avalanchas producidas por erupción volcánica, sismos, deslizamientos y formación de presas naturales.
- Obstáculos al flujo por la construcción de obras civiles: Puentes, espolones y obras de encauzamiento, viviendas en los cauces y represamientos para explotación de material aluvial.
- Sedimentación.

Estas causas pueden presentarse en forma individual o colectiva. Algunos de los problemas que se presentan con las inundaciones son los siguientes:

1. Anegamiento de las llanuras de inundación y daños en viviendas, vías de comunicación, y producción agropecuaria, con pérdida de vidas humanas en algunos casos.
2. Drenaje lento de las áreas inundadas las cuales se convierten en depósito de aguas prácticamente estancadas. Esta situación genera problemas sanitarios sobre la población.
3. Ataques del flujo sobre las márgenes del cauce principal lo cual produce cambios de curso permanentes y pérdida de áreas productivas.

Los problemas anteriores ya se han detectado en el sur del Caribe y en otras áreas vecinas. Esto debe servir de alarma para que en la adecuación de tierras sujetas a inundaciones extensas se preste la debida atención a los aspectos sociales, ecológicos y de ingeniería, los cuales solo pueden analizarse dentro de un contexto de desarrollo integrado de la región. En general las zonas

---

<sup>2</sup> Mapas anexos: Efectos físicos sobre el sistema natural Caribe, Pacífico.

donde se presentan inundaciones ocasionales, constituyen zonas altamente desarrolladas tanto rurales como urbanas, debido a que los prolongados períodos de retorno involucrados en dichos fenómenos hacen que las personas afectadas subestimen la magnitud del riesgo.

Como se planteó en informes anteriores, los fenómenos de mal tiempo que causan inundación en la zona costera, pueden clasificarse según el origen del fenómeno en las consecuencias y su intensidad. De esta forma, las marejadas, mares de leva, oleajes peligrosos y pujas, se incluyen dentro del grupo que causan ANM (aumento medio del nivel del mar). Las tormentas tropicales incluyen los vendavales, tormentas, tornados y ciclones reportados. La Tabla 2 clasifica parte de los fenómenos naturales más comunes que afectan las zonas costeras. Los huracanes fueron considerados dentro de una clasificación independiente porque además de involucrar, en algunos casos, aumentos en los niveles del mar, otras de sus características como vientos y las lluvias, pueden ser mucho más devastadoras sobre las zonas costeras. Dentro de invierno se incluyen las lluvias y cambios estacionales.

*Tabla 1. Fenómenos naturales reportados en las costas colombianas en los últimos 70 años. Los datos que se presentan en la columna correspondiente al nivel nacional no incluyen todos los fenómenos naturales ocurridos en todo el territorio Nacional, únicamente aquellos reportados para las zonas costeras.*

<i>Evento</i>	<i>Frecuencia</i>		
	<i>Nacional</i>	<i>Caribe</i>	<i>Pacífico</i>
Inundaciones	214	161	53
Tormentas tropicales	108	93	14
ANM	74	27	49
Invierno	73	54	17
Huracán	36	34	2
Sismo	23	11	12
Erupción volcánica	5	5	
Destrucción de hábitat	9	5	3
Tsunami	1		1

La probabilidad de que oscilaciones del nivel medio del mar produzcan inundaciones parciales sobre la costa, puede ser evaluada a través de análisis de los registros históricos de niveles medios de marea. Sin embargo, la dificultad de llevar un registro de las áreas afectadas por estas inundaciones, ha provocado la necesidad de generar un modelo de predicción de eventos extremos (Anexo 1, Informe Técnico No.2), el cual ha sido de gran importancia para evaluar las posibles áreas de riesgo causados por un súbito ascenso del nivel del mar.

Dichas áreas han sido denominadas como, Áreas en Riesgo I, II y III, de acuerdo a las pulsaciones máximas proyectadas en períodos de 10, 100 y 1000 años sobre las costas Caribe y Pacífico continental. Los valores utilizados para demarcar dichas áreas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de nivel medio del mar en milímetros, causados por eventos oceanográficos extremos en periodos de 10 años, 100 años y 1000 años, con base en el modelo de predicción.

Área geográfica	Riesgo Actual			Riesgo Futuro 2030			Riesgo Futuro 2100		
	Área I 1/10	Área II 1/100	Área III 1/1000	Área I 1/10	Área II 1/100	Área III 1/1000	Área I 1/10	Área II 1/100	Área III 1/1000
Costa Caribe	0.8	0.9	1.0	1.1	2.2	1.3	1.8	1.9	2.0
Costa Pacífica	4.2	4.3	4.4	4.5	4.8	4.7	5.2	5.3	5.4

De igual forma al calcular un aumento de nivel del mar de 1m de altura, las nuevas áreas de riesgo, delimitarán un riesgo futuro proyectado al año 2100. La determinación del riesgo actual en términos de áreas de algunos elementos identificados sobre la zona costera, como centros urbanos, ecosistemas agroforestales y ecosistemas marino-costeros es expresada en Anexo 1.

Los valores expresados en las tablas para cada uno de los ecosistemas, determina las áreas de las coberturas actuales que se verían inundadas por un aumento en el nivel del mar de 30 y 1m, sin considerar ningún cambio o adaptación en los mismos, es decir se hacen bajo el supuesto de un aumento súbito del nivel del mar como si ocurriese de forma repentina. Este supuesto fue utilizado para la escala nacional del estudio, es decir para toda la costa Caribe y Pacífica continental, con el fin de observar las áreas en pérdida y riesgo considerando los valores económicos de pérdida y riesgo al hacer las proyecciones socioeconómicas al 2030. Sin embargo, un análisis de los cambios paulatinos y respuestas del sistema natural ante el fenómeno de ascenso del nivel del mar en un periodo de tiempo de 100 años, es hecho en el capítulo siguiente de forma descriptiva, considerando cada una de las geoformas y sus sistemas naturales asociados.

## 2.1 Efectos de la inundación causada por el aumento en el nivel del mar

En el Caribe, las alturas topográficas sobre el nivel del mar actual de las unidades geomorfológicas de costa baja, no sobrepasan los 1.5 m, con excepción de algunas zonas de dunas traseras de playas en y hacia el norte de la localidad de Galerazamba (departamento de Bolívar). La mayor parte de estas geoformas están además conformadas morfológicamente por sucesiones de “crestas de playa” (beach ridges) y lagunas interiores conectadas al mar por canales de marea, por lo cual su inundación progresiva provendría a la vez desde la línea de costa y desde sus sectores internos lagunares.

*La inundación en las costas bajas en Colombia será extensiva en función de su topografía baja, y este efecto se presentará paralelamente a los procesos de erosión de los terrenos litorales en función de la disponibilidad de sedimentos. Sin embargo, para las costas altas como los acantilados, este efecto no tendrá relevancia, lo que no quiere decir que los procesos erosivos no se presenten.*

El ascenso del nivel del mar implicaría sobre las geoformas litorales arenosas, la inundación de todas o la mayoría de las playas a lo largo de los sectores acantilados del Caribe, y la formación

de nuevos depósitos arenosos como “relleno” de las irregularidades litorales adyacentes a las playas de “costa abierta” erodadas.

En general, se esperaría la inundación de las mayores extensiones de las sucesiones de beach ridges, salares, lagunas costeras y dunas asociadas, presentes en los sectores de Castilletes, bahía Honda, Manaure, Camarones y Dibulla (Guajira), ciénaga de las Flores y Puerto Colombia (Atlántico), isla Cascajo, arroyo de Piedra y punta Canoas (Bolívar), bahía de Cispatá (Sucre) y ciénaga de Rionegro (Antioquia) (Mapa anexo Efectos sobre el Sistema Natural ante un ascenso del nivel del mar Caribe Colombiano 1, 2 y 3).

En el Caribe insular, el sector este o de sotavento de la isla de San Andrés, es el que se vería afectado ante un eventual ascenso del nivel del mar, ya que por su topografía y geoforma, presentaría zonas de inundación extensas, ocasionando de esta forma daños en la mayor parte de la infraestructura de la isla, que es donde se concentra la población y el turismo y el comercio en general (Chaparro y Jaramillo, 2000).

En la parte sur del Pacífico, la inundación extensiva en las costas bajas tendrá una mayor influencia, debido a la presencia de abundantes desembocaduras de ríos y numerosas redes internas de drenaje interconectados entre sí. Las cuales están localizadas principalmente en el delta del San Juan, en el delta del Patía, y en el delta del río Mira.

Las playas y los frentes de las islas barrera serán progresivamente inundados a la vez, desde el frente marino y desde sus costados internos, a lo largo de los bordes de las lagunas estuarinas, por lo cual los solos efectos de la inundación, en el escenario más simple, serían ya de por sí muy importantes.

La inundación consecuente de los sectores bajos de la costa Pacífica afectaría prácticamente todos los asentamientos humanos de la franja litoral, incluyendo a Juradó, Pizarro, Bahía Solano, Buenaventura (parte de su casco urbano) y Tumaco.

### **3 Intrusión salina**

El efecto de la intrusión salina ante un eventual aumento del nivel del mar se verá reflejado directamente sobre los ecosistemas costeros y en especial sobre los sistemas estuarinos y de agua dulce, los cuales proveen una serie de servicios ambientales aprovechados por el hombre.

En Colombia son pocos los estudios que se han llevado a cabo para evaluar el efecto de la intrusión salina y su efecto directo sobre los ecosistemas marino-costeros, dada la complejidad de este efecto solo se han hecho algunas apreciaciones cualitativas al respecto y que serán mencionados más adelante.

De acuerdo con el Committee on Engineering Implications of Changes in Relative Mean Sea Level (1991), la penetración de la cuña mareal por los estuarios y ríos sujetos a influencias mareales podría alcanzar (al menos para las costas norteamericanas) valores tan altos como un kilómetro por cada 10 cm de ascenso del nivel del mar. Sobre las franjas sedimentarias bajas de

la costa Pacífica, la elevación de 1 m del nivel del mar y una penetración de la cuña mareal de tales magnitudes causaría muy probablemente efectos en Colombia como:

El desplazamiento hacia tierra de las fronteras internas de las áreas ocupadas por los pantanos de manglar, a expensas de los terrenos bajos inundables por agua dulce en la actualidad, colonizados por especies del bosque húmedo tropical. En las dos franjas litorales del Pacífico estrechas entre el Cabo Corrientes-Boca Togoromá y Buenaventura-Guapí, la migración de los pantanos de manglar sería probablemente limitada por los relieves costeros y escarpes de paleocantilados cercanos a la línea de costa actual, mientras que en los deltas del San Juan, Patía y Mira, la migración de los pantanos de manglar y la salinización de terrenos podría alcanzar las decenas de kilómetros, en función de los gradientes topográficos muy bajos de las planicies deltaicas.

La salinización de los acuíferos, por filtración sería uno de los efectos más drásticos e inmediatos a tener en cuenta principalmente en la costa Caribe y en especial entre el sector de Tolú-Coveñas, donde la población extrae el recurso hídrico, como principal fuente de abastecimiento.

En el Caribe insular, este efecto adquiere mayor importancia dado que la inundación traería consigo una salinización de los acuíferos y aumento del nivel freático, traduciéndose en un gran problema social y económico dado que la población de la isla se abastece en su totalidad de agua potable a través de este tipo de reservas de agua dulce (Chaparro y Jaramillo, 2000).

# Respuestas del Sistema Natural

Las respuestas del sistema natural ante un eventual aumento del nivel del mar serán evaluadas con base en los tres efectos (erosión, inundación e intrusión salina), descritos anteriormente (Anexo 1), sobre los ecosistemas marino –costeros y terrestres presentes dentro del área de estudio y caracterizados en el Informe Técnico No. 2.

Las posibles respuestas de los sistemas naturales pueden bosquejarse considerando tanto los resultados de estudios teóricos sobre los posibles efectos del fenómeno, como en la evolución geomorfológica histórica de algunos segmentos de ambas costas, para los cuales se conocen algunos de los factores determinantes.

En el contexto anterior, debe tenerse en cuenta que las características geológicas de los litorales del país, aunque conocidas sólo en términos generales, los señalan en su conjunto como tectónicamente activos, hecho que se materializa con movimientos verticales, específicamente por levantamientos y hundimientos de terrenos litorales. Se ha establecido, tanto teóricamente como en la práctica, que los levantamientos de la zona costera pueden compensar total o parcialmente la elevación eustática del nivel del mar (casos de zonas sujetas a rebote isostático), mientras los hundimientos de terrenos incluyendo tanto los tectónicos como los debidos a otros factores (como la compactación y el “dewatering”) aumentan la magnitud del cambio relativo del nivel del mar, y por ende sus efectos.

Pese al análisis realizado en el capítulo anterior, en el cual se determinan unas tasas de ascenso y descenso del nivel relativo del mar sobre las costas Caribe y Pacífico colombianas, una evaluación más precisa de las zonas potencialmente inundables en cualquiera de los escenarios obtenidos, requeriría tanto de la disponibilidad de la información topográfica base adecuada (con curvas de nivel entre el nivel del mar y los 3-4 m), como de datos sobre tasas de movimientos verticales para los diferentes sectores costeros. La primera condición podría cumplirse, al menos para los sectores críticos, a corto y mediano plazo; la segunda requerirá de investigación científica de alto nivel, y sus resultados en el tiempo dependerán de las velocidades de los movimientos del terreno y de la resolución de las técnicas de medición empleadas.

La evolución geológica/geomorfológica de las costas bajas será probablemente compleja y podría incluir respuestas diferentes a la inundación, como por ejemplo la migración y conservación de las islas barrera, la redistribución de sedimentos y la consiguiente formación de nuevas formas depositacionales a expensas de la destrucción de otras. La consideración de tales alternativas se excluyen de este estudio por la ausencia de estudios estratigráficos sobre la evolución holocena de ambos litorales.

Con relación al cambio climático global, se ha considerado que este fenómeno tiene el potencial de alterar muchos de los ecosistemas naturales de la tierra en los próximos 100 años. Sin

embargo, el cambio climático no es una nueva influencia en la biosfera, por lo cual se podría pensar que todos los sistemas estarían en la capacidad de adaptarse sin efectos significativos en su forma o productividad. Existen tres razones principales por las cuales dicha adaptación no ocurre en la forma descrita:

*La tasa de cambio climático global y como consecuencia la tasa de ascenso del nivel del mar, tiene una proyección más rápida que ninguna otra registrada en los últimos 10.000 años.*

*La población humana ha alterado la estructura de muchos de los ecosistemas que existen.*

*La contaminación, al igual que otros efectos indirectos provenientes de la mala utilización de los recursos naturales, se ha incrementado desde los inicios de la revolución industrial*

En consecuencia es muy probable que los ecosistemas no se logren adaptar al estrés adicional que causa el cambio climático, sin perder muchas de las especies que albergan o muchos de los servicios que ofrecen. En la tabla 3, se resumen algunos de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas en términos de bienes y servicios y que potencialmente se verían afectados o comprometidos en el evento de un cambio en el nivel del mar (WRI, 2000).

Por millones de años, las especies han cambiado la forma en que viven y se reproducen en respuesta a los cambios y condiciones climáticas. Las tasas proyectadas de ascenso en el nivel del mar en muchas partes particulares del mundo, requerirán que las plantas migren más rápido de lo normal; por lo tanto las especies que no logren adaptarse lo suficientemente rápido a dichos procesos, tenderán a ser inundadas. Los cambios en la estructura de los ecosistemas y de su vegetación podrán inclusive convertirse en fuentes adicionales de carbono atmosférico, acelerando los procesos del cambio climático (GCRIO, 2001).

A medida que la vegetación tradicional vaya muriendo en áreas grandemente afectadas por las inundaciones e intrusión salina, serán reemplazadas por especies de crecimiento más rápido y que generalmente son no nativas. Estas especies, por lo general producen menos recursos maderables, proveen una menor calidad de forraje para animales, proveen menores fuentes de alimento a organismos silvestres y generan un hábitat deficiente para la mayoría de animales nativos. La frecuencia de pestes, maleza, ratas y cucarachas, podrá verse incrementada (WRI, 2000).

El uso que el hombre ha hecho de grandes extensiones de tierra, ha incrementado la fragmentación de hábitats y el mosaico de diferentes paisajes y ecosistemas, dando como resultado muy pocas áreas contiguas con un sólo tipo de hábitat existentes en el pasado. Este hecho dificulta la migración de la vegetación y los animales hacia condiciones ambientales más propicias. Este no fue el caso hace millones de años cuando los ecosistemas experimentaron rápidos cambios climáticos. Hoy en día la mayoría de los ecosistemas terrestres están atrapados dentro de pequeñas islas, separados unos de otros, capaces solo de viajar a través de pequeños canales de comunicación lo que ha influenciado profundamente en el flujo genético y por ende en la dispersión y distribución de especies. A medida que esta situación se agudice, más especies estarán confinadas a ambientes donde no podrán sobrevivir (WRI, 2000).

Más allá de la capacidad de respuesta de muchos ecosistemas marino-costeros y terrestres ante el cambio climático y especialmente ante el ascenso en el nivel del mar, está la frecuencia de los factores de estrés y otras perturbaciones asociadas a estos recursos, se están viendo enfrentadas. El incremento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, incrementará la capacidad fotosintética de muchas plantas, pero el efecto neto sobre su productividad es aún incierto, particularmente cuando este efecto se combina con mayores temperaturas ambientales o con condiciones donde la disponibilidad de nutrientes del suelo sea limitada (WRI, 2000).

*Tabla 3. Servicios ambientales de los ecosistemas marinos, costeros y terrestres que se van a ver afectados ante un eventual ascenso en el nivel del mar. Modificado de WRI (2000)*

<b>Ecosistema</b>	<b>Bienes</b>	<b>Servicios</b>
Agro ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alimento</li> <li>■ Fibras</li> <li>■ Reserva genética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Controlar las funciones de las cuencas (infiltración, control de riegos, protección parcial del suelo)</li> <li>■ Hábitat de aves, polinizadores y organismos del suelo</li> <li>■ Constructores de materia orgánica húmica</li> <li>■ Sumideros de carbono atmosférico</li> <li>■ Generadores de empleo</li> </ul>
Ecosistemas forestales <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Bosque Húmedo Tropical</li> <li>◆ Bosque Seco tropical</li> <li>◆ Manglares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maderables</li> <li>■ Combustible</li> <li>■ Agua potable y de irrigación</li> <li>■ Forraje</li> <li>■ No maderables (bambú, tabaco, etc)</li> <li>■ Alimento (miel, frutas, etc.)</li> <li>■ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Filtros naturales de polutantes y emisores de oxígeno</li> <li>■ Ciclos de nutrientes</li> <li>■ Mantener las funciones de las cuencas naturales</li> <li>■ Mantener la biodiversidad</li> <li>■ Sumideros de carbono atmosférico</li> <li>■ Moderar los impactos climáticos</li> <li>■ Generación de suelos</li> <li>■ Generadores de empleo</li> <li>■ Proveer de hábitat tanto a humanos como a fauna</li> <li>■ Contribuir a la riqueza visual y estética del paisaje</li> <li>■ Recreación.</li> </ul>
Sistemas Hídricos <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Estuarios</li> <li>◆ Lagunas costeras</li> <li>◆ Ciénagas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Agua potable y de irrigación</li> <li>■ Pesca</li> <li>■ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Control de cauces (tiempo y volumen)</li> <li>■ Diluir y acarrear desechos</li> <li>■ Ciclos de nutrientes</li> <li>■ Mantener la biodiversidad</li> <li>■ Proveer de un hábitat acuático</li> <li>■ Generadores de empleo</li> <li>■ Contribuir a la riqueza visual y estética del paisaje</li> <li>■ Recreación</li> </ul>
Ecosistemas Costeros <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Manglares</li> <li>◆ Pastos</li> <li>◆ Arrecifes de Coral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Peces y mariscos</li> <li>■ Alimento animal</li> <li>■ Algas (uso industrial y alimentación)</li> <li>■ Sal</li> <li>■ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Protección ante las tormentas (manglares e islas barrera)</li> <li>■ Proveer hábitat a organismos marinos y terrestres</li> <li>■ Mantener la biodiversidad</li> <li>■ Diluir y acarrear desechos</li> <li>■ Proveer hábitat</li> <li>■ Generador de empleo</li> <li>■ Contribuir a la riqueza visual y estética del paisaje</li> <li>■ Recreación</li> </ul>

A continuación se analizan las pérdidas en área de cada uno de los biomas terrestres y los ecosistemas marino costeros presentes en el área de estudio, teniendo en consideración los dos escenarios de inundación de 30 cm para el año 2030 y de 1 m para el año 2100 (Anexo 1). De

igual forma se plantea de forma general las posibles respuestas de estos sistemas ante los efectos de inundación, erosión e intrusión salina causados por el aumento en el nivel del mar.

### 3.1 Ecosistemas terrestres

#### 3.1.1 Zonobioma de Desierto Tropical

En la costa Caribe los paisajes descritos dentro del zonobioma de desierto tropical, (arbustal abierto caducifolio, vegetación dispersa de desierto y subdesértico con suculentas) se encuentran asociados principalmente a sistemas de las partes medias y altas de La Guajira (por encima del máximo límite de inundación establecido), por lo cual el área afectado por el ANM sería muy bajo (<1% del área total dentro del área de estudio al 2030 y 4% al 2100). Sin embargo, el probable aumento de la temperatura media del planeta, el aumento de las lluvias y otros fenómenos asociados al clima cambiante, podría provocar cambios tanto en la composición florística de estos zonobiomas como de la densidad y diversidad de la fauna asociada.

Los sistemas que se encuentran más cercanos a la línea de costa (vegetación de playas y dunas con vegetación escasa) podrán migrar a medida que los cambios en la línea de costa se presenten, siempre y cuando las condiciones del suelo y la disposición ambiental de su entorno se lo permitan. Hoy en día existe una fuerte presión sobre este tipo de vegetación, causado principalmente por el sector turístico que considera la vegetación circundante de este tipo de ambientes como maleza, arrasándola y convirtiendo estos ambientes en playas “limpias”, desconociendo el importante papel que esta vegetación cumple en la sedimentación y la captación de arenas.

Por otro lado es de esperar que, a medida que la cuña salina penetre a tierra, la vegetación asociada con los planos aluviales pueda verse desplazada por especies halófitas, acostumbradas a soportar una mayor salinidad en el suelo, que aquellas que se ven favorecidas por un riego constante de agua dulce.

*Uno de los servicios ambientales más importantes que se vería afectado por el cambio en el nivel del mar es la captación de arenas y su contribución en los procesos de sedimentación. La presencia de vegetación es necesaria puesto que protege el suelo durante la época de lluvia lo cual evita la erosión. Las pérdidas de este ecosistema en la costa Caribe se relacionarían con la presión antrópica y en especial por la industria del turismo.*

#### 3.1.2 Zonobioma Bosque Seco Tropical

El mismo esquema aplicado para el zonobioma de desierto tropical se emplea para las áreas cubiertas por el zonobioma de bosque seco tropical del Caribe, el cual alberga una fauna muy diversa (principalmente aves) y una flora con reconocida utilidad para el hombre (Tabla 2). Este ecosistema, localizado en los departamentos de Magdalena y la Guajira en estribaciones de la

Sierra Nevada de Santa Marta, está reducido a pocas áreas que se encuentran bajo presión antrópica del turismo y el crecimiento de las poblaciones humanas.

Se calcula un área de afectación del 1% y 2% al 2030 y 2100 respectivamente por ANM. Sin embargo algunas especies de plantas de este ecosistema son endémicas de la región (INVEMAR, 2002) y por ende podrían verse amenazadas de extinción al verse afectado su hábitat. La fertilidad de sus suelos y la altísima explotación fértiles amenaza su permanencia. Etter (1993) en IavHumboldt, (1997) reporta que sólo queda el 1.5 % de su cobertura nacional original de 80.000 km<sup>2</sup>.

Dentro de los remanentes reportados para la región Caribe se destacan los situados en cercanías a la ciudad de Santa Marta con una extensión aproximada de 7.292 ha. y en la isla de Tierra Bomba, en Bolívar, 572 ha. (IavHumboldt, 1997). En el Caribe insular, más exactamente en la isla de Providencia también hay un remanente de bosque, del cual no se ha reportado información alguna, además de su presencia.

*Tabla 4. Servicios ambientales y usos del bosque seco tropical que pueden ser afectados ante un eventual aumento del nivel del mar.*

<b>Servicios Ambientales</b>	<b>Leve</b>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>
Provisión de hábitat a variedad de especies endémicas de insectos, reptiles y aves principalmente			✓
Protección del suelo contra la erosión		✓	
Absorción y almacenamiento de agua dulce		✓	
Absorción y almacenamiento de minerales y otros nutrientes, en suelos muy pobres y expuestos			✓
Posibilidad de mantener numerosas especies de insectos que contribuyen al control de plagas y vectores de enfermedades			✓
Procesos eficientes de reciclaje de nutrientes		✓	
Interacciones complejas de simbiosis entre especies		✓	
Biodiversidad genética			✓
Absorción y transformación de altos niveles de energía termal y radiante			✓
<b>Usos</b>			
Producción de frutas y leguminosas		✓	
Explotación agrícola y ganadera		✓	
Extracción de leña		✓	

### 3.1.3 Bosque Húmedo Tropical

El bosque húmedo tropical es el ecosistema terrestre más extenso a lo largo de la costa Pacífica colombiana (4.600.000 ha) (IavHumboldt, 1997). La inundación como consecuencia del ascenso en el nivel del mar, muy probablemente no tendrá mayores consecuencias directas sobre este sistema, sin embargo indirectamente las presiones de erosión y la salinización de los suelos, podrían conllevar a pérdidas de área en las zonas frontales del bosque.

El modelo de inundación con base a criterios geomorfológico y no a cotas de nivel establecidas, permite estimar el área afectada en un 8% (336 km<sup>2</sup>) para el 2030 y de un 39% (1603 km<sup>2</sup>) al 2100 de este bosque a causa de la inundación esperada por ANM. Una iniciativa de realizar un modelo de áreas de desplazamiento de zonas de vida basado en escenarios climáticos, muestra que al nivel nacional el Bosque Húmedo Tropical cambiaría a una extensión equivalente a 5,7% del país, pasando 10 % de su área existente a Bosque Seco Tropical, donde se incluyen algunas áreas del sur de la Región Caribe (IDEAM, 2001).

Es bien sabido que los bosques en general, se adaptan muy lentamente a las condiciones cambiantes, principalmente en función de la temperatura. Algunas observaciones y experimentos realizados en otros países y latitudes demuestran que un un incremento en un solo grado de temperatura en la temperatura promedio global afectaría toda la composición de los bosques. Tipos de bosques enteros podrían desaparecer, mientras nuevas combinaciones de especies y por ende, nuevos ecosistemas, pueden establecerse.

Los deltas del Pacífico, en donde se asientan en su gran mayoría este tipo de bosque poseen problemas más específicos, al ser áreas donde el mar y la tierra interactúan de una manera muy cercana: su altura promedio es generalmente muy baja y la extensión en la cual pueden verse los efectos de la marea son muy amplias siendo del orden de 30 km tierra adentro en áreas de los deltas del Patía y Mira. Los deltas, por lo tanto, son el resultado de la interacción de las condiciones río arriba y del resultado local o costero. El aumento del nivel del mar sobre estos sistemas por lo tanto no pueden ser examinados sin asumir condiciones de cambios en el clima y del comportamiento en sí de los ríos que los alimentan. Este tipo de análisis deberá ser tema de estudio en próximas evaluaciones.

*Tabla 5. Servicios ambientales y usos del bosque húmedo tropical que pueden ser afectados ante un eventual aumento del nivel del mar*

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
La provisión de hábitat requeridos por una gran diversidad de especies especializadas y exclusivas, tanto vegetales como animales	✓		
El almacenamiento eficiente de energía utilizable en forma de fitomasa y zoomasa	✓		
La producción de una gran variedad de compuestos químicos secundarios como resinas, alcaloides, aceites esenciales, látex y fármacos		✓	
Absorción y almacenamiento de CO <sub>2</sub> (impacto global);		✓	
La protección del suelo contra la erosión y el desecamiento, por la absorción y la deflexión de la radiación y la precipitación	✓		
Absorción y almacenamiento de minerales y otros nutrientes, en suelos muy pobres y expuestos a intenso lavado de lluvias	✓		
Absorción, almacenamiento y liberación de agua lluvia y freática		✓	
Absorción y transformación de altos niveles de energía termal y radiante	✓		
Autoregulación y regeneración de productos como maderas frutas y hojarasca		✓	
Procesos eficientes de reciclaje de nutrientes		✓	
Interacciones complejas de simbiosis entre especies		✓	
Genética de las especies que la componen		✓	

Usos			
Extracción de madera	✓		
Extracción de materia prima para la producción de químicos secundarios, medicinas, resinas, alcaloides, látex, etc.		✓	
Cacería y pesca	✓		

Los bosques representan un importante papel en el sistema climático. Se constituyen en las mayores reservas de carbón, conteniendo cerca del 80% de las reservas de la vegetación y cerca del 40% del carbón que recide en los suelos. Una gran cantidad de carbón sería emitida a la atmósfera durante la transición de un tipo de bosque a otro debido a que las mortandades emiten más carbón que el que es absorbido gracias al crecimiento.

Además otros servicios ambientales que presta este sistema son: ser reserva genética, su alta biodiversidad, actuar como filtros naturales de contaminantes, su producción de oxígeno, ser constructores de materia húmica y ser hábitat de numerosas especies de aves, mamíferos, insectos, polinizadores, etc. El bosque húmedo tropical provee al hombre con recursos maderables y materia prima para la producción de medicinas, papel, fibras y alimentos entre muchas otras cosas. Los servicios ambientales que se presentan en la tabla 3, se podrían ver afectados ante un eventual ascenso del nivel del mar debido a la posible pérdida de área dada por la migración del manglar y la salinización del suelo.

## 3.2 Ecosistemas marinos y costeros

Abordar el tema de la dinámica de los ecosistemas marinos y costeros es de gran complejidad, pues conceptualmente, debe hacerse referencia a los cambios naturales que las comunidades experimentan en el tiempo. Esta situación se torna difícil al reconocer que aunque existe información muy valiosa, se encuentra fraccionada e incompleta y no se direcciona a la globalidad, sino por el contrario a lugares y situaciones muy específicas. Sin embargo, es posible observar procesos sucesionales actuales que pudieran reflejarse hacia el futuro en concordancia con los eventos causados por un posible ascenso del nivel del mar. A continuación, se abordará esta evaluación en cada uno de los 6 ecosistemas marinos y costeros definidos y caracterizados en el paso anterior (Mapas anexos Efectos sobre el sistema natural ante un ascenso del nivel del mar Caribe y Pacífico colombianos 1, 2 y 3).

### 3.2.1 Ecosistema de arrecifes de Coral

La capacidad de resiliencia y adaptación de los arrecifes coralinos ante un aumento relativo del nivel del mar, está determinada por el esquema de distribución y respuesta a una serie de procesos geomorfológicos, hidrográficos y biológicos (acresión coralina, erosión, sedimentación, energía del oleaje, gradientes de profundidad, tectonismo, perturbaciones atmosféricas, entre otros), que operan en el corto, mediano y largo plazo, modelando la identidad geomorfológica y ecológica de cada una de las áreas coralinas (Díaz *et al.*, 2000).

La magnitud, velocidad y periodicidad de varios de estos procesos pueden ser comunes o similares en algunas áreas, por lo que el efecto de ascenso no tendrá la misma respuesta a lo largo de todas las redes pertenecientes a este conjunto (comunidad coralina, tapete coralino y arrecife coralino). En este contexto, Neumann y Macintyre (1985) y Hubbard, 1996, propusieron una

clasificación tripartita de los arrecifes desde el punto de vista de su reacción ante los cambios naturales de ascenso y descenso del nivel promedio del mar a lo largo de la historia. Según dicha clasificación existen tres categorías, en los que pueden ser clasificados los arrecifes teniendo en cuenta dos premisas principales:

1. La tasa de ascenso relativo del nivel del mar en comparación con el crecimiento vertical del arrecife
2. La duración en que la tasa de ascenso del nivel del mar excede la habilidad del arrecife para mantenerse.

La Figura 7, describe las categorías en mención; 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 (Bird, 1993). Los arrecifes que pueden alcanzar la tasa de ascenso, están conformados por corales masivos (Figura 6) que desarrollan una cresta de corales ramificados (Figura 8), 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 (Birkeland, 1997).

El hecho de reconocer estas estrategias de respuesta en los arrecifes coralinos, permite entender a gran escala, los factores que han dado forma a los arrecifes a lo largo del tiempo geológico así como dar las bases para inferir cuales serían las respuestas de los ecosistemas coralinos colombianos ante un eventual ascenso del nivel promedio del mar.

De acuerdo con las predicciones de ascenso del nivel del mar calculados en la costa Caribe (22 cm en Cartagena en los últimos cincuenta años), se presentarán variaciones regionales significativas que harán inciertos los estimaciones de las tasas producción futuras de carbonato de calcio. Las estimaciones de crecimiento en algunos corales del Caribe insular oscilan entre 1 mm y 10 mm por año (Brown, 1996), por lo cual se presume que los arrecifes de coral podrán aparentemente mantener su desarrollo a medida que el ascenso del nivel del mar aumente. Inclusive muchos arrecifes de plataforma podrán verse beneficiados al quedar disponible una mayor área de asentamiento.



*Figura 6 Corales Masivos*

Según el reporte de Wilkinson y Buddemeier (1994) sobre las implicaciones que tendrán los cambios climáticos globales sobre los arrecifes coralinos, las tasa de ascenso en el nivel del mar,

tendrá un efecto devastador sobre la viabilidad de las islas coralinas bajas y los planos costeros que se encuentran protegidos por arrecifes coralinos.

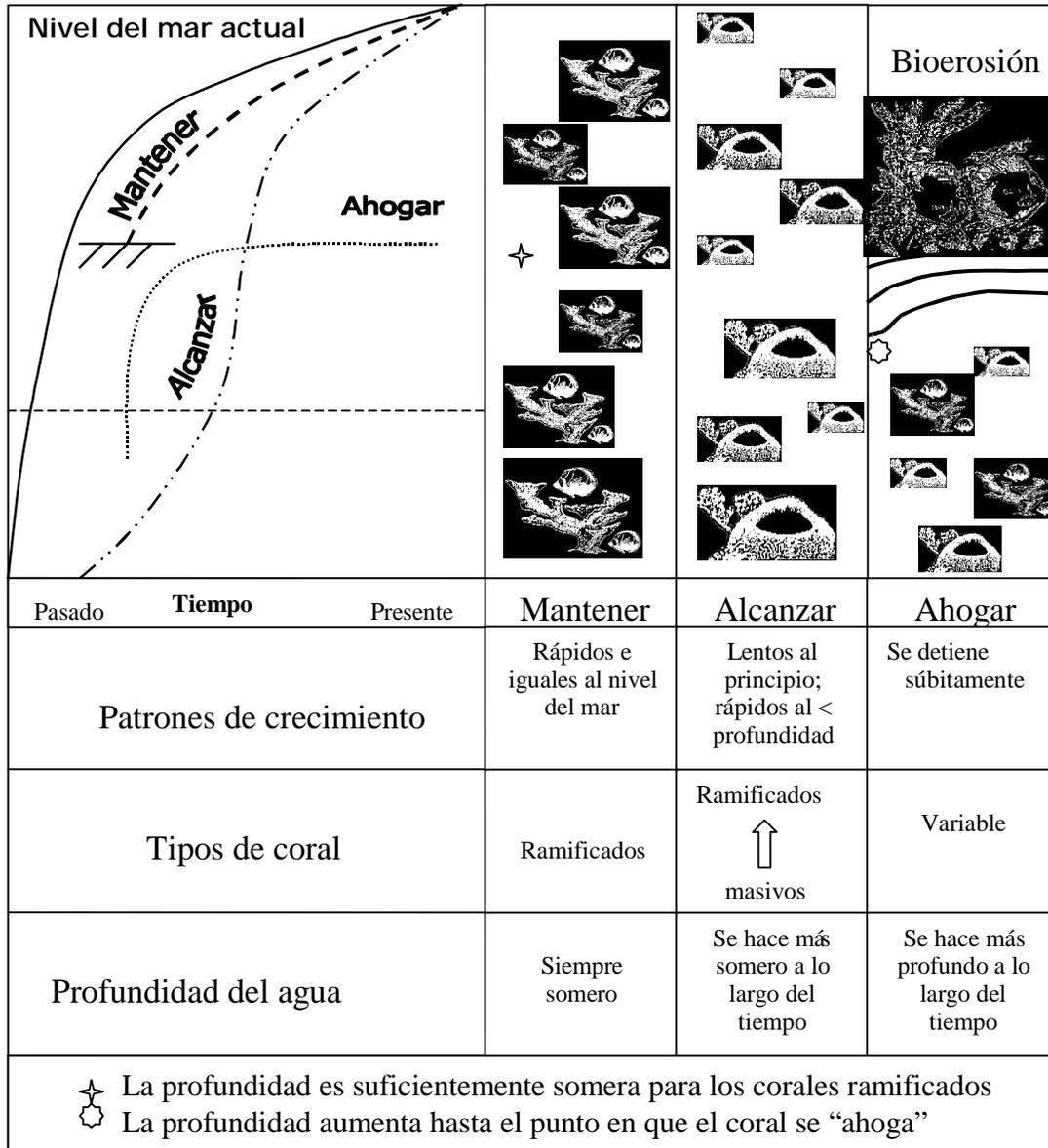


Figura 7. Secuencia de arrecifes como indicadores de ascenso del nivel del mar. Los arrecifes que son capaces de “mantenerse” tienen la misma tasa de crecimiento que de ascenso del nivel del mar (corales de las aguas someras). (Modificado de Birkeland, 1996).

Las islas bajas protegidas por grandes extensiones de arrecifes como es el caso de algunas formaciones del Archipiélago de San Andrés Isla, dependen de estas estructuras para protegerse de la influencia del oleaje. Si las barreras arrecifales de estas áreas se “ahogaran” como se describió anteriormente, podrían sufrir de erosión y en consecuencia las costas que protegen actualmente, se verían en riesgo ante el oleaje y los fenómenos meteorológicos recurrentes en el área.



*Figura 8 Corales ramificados*

El fenómeno de ascenso implica una mayor cantidad de agua y de energía transportada a lo largo del arrecife, cambiando los patrones de depositación de sedimentos y erosión, impactando el arrecife trasero y las estructuras sobre la línea de costa.

*Se ha reportado también, que el ascenso en el nivel del mar no será una amenaza para la mayoría de los ecosistemas de arrecifes coralinos, ya que algunas mediciones de la tasa de crecimiento de algunos sistemas arrecifales del Caribe insular, muestran que los arrecifes podrán mantenerse a las tasas de ascenso del nivel del mar pronosticadas. Inclusive muchos arrecifes de plataforma podrán verse beneficiados al quedar disponible una mayor área de asentamiento. (Bird, 1993)*

Por otro lado, se espera que las comunidades arrecifales de fondo con crecimiento laminar, aceleren su crecimiento y la producción de carbonato de calcio muchas veces más rápido que los arrecifes que se encuentran intermitentemente expuestos; este incremento puede generar suficiente carbonato de calcio para lograr que estas estructuras se “mantengan”.

Según Brown (1996), el ascenso en el nivel del mar podrá afectar unas comunidades coralinas más profundamente que a otras. Los tapetes arrecifales, hoy en día restringidos y en aguas protegidas, podrán verse beneficiados en función de la diversidad y productividad a medida que el nivel del mar aumente. Sin embargo, a muy corto plazo (10 años) dichas variaciones se verán enmascaradas por las variaciones naturales del nivel promedio del mar, como consecuencia de las variaciones de marea.

Tabla 6. Principales causas de deterioro en las áreas coralinas colombianas (Caribe, Insular y Pacífico) Tomado de Díaz et al., 2000.

AREAS																
TENSORES	SAN ANDRÉS	PROVIDENCIA *	QUITASUEÑO	CAYOS*	URABÁ*	B. BURBUJAS	B. BUSHNELL	I. FUERTE	I. SAN BERNARDO	B. TORTUGAS	I. DEL ROSARIO	B. SALMEDINA*	PNNT	PTO LÓPEZ	GORGONA	I. MALPELO
Huracanes	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Calentamiento	2	2	2	2	2	1	1	2	3	1	3	1	1	2	3	2
Enfermedades**	3	2	3	2	1	0	0	1	2	1	2	?	3	1	?	1
Sobrepesca***	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	1	?	?
Descargas continentales	0	1	0	0	2	1	1	2	2	2	3	2	2	3	1?	?
Aguas negras	2	1	0	0	1?	0	0	1?	1	0	2	1	1	0	0	0
Pesca con dinamita	0	0	0	0	?	1	0	2	2	0	2	1	3	0	0	0
Actividades Nauticas	3	2	1	1	2	1*	1*	2	2	0	3	1	3	1	2	1
Extracción coral	1	1	0	0	1	0	0	2	3	0	2	0	1	0	1	0

GRADO DE AFECCIÓN DE LOS TENSORES: Suma de incidencia y permanencia del tensor en el tiempo. Categoría de 0 a 3. 0= NO HAY; 1= MINIMA; 2= MEDIA; 3= ALTA

El balance existente entre el ascenso del nivel del mar y la tasa de aumento de sedimentos transportados es marginalmente importante para la existencia de los arrecifes, sin embargo, es fundamental para las poblaciones humanas de las islas, ya sea que las habitan o hacen uso regular de las mismas.

Todas las islas, atolones y bancos del Archipiélago de San Andrés y Providencia al parecer tienen un origen volcánico, que permitió con el tiempo el cubrimiento de carbonatos biogénicos formados a poca profundidad. Hoy en día estos depósitos no superan los 2 a 5 m de altura sobre el nivel del mar, por lo cual un escenario de 88 cm de ascenso aunado a los cambios asociados del cambio climático global, pondrá a la población residente en riesgo.

La enorme diversidad y productividad biológica de los ambientes arrecifales representan invaluable recursos de importancia económica, recreacional, ecológica, estética y cultural. Aproximadamente el 70% de la biodiversidad marina del Caribe está representada en las comunidades coralinas y más del 60% de los productos de las pesquerías artesanales provienen de las áreas arrecifales (Díaz et al., 2000).

Dentro de los servicios ambientales que ofrece este ecosistema y que podrían verse afectados por el ascenso en el nivel del mar se cuentan los enumerados en la Tabla 7.

Tabla 7. Evaluación de impactos sobre los servicios ambientales del ecosistema de arrecifes coralinos, debido al ascenso en el nivel del mar.

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
Producción de alimento	✓		
Regulación de perturbaciones		✓	
Tratamientos de residuos	✓		
Hábitat- Refugio		✓	
Usos			
Turismo y recreación		✓	
Fuente de compuestos bio-activos		✓	
Materias primas		✓	

### 3.2.2 Ecosistema de fanerógamas marinas

La vegetación marina a diferencia de algunos animales, se encuentra limitada por la intensidad, la calidad y la periodicidad a la cual penetra la luz solar, necesaria para la generación de energía a través de la fotosíntesis, permitiéndoles su desarrollo (Littler *et al.*, 1989; Dawes, 1991). La mayor abundancia y desarrollo de plantas marinas ocurre en la franja intermareal hasta profundidades de 20 m (Littler *et al.*, 1989), y se desarrolla con temperaturas entre los 25 a 31 °C.

Su presencia se ve limitada por los aportes de agua dulce, la turbidez del agua, la falta de sustratos adecuados (arenosos o fangosos poco profundos) y el 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, si este cambio ocasionara un desbalance en las variables anteriormente mencionadas.

Los pastos marinos en particular, proveen de hábitat a muchos peces marinos de las áreas intermareales. Se prevee que un cambio en las condiciones medioambientales producido por el cambio climático y en particular cambios en la temperatura, afectarán adversamente sus comunidades ya que estos ecosistemas son hoy en día sensibles ante la polución desde tierra y a las descargas del continente (Edwards, 1995 en IPCC 2001). De igual forma es de esperar que la distribución de los pastos marinos, cambie como resultado del estrés adicional causando cambios en los patrones reproductivos (Short and Neckles, 1999 en IPCC 2001).

Un aumento en el nivel del mar, significará para estos sistemas, un aumento en la profundidad media a la que se encuentran en la actualidad y una reducción en la cantidad de luz que llega a las plantas, lo cual podrá dar como resultado un cambio en su productividad. Otros efectos del cambio climático fuera del ascenso del nivel del mar, como es el incremento de CO<sub>2</sub> en la columna de agua, podrán variar de acuerdo a las especies y a las condiciones medioambientales, en función de la competencia interespecífica, al igual que entre especies de pastos y poblaciones algales (Beer and Koch, 1996 en IPCC, 2001). Experimentos llevado bajo condiciones controladas, sugieren que pastos marinos como *Zostera marina*, puede responder positivamente al incremento de CO<sub>2</sub> aumentando su tasa fotosintética. Para *Thalassia testudinum* sin embargo, dicho experimento muestra que la máxima tasa fotosintética se ve disminuida al aumentar los niveles de CO<sub>2</sub> (Zimmerman *et al.*, 1997; Durako, 1993 en IPCC, 2001).

De igual forma el esperado incremento en la frecuencia e intensidad de la energía de las tormentas tropicales puede producir daños en los sistemas de soporte de estas plantas, una reducción en la transparencia del agua o redistribuir los sedimentos. Un incremento en las lluvias y las descargas continentales puede de igual forma, incrementar la descarga de sedimentos reduciendo la penetración necesaria de luz (SeaWeb, 2001).

Los efectos generales que el cambio climático global pueda tener sobre los ecosistemas de fanerogamas marinas colombianas, son difíciles de anticipar. Aunque algunos beneficios pueden producirse (incremento de la cobertura foliar gracias al aumento del CO<sub>2</sub> disuelto), otros impactos (pérdida de hábitats debido al ANM) pueden llegar a ser muy serios. Aunque los pastos marinos son susceptibles ante las perturbaciones y podrían morir rápidamente ante condiciones de estrés, su recuperación por otro lado, es comparativamente muy lenta (SeaWeb, 2001).

Los cambios en las comunidades en cuention, podrían tener en consecuencia profundas implicaciones locales y regionales para la biota, la geomorfología costera, los ciclos biogeoquímicos y otras actividades humanas. La distribución de la productividad y la extensión de las comunidades de pastos marinos son extremadamente susceptibles ante los cambios y procesos globales. Aunque una iniciativa de hacer un inventario general de las zonas de predominancia de este ecosistema sobre las costas colombianas fue llevado a cabo por el INVEMAR entre el 2000 y el 2002, el conocimiento de su capacidad de resiliencia ante los cambios que se asumen, son aun incipientes

Dentro de los servicios ambientales que caracterizan estos sistemas están la estabilización de sedimentos y por lo tanto restringir los niveles de sedimentos suspendidos y por ende mejorar la calidad del agua por medio de la filtración y fijación de nutrientes. En la tabla 8 se evalúan a criterio de experto, la afectación de los servicios ambientales de este ecosistema ante el ANM.

*Tabla 8. Evaluación de impactos sobre los servicios ambientales del ecosistema de fanerógamas marinas, debido al ascenso en el nivel del mar.*

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
Estabilizadores de la línea de costa		✓	
Hábitat y refugio de innumerables especies marinas	✓		
Alimento y origen de cadenas alimenticias	✓		
Reproducción, salacuna y refugio de muchas especies marinas	✓		
<b>Usos</b>			
No conocidos hasta el momento			

### 3.2.3 Ecosistema de manglar

El ascenso del nivel del mar (ANM) ha sido caracterizado como el mayor impacto causado sobre los ecosistemas de manglar, como consecuencia del cambio climático global. La respuesta de los ecosistemas de manglar ante el ANM, ha sido analizada por autores como Semeniuk (1994), Field (1995), Woodroffe (1999) y Miyagi *et al.* (1999) en ecosistemas de manglar en latitudes similares a las nuestras, 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.

Los impactos sobre los manglares pueden incluir algunas pérdidas, pero la migración tierra adentro, cambios en la dominancia de especies y un incremento inicial en el área de cobertura, son los cambios esperados a corto plazo, en dependencia de las características del sitio y los impactos antropogénicos a los cuales se encuentre sometido (Bacon, 1994; Ellison y Farnsworth, 1993).

Sin embargo estas respuestas pueden variar drásticamente de un sitio a otro a expensas de las variaciones geomorfológicas y funcionales del ecosistema y su interrelación con otros ecosistemas vecinos (Bacon, 1994). Es probable sin embargo, que las tasas de sedimentación de estos sistemas sean un factor determinante en la respuesta a mantenerse a lo largo del tiempo como ente consolidador y constructor de la línea de costa a lo largo de los grandes deltas y estuarios de nuestro país (ver Anexo 1).

Los efectos que futuro ANM pudiera tener sobre un sistema tan complejo como el de la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM son inciertos. Es bien conocido que este sistema estuarino se separa del mar por una gran barra arenosa formada por el sedimento atrapado en las raíces de manglar y la depositación de material orgánico a lo largo del tiempo.

Si esta barrera natural logra mantener su crecimiento en forma horizontal con el paso del aumento del nivel del mar, entonces la CGSM podrá verse poco afectada por el aumento de las mareas (Figura 9). Sin embargo, si la tasa de ANM es mayor que la tasa de sedimentación o si largos tramos de manglar son afectados por eventos extremos tardando su recuperación, el equilibrio de la ciénaga podría llegar a perderse en los próximos 100 años.

El nivel de incertidumbre a este respecto se acentúa por la falta de estudios detallados en el tema y en el contexto de esta incertidumbre, es aconsejable "esperar por lo mejor pero planear para lo peor" y tomar todas las medidas necesarias para retardar el calentamiento global y el ANM.

En un contexto más general, la inundación marina traería probablemente como consecuencia la migración hacia tierra de las zonas intermareales vegetadas con manglares, los cuales invadirían gradualmente los terrenos bajos colonizados actualmente por especies no halófitas, a medida que la salinización y la intrusión de la cuña salina a lo largo de canales fluviales y esteros se desplacen progresivamente hacia tierra. Este panorama responde a los procesos sucesionales que han sido registrados dentro de este ecosistema a lo largo de las costa Caribe colombiana, como mecanismo de auto-organización o maduración (Sánchez-Páez *et al.*, 2000).

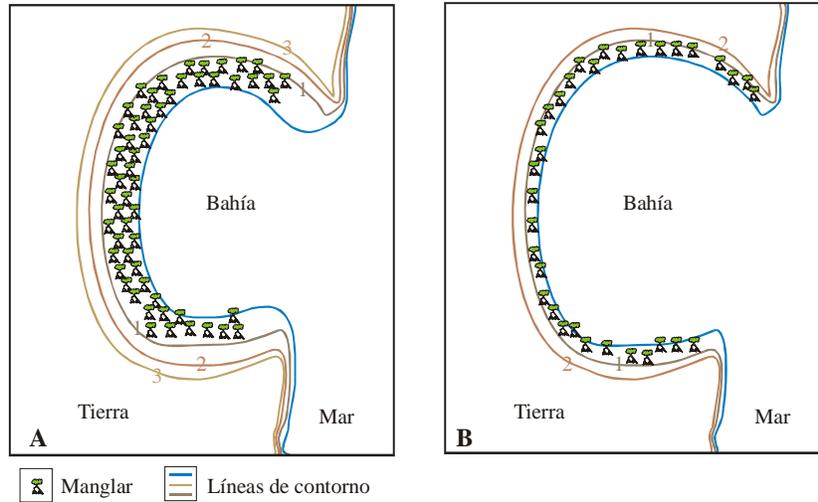


Figura 9. La pérdida de área de manglar, no necesariamente implica la pérdida de línea de costa con manglar. A: Condición original. B: Con un metro de ascenso del nivel del mar.

La afirmación anterior, se relaciona en la forma como el manglar de borde o ribereño, dominado por *Rhizophora* spp. coloniza áreas extensas de praderas de *Thalassia* y otras macrofitas, pues el mangle que se desarrolla en los bordes del agua, sustituye la comunidad de fanerógamas sumergidas, dándose de esta forma un salto en la sucesión que además está condicionada y direccionada por la disponibilidad y presentación de anhídrido carbónico (Figura 10).

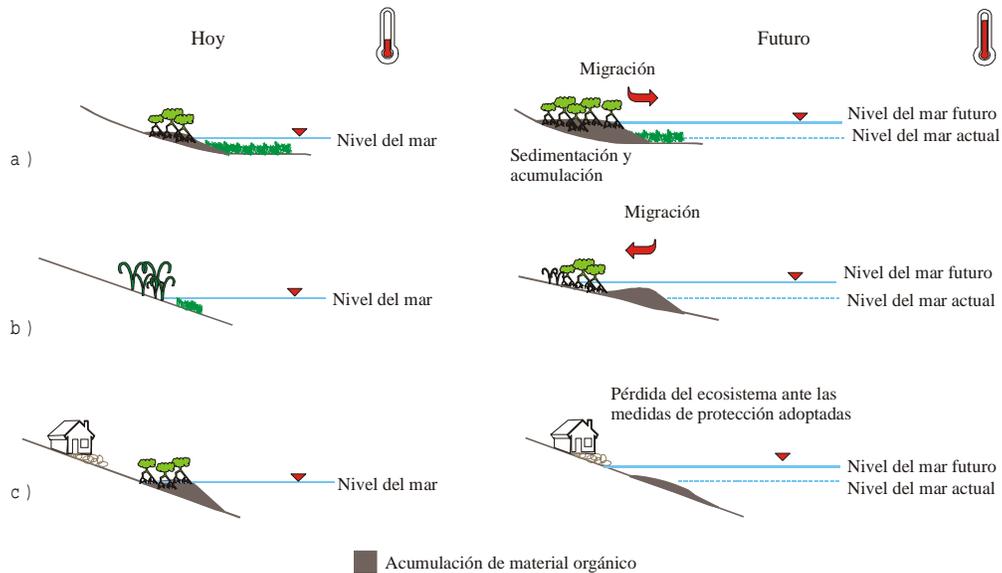


Figura 10. Efectos esperados sobre los manglares debido al ascenso del nivel del mar

Igualmente y bajo otras condiciones, ocurre algo similar entre el ecotono del manglar y los zonobiotomas continentales, pues al parecer este último le va ganando terreno al manglar empujándolo hacia zonas de suelos menos estables que generalmente corresponden a la línea de agua y manglar, en donde se frecuenta la presencia de fanerógamas (Sánchez-Páez *et al.*, 2000). Esta condición se vería revertida ante el aumento en el nivel del mar, cuando el manglar le gane terreno al bosque continental por la salinización de sus suelos.

Esta forma sucesional de los playones de origen fluvial, a consecuencia de la deposición de sedimentos, ha sido evidenciada en el delta del Canal del Dique y el la Ciénaga Grande de Santa Marta. Inicialmente y durante varios años, los playones son colonizados, principalmente por la gramínea enea (*Typha domingensis*), posteriormente ésta es desplazada a partir de un frente de colonización de manglar (Sánchez-Páez *et al.*, 2000).

El ANM, puede causar que el sistema drene más lentamente; El agua salada puede adentrarse en los ríos y acuíferos, contaminando los sistemas de agua dulce y aguas subterráneas. Los manglares podrán llegar a invadir sistemas de agua dulce conocidos en la actualidad. El ANM, en conjunto con las tormentas, pueden probablemente incrementar la inundación costera y la erosión, causando que una mayor cantidad de material particulado, materia orgánica disuelta y nutrientes entren a las bahías, afectando la fauna y la flora en sistemas aledaños como los arrecifes de coral. La velocidad con que estos cambios estén ocurriendo o pudieran llegar a ocurrir, es impredecible.

Tabla 9. Servicios ambientales de los ecosistemas de manglar que pueden ser afectados ante un eventual aumento del nivel del mar.

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
Criadero de larvas de numerosas especies marinas y dulceacuícolas		✓	
Albergue de numerosas especies de aves y reptiles		✓	
Soporte de redes alimenticias (aporte de detritos a arrecifes coralinos)	✓		
Protección de la costa ante la acción del oleaje (reguladores de tormentas)			✓
Consolidación de suelos	✓		
Filtros biológicos (remoción de materia orgánica)	✓		
Usos			
Obtención de madera		✓	
Obtención de recursos pesqueros		✓	
Actividades de caza		✓	
Turismo		✓	

Teniendo en cuenta la dinámica de los bosques de manglar, la sucesión ecológica que implicarán los cambios en el nivel del mar, se traducirá en forma integral, en la dinámica de las comunidades de la biota terrestre y acuática y la correspondiente al suelo, que dependen del mismo, afectando directamente actividades económicas como la pesca y la acuicultura e impactando la economía de las regiones que dependen en gran medida de dichas actividades (Field, 1995; GTZ/FUNDECO/IE 2001).

Es presumible que en algunas zonas del Pacífico colombiano, el Naidizal: (rodales homogéneos en las cuales domina la palma Naidí, *Euterpe cuatrecasana*) tendería a ver disminuida su cobertura, al aumentar la salinidad del suelo producida por la intrusión de la cuña salina, puesto que aunque soporta eventuales influencias de aguas salobres, se desarrolla mejor en suelos inundados con aguas dulces (Martinez *et al.*, 1995; IAvHumboldt, 1997).

Los bienes y servicios que ofrece el ecosistema de manglar a la población son incontables y es presumible que dichas características puedan verse seriamente afectadas por las consecuencias del cambio climático global. La información contenida en la Tabla 9, intenta ser una primera aproximación de la evaluación de la afectación de este ecosistema.

### 3.2.4 Ecosistemas de playas y acantilados

Dado que la erosión es el principal efecto sobre estos ecosistemas se podría esperar como respuesta ante un eventual cambio del nivel del mar la migración o desaparición de los mismos, así como de los servicios ambientales que estos ecosistemas presentan (Tabla 10 y 11), dependiendo de condiciones físicas del ambiente donde se encuentran actualmente.

En general, en las playas del Caribe se esperaría una erosión total a lo largo de los sectores acantilados de la Guajira, arroyo de Piedra-Punta Canoas y, en general, de todas las playas del Caribe sur, limitadas por terrazas costeras en los departamentos de Sucre, Córdoba y Antioquia

Para el Caribe insular, en el sector este de la isla de San Andrés, donde se presenta la problemática de la erosión de playas, estas podrían desaparecer básicamente a que el aporte de sedimentos, traídos de la zona de rompiente en las barreras coralinas cada vez defenderá menos a la isla y el aumento en la frecuencia de eventos extremos como oleaje fuerte debido al cambio climático.

Para los acantilados del Caribe, podría esperarse una erosión en función de la resistencia de la roca al embate de las olas. Siendo más vulnerables los acantilados de sur del Caribe (Barranquilla-golfo de Urabá), conformados por arcillolitas y lodolitas fuertemente fracturadas y afectadas por el emplazamiento de diapiros de lodo. Mientras para los acantilados del norte del Caribe (Sierra Nevada de Santa Marta) y el costa sur (costado oeste del golfo de Urabá) la erosión no afectaría estos, ya que están conformados por rocas ígneas y metamórficas.

En el Pacífico colombiano, en la aplicación más simple de la regla de Brunn (1m de retroceso de la línea de costa por cada cm de ascenso el nivel del mar), muchas de las playas de los sectores acantilados de la Serranía del Baudó, bahía Málaga-Buenaventura, istmo de Tortugas y bahía de Tumaco serían inundadas en su totalidad, aunque las playas frontales de los valles aluviales del Baudó y de las ensenadas (pocket beaches) podrían migrar hacia tierra y no desaparecer, en función de los mayores gradientes topográficos de estas zonas y de los aportes de sedimentos provenientes del relieve costero adyacente. En función de su resistencia alta al oleaje, los acantilados labrados en las secuencias de rocas básicas y sedimentarias de la serranía del Baudó no serían probablemente afectados fuertemente por la elevación relativa del nivel del mar, mientras que a lo largo de los acantilados de rocas sedimentarias de las secuencias costeras al sur del Cabo Corrientes, mucho menos resistentes que los anteriores, serían de esperar aumentos

significativos en las tasas de erosión, especialmente en sectores con alto grado de fracturación, como el comprendido entre Juan Chaco Ladrilleros, en el costado noroccidental de la bahía de Málaga (departamento del Valle).

*Tabla 10. Servicios ambientales y usos de los ecosistemas de playas que se verían afectados por el eventual ascenso del nivel del mar (IAvHumboldt, 1997)*

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
Lugar de anidación para las especies de tortugas marinas			✓
Fuente de alimento para numerosas especies infra- Inter.- y supramareales		✓	
Protección de zonas costeras frente al oleaje			✓
Participación en la dinámica trófica del medio marino y costero		✓	
Usos			
Principal fuente de turismo			✓
Explotación para artesanías de algunos recursos		✓	
Fuente de material de construcción		✓	

*Tabla 11. Servicios ambientales y usos de los ecosistemas de acantilados que se verían afectados por el eventual ascenso del nivel del mar (IAvHumboldt, 1997)*

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
Protección natural	✓		
Reguladores de perturbaciones aminorando los efectos de las tormentas	✓		
Reciclaje de nutrientes de los ecosistemas	✓		
Belleza de paisajes	✓		
Hábitat de gran variedad de especies de invertebrados y algas	✓		
Usos			
Explotación de burgao, langosta y otras especies de importancia comercial de invertebrados marinos	✓		
Potencial explotación de macroalgas	✓		

### 3.2.5 Ecosistema de lagunas costeras y estuarios

Las respuestas principales del cambio del nivel del mar en estos ecosistemas serán la profundización y ampliación de sus desembocaduras, así como influencia directa de los efectos de intrusión salina y la expansión de áreas de inundación (Bird, 1993). Los estuarios y las lagunas son medios muy productivos que están influenciados tanto por los fenómenos naturales terrestres como por las incursiones de las mareas. Son puntos de comunicación aprovechados por el hombre y una gran cantidad de especies de peces e invertebrados permanentes o transitorios. La intrusión salina podría afectar la distribución espacial de especies aunque se esperaría que las respuestas de las comunidades fuese la migración, sin embargo, ha sido reportado por Bird (1993), que la salinización de las aguas en Egipto provocó el descenso en la producción de sardinas y en Louisiana causó la muerte de cipreses. Los efectos más graves podrían darse a

consecuencia de la salinización de acuíferos, fuentes de agua potable para algunas ciudades costeras de Colombia.

La inundación de las áreas de influencia de estos sistemas no solo será producto del ascenso del nivel del mar como tal, sino que también se incrementarán las inundaciones provenientes de los ríos que serán más persistentes y extensas, puesto que probablemente se desbordaran ya que el aumento del nivel del mar impedirá la descarga y los sedimentos fluviales serán depositadas sobre dichas áreas antes que sobre el lecho marino (Bird, 1993). La inundación de dichas áreas podría traer consigo el enriquecimiento por nutrientes, la contaminación y la pérdida de terrenos productivos y urbanos.

Por otro lado, se espera que con el cambio climático y el aumento en el nivel del mar se incremente también las lluvias en las zonas costeras, lo cual balancearía estos efectos.

En las lagunas costeras las migraciones de las barreras que las separan del mar podrían llevar a aumentar las entradas de agua marina y en última instancia de reabrir las y convertirlas en bahías; así mismo, otras lagunas podrían formarse tierra dentro. La influencia del cambio en el nivel del mar variará con la configuración y dinámica de cada laguna y por las modificaciones que el hombre les haya hecho.

Al igual que en muchas partes del mundo, los ecosistemas del Caribe colombiano, se encuentran alterados como producto de impactos causados por el hombre en todas sus modalidades, tales como la deforestación, contaminación por vertimientos de aguas servidas, desechos industriales y mal uso de agroquímicos, sólidos en suspensión, sobrespesca y obras de infraestructura, como el taponamiento de caños y lagunas, desviaciones de cursos de agua y obras mal planificadas, entre otras. Todos estos impactos pueden llegar a causar una mayor transformación sobre los ecosistemas que el mismo fenómeno de ascenso de nivel del mar, por lo cual el estudio de la resiliencia y la adaptación de dichos sistemas ante dichos cambios es de primordial importancia.

En los sistemas deltaicos del Caribe, influenciados por factores climáticos o intervenciones antrópicas en las cuencas de drenaje, se aumentarán los aportes de sedimentos arenosos a la franja litoral (Figura 8), y sufrirían probablemente un retroceso generalizado de sus líneas de costa y una migración progresiva hacia el interior de los ambientes intermareales y de aguas dulces ubicados detrás de las barreras de playas frontales.



*Figura 11 Río Piedras, Parque Nacional Natural Tayrona. Caribe colombiano*

Los casos de la barra de Salamanca y de las barreras arenosas del golfo de Morrosquillo y del sector nororiental del golfo de Urabá son especiales en cuanto que, al existir el espacio suficiente para la migración progresiva de las barreras, éstas no desaparecerían necesariamente sino que

podrían migrar en dirección a tierra, ocupando los espacios lagunares internos. La misma situación se presentaría probablemente a lo largo del Canal del Dique, al lado del cual la extensión de terrenos colonizados por manglar sería considerable.

Los sistemas deltaicos al igual que los estuarios son sistemas muy importantes para el hombre pues son medios de transporte y comunicación con el mar; dicha actividad no debería verse comprometida por un ascenso en el nivel del mar, sin embargo esto dependerá de cada caso en particular, de sus regímenes de mareas y tasas de sedimentación. Sin embargo, hace falta investigación en la dinámica de dichas comunidades, probablemente la intrusión salina sería el efecto del cambio en el nivel del mar que más afectaría su distribución y adaptación al medio cambiante (Tabla 12).

*Tabla 12. Servicios ambientales y usos de los ecosistemas de estuarios y lagunas costeras que se verían afectados por el eventual ascenso del nivel del mar (IavHumboldt, 1997).*

Servicios Ambientales	Leve	Moderado	Alto
Corredores de especies migratorias		✓	
Protección y hábitat a juveniles de especies de invertebrados y peces		✓	
Acumulación de sedimentos		✓	
Hábitat de gran variedad de especies de invertebrados y algas		✓	
Usos			
Dilución de descargas			✓
Transporte con el interior y potenciales canales de navegación		✓	
Producción de energía eléctrica	✓		
Explotación de pesquerías		✓	

### 3.2.6 Recursos demersales

Es bien conocido que el 50% de los peces oceánicos además de muchos crustáceos (camarones, cangrejos y langostas) y moluscos base de la producción pesquera marina, viven la mayor parte de sus vidas en el océano y se reproducen en los estuarios. Por lo que cualquier pérdida del ecosistema, cambios en la salinidades y mayores temperaturas tenderán a afectar los recursos pesqueros de la zona costera (EPA, 2001).

Las alteraciones y respuestas de este sistema natural ante el ascenso del nivel del mar en un principio, podrían favorecer la entrada de peces por la apertura de nuevos canales de acceso, incrementando el área total de la laguna o estuario. De esta forma el ascenso en el nivel del mar tenderá inicialmente a incrementar la producción de estas especies. A medida que el nivel del mar continúe ascendiendo y la pérdida de lagunas y estuarios se acelere, la mayoría o todas la áreas serán reemplazadas por cuerpos de agua abiertos y la producción de estas especies se verá disminuida paulatinamente. Un número de especies marinas que no son de importancia comercial serán también vulnerables ante la inundación y erosión de estos hábitat costeros (EPA, 2001).

Un ejemplo claro de este fenómeno en el Caribe es el ocurrido en la laguna costera de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), en la cual hubo un cambio en las condiciones físico-químicas del sistema, alterando la composición y distribución de las comunidades ícticas estuarinas (*Lisa* spp, *Eugerres* spp) y de moluscos (*Crassostrea rhizophorae*), las cuales fueron reemplazadas por especie dulceacuícolas. De igual forma una fragmentación en el ecosistema por el ascenso de nivel del mar podrá llevar a un cambio en los patrones migratorios de especies, cuyos hábitos reproductivos estén regulados por las condiciones salinas de dichos estuarios. Muy pocos estudios de monitoreo se han llevado a cabo para evaluar dichos patrones, por lo cual la evaluación de impactos es hoy en día impredecible. En consecuencia, es de esperar que exista una repercusión sobre el renglón económico que genera este recurso, sobre los pobladores que dependen del mismo.

En el Pacífico colombiano, se espera que el impacto sobre el recurso pesquero ante un ascenso del nivel del mar, no sea tan marcado como en el Caribe, debido a la gran cantidad de habitats disponibles. Como se mencionó anteriormente se espera una migración progresiva de estos ecosistemas, en donde sus condiciones naturales se verán muy poco afectados y las comunidades de peces y moluscos presentes podrían mantener sus dinámicas reproductivas y alimenticias.

*La enorme complejidad inherente al cambio climático y sus efectos en las especies y los ecosistemas han guiado algunos científicos a sugerir que los impactos serán únicamente conocidos después de que un significativo cambio ocurra. Para ese entonces un retroceso será imposible.*

# Impactos socioeconómicos asociados a las respuestas del sistema natural

Cada uno de los efectos inherentes al ascenso en el nivel del mar (inundación, erosión e intrusión salina) determina una respuesta en el sistema natural que a su vez altera en algún grado las formas de uso y aprovechamiento de recursos que constituyen parte esencial del sistema socioeconómico de las zonas costeras. Una alteración relativa en las condiciones biofísicas, como las descritas en las respuestas del sistema natural, tiene, como es de esperar un impacto también relativo (en el sentido de su magnitud) sobre la población y el uso del territorio costero. La Tabla 13 ilustra lo anterior.

En términos generales, dentro de las principales implicaciones socioeconómicas de tales efectos en el largo plazo, se ha identificado la alteración y/o pérdida de áreas con valor económico y social; proceso este que se traduce en cambios en el uso del suelo, cambios en el valor de la tierra, incrementos en los costos de inversión, mantenimiento y aseguramiento, entre otras. Es importante entonces tener en mente que los asentamientos costeros poco planificados, y la intervención no sostenible de los recursos costeros constituyen amenazas que podrían acentuar la vulnerabilidad, ya que un ascenso en nivel del mar puede generar, al menos temporalmente condiciones de escasez relativa de algunos bienes y servicios.

A manera de ilustración, se presenta en la Tabla 14 los potenciales impactos que impondrían los efectos del ascenso del nivel del mar sobre los factores de desarrollo identificados en los informes precedentes (población, sectores económicos). Note que aun cuando tales impactos tienen un carácter múltiple, este estudio sólo se propone estimar el impacto directo y adverso que tendría la inundación desde el punto de vista del valor de uso.

## **4 Criterios metodológicos y limitaciones de información para la valoración de impactos socioeconómicos**

En concordancia con los resultados obtenidos en el paso 3, la estructura general del presente paso se abordará a través de la estimación de los impactos directos y adversos de la inundación causada por un eventual ascenso en el nivel del mar, en el marco de los escenarios.

Antes de continuar, es necesario aclarar que la estimación del impacto causado por el ascenso en el nivel del mar en cada escenario se ve afectado en muchos casos por la disponibilidad de información, no solo de las variables proyectadas a futuro sino de variables correspondientes al escenario base. Lo anterior debido a que los límites del área de estudio no necesariamente son compatibles con los criterios político administrativos utilizados en el país para la provisión de la información.

*Tabla 13 Respuestas del sistema natural y posibles implicaciones socioeconómicas debido a un eventual aumento de un metro en el nivel del mar*

EFECTO	IMPACTOS / RESPUESTAS	
	Sistemas naturales	Socioeconómicas
Erosión	Migración y conservación de islas barreras Redistribución de sedimentos Origen de nuevas formaciones depositacionales a expensas de la pérdida de otros Cambios en la morfología costera Retroceso de la línea de costa Pérdida de playas ubicadas en costas abiertas limitadas por acantilados Intensificación y aceleración de la tasa de erosión Pérdida de terrenos por desplazamiento o subsidencia Pérdida de ecosistemas y hábitat Pérdida de corredores biológicos que favorezcan las migraciones de especies	Disminución y/o alteración en la oferta de bienes y servicios ambientales y reserva genética. Pérdida de áreas productivas Aumentos en los costos de inversión y mantenimiento de obras de protección costera Pérdida y/o deterioro en la infraestructura residencial, comercial, de comunicaciones y áreas de patrimonio cultural en la línea de costa. Cambios en el uso del suelo Cambios en el precio de la tierra
Inundación	Pérdida o cambios en la estructura y extensión de los ecosistemas marino-costero: arrecifes coralinos, pastos marinos, manglar, dunas, playas, lagunas costeras, bosque seco tropical Pérdida de biodiversidad: especies y cobertura vegetal Migración de ecosistemas de manglar y playas Procesos sucesionales por especies halófitas de crecimiento rápido Cambio en el nivel freático Formación de nuevos cordones litorales migratorios Inundación de suelos con vocación agrícola, pecuaria y acuícola Cambios en la posición de la línea de costa Pérdida o cambio en áreas protegidas: parques nacionales naturales, reserva de biosfera, sitios Ramsar.	Pérdida y/o alteración en la oferta de bienes y servicios ambientales y reserva genética Pérdida de áreas dedicadas usos productivos. Aumento en los costos de inversión y/o mantenimiento de infraestructura costera Reducción el rendimiento agrícola y restricciones al uso de especies según el aumento en el nivel freático. Pérdida y/o deterioro de la infraestructura residencial, comercial y pública, incluida áreas de patrimonio cultural. Contaminación de acuíferos y problemas sanitarios Redistribución de áreas dedicadas a actividades extractivas, es el caso de la extracción de sal y las pesquerías. Cambios en el uso del suelo Cambios en el precio de la tierra e incrementos en los costos de aseguramiento en áreas inundables o expuestas a daños causados por tormentas tropicales
Intrusión salina	Salinización de suelos Migración de ecosistemas y/o especies Disminución y/o cambios en la composición vegetal (sucesión) de planos aluviales Cambio en la concentración de sales en los cuerpos de agua Salinización de acuíferos	Pérdida de la productividad en los suelos de uso agropecuario. Pérdida de áreas productivas Cambio en la calidad del agua e incrementos en sus costos de tratamiento. Cambios en la oferta de recursos pesqueros en área estuarinas y especies vegetales aprovechables. Cambios en el uso del suelo

Con relación a este último aspecto surgen dos cuestionamientos; el primero tiene que ver con las posibilidades reales de que la investigación en áreas delimitadas a través de criterios técnicos sea compatible con la información secundaria suministrada por las diferentes instituciones del país, y en segundo lugar, sobre la necesidad de construir indicadores más específicos cuando en el país

algunas decisiones específicas se toman con base en indicadores más agregados. En este sentido, las limitantes de información conllevan a asumir el riesgo de generar subestimaciones o sobreestimaciones ya que ni la población ni la producción se distribuyen uniformemente en el espacio. Pese a lo anterior y con miras a solucionar esta problemática, la información obtenida fue objeto de tratamiento que permitieran estimar potenciales impactos sobre la población y los sectores económicos.

*Tabla 14 Relación de los efectos de un eventual ascenso en el nivel del mar en los factores de desarrollo*

<b>Elementos Integradores de Factores de Desarrollo</b>	<b>Inundación</b>	<b>Erosión</b>	<b>Intrusión Salina</b>
<b>Población</b>	Impactos sobre la población expuesta a los efectos por el deterioro potencial de viviendas y equipamiento urbano en general como consecuencia de la inundación y la erosión		Impactos sobre la población debido a una potencial escasez de agua dulce
<b>Agricultura</b>	Pérdida de áreas cultivadas y/o potencialmente cultivables  Incremento en el nivel freático que altere la distribución actual de los cultivos y/o su rendimiento.	Erosión gradual de suelos cultivados aledaños a la línea de costa, en muchos casos acelerada por prácticas inadecuadas de manejo.	Alteración en el rendimiento y distribución de algunos cultivos tradicionales  Salinización de fuentes de agua e incrementos de los costos de sistemas de riego.
<b>Ganadería</b>	Pérdida de áreas temporales y/o permanentes de pastoreo.	Pérdida de áreas temporales y/o permanentes de pastoreo, en particular de aquellas zonas de desecación de ciénagas.	Alteración gradual en la adaptación de las coberturas vegetales que constituyen el alimento para el ganado y posible afectación en la disponibilidad de agua para las actividades agropecuarias.
<b>Pesca</b>	La inundación de ecosistemas de manglar podría generar como repuesta el retroceso del bosque, dependiendo de los límites geomorfológicos y/o de infraestructura. De la alteración y respuesta de estos ecosistemas depende parcialmente el comportamiento de poblaciones de los recursos pesqueros en las áreas estuarinas. Sin embargo, en términos generales, se prevé que podría generarse una redistribución de sedimentos y de los caladeros de pesca artesanal <sup>3</sup> .		
<b>Foresterías</b>	Cambios en la oferta de bienes y servicios forestales (teniendo en cuenta las posibilidades de adaptación natural).	Pérdida de los bienes y servicios forestales debido a la pérdida de coberturas vegetales en áreas erosionables.	Cambios en la oferta de bienes y servicios forestales (teniendo en cuenta las posibilidades de adaptación natural).
<b>Industria, Comercio, Turismo E Infraestructura</b>	Aumentos en los costos de inversión y mantenimiento de infraestructura de protección costera aledaña a áreas industriales, comerciales, turísticas y portuarias, de transporte y comunicaciones.		La intrusión salina podría generar impactos por la alteración de la calidad del agua utilizada en algunos procesos productivos y de generación de servicios.

En el caso de la estimación de la población del área de estudio, la base de información esta representada por las proyecciones poblacionales municipales correspondientes a cada escenario<sup>4</sup>. No siempre los municipios de la zona costera albergan toda su extensión dentro del área de estudio, en términos específicos es frecuente que solo una porción del área rural municipal pertenezca a esta, mientras las áreas urbanas están o no contenidas en su totalidad. La consideración de los anterior hizo posible el cálculo preciso de la población urbana en área de estudio y la estimación de la población rural en el área de estudio a través del supuesto de

<sup>3</sup> No obstante lo anterior, el impacto del ascenso en el nivel del mar sobre las pesquerías continua siendo un vacío de información.

<sup>4</sup> Para una consulta sobre los aspectos metodológicos de las proyecciones poblacionales según los escenarios considerados remítase al reporte técnico 3.

distribución uniforme. Cabe anotar que al interior del área en estudio se continua manteniendo el mismo supuesto lo que implica la extrapolación de la densidad urbana y la densidad rural a las áreas en riesgo de inundación y áreas eventualmente inundables por efecto del ascenso en el nivel del mar.

Pasando al caso de las estimaciones de los valores económicos en pérdida por la inundación causada por un eventual ascenso en el nivel del mar y los valores económicos en riesgo por la ocurrencia de eventuales inundaciones asociadas a fenómenos naturales, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

La información base utilizada corresponde a los escenarios planteados en el paso 3 y el tratamiento de la información se apoya en el cálculo de valores promedio de producción sectorial por unidad de área (km<sup>2</sup>) haciendo uso del PIB departamental e información actualizada y georeferenciada sobre las forma de uso del suelo en el área de estudio y las áreas agrícolas y en pastos a nivel departamental. Un enfoque similar es aplicado a los casos de estudio, en este caso no a través del PIB sino del valor bruto de la producción anual en diferentes sistemas productivos.

Adicionalmente y en particular para el caso del área del golfo de Morrosquillo se realiza una distinción metodológica. Este último aspecto tiene que ver la estimación de cambios en el uso del suelo a partir de la dinámica observada en coberturas de manglar, áreas de cultivos, pastos, urbanas y cuerpos de agua, entre otras.<sup>5</sup> A partir de lo anterior se realiza una interpretación de cambios en el uso del suelo entre el año 2000, 2030 y 2100 (Anexo 2).

El análisis conjunto de las estimaciones anteriormente descritas y los modelos de inundación en los escenarios planteados al 2030 y 2100 permite, de manera aproximada obtener un estimativo del impacto causado por un eventual ascenso en el nivel del mar.

#### **4.1 Estimación de impactos directos según los escenarios socioeconómicos de desarrollo**

Como se menciona al inicio, el objetivo que se persigue en el actual reporte esta orientado hacia la estimación del impacto socioeconómico directo y adverso causado por la inundación que implicaría un ascenso de 0.3 y 1 metro de ascenso en el nivel del mar. El aporte de informe tiene que ver con las anotaciones metodológicas presentadas en la sección anterior, las cuales básicamente se sintetizan en la aplicación del modelo de inundación y las áreas en riesgo futuro sobre los escenarios de desarrollo al año 2030 y 2100, esto con el fin estimar los impactos que entrarían como un componente de la evaluación de vulnerabilidad.

En este orden de ideas, a continuación se presenta la estimación de impactos bajo un escenario de desarrollo optimista en las zonas costeras colombianas.

---

<sup>5</sup> Esta información es suministrada a través de INVEMAR; URRRA. 2001. Análisis de la Dinámica de la Cobertura de Manglar entre 1957 y 2000. Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltaicoestuarina del Río Sinú; Ministerio de Agricultura. 2001. Evaluación Definitiva de Cultivos; Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. 1995. Fundamentos de acuicultura Marina.

#### 4.1.1 Escenario optimista

Bajo un contexto sociopolítico favorable en términos de una reducción significativa en la intensidad del conflicto armado y siendo consecuentes con el marco conceptual descrito en el reporte técnico anterior, se esperaría que la dinámica poblacional este determinada por una tasa de crecimiento moderada con tendencia decreciente y un buen desempeño económico (Tabla 15).

Tabla 15 Escenario socioeconómico optimista

Factores de Desarrollo	Escenario Optimista
Intensidad de Conflicto Armado	BAJA
Crecimiento PIB	ALTO
Crecimiento Población	MODERADO Y DECRECIENTE

La aplicación del modelo de inundación al presente escenario equivale a la realización del un ejercicio teórico en el que se estiman los impactos adversos causados por un incremento repentino de 30 Cm y un metro en el nivel medio del mar. Siendo tales impactos cuantificados a través de la población afectada y las pérdidas en el PIB sectorial.

##### 4.1.1.1 Impacto sobre la población

Este escenario señala que hacia el año 2030 las zonas costeras del Caribe continental y Pacifico podría albergar 9.011.712 habitantes, de los cuales aproximadamente el 3.7% podría verse afectado por la inundación causada por un eventual ascenso de 0.3m en el nivel del mar (Figura 9). Se esta hablando entonces de aproximadamente 335,782 habitantes que representan el 0.5% de la población colombiana en el mismo año (Anexos 3).

En términos regionales, las estimaciones señalan que la población afectada tendería a concentrarse en el Caribe continental, con una participación del 61% en el total afectado, mientras en el Pacifico esta participación solo corresponde al 39%. En cuanto a la distribución de la población que podría verse afectada al interior de cada municipio, se ha logrado identificar que esta en su mayor parte correspondería a habitantes urbanos, con el 83% del total.

Tabla 16. Principales municipios afectados año 2030

Municipio	Población total afectada	Porcentaje de población municipal en área de inundación	Participación de la población urbana en la población total en área de inundación
Tumaco	98,204	50%	92%
Turbo	69,127	77%	97%
Cartagena	43,763	3%	74%
Tolú	43,090	66%	96%
Puebloviejo	20,782	57%	97%

Bajando un poco la escala, se observa que los municipios con mayor número de habitantes en áreas de inundación serían Tumaco con 98,204, Turbo con 69,127, Cartagena con 43,763, Tolú con 43,090 y Puebloviejo con 20,782. Estos habitantes representan el 82% de la población total afectada. Si se evalúa considerando solamente la población urbana, los mismos anteriores figuran

dentro de los cinco con mayor población expuesta a un ascenso de 0.3 m en el nivel del mar. Las estimaciones de la población urbana eventualmente afectada es de 89,933 en Tumaco, 67,154 en Turbo, 41,425 en Tolú, 32,261 en Cartagena y 20,104 en Pueblo viejo. La Tabla 16 muestra los porcentajes de población municipal en áreas de inundación y el porcentaje de este total que corresponde a población urbana.

Con relación a la población rural, dentro de los municipios más afectados aparecerían nuevamente Cartagena (11,502) y Tumaco (8,270), seguidos por Sitionuevo (4,523), San Bernardo (4,339) y Olaya Herrera (4,211).

Bajo un escenario de ascenso de 1 m en el nivel del mar en el año 2100, las estimaciones señalan variaciones en relación con el escenario anterior, no solo por la magnitud de la inundación esperada para ese año sino también por el desarrollo autónomo entre el 2030 y 2100. Los resultados indican que bajo este escenario, de los 12.7 millones de personas que podrían habitar la ZC, aproximadamente 1.7 millones se verían afectadas por la eventual inundación, es decir el 2% de la población del país. De este total el 77% corresponde a la costa Caribe y el 23% restante a la costa Pacífica. En este escenario nuevamente, se observa una mayor participación de la población urbana en el total afectado, la cual alcanza el 85%.

Al año 2100 el mayor número de habitantes en áreas de inundación podría encontrarse en los distritos de Cartagena y Barranquilla y los municipios de Tumaco, Turbo y Buenaventura. Tal como se aprecia en la Tabla 17, en todos estos la población afectada es mayormente urbana.

*Tabla 17 Principales municipios afectados año 2100*

<i>Municipio</i>	<i>Población total afectada</i>	<i>Porcentaje de población municipal en área de inundación</i>	<i>Participación de la población urbana en la población total en área de inundación</i>
Cartagena	499,774	20%	92%
Barranquilla	355,798	11%	100%
Tumaco	170,381	70%	86%
Turbo	87,352	78%	95%
Buenaventura	61,306	15%	96%

Ahora bien, si se tiene en cuenta que el ascenso en el nivel medio del mar definirá nuevas áreas en riesgo de inundación por anomalías en el nivel medio del mar, tanto para el 2030 como para el 2100, se hace necesario estimar el número de habitantes localizados en tales áreas.

Al respecto, nótese en la Figura 12 que una proporción mayoritaria de la población en áreas de riesgo corresponde al área en riesgo I, tanto para el total de la población costera como las dos costas consideradas independientemente. Adicionalmente se observa que del año 2030 al 2100 el número de habitantes localizados en el área en riesgo I pasarían de representar el 15% al 33% de la población en área de estudio. Este mismo indicador pasa del 14% al 32% en el caso del Caribe y del 31% al 49% en el caso del Pacífico. En el caso de las áreas en riesgo II y III, la población allí asentada es significativamente menor.(Anexos 3 y 4).

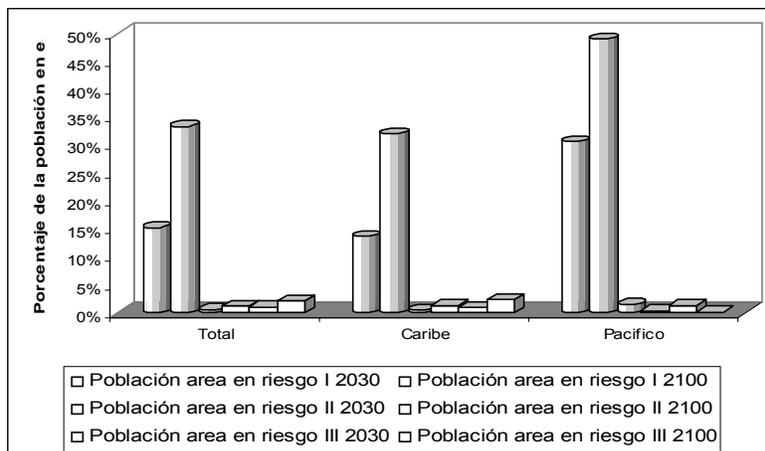


Figura 12. Distribución de la población según áreas en riesgo de inundación (número de habitantes)

Puede observarse que mientras en el Caribe el porcentaje de población en áreas en riesgo se incrementa entre el 2030 y 2100, en la costa Pacífica ocurre lo contrario para las áreas en riesgo II y III.

#### 4.1.1.2 Impacto sobre los sectores económicos

A nivel de ambas costas y considerando dentro del análisis los sectores agrícola, ganadero, industrial, forestal y minero, las estimaciones realizadas indican que para el año 2030 el PIB total afectado correspondería al 0.4% del PIB departamental de los sectores considerados y al 0.06% del PIB total de los departamentos costeros de Colombia. Los sectores según su participación en el PIB afectado total serían en orden de importancia la agricultura, con el 78%, la ganadería con el 20%. y el restante 2% correspondería al sector industrial. La Figura 10 ilustra lo anterior.

Si se realizan las estimaciones anteriores de manera independiente para cada costa al año 2030 se obtiene que en el caso del Caribe continental la participación de los sectores afectados en el PIB afectado total estaría dada por un 57% en el caso de la ganadería, seguida por la agricultura con el 38%, el 4% en el caso de la industria y el 1% restante para el sector forestal. En el caso de la costa Pacífica, el mismo indicador arroja participaciones del 99% para el sector agrícola y el 1% para el sector ganadero (Anexo 5 y 6).

Los departamentos más afectados en el escenario temporal en mención serían Chocó y Cauca, con participaciones del 29% y 19% en el PIB afectado total. A estos mismos corresponde la mayor participación del PIB afectado departamental en el PIB total del departamento, tal participación equivale a 1.7% y 0.3%. respectivamente. Si este último indicador es ponderado con el PIB departamental pero en este caso solo de los sectores considerados las participaciones serían del 4.9% y 1.5%.

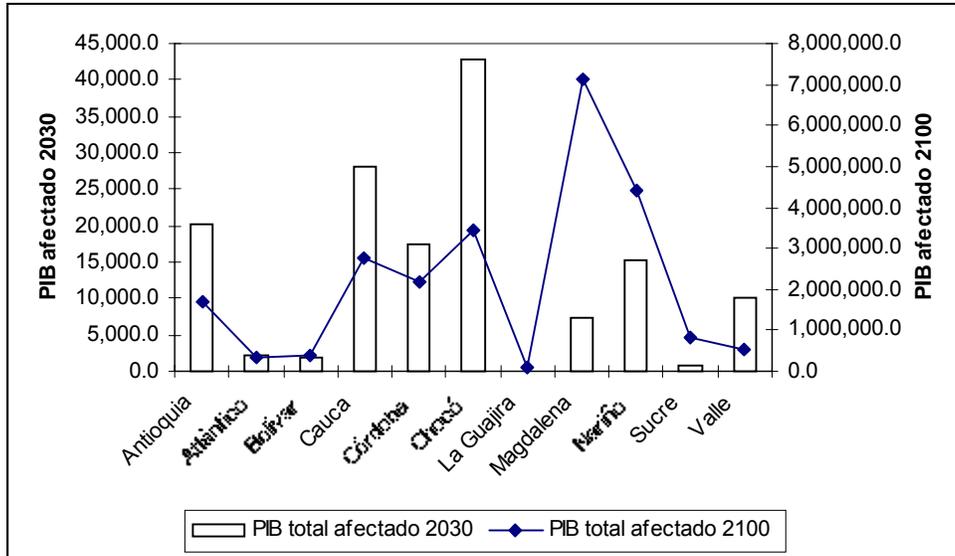


Figura 13 PIB afectado según departamentos

En términos regionales, se ha estimado que el PIB total afectado correspondería al 0.06% del PIB de los departamentos costeros. Si se desagrega este total se observa que el 34% del PIB afectado correspondería a los departamentos del Caribe, y el 66% al Pacífico.

Hacia el año 2100 las estimaciones realizadas teniendo en cuenta los mismos sectores mencionados anteriormente arrojan que el PIB total afectado correspondería al 0.4% del PIB total de los departamentos costeros y al 3% del PIB de los sectores considerados para los mismos departamentos. Los sectores económicos con mayor participación dentro del PIB afectado total serían la agricultura con el 81%, la ganadería con el 18% y el 1% restante correspondería a la industria.

En el caso particular de la costa Caribe los principales sectores afectados serían la agricultura con el 69%, la ganadería con el 29% y la industria con el 2% restante. El mismo análisis desarrollado para la costa Pacífica arroja que las pérdidas podrían estar básicamente concentradas en el sector agrícola, el cual participa del 94% del PIB afectado total para esta área.

Como resultado final, se observa que hacia el año 2100 el Caribe ganaría participación en el PIB afectado total en relación con los resultados obtenidos en el 2030 para el nuevo escenario temporal las participaciones serían del 53% para el Caribe y el 47% para la costa Pacífica.

Un ascenso en el nivel del mar generaría modificaciones sobre las áreas en riesgo de inundación definidas para el escenario base. Teniendo en cuenta lo anterior, se han estimado nuevamente los valores en riesgo de inundación por anomalías en el nivel medio del mar para los años 2030 y 2100.

De acuerdo con estos resultados se puede establecer que el PIB del sector agrícola tiene una participación significativa en el área en riesgo de inundación I debido a la extensión de áreas de cultivos en tierras bajas y al alto valor relativo de la producción agrícola por unidad de área pues es el segundo después de la actividad industrial. Las participaciones del PIB sectorial en el PIB total en riesgo de inundación en el área I estaría dada por un 73% para la agricultura, 26% para la ganadería y el 1% restante para el sector industrial. En las restantes áreas se mantiene el patrón de participaciones (Anexo 7).

Hacia el año 2100 el orden de las participaciones de los sectores económicos se mantendría en términos relativos un ligero incremento en la participación del sector agrícola. La Tabla 18 ilustra los resultados.

Tabla 18. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Caribe 2030 y 2100

Sector	PIB área I 2030	PIB área II 2030	PIB área III 2030	PIB área I 2100	PIB área II 2100	PIB área III 2100
Agricultura	513,101	63,788	176,391	45,365,467	2,477,119	3,955,713
Ganadería	181,652	6,937	10,511	7,280,159	108,488	159,401
Forestal	1,621	5	103	49,091	240	578
Industrial	6,639	0	0	168,281	0	0
Mínero	15	0	740	22,724	0	0

\*Millones de pesos constantes de 2000. Fuente: Cálculos con base en DANE, Cuentas regionales y Laboratorio SIG SR INVEMAR

La composición de los valores en riesgo de inundación según los sectores considerados para la costa Pacífica es ilustrada en la Tabla 14.

Figura 14. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Pacífico 2030 y 2100

	PIB área I 2030	PIB área I 2030	PIB área I 2030	PIB área I 2100	PIB área I 2100	PIB área I 2100
Agricultura	1,360,945	61,107	54,276	35,470,922	105,357	116,821
Ganadería	0	0	0	0	0	0
Forestal	3,007	342	218	81,104	2,993	1,261
Industrial	0	0	0	0	0	0
Mínero	0	0	0	0	0	0

\*Millones de pesos constantes de 2000. Fuente: Cálculos con base en DANE, Cuentas nacionales y Laboratorio SIG SR INVEMAR

En este último caso se observa que el valor económico (PIB) en riesgo de inundación se concentra en el sector agrícola, cuya participación en el valor total en riesgo de inundación I es cercano al 100%. Tal participación se mantiene en las restantes áreas en riesgo de inundación tanto para el año 2030 como 2100.

#### 4.1.2 Escenario pesimista

Retomando los elementos que definen los escenarios socioeconómicos de desarrollo formulados en el Informe Técnico No. 3. Definición de escenarios, se presenta en la Tabla 19 las variables utilizadas para el escenario pesimista.

Tabla 19. Escenario socioeconómico pesimista

	<b>Escenario Pesimista</b>
Intensidad del Conflicto Armado	ALTA
Crecimiento PIB	BAJO
Crecimiento Población	BAJO

Tal como se definió en el reporte técnico anterior, un conflicto armado de alta intensidad implicaría bajas tasas de consumo e inversión (nacional y extranjera) y esto tendería a traducirse en un BAJO crecimiento del PIB nacional. De igual modo, en el mismo reporte se asumió que una de las principales causas de cambio en las tasas de mortalidad y tasas netas de migración es el conflicto armado, cuya intensidad tiene un efecto negativo sobre los determinantes del crecimiento poblacional.

Se ve pues, como el modelo planteado reúne variables sociopolíticas, demográficas y económicas inherentes al desarrollo colombiano en el largo plazo. En particular, para el caso de las zonas costeras permiten generar un contexto plausible en el que tendrán lugar el ascenso en el nivel del mar.

##### 4.1.2.1 Impacto sobre la población

Bajo el contexto sociopolítico caracterizado por un conflicto armado de alta intensidad, las estimaciones realizadas arrojan que de un total de 8,631,082 habitantes en el área de estudio al 2030, podría verse afectado aproximadamente el 4%. Impacto que medido en términos de la población nacional señala un porcentaje aproximado al 0.5%.

Al igual que en escenario optimista, en este caso las estimaciones arrojan que la mayor parte de la población afectada por una eventual inundación de 0.3 metros correspondería a la costa Caribe, el porcentaje correspondiente es del 62%, el 38% restante corresponde a la costa Pacífica. Otra manera de considerar la distribución se obtiene al ponderar la población afectada de cada costa dentro del total poblacional de la misma, así, los resultados señalan que de la población total en estudio en el Caribe, aproximadamente el 3% se vería afectada en el año 2030. Para la costa Pacífica, esta proporción es del 16% (Anexo 3).

De acuerdo con los resultados obtenidos, los municipios con mayor población en áreas de inundación serían Tumaco, Turbo, Cartagena, Tolú y Pueblo Viejo. La Tabla 15 muestra la población total afectada, el porcentaje de afectación de la población dentro del total municipal y la participación de la población urbana en el total afectado.

Figura 15. Principales municipios afectados año 2030

<i>Municipio</i>	<i>Población total afectada</i>	<i>Porcentaje de población municipal en área de inundación</i>	<i>Participación de la población urbana en la población total en área de inundación</i>
Tumaco	91,101	49%	91%
Turbo	64,592	76%	97%
Cartagena	41,968	3%	73%
Tolú	41,290	65%	96%
Puebloviejo	19,501	56%	97%

Del total afectado en ambas costas, el 83% corresponde a población urbana y los municipios donde este impacto sería mayor aparecen relacionados en la Tabla 16. Con relación a la población rural, dentro de los municipios más afectados aparecerían nuevamente Cartagena (11,528 habitantes) y Tumaco (7,897 habitantes), seguidos por Sitionuevo (4,416 habitantes), San Bernardo del viento (4,331) y Olaya Herrera (4,014).

Figura 16. Principales municipios afectados año 2100

<i>Municipio</i>	<i>Población total afectada</i>	<i>Porcentaje de población municipal en área de inundación</i>	<i>Participación de la población urbana en la población total en área de inundación</i>
Barranquilla	341,242	11%	100%
Cartagena	306,090	20%	92%
Tumaco	61,513	70%	86%
Tolú	73,496	71%	90%
Turbo	59,618	78%	95%

Si la lectura de los anteriores indicadores se realiza sobre un escenario de ascenso de un metro en el nivel del mar en el 2100, se obtiene que la población total afectada ascendería a 1.4 millones de personas, lo que equivale al 3% de la población del país en el mismo año. De este total el 80% aproximadamente correspondería al Caribe y el 20% restante al Pacífico. Adicionalmente y al igual que en los escenarios anteriores, una mayor proporción de la población afectada sería urbana (86%). Los cinco municipios con mayor población en áreas de inundación, su participación dentro del total poblacional municipal y la participación de la población urbana dentro del total afectado aparecen en la Tabla 16.

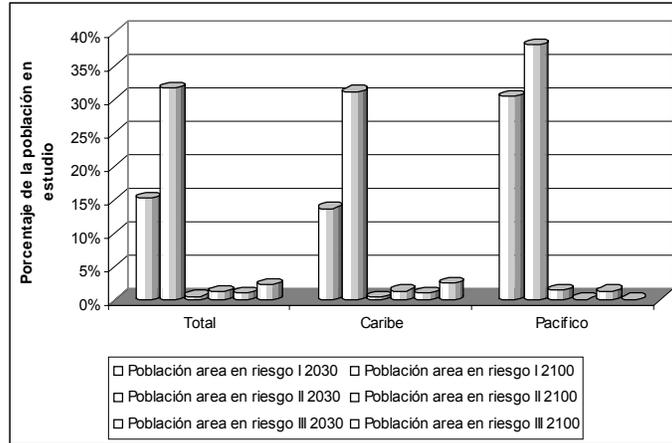


Figura 17. Distribución de la población según áreas en riesgo de inundación

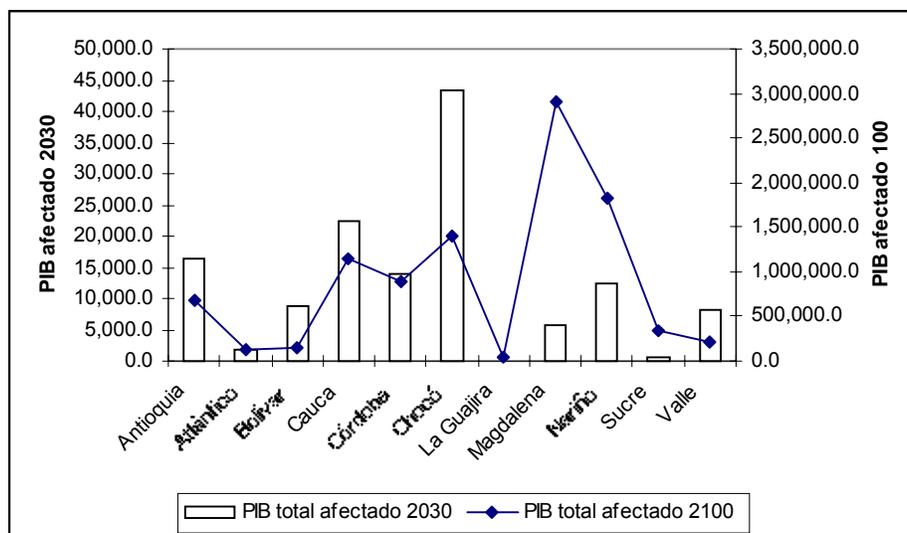
Respecto a la distribución de la población en áreas en riesgo de inundación por anomalías en el nivel medio del mar, las estimaciones realizadas para los años 2030 y 2100 sugieren una mayor concertación de la población en el área en riesgo I, tanto para el Caribe como para el Pacífico pero más acentuada en este último. La Figura 17 ilustra los resultados.

En el año 2030, los porcentajes de población del área de estudio del Caribe y Pacifico en el área en riesgo I son 14% y 30% respectivamente e incrementan a 31% y 38% en el año 2100 (Anexos 3 y 4).

#### 4.1.2.2 Impacto sobre los sectores económicos

Bajo el escenario en planteado y teniendo en cuenta los sectores agrícola, ganadero, industrial, forestal y minero, las estimaciones realizadas para ambas costas revelan que en el 2030 el PIB total afectado correspondería aproximadamente al 0.1% del PIB de los departamentos Costeros y al 0.5% si el indicador se pondera solo con el PIB de los sectores en consideración. Hacia el año 2100 estos porcentajes equivalen al 0.4% y 3% respectivamente. Si se desagregan los resultados considerando la participación de cada costa en el PIB total afectado se encuentra que para el año 2030 la costa Caribe participaría del 35% y el restante 65% correspondería a la costa Pacífica. Estas mismas participaciones para el 2100 equivalen al 53% y 47%. A nivel de ambas costas los sectores económicos afectados serían el sector agrícola con el 74%, seguido por la ganadería con el 24%, la industria con el 1% y el sector forestal con el 1% restante.

Hacia el año 2030 en la costa Caribe los sectores con mayor participación en el PIB total afectado serían el ganadero con el 48%, el agrícola con el 47% y el restante 4% corresponde al sector industrial. En el caso del Pacífico, el mismo análisis arroja que el sector agrícola participaría del 88%, el ganadero con el 11% y el 1% correspondería al sector forestal (Anexo 7).



\*Millones de pesos constantes de 2000. \*\*En valor agregado. Fuente: Cálculos con base en DANE, Cuentas nacionales y Laboratorio SIG SR INVEMAR

Figura 18 PIB afectado según departamentos. sectorial según áreas en riesgo de inundación Caribe

En el año 2100 se obtendrían resultados diferentes; el PIB total afectado en la costa Caribe estaría prácticamente determinado por el sector agrícola que participaría del 69% y estaría seguido por el sector ganadero con el 29% y el 2% restante correspondería al sector industrial. En la costa Pacífica las participaciones estarían dadas por un 9% correspondiente al sector agrícola, un 5% al sector ganadero y el 1% restante correspondería al sector forestal.

A nivel departamental los resultados señalan que el Chocó y Cauca tendrían los departamentos con mayor porcentaje de su PIB afectado, siendo este del orden del 2% y 0.3% respectivamente en el 2030. Por otra parte, hacia el año 2100 los departamentos con mayor porcentaje de su PIB afectado serían Chocó y Magdalena, con el 6% y 3% respectivamente, sin embargo las mayores pérdidas en valor absoluto corresponderían a Magdalena y Nariño. Para finalizar esta sección se introduce a continuación el tema del riesgo de inundación I, II y III causado por anomalías en el nivel medio del mar. Estos resultados son ilustrados en las Tablas 20 y 21.

Tabla 20. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Caribe 2030 y 2100

Sector	PIB área I 2030	PIB área II 2030	PIB área III 2030	PIB área I 2100	PIB área II 2100	PIB área III 2100
Agricultura	411,298	51,132	141,394	18,550,811	1,012,941	1,617,567
Ganadería	145,611	5,561	8,426	2,976,997	44,363	65,182
Forestal	1,299	4	82	20,074	98	236
Industrial	4,976	0	0	64,334	0	0
Mínero	12	0	593	9,292	0	0

\*Millones de pesos constantes de 2000 Fuente: Cálculos con base en DANE, Cuentas nacionales y Laboratorio SIG SR INVEMAR

Como resultado general se observa que tanto en el Caribe como en el Pacífico el producto atribuible al sector agrícola es el que tiene mayor probabilidad de verse afectado por eventuales inundaciones debido a su frecuente ubicación en áreas bajas. Debido a la aptitud de uso y las formas tradicionales que estos se desarrollan y la extensión del área, en segundo lugar para el Caribe aparece la Ganadería y en el Pacífico el sector forestal.

*Tabla 21. PIB sectorial según áreas en riesgo de inundación Pacífico 2030 y 2100*

<b>Sector</b>	<b>PIB área I 2030</b>	<b>PIB área II 2030</b>	<b>PIB área III 2030</b>	<b>PIB área I 2100</b>	<b>PIB área II 2100</b>	<b>PIB área III 2100</b>
Agricultura	1,090,922.4	48,982.8	43,507.6	14,504,741.5	43,082.5	47,770.4
Ganadería	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Forestal	2,410.4	274.2	174.8	33,164.8	1,223.8	515.6
Industrial	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minero	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

\*Millones de pesos constantes de 2000 Fuente: Cálculos con base en DANE, Cuentas nacionales y Laboratorio SIG SR INVEMAR

Adicionalmente se puede deducir de los datos presentes en las tablas que entre el año 2030 y 2100, el PIB en áreas en riesgo de inundación se incrementa en un porcentaje superior al 1000% debido fundamentalmente al extenso periodo de tiempo utilizado.



# Casos de estudio

De igual forma que se hizo para las costas Caribe y Pacífico continental, se presenta a continuación un análisis de los impactos, efectos y respuestas del sistema natural en cada una de las áreas caso de estudio escogidas y caracterizadas en el Informe Técnico 2. Caracterización e Inventario.

Todos los supuestos establecidos para las costas en el ámbito nacional se aplican en cada uno de los casos de estudio. Sin embargo, los modelos de inundación generados para determinar las áreas en riesgo actual, inundación y áreas de riesgo al 2100 utilizadas en los análisis, involucran cierta variabilidad con base en supuestos que son explicados a continuación.

Para generar el modelo de inundación del caso de estudio del golfo de Morrosquillo, se tuvieron en cuenta las coberturas de los biomas terrestres y otros elementos que componen el área en mención: Área suburbana, área urbana, bosque de galería, bosque de manglar, bosque secundario, cultivos, cuerpos de agua, fondos sedimentarios, pastos, praderas de fanerógamas, playas, rastrojos, salitrales, vegetación de pantano y vegetación de playa.

Con base en un Modelo Digital de Elevación actual y suponiendo un nivel de inundación de 1.0 m, en el 2100 se genera para cualquier año un nuevo supuesto de elevación del terreno. Si los valores de altura son menores o iguales a 1 metro y se aplica alguna de las siguientes condiciones

1. Si la cobertura es diferente a: Áreas urbanas, área suburbana, cuerpos de agua, y praderas de fanerógamas, la cobertura cambia a la clase Bosque de Manglar. De lo contrario la cobertura no cambia
2. Si los valores de altura son menores o iguales a 0 m-, la cobertura cambia a la clase Fondos sedimentarios. De lo contrario la cobertura no cambia manteniendo el análisis anterior.
3. Si los valores de altura están entre 0 y 0.03 metros y la cobertura cambia a la clase Playa. De lo contrario la cobertura no cambia manteniendo el análisis anterior.

La Figura 19, muestra los cambios ocurridos al correr el modelo sobre esta área. Los valores de dichos cambios se encuentran consignados en el Anexo 2.



Cobertura Año 2001 - Modelo de Inundación Caso de Estudio Golfo de Morrosquillo



Cobertura Año 2100 - Modelo de Inundación Caso de Estudio Golfo de Morrosquillo

Figura 19 Coberturas actuales y proyectadas del caso de estudio golfo de Morrosquillo, con base en el modelo generado.

Para el Caso de estudio UMI Guapi – Iscuandé, las clases de la cobertura en el área de estudio son: aguas marinas, aguas mezcladas, bajos, bosque de guandal, bosque de guandal y cultivos, bosque de manglar, bosque de manglar y cultivos, bosque de transición, bosque de transición y cultivos, bosque mixto, bosque mixto y cultivos, cultivos, cuerpos de agua dulce, área urbana y playas

Con base en un Modelo Digital de Elevación actual y suponiendo un nivel de inundación de 1.0 m. se genera de igual forma y para cualquier año un nuevo supuesto de elevación del terreno.

Si los valores de altura son menores o iguales a 4.3 m y la cobertura es diferente a: Áreas urbanas, Bosques Mixtos (Colinas residuales), cuerpos de agua dulce, aguas marinas y mezcladas y bajos, la cobertura cambia a la clase Bosque de Manglar. De lo contrario la cobertura no cambia

Si los valores de altura son menores o iguales a 3.3 m y la cobertura es diferente a: Bosques Mixtos (Colinas residuales), cuerpos de agua dulce, aguas marinas y mezcladas y bajos, la cobertura cambia a la clase Bajos. De lo contrario la cobertura no cambia manteniendo el análisis anterior.

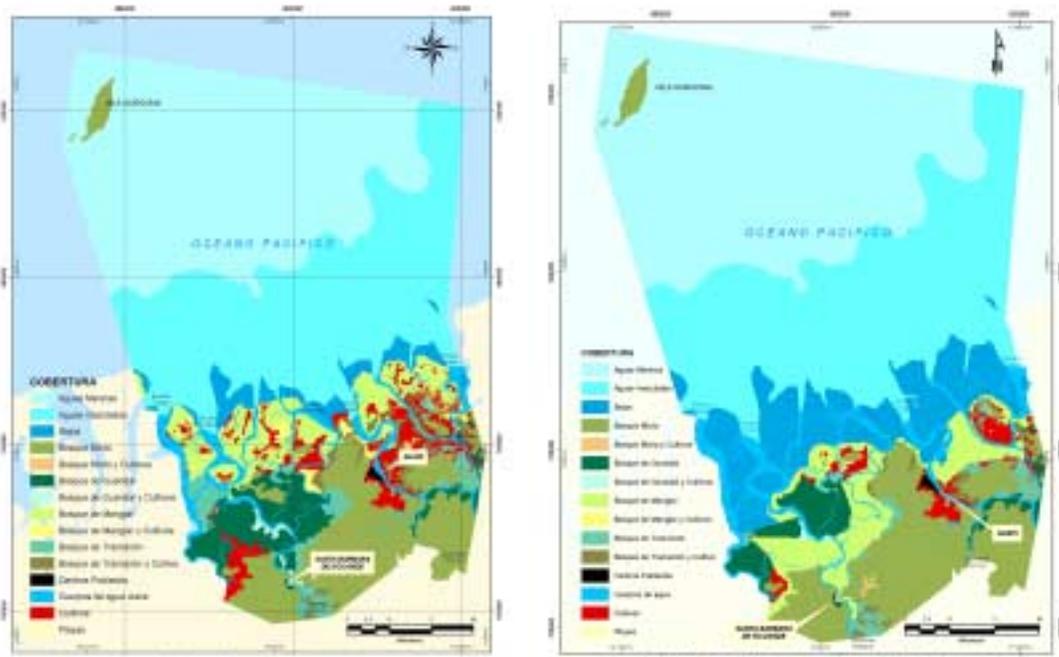


Figura 20. Coberturas actuales y proyectadas del caso de estudio UMI Guapi-Iscuandé, con base en el modelo generado.

La Figura 20, muestra las áreas en pérdida y riesgo para este caso de estudio que se encuentran de igual forma consignadas en el Anexo 2. Un análisis de los cambios esperados, sus efectos e impactos sobre cada una de las áreas de estudio, es presentado a continuación.

## 4.2 Golfo de Morrosquillo, (sector Tolú-Punta rada)

Como se explicó en el Informe Técnico 2, al realizar la caracterización e inventario de esta área de estudio, se hacía evidente que el cambio relativamente reciente de la desembocadura del río Sinú causa un desbalance tan o más importante en la repartición de los sedimentos a través de la deriva litoral que la que genera erosión en las playas del Golfo. Al ser tan cercanos, los registros del NRM de Cartagena son representativos para el área del golfo de Morrosquillo (0.45mm/año), siendo esta una posible explicación a la erosión generalizada de sus playas.

La nueva desembocadura del río Sinú quedó orientada perpendicularmente al régimen del oleaje, al recibir la ola de frente ha formado un delta del tipo cúspide en el cual, los sedimentos gruesos se reparten a lado y lado de la desembocadura haciéndolo avanzar hacia el mar y sin permitir que los sedimentos se transporten a través de las playas del Golfo (Figura 21).

La deriva litoral que transportaba los sedimentos del río Sinú desde su anterior desembocadura era producida por el efecto combinado del oleaje que al refractarse en el archipiélago de San Bernardo adquiere una orientación generalizada hacia el ESE, y de la contracorriente de Panamá-Colombia que domina la circulación oceánica del sector y proyecta momentum en el Golfo en dirección ENE de tal forma que la zona costera dentro del Golfo se nutria del transporte de arenas y sedimentos gruesos, lo que ahora es mas limitado (Figura 22). Estas condiciones han implicado el intento de estabilización artificial de las playas a través de espolones en un intento poco formal la mayoría de las veces y sin este contexto sedimentológico.

De acuerdo con el mapa de geomorfología y áreas inundables del golfo de Morrosquillo (Informe Técnico No.2) la inundación a lo largo de los diferentes sectores del área es función

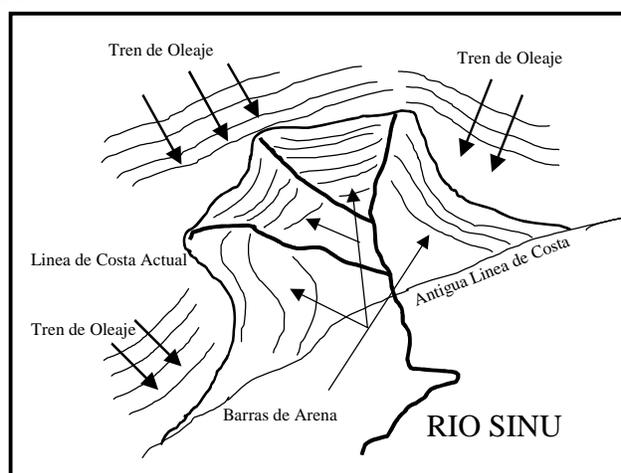
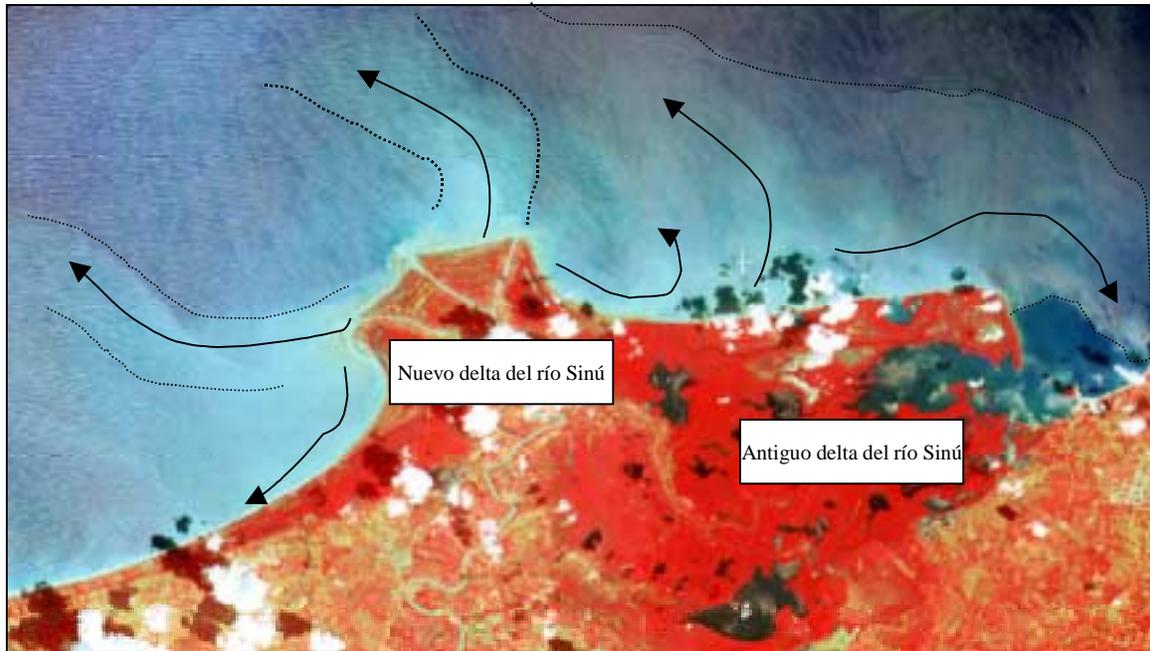


Figura 21. a) El delta del río Sinú visto desde una Imagen del satélite SPOT en 1999, b) la interpretación de la imagen muestra la antigua línea de costa y cómo el delta ha avanzado en contra del tren de oleaje que lo ataca de frente haciendo que se formen barras de arena a lado y lado de los brazos efluentes, formando así una cúspide que retiene las arenas en el delta en la construcción y avance del mismo.

principalmente de la extensión hacia tierra de las lagunas costeras y terrenos bajos adyacentes, presentes a lo largo del sector Tolú-Coveñas y bahía de Cispatá-costado occidental del delta de Tinajones.



*Figura 22. El delta del río Sinú en 1999. La imagen muestra la repartición de sedimentos (flechas) a lo largo de las playas aledañas y muy poco entra al Golfo a decir por el gradiente de sedimentos (líneas punteadas). Esta limitación en la alimentación de arenas del río Sinú en el golfo de Morrosquillo es una de las causas mas importantes en el retroceso de la línea de costa que sufre esa zona y que será agudizada por el aumento del nivel del mar, especialmente durante casos esporádicos como cuando llegue oleaje de tormenta.*

A lo largo de la mayor parte del sector Tolú-Coveñas, la línea de costa corresponde a playas y barreras arenosas que definen hacia el interior del litoral conjuntos de ciénagas y pantanos de manglar, bordeados por terrenos bajos clasificados como llanura aluvial costera. La elevación prevista del nivel del mar probablemente acelerará las tasas de erosión definidas en otros estudios y acarrearía además, la inundación y salinización progresiva de los sectores de llanura aluvial costera adyacentes a los pantanos de manglar. La posibilidad de que los conjuntos de playas en este sector migren paulatinamente hacia el interior queda anulada en gran parte por la intensa urbanización de los terrenos internos adyacentes a las playas y por la banca de la carretera Tolú-Coveñas. En este sector, ya defendido en su totalidad por medio de obras de ingeniería, la salinización de los acuíferos sería posiblemente uno de los efectos más drásticos e inmediatos a tener en cuenta.

En el sector litoral definido entre el extremo occidental de la bahía de Cispatá y el costado occidental del delta de Tinajones, la inundación progresiva de la línea de costa podría estar acompañada de la migración hacia tierra de los conjuntos de barras arenosas litorales que definen la bahía de Cispatá y los sectores de formación reciente asociados al acrecimiento, desde 1938, del delta de Tinajones. Los efectos a esperarse a medida que aumente el nivel del mar podrían sintetizarse en los dos puntos siguientes:

- ☞ El retroceso progresivo de toda la línea de costa del delta de Tinajones y la redistribución de las arenas deltaicas hacia el este y oeste de sus bocas actuales. A no ser que el delta reciba aportes arenosos muy abundantes (poco probable, en vista por ejemplo de la construcción de Urrá 1), el evento más probable es la erosión paulatina del delta, la regularización progresiva de la línea de costa y la penetración consecuente de la cuña mareal hacia el interior de la planicie deltaica holocena del delta del Sinú
- ☞ La inundación extensiva de todos los terrenos bajos lagunares al sur de la bahía de Cispatá, con la consiguiente salinización y migración progresiva de la frontera de los pantanos de manglares hacia el interior de la planicie deltaica del Sinú. El límite interno de migración de los ecosistemas de manglar estaría definido por el relieve de las unidades de terrazas y llanuras aluviales. Además de la unión progresiva de las numerosas lagunas salobres someras en esta área, la gran cantidad de arenas presentes como cordones litorales actuales y holocenos podría, a medida en que van siendo erodados los cordones litorales externos, suponer la formación de nuevos cordones litorales migrantes hacia el interior de las zonas lagunares.

En los sectores de acantilados bajos labrados en las terrazas aluviales y terrazas coralinas presentes entre Coveñas y Cispatá y Paso Nuevo, sería de esperar una intensificación importante de las tasas de erosión actuales, o el inicio de la erosión inmediatamente después de la inundación de las playas frontales. Esta situación puede visualizarse considerando el intenso retroceso de los escarpes presentes en el sector de Punta de Piedra (Coveñas), en donde la erosión histórica ha alcanzado magnitudes de hasta 50m, y ha sido generada, al menos en parte, por la construcción anti - técnica de espolones.

Cada uno de los efectos y respuestas del sistema natural descritas para el golfo de Morrosquillo altera en algún modo las formas de uso y aprovechamiento de recursos que constituyen parte esencial del sistema socioeconómico del área generando impactos relativos sobre la población, los sectores económicos y el uso y aprovechamiento de los recursos.

Tal como se menciona en la sección sobre criterios metodológicos utilizados en la estimación de los impactos adversos acusados por un eventual ascenso en el nivel del mar, la formulación de escenarios al 2030 se efectúa con base en el uso actual del suelo (2001) debido la ausencia de información que permita identificar cambios integrales en el uso del suelo en la zona costera colombiana.

No obstante lo anterior, con base en distintas fuentes de información se ha realizado el ejercicio de identificación de tasas de cambios en el uso del suelo para el área correspondiente al caso de estudio del golfo de Morrosquillo (Anexo 2). Tales resultados aparecen en el la Tabla 22.

Cabe mencionar que los resultados que aparecen en la Tabla 22 constituyen un caso hipotético de cambios en el uso del suelo al año 2030 basado información suministrada por el SIG – SR INVEMAR respecto al uso actual del suelo y otros como análisis multitemporales de cambios en coberturas y uso del suelo. Tal información se presenta a manera de ilustración y de ninguna manera se plantea como modelo representativo para la costa colombiana debido a la necesidad de

fortalecer los análisis con mayor información georeferenciada en serie de tiempo y a escalas detalladas.

Para alcanzar los resultados anteriores no solo fue necesario recurrir a diversas fuentes sino realizar ciertos supuesto con el fin de suplir vacíos de información. Cada uno de los usos identificados en el la Tabla 22 merece un mínimo de comentarios que se relacionan a continuación:

Tabla 22. Cambios en el uso del suelo, golfo de Morrosquillo

<i>Tipo de efecto / respuesta</i>	<i>Unid.</i>	<i>Uso actual</i>	<i>Área perdida Sin ANM</i>	<i>Tasa crecimiento Área uso actual</i>	<i>Uso futuro</i>	<i>Con 0.3 metros de ANM</i>	<i>Porcentaje perdido con 0.3 metros de ANM</i>
Acuícola	km <sup>2</sup>	5.3	0	2.2%	10.3	10.3	0.2%
Agrícola	km <sup>2</sup>	61.7	0	1.5%	97.2	67.0	31.1%
Forestal Extractivo	km <sup>2</sup>	53.8	0	-0.6%	44.5	44.5	0.0%
Ganadería	km <sup>2</sup>	128.4	0	-1.1%	92.2	91.8	0.5%
Conservación de cuencas	km <sup>2</sup>	0.9	0	0.0%	0.9	0.8	1.5%
Pesca industrial y artesanal.	km <sup>2</sup>	1346.6	0	0.0%	1346.4	NA	0.0%
Urbano	km <sup>2</sup>	8.7	0	1.6%	14.0	13.7	1.7%
Turismo	km <sup>2</sup>	4.0	0	-0.2%	3.8	3.5	8.9%
Total Morrosquillo	km <sup>2</sup>	1609	0	3.4%	1609	1589	1.3%

La tasa de crecimiento para el área en uso acuícola es definida por la observada entre 1991 y 1993, tiempo este que se comporta como un periodo de estabilización en el crecimiento del espejo de agua (ha) de la industria camaronicultora en Colombia según INPA (1995). Esta tasa es reducida por un factor de 0.5 debido a las expectativas de innovación tecnológica hacia la camaronicultura semi-intensiva e intensiva.

La tasa de crecimiento del área en uso agrícola corresponde a la tasa promedio anual del área cosechada en los departamentos de sucre y Córdoba entre 1987 y 2000, según estadísticas del Ministerio de agricultura (2001).

En el caso de la tasa de crecimiento del área dedicada a la explotación forestal, esta corresponde a la tasa de crecimiento promedio anual observada de la cobertura bosque de manglar en Tinajones entre 1989 y 2000. Lo anterior tomando como referencia el estudio multitemporal desarrollado por INVEMAR (2001).

Para las áreas dedicadas al uso ganadero, la tasa corresponde a un análisis a criterio de experto con base en los cambios esperados en el uso del suelo respecto al área agrícola, acuícola y urbana y según la información provista por los POT's de los municipios de San Antero y Tolú.

La tasa que define el cambio en las áreas en conservación es el resultado del supuesto del mantenimiento de las áreas de conservación actuales. Este supuesto tiene como referente el especial énfasis de los POT's en la ejecución de proyectos para la preservación de ecosistemas.

También en el caso de la tasa de crecimiento de las áreas con uso pesquero, se hace uso de un análisis a criterio de experto, de acuerdo con el cual el área de los cuerpos de agua con uso pesquero aumentará dependiendo de la tasa en que disminuye la cobertura en playas (en esta tabla corresponde al uso turístico).

La tasa de crecimiento del área con uso urbano es uno de los resultados del estudio multitemporal desarrollado por INVEMAR (2001) para el periodo 1957-1989.

De igual forma, la tasa de crecimiento del área con uso turístico es uno de los resultados del estudio multitemporal desarrollado por INVEMAR (2001) para el periodo 1957-2000 con relación a la cobertura en playas.

Cada uno de los puntos anteriores contribuyen a la generación de los datos de la Tabla 22 y por ende a los resultados alcanzados en el correspondiente estudio de caso.

A continuación se describe los impactos socioeconómico con relación a los escenarios de desarrollo generados en el Informe Técnico No. 3. Definición de Escenarios.

#### 4.2.1 Escenario Optimista

##### 4.2.1.1 Impacto sobre la población

Las estimaciones realizadas permiten establecer que hacia el año 2030 el área de estudio contaría con una población aproximada de 90,249 habitantes pertenecientes a los municipios de San Antero, San Bernardo del Viento y Tolú. De este total, aproximadamente el 27% se encontraría en áreas de inundación y con una distribución del 42% en San Bernardo del Viento, el 32% en Tolú y el 26% restante en San Antero (Anexo 3).

La misma evaluación al año 2100 indica un incremento en la participación de la población afectada dentro del total poblacional en área de estudio. Los resultados indican que aproximadamente el 40% de 111,922 habitantes podrían verse afectados por una eventual inundación de un metro y en este caso la distribución entre los municipios estaría dada por un 43% en Tolú, un 36% en San Bernardo del Viento y un 22% en San Antero (Anexo 4). La Figura 23 ilustra los resultados según la distribución de los habitantes en los tres municipios para los dos escenarios temporales.

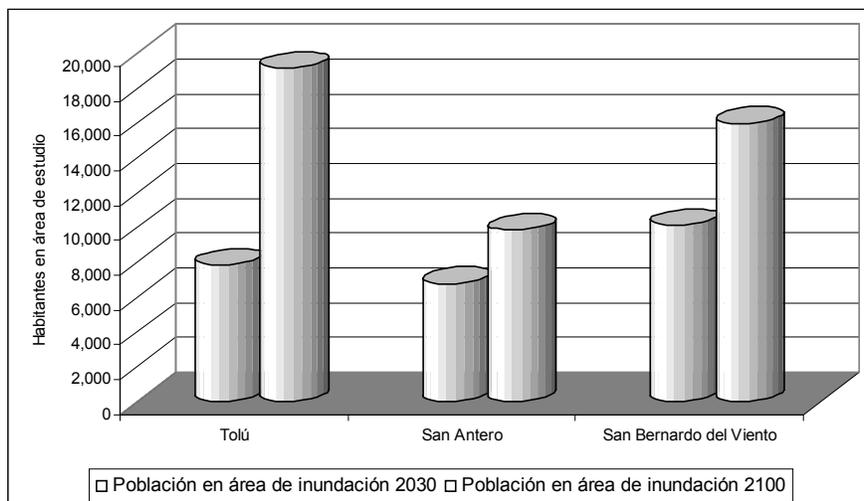


Figura 23. Población municipal afectada en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo

Fuente: Cálculos con base en DANE (2000 a) y Laboratorio SIG SR INVEMAR

Pasando al tema del riesgo de inundación por anomalías en el nivel medio del mar, los resultados señalan que los municipios con mayor población en áreas en riesgo inundación sería Tolú y San Bernardo, donde el número de habitantes en áreas en riesgo I asciende a 15,144 y 7,451 respectivamente en el 2030. Hacia el 2100 la población en esta área tendría un leve incremento en el caso de Tolú y un descenso en el caso de San Bernardo, situándose en 15,780 y 5,741 respectivamente. Para el municipio de San Antero también se registra un descenso, pasando el número de habitantes en áreas en riesgo I de 2,475 en el 2030 a 1,089 en el 2100. El número de habitantes en las áreas en riesgo II y III es significativamente más bajo que los mencionados anteriormente, tanto para el año 2030 como en el 2100 (Anexo 3 y 4).

#### 4.2.1.2 Impacto económico

Las estimaciones realizadas considerando un escenario de desarrollo optimista y cambios en el uso del suelo permiten identificar que las actividades económicas con mayor afectación debido a la inundación causada por un eventual aumento de un metro en el nivel del mar serían, en orden de importancia la agricultura, la acuicultura y la ganadería. El sistema forestal extractivo también fue considerado y se deponen de datos sobre el área afectada por la inundación pero no sobre su afectación en términos económicos debido al carácter ilegal que tiene en muchos casos tiene el aprovechamiento de bosque de manglar.

En el caso del sistema productivo agrícola, el ingreso bruto afectado al año 2030 asciende al 94% del ingreso bruto total afectado, le sigue de lejos el sistema acuícola con el 4% y la ganadería con el 3% (Anexo 7).

Hacia el año 2100, los resultados difieren de los anteriores; la acuicultura, con el 46% sería el sector con una mayor participación en el ingreso bruto total afectado y seguirían los sistemas agrícola y ganadero con el 32% y 22% respectivamente (Anexo 8).

Lo anterior hace referencia a la inundación causada por un eventual ascenso en el nivel del mar al 2030 y 2100 respectivamente. Otro factor tiene que ver con el riesgo de inundación por anomalías en el nivel medio del mar, al respecto, la Tabla 23 muestra las estimaciones realizadas sobre el ingreso bruto en áreas en riesgo tanto para el 2030 como el 2100.

*Tabla 23 Ingreso bruto en áreas en riesgo (millones de pesos) según actividades económicas*

<i>USO</i>	<i>Ingreso bruto 2030 en área en riesgo I</i>	<i>Ingreso bruto 2030 en área en riesgo II</i>	<i>Ingreso bruto 2030 en área en riesgo III</i>	<i>Ingreso bruto 2030 en área de inundación</i>	<i>Ingreso bruto 2100 en área en riesgo I</i>	<i>Ingreso bruto 2100 en área en riesgo II</i>	<i>Ingreso bruto 2100 en área en riesgo III</i>	<i>Ingreso bruto 2100 en área de inundación</i>
Agrícola	13,399	223	0	13,767	148,705	8,382	976	332,534
Ganadería	23,443	245,	0	262	646,581	10,384	1,112	223,780
Forestal Extractivo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acuícola	70,122	0	0	632	233,388	18,245	1,982	482,295

Fuente: Cálculos con base en Invepar (2002) y datos SIG SR INVEPAR (2002)

En contraste con los resultados alcanzados en términos de ingreso bruto afectado por la inundación causada por un ascenso en el nivel medio del mar, en el caso del ingreso en áreas en riesgo I al año 2030, la actividad con mayor ingreso bruto en área de riesgo tiende a ser la acuicultura y en el áreas en riesgo II, sin grandes diferencias se registra el ingreso bruto correspondiente al sistema ganadero y agrícola. Hacia el año 2100 sería la ganadería en área en riesgo I y la acuicultura en las áreas II y III (Anexo 8).

#### 4.2.2 Escenario pesimista

##### 4.2.2.1 Impacto sobre la población

Bajo un escenario de desarrollo pesimista, al 2030 la población total del área podría ascender a 87,069 habitantes, de los cuales 23,940 podrían verse afectados por una inundación de 0.3m en el nivel de mar, es decir el 27% aproximadamente. En este caso, la distribución de la población afectada entre los municipios que conforman el área de estudio estaría dada por un 31% correspondiente a Tolú, el 41% correspondiente a San Bernardo del Viento y el 28% restante a San Antero (Anexo 3 y 4).

Al año 2100 se vería incrementada la población total afectada, que ascendería a 53,270 habitantes, es decir el 40% de la población del área de estudio aproximadamente. En este escenario temporal Tolú sería el municipio con mayor participación dentro de la población total afectada con el 44% y estaría seguido por San Bernardo con el 35% y San Antero con el 21% (Anexo 5). La Figura 24 ilustra los resultados para los dos escenarios temporales.

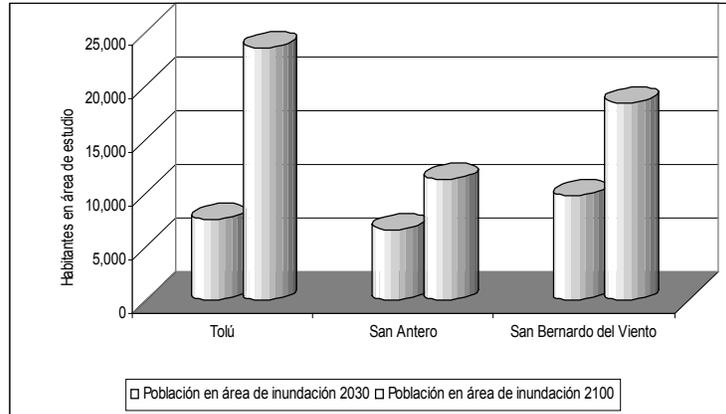


Figura 24. Distribución de la población municipal afectada

Fuente: Fuente: Cálculos con base en DANE (2000b) y Laboratorio SIG SR INVEMAR

Pasando a la identificación de la población en áreas en riesgo de inundación, al año 2030 la población total en área en riesgo I ascendería a 24,145 habitantes y tendría un moderado incremento al pasar en el 2100 a 27,214, siendo mayoritaria en ambos escenarios temporales la población de Tolú. Este patrón se mantiene en el área en riesgo II y el área en riesgo III (Anexos 3 y 4). Si se compara este escenario con el optimista, puede observarse que mientras en este último entre el 2030 y 2100 se registra un descenso de la población en área en riesgo I, en el pesimista ocurre lo contrario. Lo anterior estaría asociado a una mayor dinámica de crecimiento poblacional del municipio de Tolú en el escenario pesimista que explicaría por una alta tasa de migración neta positiva de este municipio como principal centro de atracción poblacional del área del golfo de Morrosquillo.

#### 4.2.2.2 Impacto económico

Aun bajo un escenario de desarrollo pesimista y los mencionados cambios en el uso del suelo, al año 2030 el sector agrícola, seguido por el sector acuícola podrían tener un mayor porcentaje de participación en el ingreso bruto total en áreas de inundación por un ascenso del nivel del mar. No obstante el ingreso afectado se reduce en un porcentaje cercano al 20% del escenario optimista al pesimista en el año 2030 y en aproximadamente un 59% del escenario optimista al pesimista en año 2100. La tabla 24 muestra los resultados.

Tabla 24 Ingreso bruto afectado (millones de pesos) según actividades económicas

USO	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo I	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo II	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo III	Ingreso bruto 2030 en área de inundación	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo I	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo II	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo III	Ingreso bruto 2100 en área de inundación
Agrícola	10,741	179	0	11,036	60,808	3,427	399	135,980
Ganadería	18,792	197	0	211	264,399	4,246	455	91,508
Forestal Extractivo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acuícola	56,210	0	0	507	95,437	7,461	811	197,220

Fuente: Cálculos con base en Invemar (2002) y datos SIG SR INVEMAR (2002)

En cuanto al ingreso bruto en áreas de riesgo I, II y III, la tabla 24 muestra variaciones significativas en términos absolutos respecto al escenario optimista (Tabla 18), sin embargo los resultados en términos porcentuales son similares a los del escenario optimista, tanto para el 2030 como para el 2100 (Anexo 7 y 8).

### 4.3 Umi Guapi- Iscuande

La geomorfología de este sector ha sido descrita en detalle en la Formulación del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi-Iscuandé, Pacífico Colombiano (INVEMAR), y refleja esencialmente una sucesión de geoformas en las cuales la marea y los aportes fluviales actúan como los factores morfodinámicos predominantes, con las acciones de los oleajes como factor secundario.

Desde el punto de vista del NRM el área de Guapi que se encuentra a medio camino entre Buenaventura y Tumaco tiene en principio un NRM que debe responder a la media de las dos tendencias y por esa razón se puede asumir que el ascenso del nivel del mar en cincuenta años es de unos 3cm. Sin embargo esta estimación es aproximada debido a que el área es activa tectónicamente y al estar levantándose la placa suramericana en ese sector, el NRM va a depender más del movimiento de las placas que del comportamiento de la columna de agua.

La elevación progresiva del nivel del mar en esta zona implicaría muy probablemente el desplazamiento hacia el interior de los límites internos de los pantanos de manglar, a expensas de la desaparición de los pantanos transicionales, que serían afectados directamente tanto por la elevación del nivel de las aguas como por la salinización asociada a la intrusión de la cuña salina. La migración de estos ambientes hacia el interior de la zona costera queda impedida, al menos en gran parte, por el relieve costero correspondiente a las unidades de Terrazas Bajas y Colinas Residuales, que limitan el desarrollo de la franja de depósitos fluvio-marinos holocenos del área. Las pocas barreras arenosas presentes a lo largo de la línea de costa del sector serían probablemente erodadas/inundadas; en función de su número y extensiones pequeñas, es poco probable que las arenas de los frentes de playa sean suficientes para organizar nuevas barreras importantes, migrantes hacia el interior de la franja costera.

Ahora bien, teniendo en cuenta los valores extremos del nivel del mar en su ascenso durante la etapa cálida del fenómeno ENOS, y teniendo en cuenta que el efecto acumulado sobre una tendencia positiva va a significar niveles del mar cada vez más altos (Fig. 25), la bahía de Guapi debe tener un plan de contingencia directamente relacionado con la predicción de la etapa cálida del fenómeno ENOS, más que de otra causa meteorológica u oceanográfica.

Un corolario a este argumento es que en el caso de un tsunami de origen cercano como el ocurrido en diciembre de 1979, no permite una respuesta ordenada porque la onda llegará en los primeros 20 minutos y muy poco se podría hacer, aunque la población debe estar preparada para esta eventualidad. Si se trata de un tsunami de origen lejano, la posibilidad de respuesta está en el orden de las horas o los días y las agencias del Estado deberán avisar con suficiente anterioridad las acciones a tomar.

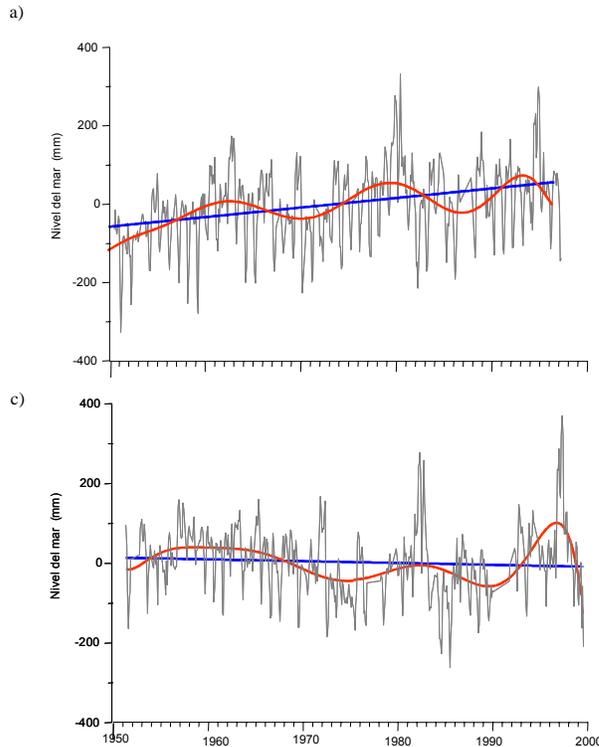


Figura 25. Media mensual multianual 1951-2001 del nivel del mar en a) Buenaventura y (b) en Tumaco. Los picos mas prominentes en ambas series corresponden al ascenso anormal del nivel del mar durante los años de ENOS particularmente altos los ocurridos en 1982-83 y 1997. En Buenaventura (a) la tendencia lineal es de 2.4mm/año (línea azul), muestra un aumento de mas de 12cm en 50 años y el ajuste polinomial (línea roja) muestra tres pulsos centrados en 1963, 1983 y 1997. En Tumaco el nivel del mar ha bajado 2.34cm en 50 años (0.46mm/año) con 3 pulsos centrados en 1956-62, 1983 y 1997. La diferencia de tendencia entre estas dos estaciones explicada en términos tectónicos implica que la elevación del continente en el área de Tumaco es mas rápida que el ascenso del nivel del mar en esa misma área. Otro razgo importante es que el ascenso del nivel del mar ha sido mayor en los años de ENOS mas recientes y pareciera progresivo.

### 4.3.1 Escenario Optimista

#### 4.3.1.1 Impacto sobre la población

En relación con el caso de estudio anterior, la unidad de manejo integrado de Guapi – Iscuandé posee un menor número de habitantes y una mayor proporción de población rural. Lo anterior, analizado en el contexto de la información suministrada por el SIG respecto a las áreas de inundación, determina una menor población total afectada y una participación predominante de la población rural en esta afectación .

Las estimaciones realizadas indican que hacia el año 2030 y 2100 la población total en áreas de eventual afectación por un ascenso en el nivel del mar sería de 2,411 y 27,328 respectivamente, en ambos casos comparativamente menor que la de Morrosquillo para los mismos años (24,781 y 45,058 respectivamente), de hecho al año 2030 la población total afectada corresponde a solo un 5% de la población total en estudio mientras en Morrosquillo esta proporción alcanza el 27%. No sucede lo mismo hacia el año 2100 pues hacia este año se haría vertiginoso incremento de la población en áreas de inundación ya que el porcentaje de habitantes afectados se estima en 41%.

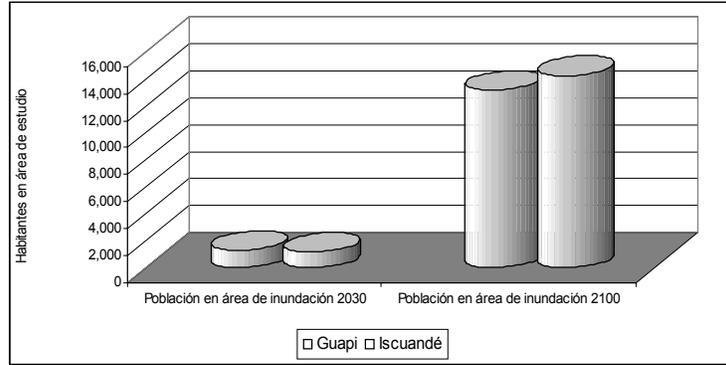


Figura 26. Población municipal afectada en el área de estudio de la UMI Guapi - Iscuandé

A diferencia del caso de estudio previo, en la UMI Guapi – Iscuandé el 100% de la población afectada sería rural y su distribución entre los dos municipios es relativamente homogénea; hacia el año 2030 se esperaría que la población total afectada de la UMI corresponda en un 53% a Guapi y el 47% restante a Iscuandé y hacia el 2100 las participaciones serían del 48% y 52% respectivamente. La Figura 26 muestra la población localizada en áreas de inundación.

Un factor adicional tiene que ver con la población ubicada en áreas en riesgo de inundación por anomalías en el nivel mar. Tales resultados sugieren que al 2030 el 48% de la población en estudio se encontraría ubicada en áreas en riesgo I mientras al 2100 esta proporción se reduciría al 8.5% debido a la reducción del área en riesgo luego de un ascenso de un metro en el nivel del mar. En las áreas en riesgo de inundación II y III el porcentaje de población no sobrepasa el 1% en cada año.

#### 4.3.1.2 Impacto económico

Como se recordará de los informes técnicos anteriores, los sistemas productivos considerados en el presente caso de estudio son el agrícola, agroforestal extractivo, conservación y recreación y forestal extractivo. Pese a que en cada uno se dispone de información sobre el área de inundación, para los sistemas agroforestal extractivo y conservación y recreación la Tabla 25 no muestran datos sobre ingresos generados en áreas de inundación y riesgo debido a la no disponibilidad de información sobre estos en el primer caso y la no afectación de áreas pertenecientes al sistema de conservación y recreación en el segundo caso.

Las estimaciones realizadas permiten identificar que la actividad económica con mayor afectación debido a la inundación causada por un eventual aumento de 0.3 metros en el nivel del mar en el 2030 sería la agricultura, que participaría del 72% del ingreso bruto total afectado. El restante 28% correspondería al sistema forestal extractivo. Al año 2100 estas participaciones serían del 87% y 13% respectivamente (Anexo 6). La Tabla 25 muestra estos resultados.

Tabla 25 Ingreso bruto afectado (millones de pesos) según actividades económicas.

USO	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo I	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo II	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo III	Ingreso bruto 2030 en área de inundación	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo I	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo II	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo III	Ingreso bruto 2100 en área de inundación
Agrícola	48,995	581	573	2,158	160,276	10,038	5,350	891,254
Agroforestal Extractivo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Conservación y Recreación	0	0	0	0	0	0	0	0
Forestal Extractivo	6,816	98	89	820	19,793	1,486	1,499	135,304

Fuente: Cálculos con base en Invermar (2002) y datos SIG SR INVEMAR (2002)

En cuanto al ingreso bruto en áreas en riesgo de inundación, nuevamente la agricultura obtienen la mayor participación por realizarse en áreas de geomorfología baja inundables (Anexo 6).

#### 4.3.2 Escenario Pesimista

##### 4.3.2.1 Impacto sobre la población

Bajo un escenario de desarrollo pesimista, hacia el año 2030 la población total afectada en la UMI Guapi-Iscuandé ascendería a 2,306 habitantes, equivalentes al 5% de la población en estudio. Este mismo indicador, evaluado en las estimaciones al 2100 sugiere que la población afectada sería de aproximadamente 30,790 habitantes que representarían el 33% de los habitantes de la UMI para ese año (Figura 27).

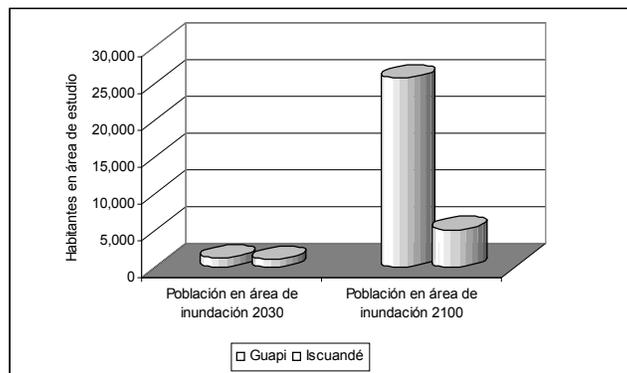


Figura 27. Población municipal afecta en el área de estudio de la UMI Guapi - Iscuandé

Al distinguir los datos anteriores por municipio, tal como se ilustra en la figura 26, se observa que mientras al 2030 del total afectado aproximadamente el 56% correspondería al municipio de

Guapi y el 46% restante a Iscuandé al año 2100 estas participaciones serían del 83% y 17% respectivamente (Anexos 3 y 4).

Finalmente, en lo que respecta a la población en áreas en riesgo de inundación por anomalías en el nivel medio del mar, las estimaciones señalan que al año 2030 aproximadamente un 47% de la población de la UMI se encontraría localizada en el área en riesgo de inundación I, y de esto, cerca del 48% correspondería a Guapi y el 52% restante a Iscuandé. Adicionalmente el análisis muestra una reducción significativa del porcentaje de población en área en riesgo de inundación I al 2100, que pasaría al 9% aproximadamente. Al igual que en escenario optimista, en las restantes áreas en riesgo de inundación (II y III) el porcentaje de población no sobrepasa el 1% en ambos años.

#### 4.3.2.2 Impacto económico

Bajo un escenario de desarrollo pesimista, se encuentra nuevamente la actividad económica con mayor afectación debido a la inundación causada por un eventual aumento de 0.3 metros o bien un metro en el nivel del mar sería la agricultura, seguida por el sistema forestal extractivo. En el primer caso, el ingreso bruto total afectado asciende al 72% del ingreso bruto total afectado en el año 2030 y al 87% en el año 2100. El porcentaje restante corresponde a al ingreso bruto correspondiente al sistema forestal (Anexo 7 y 8). La Tabla 26 ilustra los resultados.

Se observa nuevamente que lo que respecta al ingreso bruto en áreas en riesgo de inundación, la actividad que eventualmente tendría mayor afectación sería la agricultura, con una participación que varía entre el 86% y 88% del ingreso bruto total en áreas en riesgo I, II y III en el año 2030 y entre el 78% y 89% en el 2100 (Anexo 7 y 8).

Tabla 26 Ingreso bruto afectado (millones de pesos) según actividades económicas.

USO	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo I	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo II	Ingreso bruto 2030 en área en riesgo III	Ingreso bruto 2030 en área de inundación	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo I	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo II	Ingreso bruto 2100 en área en riesgo III	Ingreso bruto 2100 en área de inundación
Agrícola	39,273.9	465.7	459.5	1,729.7	65,540.1	4,104.9	2,187.8	364,450.7
Agroforestal Extractivo	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Conservación y Recreación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Forestal Extractivo	5,463.9	78.4	71.3	657.3	8,093.6	607.5	612.8	55,328.2

Fuente: Cálculos con base en INVEMAR (2002) y datos SIG SR INVEMAR (2002)

## 4.4 San Andrés de Tumaco

Las zonas de inundación para el sector de Tumaco fueron definidas preliminarmente en el mapa Zonificación de Riesgos y Áreas Inundables del Municipio de Tumaco (Área Urbana), desarrollado por el Plan de Ordenamiento Territorial de Tumaco (2001). El panorama general de

inundación que puede definirse del examen de este mapa consiste en la inundación de la mayor parte (92 %) de las islas de Tumaco, la Viciosa y el Morro, y de franja costera ubicada hacia el sureste de Tumaco, sobre parte de la cual se desarrollan explotaciones de acuicultura. En síntesis, del área urbana de las tres islas de Tumaco permanecerían por encima del nivel del mar en el escenario de 88cm los sectores correspondientes al aeropuerto, parte de los ocupados por el batallón de Infantería de Marina, la Capitanía del puerto y las colinas de El Morro (Isla El Morro), y en la isla de Tumaco, la mayor parte de los terrenos correspondientes a su costado sur. Sobre el continente, la información disponible sugiere que las instalaciones de ECOPETROL no serían directamente inundadas por el ascenso el nivel del mar.

La evolución geomorfológica del sector de Tumaco ante el eventual ascenso del nivel del mar es extremadamente difícil de predecir, en vista de que el área es geomorfológicamente muy inestable, y está sujeta a los efectos de los terremotos y maremotos, como el de 1906 y 1979, ambos con maremotos asociados. Con respecto al terremoto de 1979, la información histórica disponible (Herd *et al.*, 1981) evidencia la ocurrencia de fenómenos de licuefacción de suelos, subsidencia de terrenos (50cm), y la desaparición de islas y barras arenosas intermareales en la plataforma marina somera (Isla Guano). Igualmente, la inestabilidad de las playas a lo largo de la costa hacia el oeste de Tumaco, alimentadas con arenas provenientes del delta del Mira, se ha puesto de presenta repetidas veces por medio del rompimiento de la Isla de Bocagrande y sectores adyacentes.

La inundación y salinización progresiva de los terrenos del sector de Tumaco se vería favorecida en extremo por la alta energía del oleaje incidente en la zona y por la densa red de canales intermareales conectados entre sí, característica de los terrenos ubicados hacia el sur y el este del área Urbana, correspondientes a depósitos fluvio marinos del delta del Mira (Correa, 1996). En el contexto anterior, sería de esperar la migración extensiva de los pantanos de manglar hacia el interior de la planicie deltaica y el consiguiente desplazamiento de los pantanos de agua dulce de las planicies de inundación. La cantidad de arenas almacenadas lo largo de la línea de costa del área de Tumaco – Río Mira sugiere la posibilidad de la preservación y/o migración hacia el continente de la islas barreras existentes en la actualidad.

#### 4.4.1 . Escenario Optimista

Antes de profundizar en los resultados obtenidos en el presente caso de estudio, vale la pena recordar que conforme se había establecido en informes anteriores, la aproximación utilizada para el caso difiere en relación con las anteriores debido al hecho de que se trata de un área exclusivamente urbana, donde el elemento central es la población.

##### 4.4.1.1 Impacto sobre la población

En concordancia con lo establecido en el reporte técnico 3, la población del casco urbano de San Andrés de Tumaco se ha estimado en 119,941 habitantes al año 2030, de los cuales, cerca de 22,838 (el 19% de la población en estudio) podrían verse afectados de acuerdo con los resultados del modelo de inundación correspondiente a este escenario temporal. El mismo análisis desarrollado al año 2100 indica que de los 146,791 habitantes urbanos que se esperan para ese año, cerca de 129,015 estarían ubicados en áreas de inundación, es decir, aproximadamente el 88% de la población urbana del municipio. Esta elevada proporción de la población en áreas de

eventual inundación por un ascenso en el nivel del mar convierte a Tumaco en uno de los casos más críticos (Anexo 3 y 4).

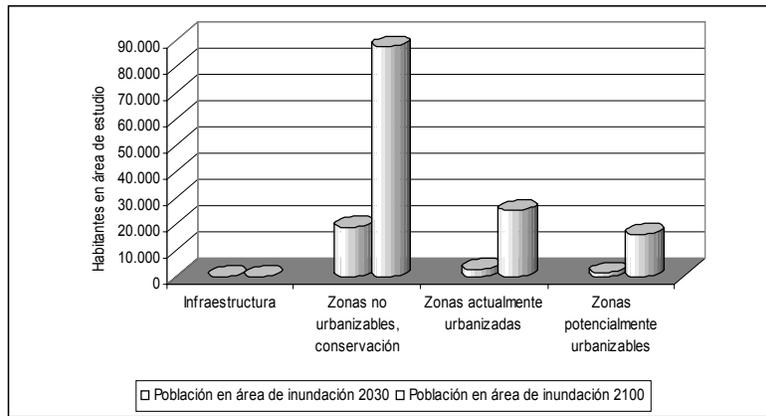


Figura 28 . Población municipal afectada en el área urbana de San Andrés de Tumaco

La Figura 28 muestra además la distribución de la población que eventualmente podría verse afectada según las categorías de uso de suelo urbano. Bajo las estimaciones realizadas y de acuerdo a las tendencias observadas se esperaría que las principales áreas de expansión urbana correspondan a las que actualmente tienen este uso y áreas que actualmente se definen como de conservación.,

Tabla 27 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2030

Uso	Área sin Riesgo	Población sin riesgo	Área I	Población Área I	Área II	Población Área II	Área III	Población Área III
Infraestructura	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Zonas no urbanizables, conservación	0,2	1.006	0,2	1.108	10,8	54.185	0,0	138
Zonas actualmente urbanizadas	0,0	46	0,1	636	4,3	21.857	0,0	32
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	249	3,5	17.847	0,0	0
Total general	0,2	1.053	0,4	1.993	18,6	93.888	0,0	170

Finalmente en lo que respecta al riesgo por inundaciones causadas por anomalías en el nivel medio del mar, de acuerdo con lo presentado en la Tabla 27, sería significativa la proporción de población asentada en tal zona, incluyendo áreas que de acuerdo con la planificación del POT se consideran no urbanizables. Lo anterior implica que el cumplimiento de lo ordenado por el POT para el año 2030 requeriría una expansión del área urbana y/o incentive el uso de propiedad horizontal. De la tabla 27 se deduce que solo un 1% de la población se encontraría por fuera del área en riesgo de inundación, un 2% en el área en riesgo de inundación I y cerca de un 78% se

encontraría en el área en riesgo de inundación II. El restante 19% correspondería a la población afectada por un ascenso de 0.3 m en el nivel del mar.

*Tabla 28 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2100*

Uso	Área sin Riesgo	Población sin riesgo	Área I	Población Área I	Área II	Población Área II	Área III	Población Área III
Infraestructura	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Zonas no urbanizables, conservación	0,2	1.287	0,3	1.634	0,2	1.403	0,0	144
Zonas actualmente urbanizadas	0,0	131	0,0	239	0,9	5.263	0,0	19
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	14	1,2	7.645	0,0	0
Total general	0,2	1.418	0,3	1.886	2,3	14.311	0,0	163

La Tabla 28 muestra la distribución de la población según categorías de uso del suelo y áreas en riesgo de inundación al año 2100. El análisis desarrollado para este escenario temporal muestra que el porcentaje de población en área sin riesgo de inundación corresponde al 1%, el 1% a la población en áreas en riesgo I y el 10% a la población en área en riesgo II. El restante 88% corresponde, tal como se mencionó anteriormente a la población localizada en áreas de inundación por un eventual ascenso de un metro del nivel del mar.

#### 4.4.2 Escenario Pesimista

Bajo el contexto de un escenario de desarrollo pesimista, se ha estimado que para el año 2030 la población urbana de Tumaco ascendería 109,633 habitantes y de estos cerca de un 19% podría verse afectada por un ascenso de 0.3 m en el nivel del mar, es decir, aproximadamente 20,875 habitantes (Anexo 3).

Tal como lo muestra la Figura 29, la población eventualmente afectada puede ser mostrada según las categorías de uso de suelo urbano. Los resultados de este análisis muestran que al año 2030 continuarían siendo las áreas actualmente urbanizadas y las áreas de conservación las que podrían albergar un mayor número de habitantes, aproximadamente el 12% y 82% respectivamente. Al año 2100 estas participaciones serían del 68% y 20% respectivamente. Para finalizar, en lo referente al riesgo de inundación por fenómenos de mal tiempo en las Tablas 29 y 30 se resumen los resultados obtenidos.

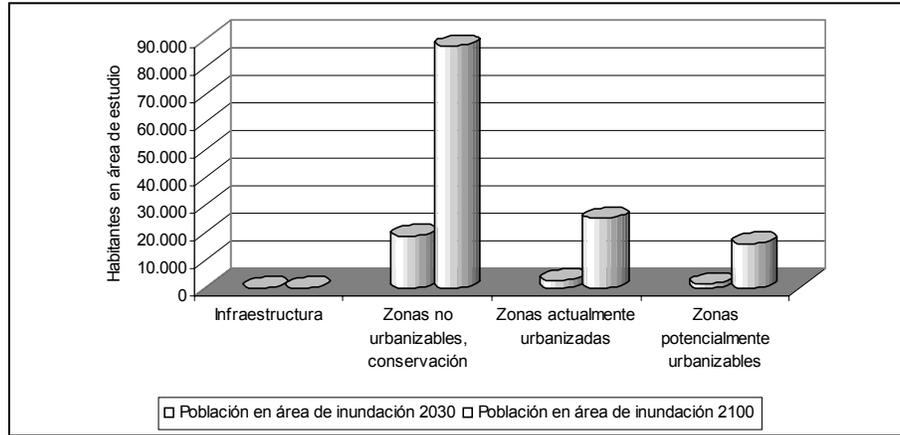


Figura 29 Población municipal afectada en el área urbana de San Andrés de Tumaco

En términos porcentuales, los resultados presentados en la Tabla 29 señalan resultados similares a los alcanzados en el escenario optimista. No obstante, tal como se aprecia en ambas tablas estos escenarios arrojan resultados distintos en términos absolutos.

Para el año 2100 se observan variaciones, una lectura porcentual de los datos presentes en la tabla 30 indica que el área en riesgo II albergaría la mayor proporción de población, estimada en un 10% aproximadamente.

Tabla 29 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2030

Uso	Área sin Riesgo	Población sin riesgo	Área I	Población Área I	Área II	Población Área II	Área III	Población Área III
Infraestructura	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Zonas no urbanizables, conservación	0,2	920	0,2	1.013	10,8	49.528	0,0	126
Zonas actualmente urbanizadas	0,0	42	0,1	581	4,3	19.978	0,0	29
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	227	3,5	16.313	0,0	0
Total general	0,2	962	0,4	1.821	18,6	85.819	0,0	155

Vale la pena considerar sin embargo que la población ubicada sobre los bajos también es altamente susceptible de enfrentar los riesgos asociados al ascenso en el nivel del mar y otros riesgos causados por fenómenos meteorológicos. Este punto lleva a considerar que las construcciones palafíticas que se levantan sobre estas áreas tienden a ser fácilmente desmontables y factibles de ser acomodadas a los cambios en el nivel del mar debido a su bajo costo, no obstante son altamente vulnerables a eventos repentinos como tsunamis.

Tabla 30 Distribución de la población urbana de Tumaco según áreas en riesgo de inundación, 2100

Uso	Área sin Riesgo	Población sin riesgo	Área I	Población Área I	Área II	Población Área II	Área III	Población Área III
Infraestructura	0,0		0,0		0,0		0,0	0
Zonas actualmente urbanizadas	0,2	465	0,3	590	0,2	507	0,0	52
Zonas no urbanizables, conservación	0,0	47	0,0	86	0,9	1.900	0,0	7
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	5	1,2	2.760	0,0	0
Total general	0,2	512,0	0,3	681,1	2,3	5.166,8	0,0	58,8

Nótese adicionalmente que aun cuando en términos porcentuales los escenarios optimistas y pesimistas resultan similares, en términos absolutos en el escenario pesimista hay una reducción en el número de habitantes ubicados en áreas sin riesgo de inundación.



# Bibliografía

- Aristizabal, O., B. Calderón, S. Acosta, I. Piedradita, E. Siegert y I. Correa. 2001. Erosión marina en el litoral Caribe colombiano (sector Punta Rey- Turbo): introducción a sus causas naturales y antrópicas. Resúmenes IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar-COLACMAR. pp 23.
- Bacon, P. R. 1994. Template For Evaluation of Impacts of Sea-Level Rise On Caribbean Coastal Wetlands. *Ecological Engineering* 3(2): 171-186.
- Bird, E. C. F. 1993. Submerging coasts: the effects of rising sea level on coastal environments. John Wiley & Sons Eds. British Library. England. 184 p.
- Birkeland, C. (Ed.). 1997. Life and death of coral reefs. Chapman & Hall. New York. 536 p.
- Brown, B. E. 1996. Disturbances to Reefs in Recent Times. En: Birkeland, C. (Ed). Life and Death of Coral Reefs. Chapman and Hall. ITP, International Thompson Publishing. New York City. 354-379 p.
- Bruun, P., 1962. Sea level rise as a cause of shore erosion, *J. Waterways and Harbours Divns.*, 88: 117 –130.
- Chaparro J. A. y Jaramillo O. 2000. Impactos Socio Ambientales del Ascenso del Nivel del Mar en la Isla de San Andrés. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogota, 15 p.
- Committee on Engineering Implications of Changes in Relative Mean Sea Level. 199. Responding to Changes in Sea Level: Engineering Implications. National Academy Press, Washington.
- Correa I. D. 1996. Le Litoral Pacifique Colombien: Interdependance des Agents Morphostructuraux et Hydrodynamiques. Tesis de Grado Docteur en Geologie Marine, Universite de Bordeaux I, Bordeaux.
- Correa I.D. y J.L. González. 2000. Inland Relocation of the El Choncho Village, San Juan River Delta, Pacific Coast of Colombia. *Ocean & Coastal Management* ( in press).
- DANE (a). 2000. Proyecciones población en Colombia. 1995-2015.

- DANE.(b) 2000. Cuentas Nacionales.
- Darwin R. F. and Tol R. S.J. 1999. Estimates of Economic Effects of Sea Level Rise. IVM Discussion paper D98/11 (revised). 20 p.
- Dawes V.J. 1991. Botánica Marina. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F. Primera reimpression. 673 p.
- Díaz, J. M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F.A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176.
- Ellison, A. M. and E. J. Farnsworth .1996. Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: Past impacts, present trends, and future predictions. *Biotropica* 28(4): 549-565.
- EPA. 2001. Global Warming: Impacts coastal fisheries. USA [http:// www. epa.gov./globalwarming/impacts/fisheries/coastal.html](http://www.epa.gov/globalwarming/impacts/fisheries/coastal.html)
- Field, C. D. 1995. Impact of Expected Climate-Change On Mangroves. *Hydrobiologia* 295(1-3): 75-81.
- Galvin, C. 1983. Sea level rise and shoreline recession. *Coastal Zone '83*, Amer. Soc. Civil Eng., 3: 2684-2705.
- GCRIO - US Global Change Research Information Office. 2001. Why Can't Ecosystems Just Adapt?. The Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) at Columbia University. USA. <http://www.gcrio.org/ipcc/qa/11.html>.
- Gommes R y J. du Guerny. 1998. Potential Impacts of Sea-Level Rise on Populations and Agriculture. SD-DIMENSIONS Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/SUSTDEV/Eldirect/EIre0047.htm>
- González, JL. y I.D. Correa. 2001. Late holocene evidence of coseismic subsidence on the San Juan delta, Pacific coast of Colombia. En: *Journal of coastal research*. Boca Ratón, FL., The Coastal Education and Research Foundation, (17), 2, 459-467.
- 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

- Hattersley R.T. y D.N. Foster. 1968. Problems of beach erosion and some solutions. Australian Civil Engineering, Vol 9. <http://www.geocities.com/Eureka/Company/7709/>
- Herd D.G., T. Leslie Youd, H. Meyer, J.L. Arango, W.J. Person Y Mendoza C. 1981. The Great Tumaco, Colombia Earthquake of 12 December 1979. Science, V. 211: 4481 (441-445).
- Hubbard D. K. 1996. Reefs as dynamic systems In: Life and Death of Coral Reefs. Edited by C. Birkeland. Chapman and Hall. Chapter 3, 43-48 p.
- IDEAM (Ed). 2001. Colombia Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Medio Ambiente - Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. 307 p.
- INGEOMINAS. 1998. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe y Pacífico colombianos. Publicación especial No. 21. pp. 1-114. Santa Fe de Bogotá.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IavHumboldt . 1997. Informe Nacional del Estado de la Biodiversidad – Colombia. Editado por María Elfi Chaves y Natalia Arango. Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, v.1-3
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IavHumboldt .1997. Informe Nacional del Estado de la Biodiversidad – Colombia. Editado por María Elfi Chaves y Natalia Arango. Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, v.1-3
- INVEMAR, 2002. Netherlands Climate Change Studies Assistance Programme, Colombia: 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 y Pacífico) y medidas de adaptación. Informe Técnico No.2 Caracterización e inventario. Documento interno. Santa Marta, Colombia. 473 p. + 5 anexos.
- INVEMAR. 2000. Informe anual sobre el Estado de los Recursos Marinos y Costeros. Programa SINAM – Unidad Coordinadora de Información.
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II to the Third Assessment Report. [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg2/629.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/629.htm)
- Littler S.D., M.M. Littler, K.E. Bucher y J.N. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. 263 p.

- Markham A. 1996. Potential impacts of climate change on ecosystems: a review of implications for policymakers and conservation biologists. *Climate Research*. 6:179-191.
- Martinez, J. O., J. L. Gonzalez, et al. 1995. Tropical Barrier Islands of Colombia Pacific Coast. *Journal of Coastal Research* 11(2): 432-453.
- Mathews-Amos, A. y Berntson, E.A. 1999. Turning up the heat: How global warming threatens life in the sea. World Wildlife Fund and Marine Conservation Biology Institute. (<http://www.mcbi.org/>)
- MinAmbiente-INVEMAR, 2002. Netherlands Climate Change Studies Assistance Programme, 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.2: Caracterización e Inventario. Documento interno. Santa Marta. 492 p.
- Miyagi T., C. Tanavud, P. Pramojane, K. Fujimoto and Y. Mochida. 1999. Mangrove habitat dynamics and Sea-level Change. *Tropics*, 8(3): 179-196.
- Miyagi T., C. Tanavud, P. Pramojane, K. Fujimoto and Y. Mochida. 1999. Mangrove habitat dynamics and Sea-level Change. *Tropics*, 8(3): 179-196.
- Morton R., J. L.Gonzalez, G.I. López, & I.D. Correa. 2000. Frequent Non-Storm Washover of Barrier Islands, Pacific COSAT of Colombia. *Journal of Coastal Research* (in press).
- Neumann, A.C. and Macintyre, I. 1985. Reef response to a sea level rise: keep-up, catch-up or give-up. In: *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, v. 3: 105-110
- Pilkey, O.H., R.A. Morton, J.T. Kelley and S. Pendland. 1987. , Coastal land loss, Amer. Geophys. Union, Washington, 75 pp.
- Poff N.L., M.M. Brinson y W.D John. 2002. Potential Impacts on Inland Freshwater and Coastal Wetland Ecosystems in the United States Aquatic ecosystems & Global climate change. A Review of Impacts to U.S. Agricultural Resources. Prepared for the Pew Center on Global Climate Change. USA. 56 p.
- Ramírez J. E.; 1970. Los Diapiros del mar Caribe Colombiano. Primer Congreso Colombiano de Geología, 31 - 39, Bogotá.
- Sánchez-Páez . H. Ulloa-Delgado, G.A. y Alvarez-León, R. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. 294 p.
- Sánchez-Páez H., G. A. Ulloa-Delgado y R. Álvarez-León (Ed). 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Inpresos Panamericana, Bogotá. Colombia. 293 p.

SeaWeb. 2001. <http://www.seaweb.org/background/book/seagrass.html>

Semeniuk, V. 1994. Predicting the Effect of Sea-Level Rise On Mangroves in Northwestern Australia. *Journal of Coastal Research* 10(4): 1050-1076.

Silva G. 2001. Control de inundaciones. <http://www.geocities.com/Eureka/Company/7709/inundacion.htm>

UICN/UNEP/WWF. 1991. *Caring for the earth: a strategy for sustainable living*. UICN/UNEP/WWF, Gland.

Vernette, G.; 1985. La plate-forme continentale Caraïbe de Colombie (du débouché du Magdalena au golfe de Morrosquillo). Importance du diapirisme argileux sur la morphologie et la sédimentation. Thèse Doctorat d'Etat, 387p. Université Bordeaux - I. Francia.

WG II-IPCC, 2001. Summary for Policymakers. *Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland. 18 p.

Winlkinson, C.R. and R. W. Buddmeier. 1994. *Global Climate Change and Coral reefs: Implications for People and Reefs*. Report of the UNEP-IOC-ASPEI-IUCN Global Task Team on the implications of climate change on coral reefs. IUCN, Gland, Switzerland. X + 124 p.

Woodroffe C.D. 1999. Response of Mangrove Shorelines to Sea-level Change. *Tropics*, 8(3): 159-177.

Woodroffe C.D. 1999. Response of Mangrove Shorelines to Sea-level Change. *Tropics*, 8(3): 159-177.

WRI - World Resources Institute. 2000. *A Guide to World Resources 2000–2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. Resume. United Nations Development Programme, the United Nations Environment Programme, the World Bank, and the World Resources Institute. Elsevier Science Ltd. The Boulevard. Oxford. 36 p.

WRI - World Resources Institute. 2000. *A Guide to World Resources 2000–2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. Resume. United Nations Development Programme, the United Nations Environment Programme, the World Bank, and the World Resources Institute. Elsevier Science Ltd. The Boulevard. Oxford. 36 p.

# Fuentes

DANE. Censo de 1993. 13 productos.

DNP-UDS-DIOGS, (SISD), 1995-1998. En INFORMAR

Fedesarrollo. Proyecciones

INCORA y Unidad Administrativa de Parques Nacionales Naturales

INCOPLAN - PARSONS Estudio de ordenamiento físico-portuario y ambiental de litorales colombianos. 1999

Ministerio del Medio Ambiente y Superintendencia de Puertos

Ministerio de Transporte. Proyecciones



# Anexo 1.

**Anexo 1.1.** Áreas expresadas en km<sup>2</sup> de las áreas de biomas terrestres, ecosistemas marinos y ecosistemas transformados de la región Caribe continental, afectados por un ANM de 0.3 y 1 m.

Afectación de los elementos del sistema Natural Caribe Continental	Año 2000			Área de inundación	Año 2030			Área de inundación	Año 2100			TOTAL
	Áreas en riesgo actual				Áreas en riesgo al 2030				Áreas en riesgo al 2100			
	Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III	
<b>Biomás terrestres</b>												
<i>Zonobioma de desierto tropical</i>												
**AA caducifolio	21	9	26	3	0	2	39	33	126	1	3	5252
**Vegetación dispersa de desierto	49	6	9	4	70		7	96	116	0	0	1175
**Subdesértico con suculentas	28	10	17	3	35	4	46	93	150	2	4	811
**Dunas con vegetación escasa	52	7	7	19	73			78	99	0		2779
<i>Zonobioma de bosques secos tropicales</i>												
**Caducifolios de planicies disectadas y colinas	11	6	13	1	69	0	1	2	93	1	1	487
<i>Bosque húmedo tropical</i>												
**BMA aluvial y vegetación en pantanos y ciénagas	135	4	8	87	58		1	148	148	0	0	234
**BMD de aluviales de los ríos semipermanentes	1024	60	232	249	896	7	284	1456	1541	23	31	153
<b>Ecosistemas Marinos</b>												
<i>Áreas coralinas</i>												
<i>Praderas de fanerógamas marinas</i>												
<i>Playas</i>	424	19	31	165	217	0	65	501	477	0	0	2845
<i>Litoral rocoso y acantilados</i>												
<i>Lagunas costeras y estuarios</i>												
<i>Manglar</i>												
**BAD de manglar hiperh-medio	316	33	66	106	323	0	0	441	429	0	0	449
**BBD de manglar en clima seco	1070	28	51	504	1240	7	15	1159	1195	0	0	449
<b>Ecosistemas transformados</b>												
<i>Agroecosistemas colonos mixtos</i>	25	9	13	1	50		0	52	58	0	0	449
<i>Ecosistema transformado de agroecosistemas bananeros</i>	93	5	6	28	77			107	106	0	0	449
<i>Áreas rurales intervenidas no diferenciadas</i>	564	83	187	1	354	87	135	723	2991	111	187	1501
<i>Áreas Urbanas</i>	64	7	18	3	91	3	9	31	157	3	7	306

**Anexo 1.2.** Áreas expresadas en km<sup>2</sup> de las áreas de biomas terrestres, ecosistemas marinos y ecosistemas transformados de la región Pacífico continental, afectados por un ANM de 0.3 y 1 m.

Afectación de los elementos del sistema Natural Pacífico Continental	Año 2000			Área de inundación	Año 2030			Área de inundación	Año 2100			TOTAL
	Áreas en riesgo actual				Áreas en riesgo al 2030				Áreas en riesgo al 2100			
	Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III	
<b>Biomás terrestres</b>												
<i>Bosque húmedo tropical</i>												
**BAD de colinas altas	229	4	218		308	52	121		482	21	16	6466
**BAD de las llanuras de inundación de ríos andinos	91	0	0	94	65	0	0	28	94	0	0	94
**BAD de las terrazas y la planicie sedimentaria	1051	131	369	413	1159	93	22	30	1239	52	17	3338
**BAD Planicie sedimentaria fuertemente ondulada	224	3	826	49	405	25	23	5	460	2	2	3965
**BAD Planicie sedimentaria ligeramente ondulada	357	3	1	285	288	5	16	69	417	1	1	1767
**BMD y BBA inundables de Natal, Saja y Naidizal	564	13	1	728	609	68	29	21	685	3	2	728
<b>Ecosistemas Marinos</b>												
<i>Áreas coralinas</i>												
<i>Playas</i>	555	0	0	570	219	0	0	350	557	0	0	15
<i>Litoral rocoso y acantilados</i>												
<i>Lagunas costeras y estuarios</i>												
<i>Manglar</i>	2961	7	4	3020	1450	6	5	1560	2996	0	0	1000
<b>Ecosistemas transformados</b>												
<i>Agroecosistemas colonos mixtos</i>	700	16	7	841	686	80	39	76	844	5	4	1507
<i>Áreas rurales intervenidas no diferenciadas</i>	566	15	87	373	605	23	21	21	682	5	5	1816
<i>Áreas Urbanas</i>	47	0	0	32	21	0	0	23	47	0	0	36

\*\*\*\*\* Sin información disponible

**Anexo 1.3.** Áreas expresadas en km<sup>2</sup> de las áreas de biomas terrestres, ecosistemas marinos y ecosistemas transformados de la región caso de estudio Golfo de Morrosquillo, afectados por un ANM de 0.3 y 1 m.

Afectación de los elementos del sistema Natural Caso de Estudio Morrosquillo	Año 2000			Área de inundación	Año 2030			Área de inundación	Año 2100			TOTAL
	Áreas en riesgo actual				Áreas en riesgo al 2030				Áreas en riesgo al 2100			
	Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III	
<b>Formaciones vegetales terrestres</b>												
Bosque de Galería	0,3	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	1,1
Bosque secundario												2,7
Salitral								2,6				2,6
Vegetación de pantano	8,3	0,0	0,0	6,0	2,3	0,0	0,0	7,6	0,7	0,0	0,0	8,3
<b>Ecosistemas Marinos</b>												
Praderas de fanerógamas marinas												1,0
Playas	4,0	0,1	0,0	0,4	3,7	0,0	0,0	0,1	4,1	0,0	0,0	4,2
**Vegetación de playa												7,7
Manglar	105,4	1,0	0,0	89,2	17,8	0,0	0,0	106,9	0,3	0,0	0,0	107,1
Fondos sedimentarios												1448,4
<b>Ecosistemas transformados</b>												
Ecosistema transformado de agroecosistemas	46,4	2,0	0,1	0,6	49,1	0,5	0,0	14,6	40,9	0,6	0,1	125,4
Áreas rurales intervenidas no diferenciadas	0,2	0,3	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	17,5
Áreas Urbanas	2,2	0,1	0,0	0,1	2,2	0,1	0,0	1,5	2,0	0,0	0,0	5,5
Áreas Suburbanas	1,4	0,1	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	3,4

**Anexo 1.4.** Áreas expresadas en km<sup>2</sup> de las áreas de biomas terrestres, ecosistemas marinos y ecosistemas transformados de la región caso de estudio UMI Guápi-Iscuandé, afectados por un ANM de 0.3 y 1 m.

Afectación de los elementos del sistema Natural Caso de Estudio UMI-Guapi	Año 2000			Área de inundación	Año 2030			Área de inundación	Año 2100			TOTAL
	Áreas en riesgo actual				Áreas en riesgo al 2030				Áreas en riesgo al 2100			
	Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III	
<b>Biomas terrestres</b>												
Bosque húmedo tropical												
**Bosque de Guandal	86,9	9,9	0,5		98,2	0,3	0,3	107,5	86,0	1,9	2,2	107,5
**Bosque de Transición	19,5	1,9	5,4		32,8	2,1	1,8	17,1	35,2	1,8	1,8	54,0
**Bosque Mixto	0,9	2,2	19,4		28,3	1,3	1,2		16,0	1,1	1,1	296,2
<b>Ecosistemas Marinos</b>												
Áreas coralinas												
Playas	1,7	0,0	0,0	1,4	0,2	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7
Lagunas costeras y estuarios												
Manglar	132,5	1,6	0,8	31,6	103,8	0,1	0,0	137,4	131,2	0,9	0,8	137,4
<b>Ecosistemas transformados</b>												
Agroecosistemas de Manglar y cultivos	11,8	1,1	0,1	0,3	12,7	0,0	0,0	13,0	13,0	0,0	0,0	13,0
Bosque de Guandal y Cultivo	4,8	1,2	0,0		6,0			6,0	6,0	0,0	0,0	6,0
Bosque de Transición y Cultivo	16,2	2,0	2,0	0,1	24,7	1,2	1,5	16,4	27,6	1,2	1,3	36,6
Bosque Mixto y Cultivos	0,1	0,5	1,3		1,9				1,6			3,6
Cultivos	61,9	9,9	4,7	3,3	75,3	0,9	0,9	71,1	71,5	2,0	1,8	91,6
Bajos												144,2
Centros poblados	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	2,1

**Anexo 1.5.** Áreas expresadas en km<sup>2</sup> de las áreas de ecosistemas transformados y marinos de la región caso de estudio Área urbana de Tumaco, afectados por un ANM de 0.3 y 1 m.

Afectación de los elementos del sistema Natural Caso de Estudio Área urbana de Tumaco	Año 2000			Área de inundación	Año 2030			Área de inundación	Año 2100			TOTAL
	Áreas en riesgo actual				Áreas en riesgo al 2030				Áreas en riesgo al 2100			
	Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III		Area I	Area II	Area III	
<b>Ecosistemas transformados</b>												
Cerros	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,01	0,05	0,01	0,23
<b>Ecosistemas Marinos</b>												
Playas	0,02	0,40	0,01	0,07	0,02	0,38	0,00	0,44	0,12	0,30	0,00	0,48
Playas intermareales	0,10	0,47	0,02	3,04	0,06	0,40	0,02	3,46	0,29	0,29	0,01	3,54
Lagunas costeras y estuarios	0,00	0,40		0,01	0,00	0,40		0,40	0,02	0,39		0,41
Manglar	0,12	8,62		0,61	0,13	9,53		9,89	3,75	5,00		10,28

# Anexo 2

Áreas en pérdida expresadas en km<sup>2</sup> y porcentaje de los usos de la tierra afectados por un ANM de 0.3 y 1 m.

Tipo de efecto /respuesta	Unidades	Sin ANM	Con ANM de 1 metro	Porcentaje perdido con ANM de 1 metro	Con ANM de 30 cm	Porcentaje perdido con ANM de 30 cm
<b>Región Caribe</b>						
Áreas en uso acuicola	km <sup>2</sup>	0,0	6,1	44,7%	0,7	5%
Áreas en uso agrícola	km <sup>2</sup>	0,0	342,1	2,2%	16,2	0%
Áreas en conservación	km <sup>2</sup>	0,0	373,4	33,3%	127,6	23%
Áreas en uso extractivo de manglar	km <sup>2</sup>	0,0	607,0	49,2%	376,3	61%
Áreas en uso extractivo forestal	km <sup>2</sup>	0,0	1.113,1	14,1%	295,8	5%
Áreas en uso ganadero	km <sup>2</sup>	0,0	668,6	12,6%	186,9	4%
Áreas en uso industrial	km <sup>2</sup>	0,0	4,3	49,3%	1,0	24%
Áreas en uso minero	km <sup>2</sup>	0,0	22,7	28,3%	3,5	9%
Áreas en uso pesquero	km <sup>2</sup>	0,0	1,9	0,1%	0,0	0%
Áreas en uso recreativo	km <sup>2</sup>	0,0	221,3	43,1%	92,3	36%
Áreas en uso Urbano	km <sup>2</sup>	0,0	31,7	5,2%	2,8	1%
<b>Total Caribe</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>0,0</b>	<b>3.392,2</b>	<b>10,3%</b>	<b>1.103,2</b>	<b>5%</b>
<b>Región Pacífico</b>						
Áreas en uso extractivo forestal	km <sup>2</sup>	0,0	816,0	12,2%	120,1	2%
Áreas en uso Urbano	km <sup>2</sup>	0,0	31,6	53,8%	23,2	40%
Área en uso de Caza y/o Pesca	km <sup>2</sup>	0,0	2.054,0	45,5%	849,4	19%
Área en Conservación	km <sup>2</sup>	0,0	742,8	95,0%	544,0	69%
Áreas en uso agrícola	km <sup>2</sup>	0,0	547,6	20,7%	167,8	4%
Áreas en uso ganadero	km <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0%	0,0	0%
<b>Total Pacífico</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>0,0</b>	<b>4.192,0</b>	<b>28,5%</b>	<b>1.704,5</b>	<b>11%</b>
<b>Golfo de Morrosquillo</b>						
Acuícola	km <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,1%	0,0	0%
Agrícola	km <sup>2</sup>	0,0	5,8	11,8%	30,3	31%
Forestal Extractivo	km <sup>2</sup>	0,0	3,6	36,9%	0,0	0%
Ganadería	km <sup>2</sup>	0,0	0,4	0,6%	0,4	0%
Conservación de cuencas	km <sup>2</sup>	0,0	4,5	49,7%	0,0	2%
Pesca industrial ilegal y Pesca	km <sup>2</sup>	0,0	153,8	9,2%	0,0	0%
Urbano	km <sup>2</sup>	0,0	1,8	18,9%	0,2	2%
Turismo	km <sup>2</sup>	0,0	1,2	30,4%	0,3	9%
<b>Total Morrosquillo</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>0,0</b>	<b>171,0</b>	<b>9,4%</b>	<b>31,3</b>	<b>2%</b>
<b>UMI Guapi - Iscuandé</b>						
Agrícola	km <sup>2</sup>	0,0	18,7	52,9%	3,3	4%
Agroforestal Extractivo	km <sup>2</sup>	0,0	5,3	25,9%	0,4	1%
Conservación y Recreación	km <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0%	0,0	0%
Forestal Extractivo	km <sup>2</sup>	0,0	168,9	33,7%	31,6	5%
Urbano	km <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0%	0,0	0%
Transporte y Pesca	km <sup>2</sup>	0,0	NA	NA	0,0	0%
<b>Total UMI Guapi - Iscuandé</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>0,0</b>	<b>193,0</b>	<b>33,8%</b>	<b>35,4</b>	<b>1%</b>
<b>Área urbana de Tumaco</b>						
Zonas actualmente urbanizadas	km <sup>2</sup>	0,0	4,1	81,3%	0,5	11%
Zonas no urbanizables, conservación	km <sup>2</sup>	0,0	14,2	95,3%	3,7	25%
Zonas potencialmente urbanizables	km <sup>2</sup>	0,0	2,6	67,8%	0,3	7%
<b>Total Tumaco</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>0,0</b>	<b>20,9</b>	<b>88,5%</b>	<b>4,5</b>	<b>17%</b>
<b>Total Caribe y Pacífico</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>0,0</b>	<b>7.584,1</b>	<b>15,0%</b>	<b>2.807,7</b>	<b>8%</b>

# Anexo 3.

**Anexo 3.1.** Población de las áreas caso de estudio en áreas de riesgo e inundación con 0.30 m ANM en el año 2030. Escenarios optimista y pesimista.

## Optimista

Costa	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	2030*		2030*		Densidad Estudio	Riesgo I km2	Población area en riesgo I		Riesgo II km2		Población area en riesgo II		Riesgo III km2		Población area en riesgo III		Sin Riesgo km2	Población sin riesgo	Área inundada	Población en área de inundación
			Población Urbana	Población Rural	Población Total Estudio	Riesgo I km2			Riesgo II km2	Riesgo III km2	Población area en riesgo I	Riesgo II km2	Población area en riesgo II	Riesgo III km2	Población area en riesgo III							
Caribe	Sucre	Tolú	41.425	4.201	45.626	646	23,5	15.144	0,65	422	0,00	0	34,4	30.060	12,2	7.852						
Caribe	Córdoba	San Antero	15.149	6.052	21.202	171	14,5	2.475	0,00	0	0,00	0	70,0	18.727	39,8	6.796						
Caribe	Córdoba	San Bernardo del Viento	11.697	11.725	23.421	145	51,5	7.451	0,21	31	0,00	0	40,1	15.939	70,0	10.133						
Pacífico	Cauca	Guapi	20.840	10.340	31.179	94	120,0	11.264	2,5	236	2,8	260	193,4	19.419	13,5	1.266						
Pacífico	Nariño	Santa Bárbara	6.727	13.056	19.783	49	264,3	12.981	3,4	167	3,0	149	108,7	6.486	23,3	1.145						
<b>TOTAL</b>			<b>95.838</b>	<b>45.374</b>	<b>141.212</b>	<b>1.104</b>	<b>474</b>	<b>49.316</b>	<b>7</b>	<b>856</b>	<b>6</b>	<b>409</b>	<b>447</b>	<b>90.630</b>	<b>159</b>	<b>27.192</b>						
<b>Total Morrosquillo</b>			<b>68.271</b>	<b>21.978</b>	<b>90.249</b>	<b>961</b>	<b>89</b>	<b>25.070</b>	<b>1</b>	<b>453</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>144</b>	<b>64.726</b>	<b>122</b>	<b>24.781</b>						
<b>Total Guapi Iscuandé</b>			<b>27.567</b>	<b>23.396</b>	<b>50.962</b>	<b>143</b>	<b>384</b>	<b>24.246</b>	<b>6</b>	<b>403</b>	<b>6</b>	<b>409</b>	<b>302</b>	<b>25.904</b>	<b>37</b>	<b>2.411</b>						

## Pesimista

Costa	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	2030*		2030*		Densidad Estudio	Riesgo I km2	Población area en riesgo I		Riesgo II km2		Población area en riesgo II		Riesgo III km2		Población area en riesgo III		Sin Riesgo km2	Población sin riesgo	Área inundada	Población en área de inundación
			Población Urbana	Población Rural	Población Total Estudio	Riesgo I km2			Riesgo II km2	Riesgo III km2	Población area en riesgo I	Riesgo II km2	Población area en riesgo II	Riesgo III km2	Población area en riesgo III							
Caribe	Sucre	Tolú	39.635	4.177	43.812	620	23,5	14.542	0,65	405	0,00	0	34,4	28.865	12,2	7.540						
Caribe	Córdoba	San Antero	14.584	6.060	20.645	166	14,5	2.409	0,00	0	0,00	0	70,0	18.235	39,8	6.617						
Caribe	Córdoba	San Bernardo del Viento	10.909	11.703	22.612	140	51,5	7.194	0,21	30	0,00	0	40,1	15.388	70,0	9.783						
Pacífico	Cauca	Guapi	20.143	10.503	30.646	92	120,0	11.072	2,5	232	2,8	255	193,4	19.087	13,5	1.244						
Pacífico	Nariño	Santa Bárbara	5.911	12.439	18.350	46	264,3	12.041	3,4	155	3,0	138	108,7	6.016	23,3	1.062						
<b>TOTAL</b>			<b>91.182</b>	<b>44.883</b>	<b>136.065</b>	<b>1.064</b>	<b>474</b>	<b>47.258</b>	<b>7</b>	<b>822</b>	<b>6</b>	<b>394</b>	<b>447</b>	<b>87.591</b>	<b>159</b>	<b>26.246</b>						
<b>Total Morrosquillo</b>			<b>65.128</b>	<b>21.941</b>	<b>87.069</b>	<b>926</b>	<b>89</b>	<b>24.145</b>	<b>1</b>	<b>435</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>144</b>	<b>62.488</b>	<b>122</b>	<b>23.940</b>						
<b>Total Guapi Iscuandé</b>			<b>26.054</b>	<b>22.942</b>	<b>48.996</b>	<b>138</b>	<b>384</b>	<b>23.113</b>	<b>6</b>	<b>387</b>	<b>6</b>	<b>394</b>	<b>302</b>	<b>25.103</b>	<b>37</b>	<b>2.306</b>						

**Anexo 3.1. Continuación.** Población de las áreas caso de estudio en áreas de riesgo e inundación con 0.30 m ANM en el año 2030. Escenarios optimista y pesimista.

**Optimista**

Costa	MUNICIPIO	Población Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	Población en área de inundación
Caribe	Tolú	45.626	15.144	422	0	30.060	7.852
Caribe	San Antero	21.202	2.475	0	0	18.727	6.796
Caribe	San Bernardo del Viento	23.421	7.451	31	0	15.939	10.133

**Optimista**

Costa	MUNICIPIO	Población Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	Población en área de inundación
Pacífico	Guapi	31.179	11.264	236	260	19.419	1.266
Pacífico	Santa Bárbara	19.783	12.981	167	149	6.486	1.145

**Pesimista**

Costa	MUNICIPIO	Población Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	Población en área de inundación
Caribe	Tolú	43.812	14.542	405	0	28.865	7.540
Caribe	San Antero	20.645	2.409	0	0	18.235	6.617
Caribe	San Bernardo del Viento	22.612	7.194	30	0	15.388	9.783

**Pesimista**

Costa	MUNICIPIO	Población Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	Población en área de inundación
Pacífico	Guapi	30.646	11.072	232	255	19.087	1.244
Pacífico	Santa Bárbara	18.350	12.041	155	138	6.016	1.062

**Anexo 3.1. Continuación.** Población de las áreas caso de estudio en áreas de riesgo e inundación con 0.30 m ANM en el año 2030. Escenarios optimista y pesimista.

Area urbana Tumaco (Km2)		23,8										
Densidad urbana Optimista Tumaco		5.036										
Uso	Area Sin Riesgo	Población sin riesgo	Zona I	Población Zonal	Zona II	Población Zona II	Zona III	Población Zona III	Población por tipo de uso	Área inundada	Población en área de inundación	
Infraestructura	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0	
Zonas no urbanizables, conservación	0,2	1.006	0,2	1.108	10,8	54.185	0,0	138	56.437	3,7	18.786	
Zonas actualmente urbanizadas	0,0	46	0,1	636	4,3	21.857	0,0	32	22.570	0,5	2.719	
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	249	3,5	17.847	0,0	0	18.096	0,3	1.334	
<b>Total general</b>	<b>0,2</b>	<b>1.053</b>	<b>0,4</b>	<b>1.993</b>	<b>18,6</b>	<b>93.888</b>	<b>0,0</b>	<b>170</b>	<b>97.103</b>	<b>5</b>	<b>22.838</b>	

Area urbana Tumaco (Km2)		23,8										
Densidad urbana Pesimista Tumaco		4.603										
Uso	Area Sin Riesgo	Población sin riesgo	Zona I	Población Zonal	Zona II	Población Zona II	Zona III	Población Zona III	Población por tipo de uso	Área inundada	Población en área de inundación	
Infraestructura	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0	
Zonas no urbanizables, conservación	0,2	920	0,2	1.013	10,8	49.528	0,0	126	51.587,0	3,7	17.171	
Zonas actualmente urbanizadas	0,0	42	0,1	581	4,3	19.978	0,0	29	20.630,3	0,5	2.485	
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	227	3,5	16.313	0,0	0	16.540,4	0,3	1.219	
<b>Total general</b>	<b>0,2</b>	<b>962</b>	<b>0,4</b>	<b>1.821</b>	<b>18,6</b>	<b>85.819</b>	<b>0,0</b>	<b>155</b>	<b>88.758</b>	<b>4,5</b>	<b>20.875</b>	

### Anexo 3.2. Area municipal en riesgo de inundación con 0.30 m ANM en el año 2030.

Departamento	Municipio	Costa	Area Total (km2)	Area Mpio en estudio (km2)	Area inundada		Area Urbana Mpio (km2)	Area Rural Mpio (km2)	Area Urbana Inundada 0.30 ANM (km2)	Area Rural Inundada 0.30 ANM (km2)	% Inund Urbana	% Inund Rural	2030 Area I (km2)	2030 Area II (km2)	2030 Area III (km2)
					0.30 ANM (km2)	% Inund Mpio									
Chocó	Acandí	Caribe	870	201	5	1%	0,69	868,92	0,026	4,68	4%	1%	21	0	0
Antioquia	Apartadó	Caribe	596	164		0%	4,63	591,64	0,000	0,00	0%	0%	1		
Magdalena	Aracataca	Caribe	1724	411	0	0%	1,45	1.722,07	0,000	0,02	0%	0%	147	13	16
Antioquia	Arboletes	Caribe	800	132	0	0%	1,09	798,75	0,000	0,06	0%	0%	6		
Bolívar	Arjona	Caribe	564	564	11	2%	4,09	559,89	0,000	11,32	0%	2%	105		
Atlántico	Baranoa	Caribe	120	120		0%	4,02	116,20	0,000	0,00	0%	0%			
Atlántico	Barranquilla	Caribe	188	188	2	1%	83,40	104,59	0,000	1,97	0%	2%	19	1	2
Bolívar	Calamar	Caribe	376	304		0%	2,22	373,82	0,000	0,00	0%	0%	0	0	1
Atlántico	Campo de la	Caribe	103	103		0%	0,68	102,79	0,000	0,00	0%	0%	6	5	3
Atlántico	Candelaria	Caribe	140	140		0%	0,78	139,07	0,000	0,00	0%	0%			
Antioquia	Carepa	Caribe	333	106		0%	2,24	330,68	0,000	0,00	0%	0%	14		
Bolívar	Cartagena de Indias	Caribe	638	638	56	9%	51,47	586,96	1,096	54,94	2%	9%	134		
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	227	227		0%	0,43	226,21	0,000	0,00	0%	0%	139	7	10
Magdalena	Ciénaga	Caribe	1709	542	4	0%	5,97	1.703,08	0,200	3,50	3%	0%	75	13	22
Sucre	Coloso	Caribe	127	5		0%	0,69	126,03	0,000	0,00	0%	0%			
Antioquia	Chigorodo	Caribe	688	10		0%	2,47	685,98	0,000	0,00	0%	0%			
Cordiba	Chima	Caribe	342	131		0%	0,40	342,09	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	Chivolo	Caribe	618	2		0%	0,00	617,55	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	El Piñón	Caribe	543	543		0%	0,71	542,61	0,000	0,00	0%	0%	206	17	25
Magdalena	Fundación	Caribe	1161	30		0%	3,31	1.157,76	0,000	0,00	0%	0%			
ATLANTICO	Galapa	Caribe	99	99		0%	1,27	97,70	0,000	0,00	0%	0%			
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	191	191	0	0%	0,91	190,37	0,000	0,49	0%	0%	5		
Córdoba	Lorica	Caribe	936	911	1	0%	6,86	929,63	0,000	0,94	0%	0%			
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	519	196	1	0%	0,27	518,25	0,000	0,69	0%	0%	10	0	0
Atlántico	Luruaco	Caribe	260	260	0	0%	0,84	259,61	0,000	0,06	0%	0%	1		
Bolívar	Mahates	Caribe	486	457		0%	1,36	484,44	0,000	0,00	0%	0%			
Guajira	Maicao	Caribe	2392	305		0%	9,89	2.382,21	0,000	0,00	0%	0%			
Atlántico	Malambo	Caribe	104	104	3	3%	6,73	97,61	0,000	2,92	0%	3%	15	0	0
Atlántico	Manatí	Caribe	209	209		0%	1,84	207,42	0,000	0,00	0%	0%			
La Guajira	Manauare	Caribe	1706	1.601	24	1%	1,82	1.703,80	0,165	23,40	9%	1%	5	173	
Bolívar	María La Baja	Caribe	499	487		0%	1,94	497,31	0,000	0,00	0%	0%	17		
Cordiba	Momil	Caribe	121	121		0%	1,40	119,96	0,000	0,00	0%	0%			
Córdoba	Moñitos	Caribe	304	163	1	0%	0,70	303,38	0,000	0,87	0%	0%	14		
Antioquia	Necoclí	Caribe	1410	541	38	3%	1,59	1.408,22	0,069	37,50	4%	3%	165	0	0
Atlántico	Palmar de Varela	Caribe	94	94	3	3%	2,75	90,91	0,000	3,02	0%	3%	19		
Sucre	Palmito	Caribe	208	180		0%	0,55	207,00	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	Pedraza	Caribe	500	114		0%	0,39	499,33	0,000	0,00	0%	0%	11	1	1
Atlántico	Piojo	Caribe	265	265	0	0%	0,28	264,87	0,000	0,27	0%	0%	4		
Magdalena	Pivijay	Caribe	2209	1.346	1	0%	2,29	2.206,93	0,000	0,70	0%	0%	301	36	60
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	73	73		0%	1,05	71,59	0,000	0,00	0%	0%			
Atlántico	Ponedera	Caribe	190	190	2	1%	1,21	188,90	0,000	2,38	0%	1%	35	0	0
Magdalena	Puebloviejo	Caribe	731	731	31	4%	0,56	730,92	0,558	30,58	100%	4%	159	8	8
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	93	93	4	4%	3,02	90,18	0,000	3,81	0%	4%	8	0	0
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	480	284	1	0%	2,30	478,02	0,000	0,57	0%	0%	10		
Cordoba	Purísima	Caribe	116	100		0%	0,73	115,21	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	Remolino	Caribe	591	591	53	9%	0,57	590,68	0,000	52,53	0%	9%	452		
Atlántico	Repelón	Caribe	338	338		0%	1,57	336,66	0,000	0,00	0%	0%			
La Guajira	Riohacha	Caribe	3171	1.875	12	0%	10,65	3.160,54	0,018	12,02	0%	0%			
Chocó	Riosucio	Caribe	10405	22		0%	0,73	10.403,79	0,000	0,00	0%	0%	21		
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	46	46	1	2%	1,42	44,45	0,053	0,74	4%	2%	13		
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	400	400		0%	5,46	394,62	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	Salamina	Caribe	177	177		0%	0,98	176,48	0,000	0,00	0%	0%	162		
Cordoba	San Andrés de	Caribe	289	71		0%	0,71	288,29	0,000	0,00	0%	0%			
Córdoba	San Antero	Caribe	204	204	28	13%	0,72	203,34	0,000	27,52	0%	14%			
Córdoba	San Bernardo del Viento	Caribe	366	366	59	16%	0,94	365,07	0,000	59,43	0%	16%	0		
Bolívar	San Estanislao	Caribe	207	207		0%	1,42	205,36	0,000	0,00	0%	0%			
Bolívar	San Jacinto	Caribe	449	0		0%	2,60	446,34	0,000	0,00	0%	0%			
Antioquia	San Juan de Urabá	Caribe	254	193	1	1%	192,76	60,81	0,000	1,44	0%	2%	23		
Bolívar	San Juan Nepomuceno	Caribe	650	5		0%	2,53	647,16	0,000	0,00	0%	0%			
Sucre	San Onofre	Caribe	1074	910	58	5%	2,02	1.072,15	0,000	57,77	0%	5%	25		
Cordiba	San Pelayo	Caribe	473	125		0%	3,72	469,05	0,000	0,00	0%	0%			
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	154	154	3	2%	0,51	153,98	0,000	3,42	0%	2%	8		
Atlántico	Santa Lucia	Caribe	56	56		0%	0,96	54,86	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	Santa Marta	Caribe	2462	155	3	0%	21,84	2.440,20	0,017	2,77	0%	0%	22		
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	141	141		0%	0,94	139,74	0,000	0,00	0%	0%			
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	70	70	2	3%	3,04	66,99	0,000	2,41	0%	4%	7		
Sucre	Sincelejo	Caribe	286	52		0%	17,27	268,72	0,000	0,00	0%	0%			
Magdalena	Sitionuevo	Caribe	973	973	316	32%	0,60	972,48	0,000	315,96	0%	32%	339		
Atlántico	Soledad	Caribe	68	68	0	0%	28,17	39,78	0,021	0,22	0%	1%	21	1	2
Bolívar	Soplaviento	Caribe	126	126		0%	0,90	125,38	0,000	0,00	0%	0%			



**Anexo 3.2. Continuación.** Area municipal en riesgo de inundación con 0.30 m ANM en el año 2030.

Departamento	Municipio	Costa	Area Total (km2)	Area Mpio en estudio (km2)	Area inundada		Area Urbana Mpio (km2)	Area Rural Mpio (km2)	Area Urbana Inundada		Area Rural Inundada		2030 Area I (km2)	2030 Area II (km2)	2030 Area III (km2)
					0.30 ANM (km2)	% Inund Mpio			0.30 ANM (km2)	% Inund Urbana	0.30 ANM (km2)	% Inund Rural			
Atlántico	Suan	Caribe	42	42		0%	0,81	41,59	0,000	0,00	0%	0%	0		
Sucre	Tolú	Caribe	376	376	29	8%	2,34	373,59	2,343	26,22	100%	7%			0
Sucre	Toluviejo	Caribe	280	144		0%	0,55	279,76	0,000	0,00	0%	0%			
Atlántico	Tubará	Caribe	172	172	2	1%	0,74	170,81	0,000	2,28	0%	1%	6	0	0
Bolívar	Turbaco	Caribe	189	189		0%	3,38	186,08	0,000	0,00	0%	0%			
Bolívar	Turbana	Caribe	142	142		0%	0,79	141,55	0,000	0,00	0%	0%	10		
Antioquia	Turbo	Caribe	3121	725	266	9%	3,98	3.117,42	0,589	265,25	15%	9%	219		0
Chocó	Unguía	Caribe	1189	575	79	7%	0,98	1.187,91	0,000	78,62	0%	7%	278		
La Guajira	Uribia	Caribe	7951	3.275	90	1%	1,47	7.949,42	0,000	89,84	0%	1%	305	0	86
Atlántico	Usiacurí	Caribe	102	102		0%	1,15	100,58	0,000	0,00	0%	0%			
Bolívar	Villanueva	Caribe	150	150		0%	0,77	148,85	0,000	0,00	0%	0%			
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	2098	150	0	0%	0,17	2.097,43	0,000	0,00	0%	0%	0	0	0
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	873	201	4	0%	0,33	872,41	0,000	3,77	0%	0%	14	0	0
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	4727	3.511	160	3%	0,24	4.727,24	0,002	160,31	1%	3%	298	1	1
Nariño	Barbacoas	Pacífico	3340	28	0	0%	0,75	3.339,64	0,000	0,00	0%	0%	1	0	0
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	6507	2.186	395	6%	28,74	6.478,53	0,589	394,68	2%	6%	631	6	19
Chocó	Condoto	Pacífico	779	114	0	0%	0,72	778,77	0,000	0,00	0%	0%			
Chocó	El cantón de San Pablo	Pacífico	394	18	0	0%	0,00	394,41	0,000	0,00	0%	0%			
Nariño	El Charco	Pacífico	2578	990	111	4%	0,50	2.577,45	0,000	111,21	0%	4%	411	4	3
Chocó	El litoral del San Juan	Pacífico	4078	2.622	100	2%	0,10	4.077,43	0,000	99,65	0%	2%			
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	603	603	34	6%	0,19	602,82	0,000	33,94	0%	6%	315	47	38
Cauca	Guapi	Pacífico	2585	981	36	1%	1,13	2.584,07	0,702	34,91	62%	1%	205	4	4
Chocó	Itsmína	Pacífico	2335	1.926	0	0%	1,15	2.333,76	0,000	0,00	0%	0%			
Chocó	Juradó	Pacífico	1303	223	1	0%	0,30	1.302,35	0,000	1,22	0%	0%	10	1	1
Nariño	La Tola	Pacífico	433	433	162	37%	0,34	432,71	0,000	161,79	0%	37%	182	12	5
Cauca	López de Micai	Pacífico	2965	759	153	5%	0,00	2.965,22	0,000	153,47	0%	5%	214	1	1
Nariño	Maguí	Pacífico	1820	812	0	0%	0,14	1.820,00	0,000	0,25	0%	0%	250	4	4
Nariño	Mosquera	Pacífico	996	996	250	25%	0,09	995,77	0,000	250,47	0%	25%	586	95	54
Chocó	Novita	Pacífico	1166	537	0	0%	0,36	1.165,25	0,000	0,00	0%	0%			
Chocó	Nuquí	Pacífico	752	301	6	1%	0,64	751,71	0,046	5,77	7%	1%	30	0	0
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	895	895	137	15%	0,54	894,34	0,000	137,32	0%	15%	505	96	17
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	1336	1.162	0	0%	0,08	1.336,31	0,000	0,00	0%	0%	616	30	28
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	1034	681	84	8%	0,13	1.033,73	0,000	84,40	0%	8%	365	7	17
Chocó	Sipi	Pacífico	1680	271	0	0%	0,03	1.679,84	0,000	0,00	0%	0%			
Cauca	Timbiquí	Pacífico	2299	924	139	6%	1,08	2.297,46	0,000	138,76	0%	6%	167	1	1
Nariño	Tumaco	Pacífico	3195	2.183	353	11%	22,39	3.172,36	16,787	336,44	75%	11%	698	38	46

### Anexo 3.3. Población afectada por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Optimista

Departamento	Municipio	Costa	Población 2030	% Población cabecera municipal	Población 2030 Urbana	Población 2030 Rural	Población urbana afectada	Población rural afectada	Población total afectada	Densidad	Población en riesgo Area I con 0,30 ANM	Población en riesgo Area II con 0,30 ANM	Población en riesgo Area III con 0,30 ANM	Población sin riesgo con 0,30 ANM
Chocó	Acandí	Caribe	7.487	42%	5.736	1.751	214	9	224	37	789	0	0	6.697
Antioquia	Apartadó	Caribe	120.331	83%	114.181	6.149	0	0	0	735	703	0	0	119.628
Magdalena	Aracataca	Caribe	50.473	52%	41.314	9.159	0	0	0	123	18.068	1.566	1.910	28.929
Antioquia	Arboletes	Caribe	13.988	37%	11.060	2.928	0	0	0	106	670	0	0	13.318
Bolívar	Arjona	Caribe	99.703	80%	80.041	19.662	0	397	397	177	18.559	0	0	81.144
Atlántico	Baranoa	Caribe	85.265	82%	70.524	14.741	0	0	0	709	0	0	0	85.265
Atlántico	Barranquilla	Caribe	2.216.940	100%	2.212.506	4.434	0	83	83	11.793	222.162	16.354	26.033	1.952.391
Bolívar	Calamar	Caribe	23.993	40%	0	23.993	0	0	0	79	0	3	46	23.945
Atlántico	Campo de la	Caribe	42.876	84%	36.367	6.509	0	0	0	414	2.328	2.021	1.309	37.219
Atlántico	Candelaria	Caribe	27.334	66%	18.290	9.044	0	0	0	195	0	0	0	27.334
Antioquia	Carepa	Caribe	11.003	43%	0	11.003	0	0	0	103	1.453	0	0	9.549
Bolívar	Cartagena de Indias	Caribe	1.637.586	92%	1.514.715	122.871	32.261	11.502	43.763	2.565	343.754	0	0	1.293.832
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	27.138	26%	0	27.138	0	0	0	120	16.641	857	1.230	8.410
Magdalena	Ciénaga	Caribe	175.292	47%	131.443	43.849	4.401	90	4.491	323	24.131	4.092	7.109	139.960
Sucre	Coloso	Caribe	272	44%	0	272	0	0	0	54	0	0	0	272
Antioquia	Chigorodo	Caribe	283	76%	0	283	0	0	0	28	0	0	0	283
Córdoba	Chima	Caribe	7.925	23%	3.621	4.305	0	0	0	60	0	0	0	7.925
Magdalena	Chivolo	Caribe	0	53%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magdalena	El Piñón	Caribe	38.281	28%	11.152	27.129	0	0	0	70	14.520	1.187	1.774	20.799
Magdalena	Fundación	Caribe	88.983	68%	88.041	942	0	0	0	2.943	0	0	0	88.983
Atlántico	Galapa	Caribe	35.546	88%	31.577	3.969	0	0	0	359	0	0	0	35.546
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	25.493	53%	13.848	11.645	0	30	30	133	644	0	0	24.849
Córdoba	Lorica	Caribe	164.254	31%	53.012	111.242	0	113	113	180	0	0	0	164.254
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	6.283	19%	2.601	3.682	0	5	5	32	305	1	1	5.976
Atlántico	Luruaco	Caribe	44.913	46%	21.180	23.733	0	6	6	172	238	0	0	44.675
Bolívar	Mahates	Caribe	38.246	35%	14.544	23.702	0	0	0	84	0	0	0	38.246
Guajira	Malcao	Caribe	3.533	87%	0	3.533	0	0	0	12	0	0	0	3.533
Atlántico	Malambo	Caribe	168.609	96%	161.865	6.744	0	201	201	1.616	23.890	399	658	143.662
Atlántico	Manatí	Caribe	25.044	90%	22.628	2.415	0	0	0	120	0	0	0	25.044
La Guajira	Manauare	Caribe	65.836	64%	14.502	51.333	1.321	705	2.026	41	0	218	7.111	58.507
Bolívar	María La Baja	Caribe	100.394	35%	37.177	63.216	0	0	0	206	3.476	0	0	96.917
Córdoba	Momil	Caribe	13.555	61%	8.378	5.177	0	0	0	112	0	0	0	13.555
Córdoba	Moñitos	Caribe	20.091	21%	7.016	13.075	0	38	38	124	1.702	0	0	18.389
Antioquia	Necolí	Caribe	30.580	24%	14.396	16.185	628	431	1.059	57	9.354	0	11	21.216
Atlántico	Palmar de Varela	Caribe	47.007	95%	45.127	1.880	0	62	62	502	9.466	0	0	37.541
Sucre	Palmito	Caribe	13.039	47%	6.035	7.004	0	0	0	72	0	0	0	13.039
Magdalena	Pedraza	Caribe	4.997	18%	0	4.997	0	0	0	44	494	34	32	4.438
Atlántico	Piñajo	Caribe	12.695	41%	5.417	7.278	0	8	8	48	169	0	0	12.527
Magdalena	Pivijay	Caribe	90.421	42%	49.923	40.499	0	13	13	67	20.242	2.443	4.012	63.724
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	22.844	81%	18.754	4.091	0	0	0	314	0	0	0	22.844
Atlántico	Ponedera	Caribe	32.560	54%	17.948	14.612	0	184	184	171	6.029	53	9	26.469
Magdalena	Puebloviejo	Caribe	36.365	54%	20.170	16.195	20.104	677	20.782	50	7.887	392	409	27.678
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	70.187	59%	41.962	28.225	0	1.193	1.193	753	5.826	174	266	63.921
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	10.050	26%	3.923	6.127	0	7	7	35	364	0	0	9.687
Córdoba	Purísima	Caribe	19.071	43%	9.194	9.877	0	0	0	190	0	0	0	19.071
Magdalena	Remolino	Caribe	27.043	45%	12.388	14.654	0	1.303	1.303	46	20.689	0	0	6.354
Atlántico	Repelón	Caribe	44.547	66%	29.903	14.644	0	0	0	132	0	0	0	44.547
La Guajira	Riohacha	Caribe	144.540	92%	137.847	6.693	228	25	253	77	0	127	14.788	129.625
Chocó	Riosucio	Caribe	72	18%	0	72	0	0	0	3	68	0	0	4
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	35.854	94%	33.703	2.151	1.261	36	1.296	782	10.455	0	0	25.399
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	163.938	25%	109.791	54.147	0	0	0	410	0	0	0	163.938
Magdalena	Salamina	Caribe	17.263	52%	9.196	8.068	0	0	0	97	15.735	0	0	1.528
Córdoba	San Andrés de	Caribe	12.738	13%	0	12.738	0	0	0	180	0	0	0	12.738
Córdoba	San Antero	Caribe	25.290	59%	15.149	10.140	0	1.372	1.372	124	0	0	0	25.290
Córdoba	Viento	Caribe	38.346	29%	11.697	26.649	0	4.339	4.339	105	10	0	0	38.337
Bolívar	San Estanislao	Caribe	28.391	70%	19.961	8.430	0	0	0	137	0	0	0	28.391
Bolívar	San Jacinto	Caribe	1	70%	0	1	0	0	0	30	0	0	0	1
Antioquia	San Juan de Urabá	Caribe	27.093	45%	14.401	12.692	0	300	300	141	3.169	0	0	23.924
Bolívar	Nepomuceno	Caribe	230	60%	0	230	0	0	0	46	0	0	0	230
Sucre	San Onofre	Caribe	71.751	65%	49.704	22.047	0	1.188	1.188	79	1.999	0	0	69.752
Córdoba	San Pelayo	Caribe	10.966	15%	0	10.966	0	0	0	88	0	0	0	10.966
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	30.963	31%	9.670	21.293	0	472	472	200	1.541	0	0	29.422
Atlántico	Santa Lucía	Caribe	5.497	82%	0	5.497	0	0	0	98	0	0	0	5.497
Magdalena	Santa Marta	Caribe	644.188	96%	642.854	1.334	487	2	489	4.150	91.383	0	0	552.805
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	20.289	82%	16.804	3.485	0	0	0	144	0	0	0	20.289
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	48.260	85%	41.504	6.756	0	243	243	689	5.161	0	0	43.099
Sucre	Sincelejo	Caribe	2.285	97%	0	2.285	0	0	0	44	0	0	0	2.285
Magdalena	Sitionuevo	Caribe	31.500	55%	17.581	13.920	0	4.523	4.523	32	10.988	0	0	20.512
Atlántico	Soledad	Caribe	550.385	99%	544.881	5.504	405	30	435	8.100	167.096	9.293	14.692	359.304
Bolívar	Soplaviento	Caribe	12.932	55%	7.247	5.685	0	0	0	102	0	0	0	12.932



**Anexo 3.3. Continuación. Población afectada por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Optimista.**

Departamento	Municipio	Costa	Población 2030	% Población cabecera municipal	Población 2030 Urbana	Población 2030 Rural	Población urbana afectada	Población rural afectada	Población total afectada	Densidad	Población en riesgo Área I con 0,30 ANM	Población en riesgo Área II con 0,30 ANM	Población en riesgo Área III con 0,30 ANM	Población sin riesgo con 0,30 ANM
Atlántico	Suan	Caribe	1.507	91%	0	1.507	0	0	0	36	3	0	0	1.505
Sucre	Tolú	Caribe	65.145	63%	41.425	23.720	41.425	1.665	43.090	173	0	0	6	65.139
Sucre	Toluviéjo	Caribe	14.564	29%	0	14.564	0	0	0	101	0	0	0	14.564
Atlántico	Tubaró	Caribe	24.820	52%	13.084	11.736	0	157	157	145	840	9	17	23.954
Bolívar	Turbaco	Caribe	98.705	90%	89.248	9.457	0	0	0	521	0	0	0	98.705
Bolívar	Turbana	Caribe	20.780	77%	16.221	4.559	0	0	0	146	1.387	0	0	19.393
Antioquia	Turbo	Caribe	90.338	39%	67.154	23.184	67.154	1.973	69.127	125	27.302	0	35	63.002
Chocó	Unguía	Caribe	10.778	28%	4.950	5.828	0	386	386	19	5.201	0	0	5.577
La Guajira	Uribia	Caribe	49.296	9%	11.144	38.152	0	431	431	15	4.588	4	1.290	43.413
Atlántico	Usiacurí	Caribe	15.851	92%	14.637	1.213	0	0	0	156	0	0	0	15.851
Bolívar	Villanueva	Caribe	25.444	79%	20.268	5.176	0	0	0	170	0	0	0	25.444
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	1.762	12%	0	1.762	0	0	0	12	3	0	0	1.759
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	1.362	37%	0	1.362	0	6	6	7	93	0	0	1.269
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	22.146	25%	7.303	14.843	57	503	561	6	1.877	5	5	20.259
Nariño	Barbacoas	Pacífico	287	22%	0	287	0	0	0	10	9	0	0	278
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	351.897	86%	333.877	18.020	6.847	1.098	7.945	161	101.607	992	3.113	246.185
Chocó	Condoto	Pacífico	1.728	49%	0	1.728	0	0	0	15	0	0	0	1.728
Chocó	Pablo	Pacífico	0	35%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	El Charco	Pacífico	17.043	26%	8.551	8.492	0	366	366	17	7.070	67	60	9.846
Chocó	El litoral del San Juan	Pacífico	0	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	15.846	52%	8.441	7.405	0	417	417	26	8.276	1.234	999	5.338
Cauca	Guapi	Pacífico	31.179	42%	20.840	10.340	12.982	140	13.121	32	6.507	114	128	24.431
Chocó	Itsmína	Pacífico	30.733	48%	16.351	14.382	0	0	0	16	0	0	0	30.733
Chocó	Juradó	Pacífico	3.382	43%	2.789	594	0	1	1	15	159	9	12	3.202
Nariño	La Tola	Pacífico	9.515	54%	5.212	4.303	0	1.609	1.609	22	3.989	268	106	5.152
Cauca	López de Micai	Pacífico	0	11%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Maguí	Pacífico	8.986	25%	3.989	4.997	0	1	1	11	2.765	45	44	6.131
Nariño	Mosquera	Pacífico	15.956	29%	4.798	11.157	0	2.806	2.806	16	9.393	1.516	862	4.184
Chocó	Novita	Pacífico	3.850	20%	0	3.850	0	0	0	7	0	0	0	3.850
Chocó	Nuquí	Pacífico	4.453	51%	3.248	1.205	233	9	242	15	451	2	2	3.997
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	41.005	32%	13.579	27.426	0	4.211	4.211	46	23.152	4.408	790	12.654
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	15.456	12%	2.432	13.024	0	0	0	13	8.199	402	373	6.482
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	19.783	24%	6.727	13.056	0	1.066	1.066	29	10.585	207	490	8.502
Chocó	Sipi	Pacífico	811	11%	391	420	0	0	0	3	0	0	0	811
Cauca	Timbiquí	Pacífico	28.255	15%	9.389	18.865	0	1.139	1.139	31	5.098	24	17	23.115
Nariño	Tumaco	Pacífico	197.924	50%	119.941	77.983	89.933	8.270	98.204	91	63.258	3.432	4.143	127.091

### Anexo 3.4. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Optimista.

Departamento	Municipio	Costa	PIB en riesgo	PIB en riesgo	PIB en riesgo	Número personas por vivienda 1993	Viviendas	Costo de	Costo Viviendas	Costo Viviendas	Costo Viviendas
			Area I con 0.30 ANM	Area II con 0.30 ANM	Area III con 0.30 ANM		Afectadas 0,30 ANM	Viviendas Afectadas 2030 (\$)	Area I con 0,30 ANM (\$)	Area II con 0,30 ANM (\$)	Area III con 0,30 ANM (\$)
Chocó	Acandí	Caribe	227.979.153	7.031.644	7.597.710	4	58	2.268.962.928	8.001.701.030	1.668.841	2.357.516
Antioquia	Apartadó	Caribe	0	0	0	4	0	0	7.228.069.592	0	0
Magdalena	Aracataca	Caribe	0	0	0	6	0	870.859	127.757.471.205	11.076.388.436	13.503.483.358
Antioquia	Arboletes	Caribe	1.770.157.932	0	0	4	0	2.250.035	6.572.764.698	0	0
Bolívar	Anjona	Caribe	0	0	0	5	75	2.937.865.093	137.190.123.449	0	0
Atlántico	Baranoa	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Barranquilla	Caribe	393.694.492.183	36.318.210.040	57.814.064.498	5	15	608.723.906	1.620.084.662.459	119.258.643.462	189.844.898.676
Bolívar	Calamar	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	20.397.851	367.577.283
Atlántico	Campo de la	Caribe	0	0	14.422.515.541	7	0	0	12.630.149.744	10.964.482.583	7.099.201.248
Atlántico	Candelaria	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Antioquia	Carepa	Caribe	0	0	0	5	0	0	12.029.210.906	0	0
Bolívar	Indias	Caribe	579.845.591.636	0	0	5	8271	325.274.468.839	2.555.016.167.568	0	0
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	0	0	0	6	0	0	111.845.249.739	5.756.780.335	8.269.969.366
Magdalena	Ciénaga	Caribe	0	0	0	5	852	33.523.191.866	180.108.122.246	30.542.662.792	53.063.826.595
Sucre	Coloso	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Antioquia	Chigorodo	Caribe	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Córdoba	Chima	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Chivolo	Caribe	ND	ND	ND	7	0	0	0	0	0
Magdalena	El Piñón	Caribe	6.127.914.726	0	0	6	0	0	99.863.683.678	8.163.741.838	12.202.351.550
Magdalena	Fundación	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Galapa	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	0	0	0	4	7	272.521.274	5.861.550.296	0	0
Córdoba	Lorica	Caribe	0	0	0	5	21	839.426.279	0	0	0
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	0	0	0	5	1	41.213.932	2.563.663.043	4.206.876	10.078.172
Atlántico	Luruaco	Caribe	0	0	0	5	1	42.306.633	1.749.998.225	0	0
Bolívar	Mahates	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Guajira	Maicao	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Malambo	Caribe	120.150.217.634	5.859.672.773	9.656.932.316	6	36	1.432.313.054	169.889.674.181	2.837.595.456	4.676.450.089
Atlántico	Manatí	Caribe	0	0	0	4	0	0	0	0	0
La Guajira	Manaure	Caribe	0	110.579.630	5.624.884.536	5	405	15.931.432.135	0	1.711.396.653	55.931.661.570
Bolívar	María La Baja	Caribe	0	0	0	5	0	0	26.397.733.352	0	0
Córdoba	Moril	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Córdoba	Moritos	Caribe	4.865.627.683	0	0	5	7	288.941.704	13.054.845.871	0	0
Antioquia	Necoclí	Caribe	12.174.681.481	0	0	5	221	8.673.145.028	76.614.870.337	3.761.473	87.949.979
Atlántico	Palmar de Varela	Caribe	40.949.995.670	0	0	6	11	422.192.940	64.064.899.526	0	0
Sucre	Palmito	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Pedraza	Caribe	0	0	0	6	0	0	3.499.491.137	240.433.427	224.664.750
Atlántico	Piño	Caribe	0	0	0	5	2	62.896.833	1.404.527.250	0	0
Magdalena	Pivijay	Caribe	27.432.821.935	0	0	6	2	82.806.201	130.671.866.885	15.773.495.790	25.896.451.278
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Ponedera	Caribe	13.781.273.126	3.370.151.735	566.062.816	6	33	1.280.785.712	42.030.186.066	371.261.287	61.731.353
Magdalena	Puebloviejo	Caribe	0	0	0	5	3824	150.365.130.062	57.065.196.330	2.834.844.245	2.957.765.323
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	17.192.200.820	1.466.252.717	2.452.840.209	5	229	8.996.380.448	43.953.045.583	1.310.181.349	2.007.168.882
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	793.176.623	0	0	5	2	60.967.539	3.015.178.298	0	0
Córdoba	Purisima	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Magdalena	Remolino	Caribe	6.807.352.355	0	0	6	203	7.992.206.927	126.874.221.948	0	0
Atlántico	Repelón	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
La Guajira	Riohacha	Caribe	0	1.327.421.471	37.190.176.419	5	50	1.984.164.842	0	999.037.104	115.889.462.578
Chocó	Riosucio	Caribe	0	0	0	5	0	0	507.238.987	0	0
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	32.012.382.474	0	0	6	210	8.246.625.942	66.499.687.971	0	0
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Salamina	Caribe	5.052.960.189	0	0	5	0	0	117.816.728.053	0	0
Córdoba	San Andrés de	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Córdoba	San Antero	Caribe	0	0	0	5	286	11.254.788.415	0	0	0
Córdoba	Viento	Caribe	0	0	0	5	896	35.221.316.314	78.092.002	0	0
Bolívar	San Estanislao	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Bolívar	San Jacinto	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Antioquia	Urabá	Caribe	26.114.845	0	0	5	64	2.504.258.447	26.489.190.882	0	0
Bolívar	Nepomuceno	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Sucre	San Onofre	Caribe	0	0	0	5	229	9.007.931.440	15.153.930.818	0	0
Córdoba	San Pelayo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	0	0	0	5	91	3.562.548.869	11.622.538.787	0	0
Atlántico	Santa Lucía	Caribe	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Magdalena	Santa Marta	Caribe	89.231.365.106	0	0	5	98	3.851.127.707	720.235.986.323	0	0
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	40.970.999.530	0	0	6	40	1.582.198.236	33.581.023.046	0	0
Sucre	Sincelejo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Sitio Nuevo	Caribe	0	0	0	5	878	34.509.221.901	83.844.806.003	0	0
Atlántico	Soledad	Caribe	100.951.456.911	21.905.688.910	34.632.448.803	6	79	3.096.905.556	1.189.200.642.449	66.136.487.264	104.560.441.745
Bolívar	Soplaviento	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0

**Anexo 3.4. Continuación. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Optimista**

Departamento	Municipio	Costa	PIB en riesgo Area I con 0.30 ANM	PIB en riesgo Area II con 0.30 ANM	PIB en riesgo Area III con 0.30 ANM	Número personas por vivienda 1993	Viviendas Afectadas 0.30 ANM	Costo de Viviendas Afectadas 2030 (\$)	Costo Viviendas Area I con 0.30 ANM (\$)	Costo Viviendas Area II con 0.30 ANM (\$)	Costo Viviendas Area III con 0.30 ANM (\$)
Atlántico	Suan	Caribe	0	0	0	7	0	0	13.869.344	0	0
Sucre	Tolú	Caribe	15.698.768.612	90.621.581	168.278	5	8714	342.676.420.067	0	0	43.926.830
Sucre	Toluviéjo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Tubará	Caribe	0	0	0	5	33	1.308.560.562	7.009.112.139	71.088.844	145.420.181
Bolívar	Turbaco	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Bolívar	Turbana	Caribe	0	0	0	5	0	0	9.940.059.630	0	0
Antioquia	Turbo	Caribe	35.926.655.634	0	0	4	15776	620.411.288.404	245.032.947.457	0	309.726.688
Chocó	Unguía	Caribe	0	0	0	5	77	3.020.513.356	40.730.564.721	0	0
La Guajira	Uribia	Caribe	0	0	0	5	84	3.307.983.432	35.201.538.353	33.370.071	9.897.511.728
Atlántico	Usiacurí	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Bolívar	Villanueva	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	0	0	0	5	0	0	22.507.641	333.560	324.700
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	0	0	0	4	1	52.534.000	828.889.751	3.380.305	2.554.951
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	509.177.510	0	0	5	108	4.255.575.830	14.246.777.687	37.038.033	35.028.068
Nariño	Barbacoas	Pacífico	0	0	0	5	0	0	71.522.473	973.491	1.128.670
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	217.164.071.738	116.009.926	25.841.580	5	1702	66.914.909.571	855.795.196.866	8.352.269.077	26.221.807.076
Chocó	Condoto	Pacífico	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Chocó	Pablo	Pacífico	ND	ND	ND	5	0	0	0	0	0
Nariño	El Charco	Pacífico	5.625.652.068	0	0	5	73	2.869.779.425	55.371.880.395	523.651.311	469.683.277
Chocó	El litoral del San Ju	Pacífico	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	5.553.738.391	0	0	5	90	3.547.709.548	70.426.123.331	10.502.593.885	8.497.547.334
Cauca	Guapi	Pacífico	3.773.394.456	0	0	6	2327	91.501.513.637	45.376.661.071	794.080.775	891.432.956
Chocó	Itmina	Pacífico	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Chocó	Juradó	Pacífico	1.263.421.265	0	0	5	0	4.512.494	1.284.006.325	75.170.315	96.515.612
Nariño	La Tola	Pacífico	3.429.098.922	0	0	4	382	15.010.070.569	37.217.279.240	2.504.944.344	985.201.266
Cauca	López de Micai	Pacífico	ND	ND	ND	5	0	0	0	0	0
Nariño	Magui	Pacífico	0	0	0	7	0	3.608.396	14.825.922.890	241.144.704	237.111.729
Nariño	Mosquera	Pacífico	0	0	0	7	421	16.540.946.983	55.364.423.859	8.936.509.311	5.079.530.368
Chocó	Novita	Pacífico	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Chocó	Nuquí	Pacífico	1.018.727.737	0	0	4	61	2.417.685.427	4.509.128.941	19.493.867	17.740.269
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	8.933.681.132	0	0	6	724	28.482.067.336	156.597.319.076	29.815.914.468	5.343.348.299
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	0	0	0	4	0	0	72.396.730.830	3.547.294.296	3.294.365.316
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	4.425.877.080	0	0	7	144	5.655.794.091	56.161.898.562	1.098.266.550	2.597.192.026
Chocó	Sipi	Pacífico	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Cauca	Timbiquí	Pacífico	4.508.040.118	0	0	6	196	7.688.450.466	34.401.740.113	159.008.682	117.906.022
Nariño	Tumaco	Pacífico	3.585.257.205	0	0	5	20396	802.107.924.636	516.680.991.677	28.032.863.995	33.839.215.079



**Anexo 3.5. Continuación. Población afectada por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Pesimista.**

Departamento	Municipio	Costa	Población 2030	% Población cabecera municipal	Población 2030 Urbana	Población 2030 Rural	Población Urbana No afectada	Población urbana afectada	Población rural afectada	Población total afectada	Densidad	Población en riesgo			
												Area I con 0,30 ANM	Area II con 0,30 ANM	Area III con 0,30 ANM	sin riesgo con 0,30 ANM
Atlántico	Suan	Caribe	1.529	0,91	0	1.529	0	0	0	0	36	3	0	0	1.526
Sucre	Tolú	Caribe	63.216	0,63	39.635	23.581	0	39.635	1.655	41.290	168	0	0	5	63.211
Sucre	Toluviéjo	Caribe	14.421	0,29	0	14.421	0	0	0	0	100	0	0	0	14.421
Atlántico	Tubará	Caribe	23.887	0,52	12.337	11.550	12.337	0	154	154	139	808	8	17	23.054
Bolívar	Turbaco	Caribe	93.569	0,90	84.171	9.399	84.171	0	0	0	494	0	0	0	93.569
Bolívar	Turbana	Caribe	19.699	0,77	15.248	4.451	15.248	0	0	0	138	1.315	0	0	18.384
Antioquia	Turbo	Caribe	85.458	0,39	62.651	22.807	0	62.651	1.941	64.592	118	25.827	0	33	59.599
Chocó	Unguía	Caribe	10.652	0,28	4.706	5.946	4.706	0	394	394	19	5.141	0	0	5.512
La Guajira	Uribia	Caribe	47.738	0,09	9.248	38.490	9.248	0	435	435	15	4.443	4	1.249	42.041
Atlántico	Usiacurí	Caribe	15.255	0,92	14.020	1.234	14.020	0	0	0	150	0	0	0	15.255
Bolívar	Villanueva	Caribe	24.120	0,79	19.061	5.060	19.061	0	0	0	161	0	0	0	24.120
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	1.796	0,12	0	1.796	0	0	0	0	12	3	0	0	1.793
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	1.390	0,37	0	1.390	0	0	6	6	7	95	0	0	1.295
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	22.042	0,25	6.899	15.143	6.845	54	514	568	6	1.868	5	5	20.164
Nariño	Barbacoas	Pacífico	293	0,22	0	293	0	0	0	0	10	9	0	0	284
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	342.687	0,86	324.397	18.290	317.744	6.652	1.114	7.767	157	98.948	966	3.032	239.742
Chocó	Condoto	Pacífico	1.766	0,49	0	1.766	0	0	0	0	16	0	0	0	1.766
Chocó	Pablo	Pacífico	0	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	El Charco	Pacífico	15.659	0,26	7.567	8.092	7.567	0	349	349	16	6.496	61	55	9.047
Chocó	El litoral del San Juan	Pacífico	0	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	14.800	0,52	7.729	7.071	7.729	0	398	398	25	7.729	1.153	933	4.985
Cauca	Guapi	Pacífico	30.646	0,42	20.143	10.503	7.595	12.548	142	12.690	31	6.396	112	126	24.013
Chocó	Itsmína	Pacífico	30.710	0,48	16.219	14.491	16.219	0	0	0	16	0	0	0	30.710
Chocó	Jurado	Pacífico	3.320	0,43	2.714	606	2.714	0	1	1	15	156	9	12	3.144
Nariño	La Tola	Pacífico	8.887	0,54	4.775	4.111	4.775	0	1.537	1.537	21	3.726	251	99	4.811
Cauca	López de Micai	Pacífico	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Magui	Pacífico	8.861	0,25	3.763	5.097	3.763	0	1	1	11	2.727	44	44	6.046
Nariño	Mosquera	Pacífico	14.902	0,29	4.268	10.634	4.268	0	2.675	2.675	15	8.773	1.416	805	3.908
Chocó	Novita	Pacífico	3.926	0,20	0	3.926	0	0	0	0	7	0	0	0	3.926
Chocó	Nuquí	Pacífico	4.412	0,51	3.180	1.232	2.952	228	9	237	15	447	2	2	3.961
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	38.297	0,32	12.155	26.142	12.155	0	4.014	4.014	43	21.623	4.117	738	11.818
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	14.400	0,12	1.997	12.403	1.997	0	0	0	12	7.639	374	348	6.039
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	18.350	0,24	5.911	12.439	5.911	0	1.016	1.016	27	9.818	192	454	7.886
Chocó	Sipi	Pacífico	769	0,11	340	428	340	0	0	0	3	0	0	0	769
Cauca	Timbiquí	Pacífico	27.549	0,15	8.418	19.131	8.418	0	1.155	1.155	30	4.971	23	17	22.538
Nariño	Tumaco	Pacífico	184.091	0,50	109.633	74.458	27.429	82.204	7.897	90.101	84	58.837	3.192	3.853	118.209

### Anexo 3.6. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Pesimista.

Departamento	Municipio	Costa	PIB en riesgo Area I con 0.30 ANM	PIB en riesgo Area II con 0.30 ANM	PIB en riesgo Area III con 0.30 ANM	Número personas por vivienda 1993	Viviendas Afectadas 0,30 ANM	Costo de Viviendas Afectadas 2030 (\$)	Costo Viviendas Area I con 0,30 ANM (\$)	Costo Viviendas Area II con 0,30 ANM (\$)	Costo Viviendas Area III con 0,30 ANM (\$)
Chocó	Acandí	Caribe	171.305.705	5.283.644	5.708.992	4	56	1.655.656.596	5.896.184.011	1.229.713	1.737.174
Antioquia	Apartadó	Caribe	0	0	0	4	0	0	5.193.255.176	0	0
Magdalena	Aracataca	Caribe	0	0	0	6	0	624.436	91.277.929.199	7.913.664.774	9.647.733.211
Antioquia	Arboletes	Caribe	1.370.828.712	0	0	4	0	1.658.521	4.638.895.637	0	0
Bolívar	Arjona	Caribe	0	0	0	5	73	2.153.223.702	97.462.766.922	0	0
Atlántico	Baranoa	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Barranquilla	Caribe	315.482.942.284	29.103.215.791	46.328.692.769	5	17	508.014.635	1.168.474.818.560	86.014.468.879	136.924.315.547
Bolívar	Calamar	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	10.473.758	188.741.226
Atlántico	Campo de la	Caribe	0	0	11.486.026.882	7	0	0	9.109.407.843	7.908.056.964	5.120.249.628
Atlántico	Candelaria	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Antioquia	Carepa	Caribe	0	0	0	5	0	0	8.871.480.006	0	0
Bolívar	Indias	Caribe	462.638.267.504	0	0	5	7932	233.771.198.697	1.815.137.554.813	0	0
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	0	0	0	6	0	0	81.636.831.030	4.201.924.575	6.036.323.343
Magdalena	Ciénaga	Caribe	33.255.110.312	1.416.132.534	2.300.952.107	5	796	23.445.524.105	127.307.501.144	21.588.754.742	37.507.598.662
Sucre	Coloso	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Antioquia	Chigorodo	Caribe	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Cordoba	Chima	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Chivolo	Caribe	ND	ND	ND	7	0	0	0	0	0
Magdalena	El Piñón	Caribe	4.668.493.134	0	0	6	0	0	71.443.341.893	5.840.411.426	8.729.667.699
Magdalena	Fundación	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Galapa	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	0	0	0	4	7	201.029.990	4.227.602.468	0	0
Córdoba	Lorica	Caribe	0	0	0	5	21	622.636.183	0	0	0
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	0	0	0	5	1	30.812.855	1.843.323.223	3.024.825	7.246.401
Atlántico	Luruao	Caribe	0	0	0	5	1	31.180.299	1.262.174.074	0	0
Bolívar	Mahates	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Guajira	Maicao	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Maliambo	Caribe	96.290.104.442	4.696.025.645	7.739.203.804	6	35	1.038.538.024	122.531.748.379	2.046.596.028	3.372.857.169
Atlántico	Manatí	Caribe	0	0	0	4	0	0	0	0	0
La Guajira	Manaure	Caribe	0	271.978.080	13.834.783.946	5	865	25.494.931.406	0	1.304.801.203	42.643.357.520
Bolívar	María La Baja	Caribe	0	0	0	5	0	0	18.747.171.200	0	0
Cordoba	Momil	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Córdoba	Moñitos	Caribe	3.629.017.951	0	0	5	7	216.032.683	9.461.759.182	0	0
Antioquia	Necoclí	Caribe	9.182.859.092	0	0	5	207	6.093.683.157	54.364.390.177	2.669.066	62.407.558
Atlántico	Palmar de Vareta	Caribe	32.567.304.446	0	0	6	12	361.917.215	46.206.364.139	0	0
Sucre	Palmito	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Pedraza	Caribe	0	0	0	6	0	0	2.553.147.432	175.414.643	163.910.182
Atlántico	Piñó	Caribe	0	0	0	5	2	46.329.076	1.013.005.531	0	0
Magdalena	Pivijay	Caribe	21.363.713.500	0	0	6	2	60.506.823	92.909.129.362	11.215.128.365	18.412.660.653
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Atlántico	Ponedera	Caribe	10.841.445.513	2.651.229.394	445.310.032	6	32	944.866.402	30.313.979.989	267.769.627	44.523.310
Magdalena	Puebloviejo	Caribe	0	0	0	5	3588	105.742.289.305	40.824.934.365	2.028.072.059	2.116.010.880
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	13.561.858.739	1.156.635.642	1.934.893.198	5	225	6.642.064.247	31.700.829.069	944.959.205	1.447.656.626
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	601.857.760	0	0	5	2	45.595.147	2.191.464.993	0	0
Cordoba	Purísima	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Magdalena	Remolino	Caribe	5.316.788.037	0	0	6	198	5.841.644.923	90.766.914.280	0	0
Atlántico	Repelón	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
La Guajira	Riohacha	Caribe	0	1.065.047.112	29.839.271.753	5	50	1.471.140.669	0	741.221.492	85.982.552.589
Chocó	Riosucio	Caribe	0	0	0	5	0	0	387.673.205	0	0
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	25.677.575.816	0	0	6	202	5.949.914.431	47.962.438.406	0	0
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Salina	Caribe	3.970.269.577	0	0	5	0	0	84.287.104.911	0	0
Cordoba	San Andrés de	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Córdoba	San Antero	Caribe	0	0	0	5	287	8.445.888.816	0	0	0
Córdoba	Viento	Caribe	0	0	0	5	894	26.347.376.842	57.247.178	0	0
Bolívar	San Estanislao	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Bolívar	San Jacinto	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Antioquia	Urabá	Caribe	20.404.805	0	0	5	63	1.847.205.559	19.061.830.251	0	0
Bolívar	Nepomuceno	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Sucre	San Onofre	Caribe	0	0	0	5	228	6.714.481.498	11.005.119.914	0	0
Cordoba	San Pelayo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	0	0	0	5	86	2.548.519.691	8.256.897.511	0	0
Atlántico	Santa Lucia	Caribe	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Magdalena	Santa Marta	Caribe	71.253.388.586	0	0	5	93	2.745.478.423	513.402.532.140	0	0
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	32.532.046.638	0	0	6	41	1.207.311.461	24.220.079.802	0	0
Sucre	Sincedejo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Magdalena	Sitonuevo	Caribe	#REF!	0	0	5	857	25.254.056.790	59.983.298.438	0	0
Atlántico	Soledad	Caribe	81.212.838.358	17.622.560.655	27.860.910.111	6	74	2.186.738.957	857.702.709.689	47.700.482.417	75.413.492.904
Bolívar	Soplaviento	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0

**Anexo 3.6. Continuación. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 0.30 m ANM en el año 2030. Escenario Pesimista.**

Departamento	Municipio	Costa	PIB en riesgo			Número personas por vivienda 1993	Viviendas Afectadas 0,30 ANM	Costo de Viviendas Afectadas 2030 (\$)	Costo Viviendas			
			Area I con 0,30 ANM	Area II con 0,30 ANM	PIB en riesgo Area III con 0,30 ANM				Area I con 0,30 ANM (\$)	Area II con 0,30 ANM (\$)	Costo Viviendas Area III con 0,30 ANM (\$)	
Atlántico	Suan	Caribe	0	0	0	7	0	0	10.542.794	0	0	0
Sucre	Tolú	Caribe	12.407.481.589	71.622.535	132.998	5	8350	246.079.461.502	0	0	31.944.874	
Sucre	Toluviéjo	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
Atlántico	Tubará	Caribe	0	0	0	5	33	965.103.310	5.055.273.484	51.272.335	104.883.296	
Bolívar	Turbaco	Caribe	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
Bolívar	Turbana	Caribe	0	0	0	5	0	0	7.061.628.713	0	0	
Antioquia	Turbo	Caribe	27.889.138.616	0	0	4	14741	434.442.391.280	173.711.681.883	0	219.575.140	
Chocó	Unguía	Caribe	0	0	0	5	78	2.309.337.302	30.168.020.332	0	0	
La Guajira	Uribia	Caribe	0	0	0	5	85	2.501.073.258	25.547.003.684	24.217.843	7.182.974.961	
Atlántico	Usiacurí	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0	
Bolívar	Villanueva	Caribe	0	0	0	6	0	0	0	0	0	
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	0	0	0	5	0	0	17.196.979	254.856	248.088	
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	0	0	0	4	1	40.190.668	634.134.705	2.586.072	1.954.643	
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	372.045.558	0	0	5	110	3.228.925.507	10.626.713.749	27.626.779	26.127.540	
Nariño	Barbacoas	Pacífico	0	0	0	5	0	0	54.674.037	744.167	862.791	
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	172.999.238.176	92.416.893	20.586.157	5	1663	49.023.762.399	624.558.960.951	6.095.482.325	19.136.517.393	
Chocó	Condoto	Pacífico	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
Chocó	Pablo	Pacífico	ND	ND	ND	5	0	0	0	0	0	
Nariño	El Charco	Pacífico	4.272.954.327	0	0	5	70	2.049.345.982	38.127.653.261	360.572.830	323.411.829	
Chocó	El Itoral del San Ju	Pacífico	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
Nariño	Francisco Pizaro	Pacífico	4.364.096.856	0	0	5	86	2.538.903.427	49.292.760.844	7.350.991.707	5.947.616.434	
Cauca	Guapi	Pacífico	2.939.826.629	0	0	6	2250	66.316.817.159	33.424.739.858	584.924.997	656.635.238	
Chocó	Itsmia	Pacífico	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
Chocó	Juradó	Pacífico	950.964.453	0	0	5	0	3.454.313	944.651.477	55.303.270	71.007.139	
Nariño	La Tola	Pacífico	2.696.521.230	0	0	4	365	10.747.610.234	26.049.175.542	1.753.264.512	689.563.591	
Cauca	López de Micai	Pacífico	ND	ND	ND	5	0	0	0	0	0	
Nariño	Magui	Pacífico	0	0	0	7	0	2.758.605	10.956.204.310	178.203.452	175.223.125	
Nariño	Mosquera	Pacífico	0	0	0	7	401	11.814.112.171	38.750.752.942	6.254.855.381	3.555.272.730	
Chocó	Novita	Pacífico	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
Chocó	Nuquí	Pacífico	771.445.844	0	0	4	60	1.777.079.565	3.348.335.083	14.475.523	13.173.357	
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	6.863.514.983	0	0	6	690	20.345.458.741	109.605.836.991	20.868.800.821	3.739.924.579	
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	0	0	0	4	0	0	50.546.013.222	2.476.653.053	2.300.062.874	
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	3.337.813.783	0	0	7	137	4.038.139.022	39.039.133.030	763.424.582	1.805.354.299	
Chocó	Sipi	Pacífico	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
Cauca	Timbiquí	Pacífico	3.257.677.770	0	0	6	198	5.842.910.149	25.136.981.405	116.185.934	86.152.662	
Nariño	Tumaco	Pacífico	2.812.684.992	0	0	5	18714	551.514.075.949	360.146.648.024	19.539.991.145	23.587.242.571	

# Anexo 4

**Anexo 4.1.** Población de las áreas caso de estudio en áreas de riesgo e inundación con 1m ANM en el año 2100. Escenarios optimista y pesimista.

## Optimista

Costa	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	2100*		2100* Población Total Estudio	Densidad Estudio	Riesgo I km2	Población area en riesgo I	Riesgo II km2	Población area en riesgo II	Riesgo III km2	Población area en riesgo III	Sin Riesgo km2	Población sin riesgo	Área de inundación
			Población Urbana	2100 Población Rural Estudio											
Caribe	Sucre	Tolú	53.733	5.450	59.183	837	18,84	15.780	0,51	429	0,05	22	28,3	42.951	22,9
Caribe	Córdoba	San Antero	17.905	7.153	25.058	202	5,40	1.089	0,20	40	0,03	5	69,8	23.924	48,9
Caribe	Córdoba	San Bernardo del Viento	13.824	13.857	27.682	171	33,56	5.741	0,55	94	0,05	9	34,0	21.837	93,7
Pacífico	Cauca	Guapi	28.901	14.339	43.240	130	30,5	3.974	1,5	193	1,2	153	198,1	38.919	100,9
Pacífico	Nariño	Santa Bárbara	8.233	15.979	24.212	60	32,0	1.924	2,8	169	3,0	179	128,8	21.939	236,2
<b>TOTAL</b>			<b>122.596</b>	<b>56.779</b>	<b>179.375</b>	<b>1.400</b>	<b>120</b>	<b>28.509</b>	<b>6</b>	<b>926</b>	<b>4</b>	<b>369</b>	<b>459</b>	<b>149.571</b>	<b>502</b>
<b>Total morrosquillo</b>			<b>85.462</b>	<b>26.460</b>	<b>111.922</b>	<b>1.210</b>	<b>58</b>	<b>22.611</b>	<b>1</b>	<b>563</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>132</b>	<b>88.712</b>	<b>165</b>
<b>Total Guapi Iscuandé</b>			<b>37.134</b>	<b>30.319</b>	<b>67.453</b>	<b>190</b>	<b>63</b>	<b>5.899</b>	<b>4</b>	<b>363</b>	<b>4</b>	<b>333</b>	<b>327</b>	<b>60.859</b>	<b>337</b>

## Pesimista

Costa	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	2100*		2100* Población Total Estudio	Densidad Estudio	Riesgo I km2	Población area en riesgo I	Riesgo II km2	Población area en riesgo II	Riesgo III km2	Población area en riesgo III	Sin Riesgo km2	Población sin riesgo	Área de inundación
			Población Urbana	2100 Población Rural Estudio											
Caribe	Sucre	Tolú	65.944	6.688	72.632	1.028	18,84	19.366	0,51	526	0,05	27	28,3	52.712	22,9
Caribe	Córdoba	San Antero	20.571	8.218	28.789	232	5,40	1.251	0,20	46	0,03	6	69,8	27.485	48,9
Caribe	Córdoba	San Bernardo del Viento	15.883	15.920	31.803	197	33,56	6.596	0,55	108	0,05	10	34,0	25.088	93,7
Pacífico	Cauca	Guapi	56.489	28.028	84.517	254	30,5	7.768	1,5	378	1,2	300	198,1	76.071	100,9
Pacífico	Nariño	Santa Bárbara	2.972	5.769	8.741	22	32,0	695	2,8	61	3,0	65	128,8	7.921	236,2
<b>TOTAL</b>			<b>161.859</b>	<b>64.623</b>	<b>226.482</b>	<b>1.732</b>	<b>120</b>	<b>35.676</b>	<b>6</b>	<b>1.120</b>	<b>4</b>	<b>408</b>	<b>459</b>	<b>189.278</b>	<b>502</b>
<b>Total morrosquillo</b>			<b>102.397</b>	<b>30.827</b>	<b>133.224</b>	<b>1.456</b>	<b>58</b>	<b>27.214</b>	<b>1</b>	<b>681</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>132</b>	<b>105.286</b>	<b>165</b>
<b>Total Guapi Iscuandé</b>			<b>59.461</b>	<b>33.797</b>	<b>93.258</b>	<b>276</b>	<b>63</b>	<b>8.463</b>	<b>4</b>	<b>439</b>	<b>4</b>	<b>364</b>	<b>327</b>	<b>83.992</b>	<b>337</b>

**Anexo 4.1. Continuación.** Población de las áreas caso de estudio en áreas de riesgo e inundación con 1 m ANM en el año 2100. Escenarios optimista y pesimista.

**Optimista**

Costa	MUNICIPIO	Población					Población en área de inundación
		Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	
Caribe	Tolú	59.183	15.780	429	22	42.951	19.187
Caribe	San Antero	25.058	1.089	40	5	23.924	9.851
Caribe	San Bernardo del Viento	27.682	5.741	94	9	21.837	16.020

**Optimista**

Costa	MUNICIPIO	Población					Población en área de inundación
		Total Estudio	area en riesgo I	area en riesgo II	area en riesgo III	Población sin riesgo	
Pacífico	Guapi	43.240	3.974	193	153	38.919	13.130
Pacífico	Santa Bárbara	24.212	1.924	169	179	21.939	14.198

**Pesimista**

Costa	MUNICIPIO	Poblacion					Población en área de inundación
		Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	
Caribe	Tolú	72.632	19.366	526	27	52.712	23547
Caribe	San Antero	28.789	1.251	46	6	27.485	11318
Caribe	San Bernardo del Vi	31.803	6.596	108	10	25.088	18405

**Pesimista**

Pesimista	MUNICIPIO	Poblacion					Población en área de inundación
		Total Estudio	Población en Riesgo I	Población en Riesgo II	Población en Riesgo III	Población sin Riesgo	
Pacífico	Guapi	84.517	7.768	378	300	76.071	25.664
Pacífico	Santa Bárbara	8.741	695	61	65	7.921	5.126

**Anexo 4.1. Continuación.** Población de las áreas caso de estudio en áreas de riesgo e inundación con 1 m ANM en el año 2100. Escenarios optimista y pesimista.

<b>Area urbana Tumaco (km2)</b>		<b>23,8</b>										
<b>Densidad urbana Optimista Tumaco</b>		<b>6.174</b>										
Uso	Area Sin Riesgo	Población sin riesgo	Zona I	Población Zonal	Zona II	Población Zona II	Zona III	Población Zona III	Población por tipo de uso	Área inundada	Población en área de inundación	
Infraestructura	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0	
Zonas no urbanizables, conservación	0,2	1.287	0,3	1.634	0,2	1.403	0,0	144	4.468	14	87.666	
Zonas actualmente urbanizadas	0,0	131	0,0	239	0,9	5.263	0,0	19	5.652	4	25.198	
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	14	1,2	7.645	0,0	0	7.659	3	16.152	
<b>Total general</b>	<b>0,2</b>	<b>1.418</b>	<b>0,3</b>	<b>1.886</b>	<b>2,3</b>	<b>14.311</b>	<b>0,0</b>	<b>163</b>	<b>17.779</b>	<b>20,9</b>	<b>129.015</b>	

<b>Area urbana Tumaco (km2)</b>		<b>23,8</b>										
<b>Densidad urbana Pesimista Tumaco</b>		<b>2.229</b>										
Uso	Area Sin Riesgo	Población sin riesgo	Zona I	Población Zonal	Zona II	Población Zona II	Zona III	Población Zona III	Población por tipo de uso	Área inundada	Población en área de inundación	
Infraestructura	0,0		0,0		0,0		0,0	0	0	0	0	
Zonas actualmente urbanizadas	0,2	465	0,3	590	0,2	507	0,0	52	1.613	14	31.650	
Zonas no urbanizables, conservación	0,0	47	0,0	86	0,9	1.900	0,0	7	2.040	4	9.097	
Zonas potencialmente urbanizables	0,0	0	0,0	5	1,2	2.760	0,0	0	2.765	3	5.831	
<b>Total general</b>	<b>0,2</b>	<b>512,0</b>	<b>0,3</b>	<b>681,1</b>	<b>2,3</b>	<b>5.166,8</b>	<b>0,0</b>	<b>58,8</b>	<b>6.418,7</b>	<b>20,9</b>	<b>46.578,3</b>	

## Anexo 4.2. Area municipal en riesgo de inundación con 1 m ANM en el año 2100.

Departamento	Municipio	Costa	Area		Area Urbana Mpio (km2)	Area Rural Mpio (km2)	Area Urbana Inundada 1 m ANM (km2)		Area Rural Inundada 1 m ANM (km2)		Area Mpio en estudio	Densidad	Area en riesgo I	Area en riesgo II	Area en riesgo III	Area sin riesgo	
			Total (km2)	Inundada 1m ANM (km2)			% Inund Mpio	% Inund Urbana	% Inund Rural								
Chocó	Acañí	Caribe	870	63	0	1	869	0	63	35%	7%	201	118	27	0	0	164
Antioquia	Aparadó	Caribe	596	1	0	5	592	0	1	0%	0%	164	620	2	0	0	156
Magdalena	Aracataca	Caribe	1724	89	0	1	1722	0	89	0%	5%	411	109	256	10	17	128
Antioquia	Arboletes	Caribe	800	3	0	1	799	0	3	0%	0%	132	89	7	0	0	117
Bolívar	Arjona	Caribe	564	116	0	4	560	0	116	0%	21%	564	168	118	0	0	471
Atlántico	Baranoa	Caribe	120	0	0	4	116	0	0	0%	0%	120	1010	0	0	0	120
Atlántico	Barranquilla	Caribe	188	17	0	83	105	9	8	11%	8%	188	16799	61	6	11	108
Bolívar	Calamar	Caribe	376	1	0	2	374	0	1	0%	0%	304	0	83	11	19	191
Atlántico	Campo de la	Caribe	103	12	0	1	103	0	12	0%	12%	103	590	89	0	0	9
Atlántico	Candelaria	Caribe	140	0	0	1	139	0	0	0%	0%	140	278	73	8	13	47
Antioquia	Carepa	Caribe	333	14	0	2	331	0	14	0%	4%	106	87	15	0	0	92
Bolívar	Cartagena de Indias	Caribe	638	126	0	51	587	10	116	20%	20%	638	2433	248	0	0	362
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	227	108	0	0	226	0	108	0%	48%	227	0	218	5	7	22
Magdalena	Ciénaga	Caribe	1709	44	0	6	1703	0	44	3%	3%	542	286	280	17	27	219
Sucre	Coloso	Caribe	127	0	0	1	126	0	0	0%	0%	5	85	0	0	0	5
Antioquia	Chigorodo	Caribe	688	0	0	2	686	0	0	0%	0%	10	24	0	0	0	10
Córdoba	Chimá	Caribe	342	0	0	0	342	0	0	0%	0%	131	82	0	0	0	131
Magdalena	Chivolo	Caribe	618	0	0	0	0	0	0	0%	ND	2	21	0	0	0	1
Magdalena	El Piñón	Caribe	543	142	0	1	543	0	142	0%	26%	543	62	402	13	21	138
Magdalena	Fundación	Caribe	1161	0	0	3	1158	0	0	0%	0%	30	2605	0	0	0	30
Atlántico	Galapa	Caribe	99	0	0	1	98	0	0	0%	0%	99	512	0	0	0	97
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	191	3	0	1	190	0	3	0%	2%	191	190	6	0	0	166
Córdoba	Lorica	Caribe	936	16	0	7	930	0	16	0%	2%	911	245	17	0	0	938
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	519	4	0	0	518	0	4	100%	1%	196	44	18	0	0	168
Atlántico	Luruaco	Caribe	260	1	0	1	260	0	1	0%	1%	260	246	2	0	0	254
Bolívar	Mahates	Caribe	486	0	0	1	484	0	0	0%	0%	457	79	0	0	0	457
Guajira	Maicao	Caribe	2392	0	0	10	2382	0	0	0%	0%	305	29	0	0	0	305
Atlántico	Malambo	Caribe	104	13	0	7	98	0	13	3%	13%	104	2302	36	1	2	61
Atlántico	Manatí	Caribe	209	4	0	2	207	0	4	0%	2%	209	170	22	7	14	165
La Guajira	Manauare	Caribe	1706	169	0	2	1704	1	168	37%	10%	1601	103	250	3	5	1342
Bolívar	María La Baja	Caribe	499	18	0	2	497	0	18	0%	4%	487	196	21	0	0	486
Córdoba	Momil	Caribe	121	0	0	1	120	0	0	0%	0%	121	152	0	0	0	161
Córdoba	Morritos	Caribe	304	10	0	1	303	0	9	64%	3%	163	168	14	0	0	149
Antioquia	Necoclí	Caribe	1410	161	0	2	1408	1	160	43%	11%	541	48	225	0	0	315
Atlántico	Palmar de Vareta	Caribe	94	19	0	3	91	0	19	1%	21%	94	715	80	2	4	8
Sucre	Palmito	Caribe	208	14	0	1	207	0	14	0%	7%	180	115	15	0	0	165
Magdalena	Pedraza	Caribe	500	13	0	0	499	0	13	0%	3%	114	0	15	1	2	96
Atlántico	Piojío	Caribe	265	5	0	0	265	0	5	0%	2%	265	68	6	0	0	246
Magdalena	Pivijay	Caribe	2209	190	0	2	2207	0	190	0%	9%	1346	59	836	38	61	412
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	73	0	0	1	72	0	0	0%	0%	73	448	0	0	1	74
Atlántico	Ponedera	Caribe	190	36	0	1	189	0	36	0%	19%	190	244	137	5	7	60
Magdalena	Puebloviejó	Caribe	731	133	0	1	731	1	132	89%	18%	731	44	238	0	0	426
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	93	10	0	3	90	1	9	18%	10%	93	1073	29	1	1	31
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	480	6	0	2	478	0	6	3%	1%	284	48	9	0	0	276
Córdoba	Purisima	Caribe	116	0	0	1	115	0	0	0%	0%	100	258	0	0	0	100
Magdalena	Remolino	Caribe	591	488	1	1	591	0	488	1%	83%	591	40	491	0	0	99
Atlántico	Repelón	Caribe	338	0	0	2	337	0	0	0%	0%	338	188	0	0	0	337
La Guajira	Richacha	Caribe	3171	98	0	11	3161	1	97	12%	3%	1875	193	293	3	3	1576
Chocó	Riosucio	Caribe	10405	22	0	1	10404	0	22	0%	0%	22	0	21	0	0	1
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	46	12	0	1	44	0	11	10%	26%	46	1113	37	1	1	3
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	400	23	0	5	395	0	23	0%	6%	400	584	0	0	0	397
Magdalena	Salamina	Caribe	177	160	1	1	176	0	160	0%	91%	177	86	162	0	0	8
Córdoba	San Andrés de	Caribe	289	0	0	1	288	0	0	0%	0%	71	244	0	0	0	71
Córdoba	San Antero	Caribe	204	43	0	1	203	0	43	0%	21%	204	168	62	0	0	157
Córdoba	San Bernardo del Viento	Caribe	366	135	0	1	365	1	134	100%	37%	366	142	141	0	0	173
Bolívar	San Estanislao	Caribe	207	0	0	1	205	0	0	0%	0%	207	130	0	0	0	215
Bolívar	San Jacinto	Caribe	449	0	0	3	446	0	0	0%	0%	0	0	0	0	0	0
Antioquia	San Juan de Urabá	Caribe	254	9	0	193	254	0	8	0%	3%	193	294	26	0	0	167
Bolívar	San Juan Nepomuceno	Caribe	650	0	0	3	647	0	0	0%	0%	5	0	0	0	0	4
Sucre	San Onofre	Caribe	1074	105	0	2	1072	0	105	0%	10%	910	125	143	0	0	782
Córdoba	San Pelayo	Caribe	473	0	0	4	469	0	0	0%	0%	125	119	0	0	0	125
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	154	9	0	1	154	0	9	0%	6%	154	190	13	0	0	228
Atlántico	Santa Lucia	Caribe	56	0	0	1	55	0	0	0%	0%	56	0	43	4	6	5
Magdalena	Santa Marta	Caribe	2462	14	0	22	2440	1	13	3%	1%	155	3673	48	1	2	59
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	141	0	0	1	140	0	0	0%	0%	141	137	0	0	0	153
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	70	6	0	3	67	0	6	2%	9%	70	982	45	3	5	12
Sucre	Sincelejo	Caribe	286	0	0	17	269	0	0	0%	0%	52	70	0	0	0	52
Magdalena	Sitionuevo	Caribe	973	652	1	1	972	0	652	0%	67%	973	29	683	0	0	293
Atlántico	Soledad	Caribe	68	15	0	28	40	1	14	4%	36%	68	11538	36	1	1	10

**Anexo 4.2. Continuación.** Area municipal en riesgo de inundación con 1 m ANM en el año 2100.

Departamento	Municipio	Costa	Area Total (km2)	Area Inundada 1m ANM (km2)		% Inund Mpio	Area Urbana Mpio (km2)	Area Rural Mpio (km2)	Area Urbana Inundada 1 m ANM (km2)		Area Rural Inundada 1 m ANM (km2)		% Inund Urbana	% Inund Rural	Area Mpio en estudio	Densidad	Area en riesgo I	Area en riesgo II	Area en riesgo III	Area sin riesgo
				Inundada 1m ANM (km2)	% Inund Mpio				m ANM (km2)	% Inund Urbana	m ANM (km2)	% Inund Rural								
Bolívar	Soplaviento	Caribe	126	75	1	1	125	0	75	0%	60%	126	97	0	0	0	134			
Atlántico	Suan	Caribe	42	0	0	1	42	0	0	0%	0%	42	0	39	0	0	5			
Sucre	Tolú	Caribe	376	77	0	2	374	2	75	100%	20%	376	276	86	0	1	271			
Sucre	Toluviéjo	Caribe	280	0	0	1	280	0	0	0%	0%	144	161	0	0	0	144			
Atlántico	Tubará	Caribe	172	5	0	1	171	0	5	0%	3%	172	206	11	1	1	163			
Bolívar	Turbaco	Caribe	189	1	0	3	186	0	1	0%	0%	189	494	0	0	0	193			
Bolívar	Turbana	Caribe	142	9	0	1	142	0	9	0%	7%	142	138	10	0	0	143			
Antioquia	Turbo	Caribe	3121	479	0	4	3117	2	477	47%	15%	725	105	486	0	0	239			
Chocó	Unguía	Caribe	1189	363	0	1	1188	0	363	0%	31%	575	60	360	0	0	215			
La Guajira	Uribia	Caribe	7951	502	0	1	7949	0	502	0%	6%	3275	38	534	1	1	2740			
Atlántico	Usiacurí	Caribe	102	0	0	1	101	0	0	0%	0%	102	222	0	0	0	100			
Bolívar	Villanueva	Caribe	150	0	0	1	149	0	0	0%	0%	150	161	0	0	0	144			
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	2098	0	0	0	2097	0	0	0%	0%	150	0	0	0	0	149			
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	873	13	0	0	872	0	13	0%	1%	201	22	19	0	0	182			
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	4727	435	0	0	4727	0	435	1%	9%	3511	20	471	0	0	3040			
Nariño	Barbacoas	Pacífico	3340	0	0	1	3340	0	0	0%	0%	28	0	1	0	0	27			
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	6507	808	0	29	6479	4	804	15%	12%	2186	181	1099	1	1	1085			
Chocó	Condoto	Pacífico	779	0	0	1	779	0	0	0%	0%	114	48	0	0	0	114			
Chocó	El cantón de San Pablo	Pacífico	394	0	0	0	0	0	0	0%	0%	18	56	0	0	0	18			
Nariño	El Charco	Pacífico	2578	160	0	1	2577	1	160	100%	6%	990	8	531	3	3	452			
Chocó	El litoral del San Juan	Pacífico	4078	314	0	0	4077	0	314	100%	8%	2622	0	452	2	2	2166			
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	603	367	1	0	603	0	367	100%	61%	603	12	425	17	11	150			
Cauca	Guapi	Pacífico	2585	207	0	1	2584	1	206	100%	8%	981	86	261	0	0	719			
Chocó	Itsmína	Pacífico	2335	0	0	1	2334	0	0	0%	0%	1926	51	0	0	0	1926			
Chocó	Jurado	Pacífico	1303	4	0	0	1302	0	3	100%	0%	223	48	15	0	0	207			
Nariño	La Tola	Pacífico	433	250	1	0	433	0	249	100%	58%	433	10	355	11	5	62			
Cauca	López de Micai	Pacífico	2965	350	0	0	0	0	350	0%	0%	759	0	369	0	0	389			
Nariño	Magüí	Pacífico	1820	105	0	0	1820	0	105	0%	6%	812	5	266	3	3	539			
Nariño	Mosquera	Pacífico	996	910	1	0	996	0	910	100%	91%	996	7	908	5	5	78			
Chocó	Novita	Pacífico	1166	0	0	0	1165	0	0	0%	0%	537	0	0	0	0	537			
Chocó	Nuquí	Pacífico	752	30	0	1	752	1	29	100%	4%	301	47	37	0	0	264			
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	895	360	0	1	894	1	359	100%	40%	895	20	674	35	6	179			
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	1336	301	0	0	1336	0	301	0%	22%	1162	6	694	0	17	451			
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	1034	400	0	0	1034	0	399	100%	39%	681	13	457	2	2	219			
Chocó	Sipi	Pacífico	1680	0	0	0	1680	0	0	0%	0%	271	5	0	0	0	271			
Cauca	Timbiquí	Pacífico	2299	294	0	1	2297	1	293	100%	13%	924	83	305	0	0	618			
Nariño	Tumaco	Pacífico	3195	806	0	22	3172	22	784	100%	25%	2183	40	1143	2	2	1036			



**Anexo 4.3.**Continuación. Población afectada por la inundación de 1 m ANM en el año 2100. Escenario Pesimista

Departamento	Municipio	Costa	Población 2100 Total	% Población cabecera municipal	Población 2100 Urbana	Población 2100 Rural	Población Urbana No afectada	Población Rural No afectada	Población urbana afectada	Población rural afectada	Población total afectada	Población en riesgo Area I con 1 m ANM	Población en riesgo Area II con 1 m ANM	Población en riesgo Area III con 1 m ANM	Población sin riesgo con 1 m ANM
Bolívar	Soplaviento	Caribe	12.267	56%	6.875	5.392	6.875	2.178	0	3.214	3.214	0	0	0	13.039
Atlántico	Suan	Caribe	0	92%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sucre	Tolú	Caribe	103.703	64%	65.944	37.759	0	30.207	65.944	7.552	73.496	23.827	106	142	74.835
Sucre	Tuluviéjo	Caribe	23.184	31%	0	23.184	0	23.184	0	0	0	0	0	0	23.184
Atlántico	Tubacó	Caribe	35.357	53%	18.638	16.719	18.638	16.199	0	520	520	2.272	157	199	33.663
Bolívar	Turbaco	Caribe	93.633	90%	84.662	8.971	84.662	8.941	0	30	30	0	0	0	95.361
Bolívar	Turbana	Caribe	19.712	78%	15.387	4.325	15.387	4.036	0	289	289	1.430	8	14	19.798
Antioquia	Turbo	Caribe	76.173	40%	56.624	19.549	0	16.555	56.624	2.994	59.618	51.064	16	23	25.070
Chocó	Unguía	Caribe	34.291	29%	15.748	18.543	15.748	12.881	0	5.662	5.662	21.437	10	12	12.832
La Guajira	Uribia	Caribe	123.561	11%	27.933	95.628	27.933	89.590	0	6.038	6.038	20.142	27	25	103.367
Atlántico	Usiacurí	Caribe	22.580	92%	20.852	1.728	20.852	1.728	0	0	0	0	0	0	22.137
Bolívar	Villanueva	Caribe	24.137	80%	19.227	4.910	19.227	4.910	0	0	0	0	0	0	23.265
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	0	13%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	4.334	38%	0	4.334	0	4.269	0	65	65	404	0	0	3.929
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	70.459	27%	23.234	47.225	23.052	42.881	183	4.344	4.526	9.449	6	6	60.998
Nariño	Barbacos	Pacífico	0	24%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	394.675	86%	374.464	20.210	318.560	17.702	55.904	2.508	58.413	198.317	240	270	195.848
Chocó	Condoto	Pacífico	5.497	50%	0	5.497	0	5.497	0	0	0	0	0	0	5.497
Chocó	Pablo	Pacífico	1.011	36%	0	1.011	0	0	0	0	0	0	0	0	1.011
Nariño	El Charco	Pacífico	7.531	28%	3.778	3.752	0	3.520	3.778	233	4.011	4.043	24	24	3.440
Chocó	El litoral del San Juan	Pacífico	0	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	7.002	53%	3.730	3.272	0	1.279	3.730	1.993	5.723	4.934	193	133	1.742
Cauca	Guapi	Pacífico	84.517	43%	56.489	28.028	0	25.790	56.489	2.238	58.727	22.494	32	32	61.958
Chocó	Itsmína	Pacífico	97.780	48%	52.022	45.758	52.022	45.758	0	0	0	0	0	0	97.780
Chocó	Juradó	Pacífico	10.761	45%	8.872	1.889	0	1.884	8.872	5	8.877	741	0	3	10.017
Nariño	La Tola	Pacífico	4.204	55%	2.303	1.901	0	805	2.303	1.096	3.399	3.451	108	45	599
Cauca	López de Micai	Pacífico	0	13%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Magüí	Pacífico	3.970	26%	1.763	2.208	1.763	2.081	0	127	127	1.299	17	16	2.639
Nariño	Mosquera	Pacífico	7.050	30%	2.120	4.930	0	426	2.120	4.504	6.624	6.430	33	33	553
Chocó	Novita	Pacífico	0	21%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Nuquí	Pacífico	14.166	52%	10.333	3.833	0	3.686	10.333	148	10.480	1.746	1	1	12.417
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	18.118	33%	6.000	12.118	0	7.247	6.000	4.871	10.871	13.647	716	128	3.627
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	6.829	14%	1.075	5.755	1.075	4.460	0	1.295	1.295	4.081	0	98	2.650
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	8.741	25%	2.972	5.769	0	3.540	2.972	2.229	5.202	5.868	30	31	2.812
Chocó	Sipi	Pacífico	1.337	13%	0	1.337	0	1.337	0	0	0	0	0	0	1.337
Cauca	Timbiquí	Pacífico	76.589	17%	25.451	51.138	0	44.613	25.451	6.524	31.976	25.290	10	13	51.277
Nariño	Tumaco	Pacífico	87.454	51%	52.997	34.458	0	25.942	52.997	8.516	61.513	45.792	60	98	41.504

## Anexo 4.4. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 1 m ANM en el año 2100. Escenario Pesimista

Departamento	Municipio	Costa	PIB Comercio 2100	PIB Comercio Afectado 2100	PIB 2100 Comercio/km2	PIB en riesgo I sin ASLR	PIB en riesgo II sin ASLR	PIB en riesgo III sin ASLR	PIB en riesgo Area I con 1 m ANM	PIB en riesgo Area II con 1 m ANM	PIB en riesgo Area III con 1 m ANM
Chocó	Acandí	Caribe	23.306.344.566	8.123.404.569	33.615.988.493	2.267.357.097	80.229.176	325.654.889	4.759.430.160	176.030.453	110.989.259
Antioquia	Apartadó	Caribe	1.214.327.326.397	0	262.060.416.921	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Aracataca	Caribe	217.320.992.529	0	149.671.576.348	0	0	0	0	0	0
Antioquia	Arboletes	Caribe	117.620.828.783	0	108.158.506.322	5.971.656.926	488.589.328	48.838.189	16.459.673.225	0	0
Bolívar	Ajona	Caribe	402.380.506.527	0	98.472.389.357	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Baranquilla	Caribe	675.999.134.133	0	168.020.469.173	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Barranquilla	Caribe	21.207.747.173.207	2.292.733.055.271	254.292.280.244	789.465.821.784	446.880.814.322	1.182.789.545.745	9.110.283.367.196	464.101.400.900	1.013.638.929.037
Bolívar	Calamar	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Campo de la	Caribe	348.594.852.573	0	511.907.570.311	0	0	0	338.665.143.333	0	0
Atlántico	Candelaria	Caribe	175.316.351.067	0	225.652.915.224	0	0	0	171.868.809.081	0	0
Antioquia	Carepa	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolívar	Cartagena de Indias	Caribe	7.614.750.005.898	1.499.998.586.253	147.937.925.853	4.984.966.612.332	492.794.143.117	1.021.448.767.852	6.594.955.263.830	1.249.419.157	1.201.995.649
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Ciénaga	Caribe	29.214.736.929	945.098.138	4.892.026.340	18.803.045.249	926.243.729	1.657.862.778	29.319.240.755	0	0
Sucre	Coloso	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antioquia	Chigorodo	Caribe	1.467.545.619.041	0	594.339.641.097	0	0	0	0	0	0
Cordoba	Chima	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Chivolo	Caribe	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Magdalena	El Piñón	Caribe	58.660.210.208	0	82.614.147.391	0	0	53.401.073.278	53.401.686.760	0	0
Magdalena	Fundación	Caribe	463.113.934.783	0	139.712.085.594	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Galapa	Caribe	302.674.287.623	0	239.163.654.268	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	132.736.020.739	0	145.175.867.485	0	0	0	0	0	0
Córdoba	Lorica	Caribe	439.154.707.370	0	64.022.551.862	0	0	0	0	0	0
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	21.545.596.271	21.545.596.271	78.429.102.242	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Luruaco	Caribe	203.018.847.373	0	241.539.394.296	0	0	0	0	0	0
Bolívar	Mahates	Caribe	73.114.322.540	0	53.800.161.923	0	0	0	0	0	0
Guajira	Maicao	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Malambo	Caribe	1.557.177.542.618	50.400.293.070	231.241.148.223	196.219.674.690	71.238.615.825	116.698.697.013	719.415.054.362	0	0
Atlántico	Manatí	Caribe	216.900.739.880	0	117.978.665.961	0	0	0	0	0	52.167.901.039
La Guajira	Manauare	Caribe	139.223.103.580	51.909.713.741	76.687.412.500	39.449.766.609	3.563.032.083	9.852.392.201	94.792.373.239	1.065.977.767	3.420.406.573
Bolívar	Maria La Baja	Caribe	186.897.438.108	0	96.451.084.195	0	0	0	0	0	0
Córdoba	Momil	Caribe	69.405.518.684	0	49.538.837.149	0	0	0	0	0	0
Córdoba	Motillos	Caribe	58.120.243.922	37.323.130.581	82.718.115.867	36.758.009.020	3.901.929.375	14.034.426.056	45.114.663.273	0	698.191.761
Antioquia	Necolí	Caribe	153.097.813.897	66.020.604.355	96.281.386.566	100.765.726.637	15.450.823.109	10.796.485.636	127.842.274.002	0	0
Atlántico	Palmar de Varela	Caribe	430.874.943.923	5.147.867.388	156.931.787.229	397.418.463.138	15.017.423.752	11.817.364.384	431.430.233.837	0	0
Sucre	Palmito	Caribe	31.070.513.291	0	56.426.621.508	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Pedraza	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Piojó	Caribe	51.926.858.396	0	182.467.847.922	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Pivijay	Caribe	262.603.383.255	0	114.566.509.378	0	0	0	260.816.574.202	0	0
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	179.759.782.444	0	170.464.230.139	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Ponedera	Caribe	172.037.405.155	0	141.940.228.819	0	0	0	171.753.305.184	0	0
Magdalena	Puebloviejo	Caribe	106.097.785.678	94.858.281.802	189.401.981.066	88.566.368.969	0	0	105.209.838.786	0	0
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	402.222.472.633	72.001.930.006	133.118.341.334	37.863.160.504	14.109.094.427	26.125.703.470	331.271.355.352	6.346.348.573	4.076.749.203
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	32.496.412.603	952.483.686	14.101.806.032	6.388.948.985	0	0	7.403.830.048	0	0
Córdoba	Purisima	Caribe	76.159.421.171	0	104.279.869.273	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Remolino	Caribe	65.164.949.617	404.459.276	115.248.018.602	36.920.236.578	0	0	36.923.693.733	0	0
Atlántico	Repelón	Caribe	286.631.968.137	0	183.077.997.871	0	0	0	0	0	0
La Guajira	Riohacha	Caribe	1.323.346.629.193	164.828.041.990	124.248.989.475	59.316.000.300	34.906.721.678	116.125.580.114	631.336.967.538	25.198.486.670	25.905.854.054
Chocó	Riosucio	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	324.630.967.494	33.951.446.695	227.921.096.590	321.702.124.582	0	0	321.702.124.582	0	0
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	1.052.388.416.074	0	192.713.346.738	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Salamina	Caribe	48.370.182.686	0	49.314.802.331	0	0	48.446.480.029	48.446.865.558	0	0
Córdoba	San Andrés de	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Córdoba	San Antero	Caribe	125.497.434.064	0	173.716.395.525	0	0	0	0	0	0
Córdoba	Santo	Caribe	96.895.843.821	96.895.843.821	103.467.339.569	84.755.520.213	0	0	84.755.520.213	0	0
Bolívar	San Estanislao	Caribe	100.349.387.708	0	70.845.115.700	0	0	0	0	0	0
Bolívar	San Jacinto	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antioquia	San Juan de Urabá	Caribe	153.154.328.410	226.623.840	794.533.130	0	34.432.116	167.871.326	256.424.576	1.489.750	7.802.611
Bolívar	Nepomuceno	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sucre	San Onofre	Caribe	255.882.592.684	0	126.732.257.732	0	0	0	0	0	0
Cordoba	San Pelayo	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	48.612.353.701	0	95.308.812.628	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Santa Lucia	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Santa Maria	Caribe	3.381.531.885.234	110.146.659.562	154.847.069.070	814.993.403.347	9.532.772.690	0	1.946.756.623.205	59.811.582.192	54.769.289.146
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	84.478.249.379	0	89.692.589.376	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	396.568.589.261	8.274.742.725	130.334.959.839	337.354.353.676	20.381.603.888	9.137.307.287	366.873.264.653	0	0
Sucre	Sincelejo	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magdalena	Sitonuevo	Caribe	92.477.018.098	0	153.010.964.073	32.682.580.703	0	0	32.684.929.080	0	0
Atlántico	Soledad	Caribe	5.243.999.810.915	195.134.110.650	186.143.435.718	99.256.821.281	41.151.418.154	275.700.908.795	3.657.610.318.472	161.963.623.285	276.558.933.168



**Anexo 4.4. Continuación. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 1 m ANM en el año 2100. Escenario Pesimista**

Departamento	Municipio	Costa	PIB Comercio 2100	PIB Comercio Afectado 2100	PIB 2100 Comercio/km2	PIB en riesgo I sin ASLR	PIB en riesgo II sin ASLR	PIB en riesgo III sin ASLR	PIB en riesgo Area I con 1 m ANM	PIB en riesgo Area II con 1 m ANM	PIB en riesgo Area III con 1 m ANM
Bolívar	Soplaviento	Caribe	36.433.292.869	0	40.459.116.926	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Suan	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sucre	Tolú	Caribe	213.262.714.629	213.262.714.629	91.028.669.929	146.249.039.227	5.317.938.113	6.766.687.761	150.305.990.201	867.645.534	1.611.159
Sucre	Tolúviejo	Caribe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Tubará	Caribe	125.412.020.057	0	169.185.974.477	0	0	0	0	0	0
Bolívar	Turbaco	Caribe	448.667.330.896	0	132.862.908.017	0	0	0	0	0	0
Bolívar	Turbana	Caribe	81.545.365.308	0	103.660.175.785	0	0	0	0	0	0
Antioquia	Turbo	Caribe	714.188.020.920	334.516.566.945	179.544.792.037	346.127.303.125	35.843.224.353	30.698.778.874	445.631.309.741	0	0
Chocó	Ungula	Caribe	20.111.467.043	0	20.450.679.118	0	0	0	0	0	0
La Guajira	Uribia	Caribe	106.983.934.182	0	72.839.759.848	0	0	0	0	0	0
Atlántico	Usiacurí	Caribe	140.305.176.256	0	121.586.548.571	0	0	0	0	0	0
Bolívar	Villanueva	Caribe	101.891.749.086	0	132.765.301.357	0	0	0	0	0	0
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	29.672.185.858	233.165.143	124.820.140.620	29.672.185.912	0	0	29.672.185.912	0	0
Nariño	Barbacoas	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	3.764.973.287.197	562.079.325.449	131.023.785.955	2.608.328.055.578	488.437.186	1.156.182.666.926	2.616.441.723.915	572.533.758	286.614.532
Chocó	Condoto	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Pablo	Pacífico	0	0 ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nariño	El Charco	Pacífico	53.571.400.535	53.571.400.535	106.101.417.728	53.571.400.535	0	0	53.571.400.535	0	0
Chocó	El litoral del San Juan	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	52.886.588.133	52.886.588.120	271.434.041.337	52.886.588.120	0	0	52.886.588.120	0	0
Cauca	Guapi	Pacífico	95.453.367.461	95.453.367.461	84.673.308.465	93.278.293.611	0	2.175.073.850	93.072.921.148	0	0
Chocó	Itsmina	Pacífico	66.437.191.127	0	57.961.934.035	0	0	66.437.191.127	0	0	0
Chocó	Juradó	Pacífico	11.330.336.605	11.330.336.606	37.902.142.655	11.330.336.606	0	0	11.330.336.606	0	0
Nariño	La Tola	Pacífico	32.654.282.494	32.654.282.495	95.562.179.484	32.654.282.494	0	0	32.654.282.494	0	0
Cauca	López de Micai	Pacífico	0	0 ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nariño	Magui	Pacífico	24.991.318.405	0	172.495.969.691	0	0	24.991.318.405	0	0	0
Nariño	Mosquera	Pacífico	30.062.397.582	30.062.397.577	327.751.262.842	30.062.397.575	0	0	30.062.397.575	0	0
Chocó	Novita	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Nuquí	Pacífico	13.195.609.410	13.195.609.411	20.481.986.836	13.195.609.411	0	0	13.195.609.411	0	0
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	85.072.771.011	85.072.771.011	158.489.541.532	85.072.771.011	0	0	85.072.771.011	0	0
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	15.239.243.065	0	190.528.827.602	37.001.798	0	15.202.241.267	37.001.798	0	0
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	42.146.302.492	42.146.302.490	315.675.410.418	42.146.302.489	0	0	42.146.302.489	0	0
Chocó	Sipi	Pacífico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cauca	Timbiquí	Pacífico	43.006.613.374	43.006.613.374	39.675.001.447	42.998.891.614	0	0	42.998.891.614	0	0
Nariño	Tumaco	Pacífico	751.447.248.894	751.447.248.894	33.564.891.324	743.791.123.406	0	7.656.120.011	742.804.848.372	0	0



## Anexo 4.5. Continuación. Población afectada por la inundación de 1 m ANM en el año 2100. Escenario Optimista.

Departamento	Municipio	Costa	Población 2100 Total	% Población cabecera municipal	Población 2100 Urbana	Población 2100 Rural	Población Urbana No afectada	Población Rural No afectada	Población urbana afectada	Población rural afectada	Población total afectada	Población en riesgo Area I con 1 m ANM	Población en riesgo Area II con 1 m ANM	Población en riesgo Area III con 1 m ANM	Población sin riesgo con 1 m ANM
Bolívar	Sopio	Caribe	20.030	0,56	11.225	8.805	11.225	3.556	0	5.248	5.248	0	0	0	21.289
Atlántico	Suan	Caribe	0	0,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sucre	Tolú	Caribe	84.500	0,64	53.733	30.767	0	24.614	53.733	6.153	59.886	19.415	86	116	60.978
Sucre	Toluvié	Caribe	18.891	0,31	0	18.891	0	18.891	0	0	0	0	0	0	18.891
Atlántico	Tubará	Caribe	36.865	0,53	19.433	17.432	19.433	16.890	0	542	542	2.369	164	207	35.099
Bolívar	Turbaco	Caribe	152.881	0,90	138.233	14.647	138.233	14.599	0	49	49	0	0	0	155.702
Bolívar	Turbana	Caribe	32.185	0,78	25.124	7.061	25.124	6.589	0	472	472	2.335	13	23	32.325
Antioquia	Turbo	Caribe	111.608	0,40	82.965	28.643	0	24.256	82.965	4.387	87.352	74.818	24	34	36.732
Chocó	Unguía	Caribe	12.475	0,29	5.729	6.746	5.729	4.686	0	2.060	2.060	7.799	4	4	4.668
La Guajira	Uribe	Caribe	62.682	0,11	14.170	48.512	14.170	45.448	0	3.063	3.063	10.218	14	13	52.437
Atlántico	Usiacurí	Caribe	23.543	0,92	21.741	1.802	21.741	1.802	0	0	0	0	0	0	23.081
Bolívar	Villanueva	Caribe	39.409	0,80	31.393	8.017	31.393	8.017	0	0	0	0	0	0	37.986
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	1.577	0,38	0	1.577	0	1.553	0	24	24	147	0	0	1.430
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	25.634	0,27	8.453	17.181	8.386	15.601	66	1.580	1.647	3.438	2	2	22.192
Nariño	Barbacoas	Pacífico	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	414.226	0,86	393.014	21.212	334.340	18.579	58.674	2.633	61.306	208.141	252	283	205.550
Chocó	Condoto	Pacífico	2.000	0,50	0	2.000	0	2.000	0	0	0	0	0	0	2.000
Chocó	Pablo	Pacífico	368	0,36	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	368
Nariño	El Charco	Pacífico	20.859	0,28	10.465	10.393	0	9.749	10.465	644	11.109	11.197	66	67	9.529
Chocó	El litoral del San Jua	Pacífico	0	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	19.394	0,53	10.331	9.063	0	3.542	10.331	5.521	15.852	13.667	533	368	4.826
Cauca	Guapi	Pacífico	43.240	0,43	28.901	14.339	0	13.194	28.901	1.145	30.046	11.509	16	17	31.699
Chocó	Itamina	Pacífico	35.573	0,48	18.926	16.647	18.926	16.647	0	0	0	0	0	0	35.573
Chocó	Juradó	Pacífico	3.915	0,45	3.228	687	0	686	3.228	2	3.229	269	0	1	3.644
Nariño	La Tola	Pacífico	11.645	0,55	6.379	5.266	0	2.231	6.379	3.036	9.415	9.560	300	126	1.659
Cauca	López de Micai	Pacífico	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nariño	Magüí	Pacífico	10.997	0,26	4.882	6.115	4.882	5.763	0	352	352	3.598	47	44	7.309
Nariño	Mosquera	Pacífico	19.528	0,30	5.873	13.655	0	1.180	5.873	12.476	18.348	17.811	91	93	1.533
Chocó	Novita	Pacífico	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chocó	Nuquí	Pacífico	5.154	0,52	3.759	1.395	0	1.341	3.759	54	3.813	635	0	0	4.517
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	50.185	0,33	16.619	33.566	0	20.074	16.619	13.492	30.111	37.800	1.984	355	10.045
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	18.917	0,14	2.977	15.940	2.977	12.354	0	3.586	3.586	11.305	0	270	7.341
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	24.212	0,25	8.233	15.979	0	9.804	8.233	6.175	14.408	16.253	84	85	7.790
Chocó	Sipi	Pacífico	487	0,13	0	487	0	487	0	0	0	0	0	0	486
Cauca	Timbiquí	Pacífico	39.184	0,17	13.021	26.163	0	22.825	13.021	3.338	16.359	12.939	5	6	26.234
Nariño	Tumaco	Pacífico	242.236	0,51	146.794	95.443	0	71.855	146.794	23.588	170.381	126.837	167	272	114.961

## Anexo 4.6. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 1 m ANM en el año 2100. Escenario Optimista.

Departamento	Municipio	Costa	PIB Comercio 2100	PIB Comercio Afectado 2100	PIB 2100 Comercio/km2	PIB en riesgo Area I con 1 m ANM	PIB en riesgo Area II con 1 m ANM	PIB en riesgo Area III con 1 m ANM	Número personas por vivienda 1993	Viviendas Afectadas 1 m ANM	Costo de Viviendas Afectadas 2030 (\$)
Chocó	Acandí	Caribe	56.994.985.000	19.865.548.638	82.206.918.144	11.639.047.462	430.477.331	271.420.993	4	634	543.541.769.860
Antioquia	Apartadó	Caribe	2.969.602.013.656	0	640.861.096.403	0	0	0	4	3	2.473.992.462
Magdalena	Aracataca	Caribe	531.452.140.618	0	366.017.468.971	0	0	0	6	110	94.017.025.354
Antioquia	Arboletes	Caribe	287.638.301.807	0	264.498.468.564	40.251.650.186	0	0	4	4	3.009.397.907
Bolívar	Arjona	Caribe	984.009.777.647	0	240.811.352.399	0	0	0	5	1188	1.017.745.815.058
Atlántico	Baranoa	Caribe	1.653.136.140.736	0	410.889.150.516	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Barranquilla	Caribe	51.862.926.363.948	5.606.811.730.004	621.864.345.020	22.278.931.919.017	1.134.946.422.347	2.479.313.492.948	5	65977	56.521.339.353.683
Bolívar	Calamar	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Campo de la	Caribe	852.478.531.650	0	1.251.855.013.517	828.195.717.690	0	0	7	162	138.824.269.594
Atlántico	Candelaria	Caribe	428.731.016.621	0	551.827.614.243	420.300.153.374	0	0	6	0	0
Antioquia	Carepa	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	120	102.691.753.591
Bolívar	Indias	Caribe	18.621.648.759.313	3.668.202.736.929	361.777.877.316	16.127.770.499.530	3.055.418.061	2.939.445.253	5	94459	80.920.753.504.129
Magdalena	Cerro San Antonio	Caribe	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Magdalena	Ciénaga	Caribe	1.690.834.246.444	54.698.568.778	283.131.273.433	1.696.882.517.542	0	0	5	1315	1.126.501.020.796
Sucre	Coloso	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Antioquia	Chigorodo	Caribe	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Córdoba	Chima	Caribe	73.347.907.650	0	184.253.200.362	0	0	0	5	0	0
Magdalena	Chivolo	Caribe	0	0	ND ND	ND	ND	ND	7	0	0
Magdalena	El Piñón	Caribe	143.451.830.960	0	202.030.484.793	130.592.265.435	0	0	6	1596	1.367.649.529.084
Magdalena	Fundación	Caribe	1.132.531.602.796	0	341.661.825.187	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Galapa	Caribe	740.181.131.125	0	584.867.732.009	0	0	0	6	0	0
Atlántico	Juan de Acosta	Caribe	324.602.062.313	0	355.023.344.239	0	0	0	4	62	53.354.314.323
Córdoba	Lorica	Caribe	1.073.940.011.860	0	156.565.280.872	0	0	0	5	426	364.980.026.612
Córdoba	Los Córdoba	Caribe	52.689.126.466	52.689.126.466	191.796.079.100	0	0	0	5	664	569.041.935.134
Atlántico	Luruaco	Caribe	496.476.662.317	0	590.677.534.868	0	0	0	5	34	29.118.881.136
Bolívar	Mahates	Caribe	178.798.940.551	0	131.566.724.809	0	0	0	5	0	0
Guajira	Maicao	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Malambo	Caribe	3.808.032.204.873	123.252.444.821	565.493.474.846	1.759.308.505.744	0	0	6	1626	1.393.108.822.482
Atlántico	Manatí	Caribe	530.424.425.038	0	288.513.382.175	0	0	127.575.078.487	4	18	15.152.287.758
La Guajira	Manauare	Caribe	340.466.033.954	126.943.688.990	187.536.827.700	231.811.980.452	2.606.817.498	8.364.504.385	5	2661	2.279.777.967.947
Bolívar	María La Baja	Caribe	457.052.226.765	0	235.868.309.655	0	0	0	5	687	588.791.407.383
Córdoba	Momil	Caribe	169.729.169.032	0	121.145.779.523	0	0	0	5	0	0
Córdoba	Moñitos	Caribe	142.131.359.176	91.272.625.857	202.284.736.664	110.326.591.512	0	1.707.407.562	5	1131	968.942.793.655
Antioquia	Necoclí	Caribe	374.396.232.838	161.451.459.893	235.453.319.058	312.634.547.583	0	0	5	2072	1.774.724.697.629
Atlántico	Palmar de Varela	Caribe	1.053.692.092.151	12.588.959.359	383.772.102.655	1.055.050.037.419	0	0	6	249	213.032.777.357
Sucre	Palmito	Caribe	75.982.032.873	0	137.989.655.022	0	0	0	5	123	105.271.159.851
Magdalena	Pedraza	Caribe	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Atlántico	Piñon	Caribe	126.985.615.743	0	446.219.793.328	0	0	0	5	41	35.062.085.820
Magdalena	Pivijay	Caribe	642.188.904.718	0	280.169.052.900	637.819.315.359	0	0	6	737	631.369.510.267
Atlántico	Polo Nuevo	Caribe	439.597.298.287	0	416.865.296.590	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Ponedera	Caribe	420.712.450.150	0	347.110.684.374	420.017.691.968	0	0	6	736	630.934.377.287
Magdalena	Puebloviejo	Caribe	259.459.036.411	231.973.157.919	463.177.013.428	257.287.588.219	0	0	5	4965	4.253.608.727.238
Atlántico	Puerto Colombia	Caribe	983.623.310.375	176.078.617.096	325.537.016.162	810.114.425.109	15.519.810.099	9.969.571.120	5	2948	2.525.132.848.480
Córdoba	Puerto Escondido	Caribe	79.469.028.000	2.329.271.039	34.485.554.823	18.105.850.162	0	0	5	47	40.218.531.411
Córdoba	Purisima	Caribe	186.245.640.323	0	255.013.374.931	0	0	0	6	0	0
Magdalena	Remolino	Caribe	159.358.981.220	989.093.348	281.835.663.804	90.295.814.711	0	0	6	2445	2.094.529.957.929
Atlántico	Repelón	Caribe	700.950.107.317	0	447.711.897.208	0	0	0	5	0	0
La Guajira	Riohacha	Caribe	3.236.205.534.859	403.082.163.070	303.847.275.211	1.543.916.116.637	61.622.163.257	63.352.009.537	5	4403	3.771.710.711.027
Chocó	Riosucio	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Sabana Grande	Caribe	793.875.550.528	83.027.271.380	557.374.385.535	786.713.150.721	0	0	6	973	833.710.017.680
Atlántico	Sabanalarga	Caribe	2.573.585.137.702	0	471.274.861.473	0	0	0	5	880	753.751.662.452
Magdalena	Salamina	Caribe	118.287.869.163	0	120.597.908.919	118.475.394.886	0	0	5	1792	1.535.474.213.735
Córdoba	San Andrés de	Caribe	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Córdoba	San Antero	Caribe	306.900.309.993	0	424.818.372.068	0	0	0	5	531	455.312.498.188
Córdoba	Viento	Caribe	236.955.956.331	236.955.956.331	253.026.357.271	207.267.149.491	0	0	5	5242	4.491.103.474.325
Bolívar	San Estanislao	Caribe	245.401.497.049	0	173.249.681.493	0	0	0	6	0	0
Bolívar	San Jacinto	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Antioquia	Urabá	Caribe	374.534.437.428	554.201.981	1.943.007.567	627.078.813	3.643.139	19.081.058	5	458	392.400.686.938
Bolívar	Nepomuceno	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Sucre	San Ondre	Caribe	625.753.407.649	0	309.920.035.212	0	0	0	5	540	462.513.331.543
Córdoba	San Pelayo	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Bolívar	Santa Catalina	Caribe	118.880.091.308	0	233.074.917.897	0	0	0	5	370	317.129.605.774
Atlántico	Santa Lucía	Caribe	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Magdalena	Santa Marta	Caribe	8.269.437.471.547	269.360.439.251	378.673.985.278	4.760.736.469.236	146.267.477.521	133.936.697.131	5	5404	4.629.740.771.932
Bolívar	Santa Rosa	Caribe	206.589.091.766	0	219.340.607.948	0	0	0	6	0	0
Atlántico	Santo Tomas	Caribe	969.796.903.704	20.235.641.680	318.730.338.001	897.177.854.593	0	0	6	356	305.262.978.732

**Anexo 4.6. Continuación. PIB en riesgo y costos en pesos colombianos de las viviendas afectadas por la inundación de 1 m ANM en el año 2100. Escenario Optimista.**

Departamento	Municipio	Costa	PIB Comercio 2100	PIB Comercio Afectado 2100	PIB 2100 Comercio/km2	PIB en riesgo Area I con 1 m ANM	PIB en riesgo Area II con 1 m ANM	PIB en riesgo Area III con 1 m ANM	Número personas por vivienda 1993	Viviendas Afectadas 1 m ANM	Costo de Viviendas Afectadas 2030 (\$)
Bolívar	Soplaviento	Caribe	89.096.553.719	0	98.941.588.881	0	0	0	6	940	805.364.304.840
Atlántico	Suan	Caribe	0	0	0	0	0	0	7	0	0
Sucre	Tolú	Caribe	521.527.740.529	521.527.740.529	222.607.953.922	367.568.909.522	2.121.801.815	3.940.043	5	12110	10.374.772.684.972
Sucre	Tolúviejo	Caribe	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Atlántico	Tubará	Caribe	306.691.432.533	0	413.739.359.701	0	0	0	5	115	98.558.983.493
Bolívar	Turbaco	Caribe	1.097.202.854.888	0	324.912.361.445	0	0	0	5	9	7.613.321.468
Bolívar	Turbana	Caribe	199.416.809.420	0	253.497.932.604	0	0	0	5	86	73.685.646.362
Antioquia	Turbo	Caribe	1.746.525.948.112	818.050.495.289	439.071.545.544	1.089.778.353.817	0	0	4	19936	17.078.412.819.312
Chocó	Unguía	Caribe	49.182.005.321	0	50.011.538.544	0	0	0	5	410	351.408.976.007
La Guajira	Uribia	Caribe	261.626.086.697	0	178.127.505.506	0	0	0	5	598	511.945.778.627
Atlántico	Usiacurí	Caribe	343.112.211.082	0	297.336.353.733	0	0	0	6	0	0
Bolívar	Villanueva	Caribe	249.173.296.757	0	324.673.667.209	0	0	0	6	0	0
Chocó	Alto Baudó	Pacífico	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Chocó	Bahía Solano	Pacífico	0	0	0	0	0	0	4	5	4.594.832.949
Chocó	Bajo Baudó	Pacífico	72.562.463.973	570.198.548	305.244.008.657	72.562.464.105	0	0	5	318	272.246.006.127
Nariño	Barbacoas	Pacífico	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Valle del Cauca	Buenaventura	Pacífico	9.207.132.222.078	1.374.548.575.497	320.414.842.153	6.398.431.825.630	1.400.114.586	700.907.467	5	13130	11.248.435.552.791
Chocó	Condoto	Pacífico	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Chocó	Pablo	Pacífico	0	0	ND ND	ND	ND	0	5	0	0
Nariño	El Charco	Pacífico	131.007.295.516	131.007.295.517	259.467.918.482	131.007.295.516	0	0	5	2213	1.895.434.971.972
Chocó	El litoral del San Ju	Pacífico	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Nariño	Francisco Pizarro	Pacífico	129.332.606.787	129.332.606.755	663.784.021.167	129.332.606.754	0	0	5	3430	2.938.747.303.438
Cauca	Guapi	Pacífico	233.428.422.518	233.428.422.518	207.066.103.062	227.607.110.578	0	0	6	5328	4.564.269.080.929
Chocó	Itsmína	Pacífico	162.470.210.680	0	141.744.216.971	0	0	0	4	0	0
Chocó	Juradó	Pacífico	27.708.007.278	27.708.007.279	91.221.300.495	27.708.007.280	0	0	5	664	568.827.475.109
Nariño	La Tola	Pacífico	79.855.094.209	79.855.094.210	233.694.519.143	79.855.094.209	0	0	4	2233	1.913.380.452.921
Cauca	López de Micai	Pacífico	0	0	ND ND	ND	ND	0	5	0	0
Nariño	Maguí	Pacífico	61.115.539.316	0	421.833.856.331	0	0	0	7	48	41.165.145.355
Nariño	Mosquera	Pacífico	73.516.715.348	73.516.715.335	801.506.141.678	73.516.715.332	0	0	7	2750	2.355.852.838.241
Chocó	Novita	Pacífico	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Chocó	Nuquí	Pacífico	32.269.477.450	32.269.477.451	50.088.100.653	32.269.477.451	0	0	4	969	829.829.111.134
Nariño	Olaya Herrera	Pacífico	208.042.977.054	208.042.977.054	387.581.545.309	208.042.977.054	0	0	6	5179	4.436.603.406.711
Nariño	Roberto Payán	Pacífico	37.267.123.870	0	465.932.683.723	90.486.816	0	0	4	805	689.740.536.300
Nariño	Santa Bárbara	Pacífico	103.067.551.909	103.067.551.905	771.974.997.235	103.067.551.902	0	0	7	1944	1.665.308.021.917
Chocó	Sipi	Pacífico	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Cauca	Timbiquí	Pacífico	105.171.417.046	105.171.417.046	97.024.057.376	105.152.533.709	0	0	6	2807	2.404.662.895.894
Nariño	Tumaco	Pacífico	1.837.642.302.008	1.837.642.302.008	82.081.961.508	1.816.507.563.924	0	0	5	35387	30.315.717.330.780

# Anexo 5.

## Anexo 5.1. Uso Caribe según áreas en riesgo de inundación. Año 2030.

Tipo Uso	Sin riesgo Km2	Zona I Km2	Zona II Km2	Zona III Km2	Área total uso Km2
Acuícola	7,6	5,4			13,0
Agrícola	7.052,2	440,8	54,8	151,5	7.699,3
Conservación	161,0	225,4	0,0	45,8	432,2
Extractivo de Manglar	76,5	160,6		3,5	240,6
Extractivo Forestal	2.509,5	395,7	0,8	72,7	2.978,7
Ganadero	1.606,6	293,5	38,4	60,2	1.998,7
Industrial	0,1	3,2			3,3
Minero	17,0	0,4		19,2	36,6
<b>Mixto: Ganadero y Extractivo</b>					
Forestal	2.928,8	1.571,9	5,7	4,5	4.511,0
No Aplica	34.987,2				34.987,2
Pesquero	1.409,6				1.409,6
Recreativo	75,7	74,0	0,0	14,5	164,2
Sin uso aparente	5.725,0	294,8	7,0	220,6	6.247,3
Urbano	199,9	91,9	3,4	9,0	304,2
Resumen Tipo Uso	Sin riesgo Km2	Zona I Km2	Zona II Km2	Zona III Km2	Área total uso Km2
Agrícola	7.052,2	440,8	54,8	151,5	7.699,3
Ganadero	3.071,0	1.079,4	41,2	62,5	4.254,1
Forestal	3.974,0	1.181,7	3,6	74,9	5.234,2
Industrial	0,1	3,2	0,0	0,0	3,3
Minero	17,0	0,4	0,0	19,2	36,6

AREA DPTOS	174.263,4
Area agricola	7.869,3
Area ganadera	67.778,9
Area industrial	4,2

### ESCENARIO OPTIMISTA

	PIB total	PIB/km2 Dptos	PIB área I 2030	PIB área II 2030	PIB área III 2030
Agricultura	9.159.994	1.164,0	513.101,5	63.787,6	176.391,2
Ganadería	11.406.210	168,3	181.652,1	6.937,1	10.511,1
Forestal	238.992	1,4	1.620,6	5,0	102,8
Industrial	8.646	2.068,8	6.639,3	0,0	0,0
Minero	6.707.112	38,5	15,2	0,0	740,2

### ESCENARIO PESIMISTA

	PIB total	PIB/km2 Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
Agricultura	7.342.578	933,1	411.298	51.132	141.394
Ganadería	9.143.127	134,9	145.611	5.561	8.426
Forestal	191.574	1,1	1.299	4	82
Industrial	6.479	1550,4	4.976	0	0
Minero	5.376.367	30,9	12	0	593

**Anexo 5.2.** Uso Caribe según áreas en riesgo de inundación. Año 2100.

Tipo Uso	Sin riesgo Km2	Zona I Km2	Zona II Km2	Zona III Km2	Área total uso Km2
Acuícola	6,1	6,4	0,0	0,1	12,6
Agrícola	5.667,5	1.789,1	97,7	156,0	7.710,2
Conservación	106,3	420,9	0,6	0,6	528,4
Extractivo de Manglar	10,1	569,1	0,0	0,0	579,2
Extractivo Forestal	2.398,8	729,8	7,7	18,9	3.155,2
Ganadero	940,7	1.072,5	29,3	43,0	2.085,4
Industrial	0,1	8,1	0,0	0,0	4,2
Minero	12,0	27,1	0,0	0,0	39,1
Mixto: Ganadero y Extractivo					
Forestal	2.812,8	1.826,8	0,7	0,9	4.641,2
No Aplica	43,7	6,5	0,0	0,0	50,3
Pesquero	1.275,1	131,0	0,1	1,0	1.407,2
Recreativo	7,6	132,1	0,0	0,0	139,7
Sin Información	1,5	1,0	0,0	0,0	2,5
Sin uso aparente	5.481,1	747,0	6,0	9,0	6.243,2
Urbano	136,7	158,5	3,4	6,6	305,2
Resumen Tipo Uso	Sin riesgo Km2	Zona I Km2	Zona II Km2	Zona III Km2	Área total uso Km2
Agrícola	5.667,5	1.789,1	97,7	156,0	7.710,2
Ganadero	2.347,1	1.985,9	29,6	43,5	4.406,0
Forestal	3.805,2	1.643,2	8,0	19,3	5.475,7
Industrial	0,1	8,1	0,0	0,0	4,2
Minero	12,0	27,1	0,0	0,0	39,1

AREA DPTOS	174.263,4
Area agricola	7.869,3
Area ganadera	67.778,9
Area industrial	9,1

**ESCENARIO OPTIMISTA**

	PIB total	PIB/km2 Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
Agricultura	199.542.547	25.357,2	45.365.467,1	2.477.118,7	3.955.712,8
Ganadería	248.474.436	3.666,0	7.280.158,7	108.488,4	159.400,8
Forestal	5.206.225	29,9	49.090,6	239,8	577,6
Industrial	188.347	20.687,0	168.280,5	0,0	0,0
Minero	146.108.631	838,4	22.723,9	0,0	0,0

**ESCENARIO PESIMISTA**

	PIB total	PIB/km2 Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
Agricultura	81.596.782	10369,0	18.550.811	1.012.941	1.617.567
Ganadería	101.605.971	1499,1	2.976.997	44.363	65.182
Forestal	2.128.925	12,2	20.074	98	236
Industrial	72.005	7908,7	64.334	0	0
Minero	59.746.627	342,9	9.292	0	0

# Anexo 6.

## Anexo 6.1. Uso Pacífico según áreas en riesgo de inundación. Año 2030.

Tipo Uso	Sin riesgo				
	(Km2)	Zona I (Km2)	Zona II (Km2)	Zona III (Km2)	Total (Km2)
Aprovechamiento a Tala Rasa	106,4	408,1	64,0	15,0	593,5
Aprovechamiento Maderero	3.848,9	870,2	85,3	75,3	4.879,7
Aprovechamiento selectivo y tala	866,9	205,9	25,7	21,1	1.119,7
Area Urbana	14,1	21,4	0,0	0,0	35,5
Caza y/o Pesca	2.207,7	1.379,6	50,7	26,5	3.664,4
Conservaci?n	40,4	199,2	0,0	0,0	239,6
Cultivos permanentes	316,5	67,9	0,3	0,2	385,0
Cultivos transicionales	1.404,0	448,2	47,1	39,2	1.938,5
Extraccion de Vegetacion	400,7	194,6	1,2	1,0	597,5
Ganadería extensiva	9,3				9,3
Ganaderia intensiva	5,4				5,4
Miscelaneos de cultivos	601,2	839,9	15,5	16,5	1.473,1
Recuperacion	209,1	320,6	2,0	1,8	533,5
Rio	176,2				176,2
Rural	0,4	1,8			2,2
Sistemas Agroforestales	317,0	120,4	1,4	0,9	439,8
Vida Silvestre	4.496,2	737,1	59,5	78,8	5.371,6
Resumen Tipo Uso	Sin riesgo				
	(Km2)	Zona I (Km2)	Zona II (Km2)	Zona III (Km2)	Total (Km2)
<b>Agricultura</b>	2.480,2	1.416,2	63,6	56,5	4.016,5
<b>Ganadería</b>	14,7	0,0	0,0	0,0	14,7
<b>Forestal</b>	4.980,8	1.544,4	175,7	112,0	6.812,8
<b>Industrial</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Minero</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

<b>AREA DPTOS</b>	177.520,8
<b>Area agricola</b>	5.026,2
<b>Area ganadera</b>	14.020,4
<b>Area industrial</b>	0,0

### ESCENARIO OPTIMISTA

	PIB Total	PIB/Km <sup>2</sup> Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
<b>Agricultura</b>	4.830.019	961,0	1.360.944,7	61.107,0	54.276,5
<b>Ganadería</b>	3.577.586	255,2	0,0	0,0	0,0
<b>Forestal</b>	345.637	1,9	3.007,0	342,1	218,0
<b>Industrial</b>	14.494.641	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Minero</b>	513.610	0,0	0,0	0,0	0,0

### ESCENARIO PESIMISTA

	PIB Total	PIB/Km <sup>2</sup> Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
<b>Agricultura</b>	3.871.704	770,3	1.090.922,4	48.982,8	43.507,6
<b>Ganadería</b>	2.867.764	204,5	0,0	0,0	0,0
<b>Forestal</b>	277.060	1,6	2.410,4	274,2	174,8
<b>Industrial</b>	11.618.788	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Minero</b>	411.706	0,0	0,0	0,0	0,0

## Anexo 6.2. Uso Pacífico según áreas en riesgo de inundación. Año 2100.

Tipo Uso	Sin riesgo (Km2)	Zona I (Km2)	Zona II (Km2)	Zona III (Km2)	Total (Km2)
Aprovechamiento a Tala Rasa	102,9	474,8	40,7	5,4	623,8
Aprovechamiento Maderero	3.792,6	1.120,5	29,0	22,9	4.965,0
Aprovechamiento selectivo y tala	864,5	253,2	0,8	1,2	1.119,7
Area Urbana	11,0	41,8	0,0	0,0	52,9
Caza y/o Pesca	2.244,4	2.244,4	7,3	7,0	4.503,1
Conservaci?n	25,9	736,2	0,0	0,0	762,0
Cultivos permanentes	316,2	95,0	0,1	0,2	411,4
Cultivos transicionales	1.394,2	602,2	4,0	4,4	2.004,8
Extraccion de Vegetacion	408,2	368,5	0,0	0,0	776,7
Ganadería extensiva	9,3	0,0	0,0	0,0	9,3
Ganadería intensiva	5,4	0,0	0,0	0,0	5,4
Miscelaneos de cultivos	607,1	933,5	0,8	0,8	1.542,2
Recuperacion	190,4	355,5	1,5	1,4	548,8
Rio	97,8	77,0	0,3	0,4	175,5
Rural	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sin Información	21,8	0,5	0,0	0,0	22,3
Sistemas Agroforestales	311,8	127,5	0,3	0,4	439,9
Vida Silvestre	4.475,1	1.053,2	7,1	7,2	5.542,5
Resumen Tipo Uso	Sin riesgo (Km2)	Zona I (Km2)	Zona II (Km2)	Zona III (Km2)	Total (Km2)
<b>Agricultura</b>	2.473,3	1.694,4	5,0	5,6	4.178,4
<b>Ganadería</b>	14,7	0,0	0,0	0,0	14,7
<b>Forestal</b>	4.915,9	1.912,2	70,6	29,7	6.928,4
<b>Industrial</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Minero</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

<b>AREA DPTOS</b>	177.520,8
<b>Area agricola</b>	5.026,2
<b>Area ganadera</b>	14.020,4
<b>Area industrial</b>	0,0

### ESCENARIO OPTIMISTA

	PIB Total	PIB/Km <sup>2</sup> Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
<b>Agricultura</b>	105.217.780	20.934,0	35.470.921,7	105.357,1	116.821,1
<b>Ganadería</b>	77.934.615	5.558,7	0,0	0,0	0,0
<b>Forestal</b>	7.529.409	42,4	81.103,6	2.992,6	1.260,8
<b>Industrial</b>	315.753.230	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Minero</b>	11.188.561	63,0	0,0	0,0	0,0

### ESCENARIO PESIMISTA

	PIB Total	PIB/Km <sup>2</sup> Dptos	PIB zona I	PIB zona II	PIB zona III
<b>Agricultura</b>	43.025.572	8.560,3	14.504.741,5	43.082,5	47.770,4
<b>Ganadería</b>	31.868.962	2.273,0	0,0	0,0	0,0
<b>Forestal</b>	3.078.920	17,3	33.164,8	1.223,8	515,6
<b>Industrial</b>	129.117.563	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Minero</b>	4.575.217	25,8	0,0	0,0	0,0

# Anexo 7.

**Anexo 7.1.** Porcentaje del PIB afectado por 0.30 m de ANM en Colombia. Año 2030. Escenario Optimista.

	Afectado		% Afectado	Afectado		% Afectado	Afectado		% Afectado	Afectado		% Afectado	Total		% Total	PIB Total Dpto	% afectado
	Agricultura	Agrícola		Ganadería	Ganadero		Forestal	Forestal		Minería	Minero		Minero	Dpto*			
Antioquia	4.115.321	205	0,0%	3.660.674	19.861	0,5%	92.803	236	0,3%	1.295.435	0	0,0%	20.302	86.181.596	0,0%	9.164.233	0,2%
Atlántico	114.784	0	0,0%	892.669	982	0,1%	6.468	11	0,2%	104.865	0	0,0%	2.181	26.644.378	0,0%	1.123.582	0,2%
Bolívar	1.187.126	344	0,0%	1.075.352	430	0,0%	37.116	8	0,0%	325.878	0	0,0%	1.777	21.035.560	0,0%	2.629.323	0,1%
Cauca	990.089	27.889	2,8%	631.885	0	0,0%	98.097	85	0,1%	92.220	0	0,0%	27.974	8.356.125	0,3%	1.812.291	1,5%
Córdoba	1.205.082	17.373	1,4%	2.574.954	178	0,0%	48.391	9	0,0%	1.774.702	0	0,0%	17.560	13.671.454	0,1%	5.603.129	0,3%
Chocó	273.350	41.661	15,2%	417.113	1.019	0,2%	95.521	149	0,2%	96.427	0	0,0%	42.829	2.483.081	1,7%	882.411	4,9%
La Guajira	97.002	0	0,0%	628.371	0	0,0%	3.734	1	0,0%	3.125.153	134	0,0%	134	7.255.845	0,0%	3.854.261	0,0%
Magdalena	2.102.289	198	0,0%	1.118.078	7.095	0,6%	31.499	63	0,2%	34.627	0	0,0%	7.356	10.161.152	0,1%	3.286.493	0,2%
Nariño	1.227.946	15.233	1,2%	735.497	0	0,0%	115.493	84	0,1%	42.206	0	0,0%	15.317	10.020.589	0,2%	2.121.143	0,7%
Sucre	338.389	704	0,2%	1.456.112	0	0,0%	18.980	0	0,0%	46.453	0	0,0%	704	5.287.895	0,0%	1.859.933	0,0%
Valle	2.338.633	10.067	0,4%	1.793.091	0	0,0%	36.526	27	0,1%	282.758	0	0,0%	10.094	69.337.929	0,0%	4.451.007	0,2%
Caribe	9.159.994	18.824	0,2%	11.406.210	28.546	0,3%	238.992	329	0,1%	6.707.112	134	0,0%	50.014	170.237.880	0,03%	27520953,66	0,2%
Pacífico	4.830.019	94.851	2,0%	3.577.586	1.019	0,0%	345.637	344	0,1%	513.610	0	0,0%	96.214	90.197.724	0,11%	9266852,208	1,0%
<b>Total</b>	<b>13.990.012</b>	<b>113.674</b>	<b>0,8%</b>	<b>14.983.796</b>	<b>29.564</b>	<b>0,2%</b>	<b>584.629</b>	<b>673</b>	<b>0,1%</b>	<b>7.220.722</b>	<b>134</b>	<b>0,0%</b>	<b>146.228</b>	<b>260.435.604</b>	<b>0,06%</b>	<b>36787805,87</b>	<b>0,4%</b>

\*incluye Valor agragado industrial afectado

	VrAgregado		VrAgregado		%VrAgregado	
	2030 Optimista	Pesimista	afectado 2030 Optimista	Pesimista	afectado 2030 Optimista	Pesimista
Barranquilla-Soledad	4.795	3.593	1.187	890	24,8%	24,8%
Cartagena	3.851	2.886	996	746	25,9%	25,9%
<b>Total</b>	<b>8.646</b>	<b>6.479</b>	<b>2.183</b>	<b>1.636</b>	<b>25,2%</b>	<b>25,2%</b>

Valor Agregado Industrial areas metropolitanas 2030 (4.5%)

**Anexo 7.2.** Porcentaje del PIB afectado por 0.30 m de ANM en Colombia. Año 2030. Escenario Pesimista.

	Agricultura	Afectado Agrícola	% Afectado Agrícola	Ganadería	Afectado Ganadero	% Afectado Ganadero	Forestal	Afectado Forestal	% Afectado Forestal	Minería	Afectado Minero	% Afectado Minero	Total afectado Dpto*	PIB Departamental	% Total afectado Dpto	PIB Departamental sectores considerados
Antioquia	3.298.808	164	0,0%	2.934.367	15.920	0,5%	74.390	189	0,3%	1.038.410	0	0,0%	16.274	69.082.476	0,0%	7.345.975
Atlántico	92.010	0	0,0%	715.556	787	0,1%	5.185	9	0,2%	84.059	0	0,0%	1.686	21.357.919	0,0%	896.811
Bolívar	951.591	7.560	0,8%	861.993	344	0,0%	29.752	6	0,0%	261.221	0	0,0%	8.657	16.861.936	0,1%	2.104.557
Cauca	793.647	22.356	2,8%	506.514	0	0,0%	78.634	68	0,1%	73.923	0	0,0%	22.424	6.698.203	0,3%	1.452.718
Córdoba	965.984	13.926	1,4%	2.064.063	143	0,0%	38.790	8	0,0%	1.422.587	0	0,0%	14.076	10.958.928	0,1%	4.491.423
Chocó	219.116	33.395	15,2%	334.354	9.073	2,7%	76.569	983	1,3%	77.295	0	0,0%	43.452	1.990.418	2,2%	707.334
La Guajira	77.756	0	0,0%	503.697	0	0,0%	2.994	1	0,0%	2.505.098	107	0,0%	108	5.816.227	0,0%	3.089.545
Magdalena	1.685.178	159	0,0%	896.242	5.687	0,6%	25.249	51	0,2%	27.757	0	0,0%	5.897	8.145.098	0,1%	2.634.426
Nariño	984.312	12.211	1,2%	589.569	0	0,0%	92.579	67	0,1%	33.832	0	0,0%	12.278	8.032.424	0,2%	1.700.291
Sucre	271.250	564	0,2%	1.167.208	0	0,0%	15.214	0	0,0%	37.236	0	0,0%	564	4.238.735	0,0%	1.490.908
Valle	1.874.630	8.070	0,4%	1.437.327	0	0,0%	29.279	22	0,1%	226.656	0	0,0%	8.092	55.580.728	0,0%	3.567.892
Caribe	7.342.578	22.373	0,3%	9.143.127	22.882	0,3%	191.574	264	0,1%	5.376.367	107	0,0%	47.261	136.461.320	0,0%	22.053.645
Pacífico	3.871.704	76.032	2,0%	2.867.764	9.073	0,3%	277.060	1.140	0,4%	411.706	0	0,0%	86.245	72.301.772	0,1%	7.428.234
<b>Total</b>	<b>11.214.282</b>	<b>98.405</b>		<b>12.010.891</b>	<b>31.955</b>		<b>468.634</b>	<b>1.403</b>		<b>5.788.073</b>	<b>107</b>		<b>133.506</b>	<b>208.763.093</b>	<b>0,1%</b>	<b>29.481.880</b>

\*incluye Valor agragado industrial afectado

	VrAgregado 2030 Optimista	VrAgregado 2030 Pesimista	VrAgregado afectado 2030 Optimista	%VrAgregado afectado 2030 Optimista	VrAgregado afectado 2030 Pesimista	%VrAgregado afectado 2030 Pesimista
Barranquilla-Soledad	4.795	3.593	1.187	24,8%	890	24,8%
Cartagena	3.851	2.886	996	25,9%	746	25,9%
<b>Total</b>	<b>8.646</b>	<b>6.479</b>	<b>2.183</b>	<b>25,2%</b>	<b>1.636</b>	<b>25,2%</b>

Valor Agregado Industrial areas metropolitanas 2030

# Anexo 8.

**Anexo 8.1.** Porcentaje del PIB afectado por 1 m de ANM en Colombia. Año 2100. Escenario Optimista

	Agricultura	Afectado Agrícola	% Afectado Agrícola	Ganadería	Afectado Ganadero	% Afectado Ganadero	Forestal	Afectado Forestal	% Afectado Forestal	Minería	Afectado Minero	%Afectado Minero	Total afectado Dpto*	PIB Departamental	% Total afectado Dpto
<b>Antioquia</b>	89.648.707	495.881	0,6%	79.744.625	1.168.913	1,5%	2.021.630	9.473	0,5%	28.219.922	0	0,0%	1.674.267	1.877.391.562	0,1%
<b>Atlántico</b>	2.500.478	0	0,0%	19.446.024	219.336	1,1%	140.908	2.134	1,5%	2.284.395	0	0,0%	324.905	580.424.733	0,1%
<b>Bolívar</b>	25.860.524	205.449	0,8%	23.425.609	94.447	0,4%	808.549	970	0,1%	7.098.961	0	0,0%	389.880	458.241.498	0,1%
<b>Cauca</b>	21.568.229	2.780.616	12,9%	13.765.070	0	0,0%	2.136.965	5.262	0,2%	2.008.929	0	0,0%	2.785.877	182.030.965	1,5%
<b>Córdoba</b>	26.251.669	2.110.870	8,0%	56.093.151	59.637	0,1%	1.054.152	457	0,0%	38.660.347	0	0,0%	2.170.963	297.820.811	0,7%
<b>Chocó</b>	5.954.703	2.802.077	47,1%	9.086.436	613.099	6,7%	2.080.842	15.887	0,8%	2.100.580	0	0,0%	3.431.063	54.091.774	6,3%
<b>La Guajira</b>	2.113.109	90.654	4,3%	13.688.523	0	0,0%	81.353	2.923	3,6%	68.078.762	19.033	0,0%	112.610	158.062.319	0,1%
<b>Magdalena</b>	45.796.552	4.978.328	10,9%	24.356.359	2.128.447	8,7%	686.177	22.352	3,3%	754.314	0	0,0%	7.129.127	221.351.916	3,2%
<b>Nariño</b>	26.749.739	4.411.876	16,5%	16.022.177	0	0,0%	2.515.924	24.107	1,0%	919.422	0	0,0%	4.435.983	218.289.865	2,0%
<b>Sucre</b>	7.371.509	792.289	10,7%	31.720.144	14.781	0,0%	413.457	0	0,0%	1.011.931	0	0,0%	807.070	115.192.230	0,7%
<b>Valle</b>	50.945.109	537.877	1,1%	39.060.932	0	0,0%	795.677	3.018	0,4%	6.159.630	0	0,0%	540.895	1.510.466.843	0,0%
<b>Caribe</b>	199.542.547	8.673.471	4,3%	248.474.436	3.685.560	1,5%	5.206.225	38.310	0,7%	146.108.631	19.033	0,0%	12.608.822	3.708.485.069	0,3%
<b>Pacífico</b>	105.217.780	10.532.445	10,0%	77.934.615	613.099	0,8%	7.529.409	48.275	0,6%	11.188.561	0	0,0%	11.193.818	1.964.879.447	0,6%
<b>Total</b>	304.760.327	19.205.916	6,3%	326.409.051	4.298.659	1,3%	12.735.634	86.584	0,7%	157.297.192	19.033	0,0%	23.802.641	5.673.364.515	0,4%

\*incluye Valor agrgado industrial afectado

	VrAgregado 2100 Optimista	VrAgregado 2100 Pesimista	VrAgregado afectado 2100 Optimista	%VrAgregado afectado 2100 Optimista	VrAgregado afectado 2100 Pesimista	%VrAgregado afectado 2100 Pesimista
Barranquilla- Soledad	104.453	39.933	103.435	99,0%	39.543	99,0%
Cartagena	83.894	32.073	89.014	106,1%	34.030	106,1%
<b>Total</b>	<b>188.347</b>	<b>72.005</b>	<b>192.449</b>	<b>102,2%</b>	<b>73.574</b>	<b>102,2%</b>

Valor Agregado Industrial areas metropolitanas 2100 (4.5%)

### Anexo 8.2. Porcentaje del PIB afectado por 1 m de ANM en Colombia. Año 2100. Escenario Pesimista

	Agricultura	Afectado Agrícola	% Afectado Agrícola	Ganadería	Afectado Ganadero	% Afectado Ganadero	Forestal	Afectado Forestal	% Afectado Forestal	Minería	Afectado Minero	%Afectado Minero	Total afectado Dpto*	Departamental	% Total afectado Dpto
<b>Antioquia</b>	36.659.079	202.775	0,6%	32.609.110	477.991	1,5%	826.683	3.874	0,5%	11.539.668	0	0,0%	684.640	767.701.485	0,1%
<b>Atlántico</b>	1.022.493	0	0,0%	7.951.853	89.691	1,1%	57.620	873	1,5%	934.133	0	0,0%	130.107	237.346.827	0,1%
<b>Bolívar</b>	10.574.865	84.012	0,8%	9.579.182	38.621	0,4%	330.631	397	0,1%	2.902.901	0	0,0%	157.060	187.383.754	0,1%
<b>Cauca</b>	8.819.663	1.137.047	12,9%	5.628.802	0	0,0%	873.846	2.152	0,2%	821.490	0	0,0%	1.139.199	74.435.959	1,5%
<b>Córdoba</b>	10.734.812	863.175	8,0%	22.937.567	24.387	0,1%	431.063	187	0,0%	15.808.959	0	0,0%	887.748	121.784.652	0,7%
<b>Chocó</b>	2.434.993	1.145.823	47,1%	3.715.618	250.703	6,7%	850.896	6.401	0,8%	858.967	0	0,0%	1.402.927	22.119.166	6,3%
<b>La Guajira</b>	864.091	37.070	4,3%	5.597.500	0	0,0%	33.267	1.195	3,6%	27.838.714	7.783	0,0%	46.049	64.634.719	0,1%
<b>Magdalena</b>	18.727.090	2.035.734	10,9%	9.959.783	870.363	8,7%	280.591	9.140	3,3%	308.453	0	0,0%	2.915.237	90.515.052	3,2%
<b>Nariño</b>	10.938.482	1.804.101	16,5%	6.551.776	0	0,0%	1.028.810	9.858	1,0%	375.969	0	0,0%	1.813.959	89.262.920	2,0%
<b>Sucre</b>	3.014.352	323.982	10,7%	12.970.977	6.044	0,0%	169.070	0	0,0%	413.798	0	0,0%	330.027	47.104.316	0,7%
<b>Valle</b>	20.832.434	219.948	1,1%	15.972.766	0	0,0%	325.368	1.234	0,4%	2.518.791	0	0,0%	221.182	617.658.917	0,0%
<b>Caribe</b>	<b>81.596.782</b>	<b>3.546.749</b>	<b>4,3%</b>	<b>101.605.971</b>	<b>1.507.096</b>	<b>1,5%</b>	<b>2.128.925</b>	<b>15.666</b>	<b>0,7%</b>	<b>59.746.627</b>	<b>7.783</b>	<b>0,0%</b>	<b>5.150.867</b>	<b>1.516.470.806</b>	<b>0,3%</b>
<b>Pacífico</b>	<b>43.025.572</b>	<b>4.306.919</b>	<b>10,0%</b>	<b>31.868.962</b>	<b>250.703</b>	<b>0,8%</b>	<b>3.078.920</b>	<b>19.645</b>	<b>0,6%</b>	<b>4.575.217</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>4.577.267</b>	<b>803.476.962</b>	<b>0,6%</b>
<b>Total</b>	<b>124.622.354</b>	<b>7.853.668</b>	<b>6,3%</b>	<b>133.474.933</b>	<b>1.757.800</b>	<b>1,3%</b>	<b>5.207.845</b>	<b>35.310</b>	<b>0,7%</b>	<b>64.321.844</b>	<b>7.783</b>	<b>0,0%</b>	<b>9.728.134</b>	<b>2.319.947.768</b>	<b>0,4%</b>

\*incluye Valor agragado industrial afectado

	VrAgregado 2100 Optimista	VrAgregado 2100 Pesimista	VrAgregado afectado 2100 Optimista	%VrAgregado afectado 2100 Optimista	VrAgregado afectado 2100 Pesimista	%VrAgregado afectado 2030 Pesimista
Barranquilla- Soledad	104.453	39.933	103.435	99,0%	39.543	99,0%
Cartagena	83.894	32.073	89.014	106,1%	34.030	106,1%
Total	188.347	72.005	192.449	102,2%	73.574	102,2%

Valor Agregado Industrial areas metropolitanas 2100