

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LAS ZONAS OCEÁNICAS Y MARINO COSTERAS DE COSTA RICA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO



Por encargo de:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



El Proyecto Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático es un proyecto en el marco de la Iniciativa Internacional de la Protección del Clima "IKI" del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania

Publicado por: BIOMARCC-SINAC-GIZ

Analistas Técnicos: Documento preparado por Claudia Bouroncle y Pablo Imbach, mapas elaborados por José Ney Ríos, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El documento recibió la colaboración de Daniel Ballesteros (Universidad Nacional – UNA) para el análisis sobre exposición al aumento del nivel del mar en las costas del país.

Coordinación y Revisión: BIOMARCC-SINAC-GIZ.

Copyright: © 2013. BIOMARCC-SINAC-GIZ

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente.

Citar como: BIOMARCC-SINAC-GIZ. 2013. Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino-costeras de Costa Rica frente al cambio climático. San José-Costa Rica. 103 pags.

Fotografías: Equipo técnico BIOAMRCC.

Financiamiento: “ Proyecto Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático (BIOMARCC-SINAC-GIZ)”

Las opiniones que se expresan en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones del Proyecto BIOMARCC-GIZ-SINAC.

Esta evaluación de vulnerabilidad deber ser interpretada dentro del contexto de los modelos, de los supuestos, hipótesis, escenarios y las bases de datos e información disponibles al momento del análisis. Los resultados deben tomarse con precaución, pues la escala de sensibilidad utilizada es general y no considera los impactos en especies individuales ni en el área de Costa Rica.

SINAC

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica (SINAC) es un sistema de gestión institucional desconcentrado y participativo, que integra las competencias en materia forestal, de vida silvestre y áreas silvestres protegidas del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), con el fin de dictar políticas, planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales de Costa Rica. (Ley de Biodiversidad 1998). El SINAC está constituido por once subsistemas denominados Áreas de Conservación y su Sede Central. Un Área de Conservación es una unidad territorial administrativamente delimitada, en donde se interrelacionan actividades tanto privadas como estatales y se buscan soluciones conjuntas, orientadas por estrategias de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales.

“El SINAC es un concepto de conservación integral que ofrece la posibilidad de desarrollar una gestión pública responsable, con la participación del Estado, la Sociedad Civil, la empresa privada, y de cada individuo del país interesado y comprometido con la construcción de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”.

BIOMARCC

BIOMARCC-SINAC-GIZ, es un proyecto de apoyo al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC-MINAET) ejecutado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del Ministerio Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) en el marco de su Iniciativa Protección del Clima (IKI).

El objetivo principal del proyecto es *“Incrementar las capacidades de adaptación de los ecosistemas marino-costeros de Costa Rica ante las consecuencias del Cambio Climático”* y tiene como objetivos específicos:

1. Contribuir a establecer un Sistema de Áreas Protegidas Marino – Costeros ecológicamente representativo adaptado al cambio climático.
2. Fortalecer las capacidades de gestión de las instituciones responsables del manejo de áreas de conservación marino - costeras y de otros actores locales relevantes, especialmente referentes a los desafíos del cambio climático.
3. Elaborar e implementar conceptos y mecanismos financieros para la adaptación de las Áreas Protegidas Marino – Costeras al Cambio Climático con la participación activa de los actores relevantes.
4. Establecer una plataforma de información, comunicación y cooperación (Mecanismo de Facilitación Nacional) que permita el intercambio y la transferencia de conocimientos y experiencias sobre manejo de los ecosistemas marino - costeros y su adaptación al Cambio Climático entre los actores relevantes (SINAC; MINAET; Instituciones Científicas; grupos y población locales).
5. Validar y transferir conceptos, instrumentos y estrategias desarrollados en el marco del proyecto hacia otros países de la región centroamericana.

577.7

C8374a Costa Rica.Biodiversidad Marina y Costera de Costa Rica

Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino costeras de Costa Rica frente al cambio climático / Biodiversidad Marina y Costera de Costa Rica. - - 1ª ed. - - San José, C.R.: Biodiversidad Marina y Costera de Costa Rica, creación de capacidades y adaptación al cambio climático, 2013.

24.8 mb ; digital, archivo PDF – (Serie Técnica ; nº 6)

ISBN 978-9930-9485-5-2

1. ECOLOGÍA MARINA 2. COSTAS 3. ECOSISTEMAS-
INVESTIGACIONES 4. COSTA RICA I. Título

CONTENIDO

Acrónimos	iii
Resumen ejecutivo	iv
Introducción	1
Objetivos y área del estudio	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Área de estudio	2
Bases conceptuales del análisis de vulnerabilidad	5
Exposición a efectos del cambio climático y el impacto potencial resultante	5
Capacidad adaptativa al cambio climático	9
Bases metodológicas del análisis	11
Exposición del área de estudio a los procesos del cambio climático	15
Exposición al aumento de la temperatura superficial del mar	15
Exposición a los cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitación	16
Exposición al aumento del nivel del mar	17
Impacto potencial en elementos ecológicos y de infraestructura	25
Arrecifes de coral	25
Pastos marinos	26
Estuarios	27
Manglares	28
Playas de anidamiento de tortugas	31
Humedales y lagunas costeras	34
Bosques naturales	35
Suelos con capacidad de uso agrícola	39
Zonas urbanas	42
Red de carreteras y caminos	42
Capacidad adaptativa de los distritos costeros al cambio climático	45
Grupos demográficamente vulnerables	45
Dependencia de recursos vulnerables a los impactos del cambio climático	45
Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima	47
Redes para la reducción de riesgos y capacidad de organización local	47

Acceso equitativo a los recursos y servicios	47
Vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático	48
Vulnerabilidad de las áreas silvestres protegidas	48
Vulnerabilidad de los distritos costeros	51
Comentarios finales	53
Recomendaciones	55
Referencias	57
Anexo 1. Distritos y áreas silvestres protegidas considerados en el análisis	63
Anexo 2. Cálculo de la exposición al aumento de la temperatura superficial del mar y su impacto potencial	67
Anexo 3. Cálculo de la exposición a cambios en los patrones de precipitación y temperatura del aire y su impacto potencial	71
Anexo 4. Cálculo de la exposición al aumento del nivel del mar y su impacto potencial	74
Anexo 5. Descripción de indicadores de la capacidad adaptativa a nivel distrital	76
Anexo 6. Integración de indicadores para la evaluación de capacidad adaptativa	80
Anexo 7. Impacto potencial en arrecifes de coral	83
Anexo 8. Impacto potencial en pastos marinos	84
Anexo 9. Impacto potencial en estuarios	85
Anexo 10. Impacto potencial en manglares	86
Anexo 11. Impacto potencial en playas de anidamiento de tortugas marinas	88
Anexo 12. Impacto potencial en humedales y lagunas costeras	90
Anexo 13. Impacto potencial en áreas de vocación forestal (bosques naturales)	91
Anexo 14. Impacto potencial en suelos de capacidad de uso agrícola	93
Anexo 15. Impacto potencial en zonas urbanas	96
Anexo 16. Impacto potencial en caminos y carreteras	97
Anexo 17. Indicadores y categorías de capacidad adaptativa por distrito	98
Anexo 18. Índice de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas marino - costeras de Costa Rica	100
Anexo 19. Índice de vulnerabilidad al cambio climático de los distritos costeros de Costa Rica	102

ACRÓNIMOS UTILIZADOS

ACAT	Área de Conservación Arenal Tempisque
ACC	adaptación al cambio climático
ACG	Área de Conservación Guanacaste
ACLAC	Área de Conservación La Amistad Caribe
ACMIC	Área de Conservación Marina Isla del Coco
ACOPAC	Área de Conservación Pacífico Central
ACOSA	Área de Conservación Osa
ACT	Área de Conservación Tempisque
ACTo	Área de Conservación Tortuguero
ASP	área silvestre protegida
AVISO	Altimetry data center, Centre National d'Etudes Spatiales, Francia
CC	cambio climático
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
ENOS	El Niño Oscilación Sur
GEI	gases de efecto invernadero
HN	humedal nacional
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IH-UC	Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, España
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos, Costa Rica
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
NBI	necesidades básicas insatisfechas
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, EEUU
PBI	producto bruto interno
PEA	población económicamente activa
PN	parque nacional
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RF	reserva forestal
RNA	reserva natural absoluta
RVS	refugio de vida silvestre
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
TSM	temperatura superficial del mar
ZEE	zona económica exclusiva
ZP	zona protectora
TSM	temperatura superficial del mar
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
ZEE	zona económica exclusiva

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta un análisis de vulnerabilidad de zonas oceánicas y marino – costeras de Costa Rica. El área de estudio, heterogénea en sus aspectos biofísicos y socioeconómicos, es notoria por las formaciones coralinas, manglares, estuarios y playas para anidamiento de tortugas marinas, ambientes no solo importantes por su biodiversidad, sino también por servir de sustento a los medios de vida de las poblaciones locales, dada su productividad y atractivo escénico. El análisis de vulnerabilidad combinó tres factores para apoyar la priorización de acciones de adaptación al cambio climático en áreas silvestres protegidas y distritos: exposición, impacto potencial y capacidad adaptativa. La exposición se refiere a la presencia de un riesgo climático, el impacto potencial a los cambios previstos en diferentes elementos ecológicos y humanos, y la capacidad de adaptación a la capacidad de las poblaciones locales para hacerle frente a los impactos adversos.

Como lo evidencian las anomalías registradas durante la última década, el área de estudio está ya expuesta al aumento de la temperatura superficial del mar, la cual se acentuará en las próximas décadas. Por otro lado, si bien la probabilidad de aumento de la temperatura del aire en al menos 3°C es baja o muy baja, el país tiene una alta probabilidad de disminución de la precipitación anual en al menos el 50% para fin de siglo. Por último, las mediciones del nivel del mar confirman los resultados de los estudios a nivel regional y global, indicando un aumento del nivel del mar en el Caribe. Aunque en la costa del Pacífico este aumento no es claro, es importante considerar que también está expuesta a la erosión costera por los cambios de oleaje, eventos extremos de precipitación y fenómenos El Niño – Oscilación Sur (ENOS).

El progresivo aumento de la temperatura superficial del mar estaría afectando la sostenibilidad de los arrecifes de coral y pastos marinos del país. En cambio, el proceso más crítico para los manglares y las playas de anidamiento de tortugas marinas es el aumento del nivel del mar: el impacto potencial de este proceso en estos elementos sería muy alto en todas las costas del Caribe y del Pacífico. Se prevé además que la disminución de la precipitación y el aumento de la temperatura del aire generen cambios sustanciales en los tipos de vegetación terrestre potencial, principalmente en los bosques secos de la costa del Pacífico. También los cultivos instalados en suelos agrícolas en ambas costas tendrían una alta posibilidad de sufrir cambios, porque habrá menos agua disponible. Finalmente, el análisis muestra que el conjunto urbano Puntarenas-Chacarita-El Roble – Barranca y Golfito en la costa del Pacífico y Puerto Limón y Cahuita en el Caribe serían los centros urbanos con mayor sensibilidad al aumento del nivel del mar.

Los resultados de este análisis muestran que la vulnerabilidad al cambio climático varía ampliamente en el área de estudio y que está estrechamente relacionada con el desarrollo humano. Como no es posible reducir la exposición a los procesos del cambio climático, las medidas de adaptación deben comenzar con cambios en los patrones de desarrollo y la reducción de presiones sobre las cuales sí es posible actuar. Se destacan las malas prácticas en la extracción de recursos y en el establecimiento de asentamientos costeros, además de la emisión de contaminantes proveniente de estos asentamientos y de la actividad agropecuaria.

INTRODUCCIÓN

Costa Rica está en una de las regiones donde se prevé que los efectos del cambio climático (CC) sean especialmente graves (Giorgi 2006, Neelin et al. 2006). El probable aumento del nivel del mar en el Caribe (Nicholls & Tol 2006), el aumento de las temperaturas superficiales del mar tanto en el Caribe como en el Pacífico (IH-UC 2011) y el cambio en los patrones de precipitación y temperatura del aire son los principales efectos esperados (Aguilar et al. 2005, Rauscher et al. 2008). El país tiene 6.778 especies marino-costeras, un 4% de la biodiversidad marina-costera conocida en el mundo. De éstas, 4.745 son reportadas para el Pacífico y 2.321 para el Caribe, compartiendo ambas costas solo 288. Además, 85 especies son endémicas de las aguas de Costa Rica (Wehrtmann & Cortés 2009).

Se prevé que los efectos previstos como consecuencia del cambio climático amplifiquen y/o aceleren los efectos negativos de los procesos que causan la pérdida de la biodiversidad marino-costera, como la sobrepesca, la fragmentación de hábitats y la contaminación de aguas. Por otro lado, a pesar del esfuerzo histórico del país en la protección de sistemas naturales mediante su sistema de áreas protegidas, se reconoce que éste no contiene muestras representativas de biodiversidad marino-costera a niveles de hábitats, especies y genes para su conservación. El propósito del presente estudio es identificar las zonas oceánicas y las áreas marino-costeras especialmente vulnerables al cambio climático. Este estudio forma parte además de las acciones estratégicas identificadas en la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marino-Costeros de Costa Rica (CIZEE - CR 2008) y la Estrategia Nacional de Cambio Climático (MINAET 2009).

Para el desarrollo de este estudio se toma como referencia un trabajo previo para el Arrecife Mesoamericano realizado en el año 2011 y se basa en una metodología del Programa de Cambio Climático y Cuencas del CATIE que busca poner a disposición investigación científica y técnica sobre exposición al CC y sensibilidad de diversos elementos ecológicos y sociales.

OBJETIVOS Y ÁREA DEL ESTUDIO

Objetivo general

Identificar la vulnerabilidad de zonas oceánicas y marino-costeras de Costa Rica frente al CC bajo diferentes escenarios climáticos.

Objetivos específicos

- Identificar zonas oceánicas y marino-costeras especialmente vulnerables al CC, bajo diferentes escenarios climáticos futuros.
- Identificar los impactos previstos del CC sobre la biodiversidad que sustenta medios de vida de las comunidades costeras y aquellos hábitats marino-costeros que brindan bienes y servicios y que a la vez ayudan a disminuir el riesgo en los eventos extremos.
- Identificar las áreas donde es prioritario mantener o restaurar los ecosistemas costeros para que continúen o mejoren la prestación de bienes y servicios vulnerables al CC.
- Evaluar el nivel de vulnerabilidad actual y futura de las zonas protegidas oceánicas y marino-costeras del Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

Área de estudio

El análisis de exposición al CC comprende las cuencas hidrográficas que tienen influencia sobre los sistemas marino-costeros y la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica (**Ilustración 1** izquierda). El análisis de vulnerabilidad a nivel municipal comprende los 59 distritos costeros del Pacífico y el Caribe, es decir, todos aquellos que tienen alguna porción de zona marina costera y la ZEE mencionadas (Ilustración 1 derecha). Considerando los niveles administrativos del SINAC, el análisis incluye siete áreas de conservación y 60 ASP. La lista y mapas de distribución de estos distritos y ASP están en el Anexo 1.

El área de estudio abarca territorio de dos ecorregiones en el océano Pacífico: Isla del Coco y Nicoya, y una en el Caribe: Caribe Suroccidental (Spalding et al. 2007). La siguiente descripción de estas ecorregiones, en el espacio de Costa Rica, está extraída de la evaluación de ecorregiones marinas en Mesoamérica realizada por The Nature Conservancy (TNC 2008). Resalta sus diferentes condiciones bióticas, sus ecosistemas o especies más importantes y algunas características socioeconómicas; todos elementos relevantes para el análisis de vulnerabilidad. Además, incluye once áreas de prioridad para la conservación definidas por SINAC (2009) en función de metas de representatividad (Grúas II, Anexo 1).

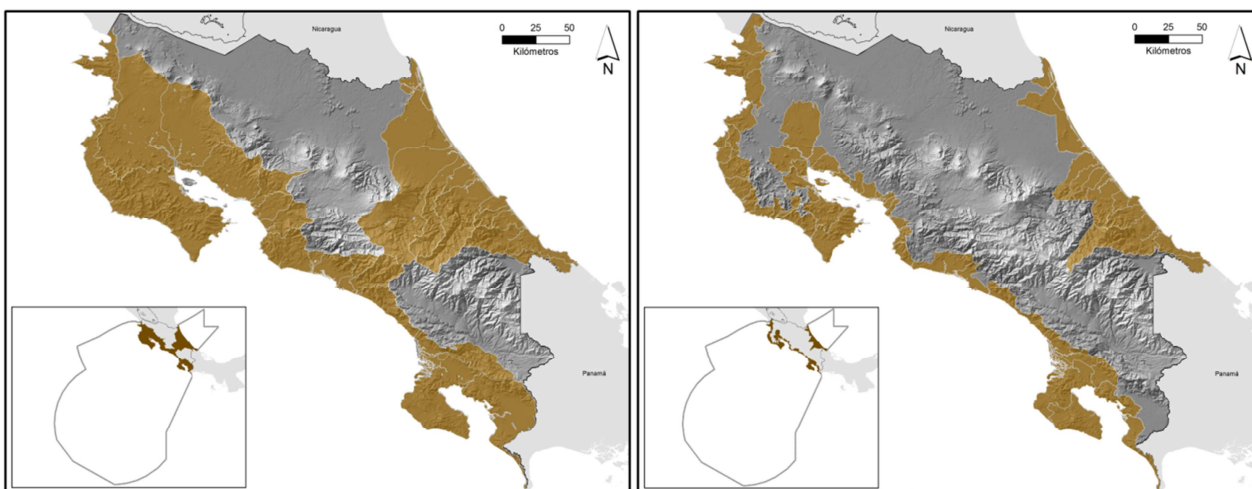


Ilustración 1 Área de estudio: El mapa a la izquierda muestra el área considerada para la evaluación de la exposición al cambio climático. El mapa a la derecha muestra el área considerada para el análisis del impacto potencial y vulnerabilidad al cambio climático en la zona marino costera

La ecorregión Nicoya tiene dos golfos semicerrados o estuarios (Nicoya y Dulce) importantes para la reproducción y cría de peces e invertebrados, un golfo abierto (Papagayo) con alta productividad biológica y varias penínsulas y cabos que definen una costa de geomorfología variada. Una de sus particularidades es el Domo Térmico que causa el afloramiento de agua de baja temperatura, fenómeno que está relacionado a la alta productividad y a la atracción de peces y cetáceos. Las mareas tienen una amplitud promedio de 2 m. El clima es cálido, tendiendo a seco en el norte. La línea costera de esta ecorregión tiene un mosaico variado de hábitats, con litoral rocoso asociado a formaciones coralinas (la región tiene la mayor concentración de arrecifes y especies de corales de todo el Pacífico americano), y manglares asociados a las desembocaduras de los ríos. Muchas playas son sitios importantes para la anidación de tortugas marinas y en unos cuantos lugares se desarrollan praderas de pastos marinos. Alrededor del 50% de su población vive en zonas urbanas (Puntarenas es la mayor); el turismo, la agroindustria y la pesca son las principales actividades económicas, con repercusiones fuertes como la migración, el incremento de precios de tierras y productos, y el crecimiento de marinas y otras infraestructuras relacionadas con el turismo. La pesca es industrial, concentrada en Puerto Caldera y Puntarenas.

La ecorregión Cocos incluye la isla del Coco (23 km²), está toda en el ámbito oceánico y pertenece en su totalidad a la ZEE de Costa Rica. Las temperaturas superficiales del mar son relativamente cálidas, aunque entre enero y marzo pueden penetrar remolinos de agua relativamente fría y de gran productividad. La presencia de montañas submarinas está relacionada con afloramientos de aguas frías y por lo tanto con alta biodiversidad. Esta zona es abundante por la biodiversidad de peces, corales y moluscos.

La ecorregión Caribe Suroccidental tiene una condición semi cerrada, sus aguas tienen una temperatura estable la mayor parte del año: el encajonamiento relativo del agua permite que absor-

ban mucho calor por la radiación solar y la transferencia de la atmósfera. Las mareas tienen una amplitud máxima de 60 cm. Las costas poseen características geomorfológicas y ecológicas variadas, predominando las extensas playas de arena. En el Caribe sur hay fondos marinos cubiertos por pastos marinos y corales y costas bordeadas de manglares. Las extensas playas en el Caribe norte (Tortuguero) son uno de los sectores de mayor afluencia de tortugas marinas en todo el Caribe. Los sectores agroindustrial, manufacturero y turístico son las principales actividades económicas de la población del Caribe costarricense, que tiende a vivir en zonas urbanas (Puerto Limón es la mayor). La pesca es artesanal, orientada a la langosta, caracol y peces arrecifales.

Como se puede apreciar, ambos litorales se diferencian profundamente en sus características ecológicas y socioeconómicas. Para finalizar, se resume a continuación algunos aspectos centrales de su gestión, mencionados en el XVIII Informe de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (Fonseca 2012), relacionados a procesos que, aunque no están vinculados directamente al CC, contribuyen de hecho a aumentar la vulnerabilidad de estas zonas:

- *Conocimiento de su biodiversidad:* Hay avances, como la identificación de nuevas especies, registros de especies en Costa Rica, aspectos reproductivos, abundancia temporal y distribución de especies importantes para la pesca. Sin embargo sigue habiendo vacíos de información importantes, por ejemplo sobre cetáceos.
- *Gestión de áreas marino costeras y humedales:* Hay incumplimiento en la protección de estos últimos determinándose pérdida de cobertura vegetal, contaminación fecal y mala condición biológica por ocupación humana y actividades económicas no ordenadas, o por obras de dragado. Se ha creado un fideicomiso para apoyar la gestión y conservación de áreas protegidas marinas, pero continúan las limitaciones presupuestarias y técnicas para realizar monitoreo y reducir las actividades ilegales.
- *Gestión territorial:* continúa el aumento del turismo como actividad económica, con sustentabilidad solo a nivel de iniciativas aisladas. En buena parte de la costa del Pacífico el desarrollo turístico ha superado lo previsto por la ley. y está generando problemas de desajuste con el agua, aire, suelo, paisaje, flora y fauna así como efectos en la sociedad, cultura y economía local. En Talamanca hay conflictos sobre el uso del suelo y construcción dentro de la ZMT, principalmente en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo.
- *Contaminación:* Se ha hallado una alta concentración de productos farmacéuticos y de cuidado personal en aguas superficiales, el muestreo se concentró en la vertiente del Pacífico. Un estudio del Acueductos y Alcantarillados determinó que el litoral Caribe tiene las desembocaduras más contaminadas con materia fecal y el litoral Pacífico la mayor contaminación está en Puntarenas y Guanacaste, en focos determinados.
- *Gestión de la pesca:* No hay datos pesqueros actualizados desde 2007, pero hay datos que demuestran que han aumentado las importaciones totales de productos pesqueros en los últimos años.

BASES CONCEPTUALES DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El marco general del análisis de vulnerabilidad se sustenta en las propuestas de Schröter et al. (2005) y Preston et al. (2008). Para efectos de este análisis se asume el concepto de vulnerabilidad presentado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2001): “el grado en que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y extremos climáticos”. La vulnerabilidad tiene tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (McCarthy et al. 2001, **Ilustración 2**). La exposición se refiere a la presencia de un riesgo climático; la sensibilidad a la capacidad de respuesta de los sistemas a ese riesgo y por lo tanto es intrínseca a cada elemento. La capacidad de adaptación hace referencia a la capacidad de un sistema para cambiar a un estado más favorable para hacerle frente a los impactos adversos.

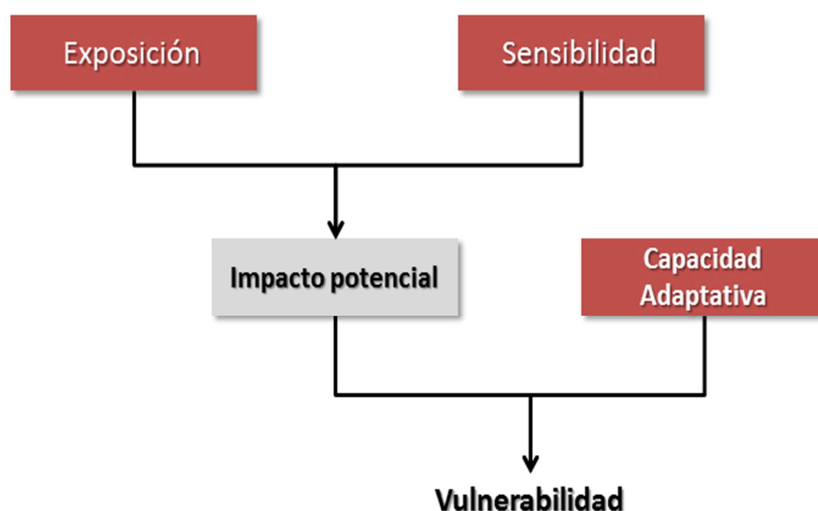


Ilustración 2 Componentes de la vulnerabilidad al cambio climático (Marshall 2009)

Exposición a efectos del cambio climático y el impacto potencial resultante

El aumento sin precedentes en la historia humana de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) está provocando cambios negativos en los océanos, lo cual compromete en el futuro los servicios que estos prestan a los ecosistemas y las poblaciones humanas (IPCC 2007, Herr & Galland 2009, Vallis 2012). La **Ilustración 3** muestra los cambios físicos y químicos que desencadena el aumento de GEI de la atmósfera en las costas y océanos. El calentamiento del aire y del mar induce cambios en las precipitaciones, aumento del nivel del mar y fenómenos climáticos extremos. Las consecuencias más importantes e inmediatas, en las costas, de estos cambios están

asociadas a la erosión costera, inundaciones, sequías, intrusión de agua salada y cambios en los ecosistemas (IPCC 2001, Herr & Galland 2009, Short & Woodroffe 2009) (**Ilustración 4**).

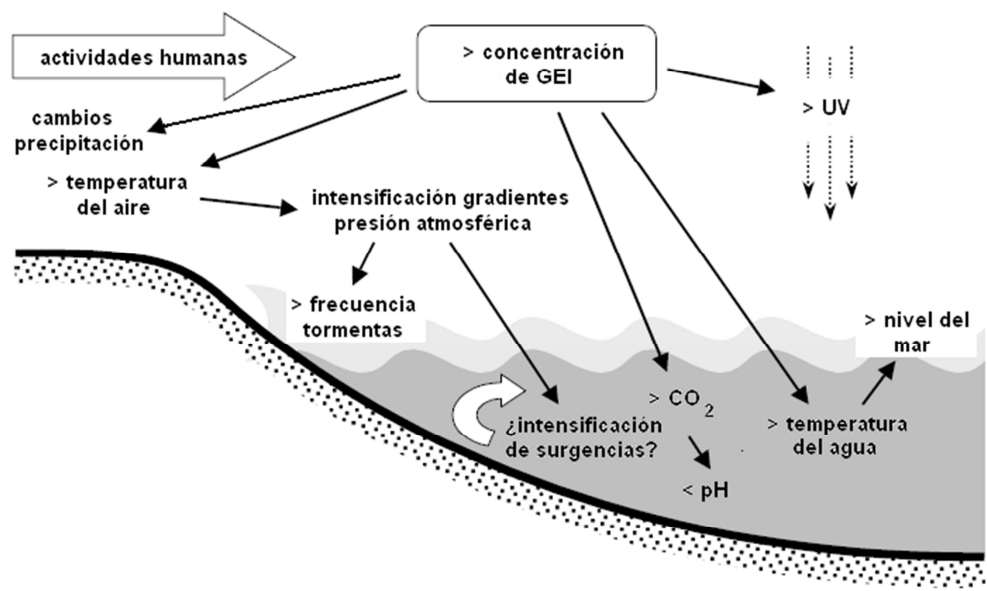


Ilustración 3 Cambios abióticos importantes en el océano asociados con el cambio climático (adaptado de Harley et al. 2006)

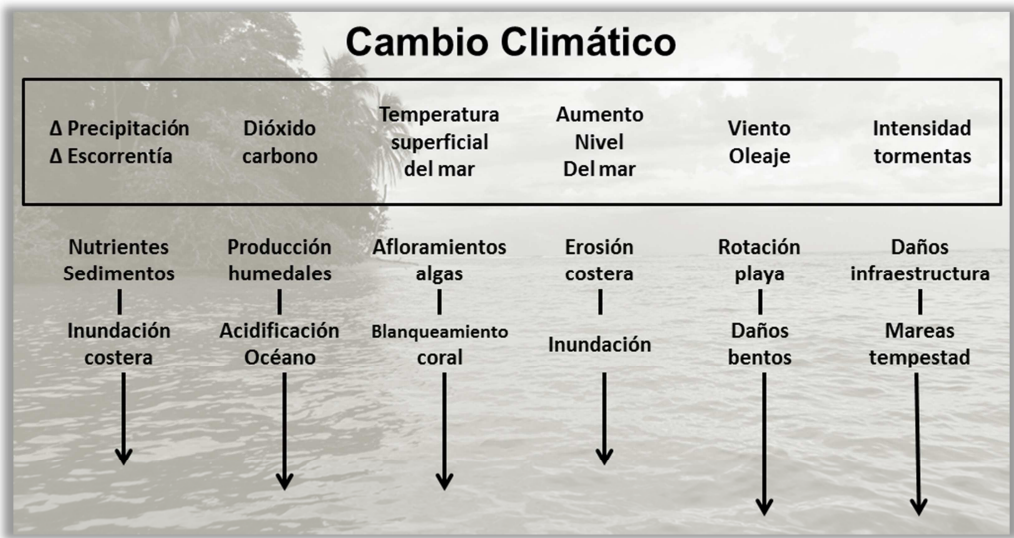


Ilustración 4 Impulsores e impactos del cambio climático sobre las costas (adaptado de (Short & Woodroffe 2009)

Para evaluar el impacto potencial de este proceso sobre diferentes elementos de los sistemas naturales y sociales, este estudio considera:

- *tres efectos del CC*: temperatura superficial del mar (TSM), aumento del nivel del mar, cambios en la temperatura ambiental y precipitación
- *dos familias de escenarios de emisiones*: A2 o crecimiento elevado de la población con crecimiento económico lento y B1 o bajo crecimiento de la población, mayor sostenibilidad ambiental, económica y social (IPCC 2000).

Aumento de la temperatura superficial del mar. Los cambios en la TSM tienen importantes implicaciones para las condiciones habitables de muchos organismos. Un caso bien documentado es el de los arrecifes de coral. El estrés de los corales inicia si el agua se calienta 1°C más allá que la temperatura más alta del mes más caliente del verano (Glynn & D'Croz 1990). Si esta variación se mantiene durante ocho semanas inicia el blanqueamiento, y si se mantiene durante doce semanas provoca blanqueamiento generalizado y mortalidad (Liu et al. 2008).

El análisis parte de las preguntas ¿Cuáles áreas marinas están más expuestas al aumento de la TSM? ¿Cuán sensibles son los arrecifes de coral, manglares, pastos marinos y estuarios a este proceso? El **Cuadro 1** muestra la información considerada para determinar la sensibilidad de estos elementos al aumento de la TSM.

Cuadro 1 Efectos del aumento de la temperatura superficial del mar en elementos marino costeros

Elemento	Efectos del aumento de la TSM
arrecifes de coral	El estrés térmico acumulado entre 4 y 8 semanas provoca blanqueamiento, éste se generaliza cuando el estrés térmico se acumula durante más de 8 semanas
manglares	La TSM mayor a los 35° C pueden causar estrés en <i>Rhizophora mangle</i> , a más de 38°C puede reducir la diversidad de comunidades de invertebrados que viven en las raíces y es probable que impida el establecimiento de plántulas.
estuarios	El aumento de la temperatura del agua puede causar eutrofización y reducir la disponibilidad de luz, oxígeno y carbono para especies estuarinas
pastos marinos	El aumento de la TSM cambia su metabolismo y su balance de carbono, lo cual a su vez genera cambios en la abundancia y distribución de las especies. Las epifitas crecen explosivamente limitando la capacidad de captación de luz. La TSM de 35°C o más pueden evitar que las raíces de ciertas especies rebroten, temperaturas mayores a 43°C los impactan muy negativamente. Los pastos marinos que están en ambientes con estrés térmico pueden verse afectados por un cambio de 1.5°C de la TSM

Fuentes: Cambers et al. (2008), Gallegos Martínez (2010) y NOAA Coral Reef Watch (2011)

Cambios en los patrones de precipitación y en la temperatura del aire. Los cambios en los patrones de precipitación (disminución) y temperatura del aire (aumento) afectan directamente las condiciones de vida de las poblaciones humanas (IH-UC 2011). También tienen importantes implicaciones sobre la vegetación natural terrestre (Imbach et al. 2012) y ecosistemas marino

costeros (estuarios, humedales y manglares) al provocar cambios en la salinidad, sedimentación y disponibilidad de nutrientes, y aumenta el impacto potencial del CC en las tortugas marinas, al aumentar la temperatura de la arena de las playas de anidamiento (Hawkes et al. 2009).

Este análisis parte de las preguntas ¿Cuáles áreas costeras están más expuestas a cambios en los patrones de precipitación y en la temperatura del aire? ¿Cuán sensibles son los sitios de anidamiento de las tortugas marinas, los manglares y otros bosques naturales y la agricultura a cambios de los patrones de precipitación y temperatura del aire? El **Cuadro 2** muestra la información considerada para determinar la sensibilidad de estos elementos a estos procesos.

Aumento del nivel del mar. Este proceso puede incrementar varios impactos físicos en las costas, incluyendo la frecuencia de inundaciones, salinización de humedales costeros y acuíferos y la erosión y pérdida de playas (Klein & Nicholls 1999). Las costas son particularmente vulnerables a este proceso porque la mayoría de la actividad económica, infraestructura y servicios están localizados en la costa o muy cerca de ella, y las economías locales están concentradas en pocos sectores como el turismo (Nicholls et al. 1999). En cuanto a la biodiversidad, uno de los mayores efectos será la pérdida de hábitats de playa, que proporciona sitios de anidación a las tortugas marinas (Fish et al. 2005).

Cuadro 2 Efectos de cambios de la precipitación y de la temperatura del aire en elementos costeros

Elemento	Efectos de los cambios en los patrones de precipitación y temperatura del aire
tortugas marinas	El sexo es determinado por la temperatura en el tercio medio de incubación. La temperatura pivotal es la óptima, con igual proporción de sexos, entre 28 y 31°C. Una mayor proporción de hembras se produce a temperaturas superiores a la pivotal. A partir de 33 °C aumenta la proporción de malformaciones y la mortalidad de fetos y neonatos.
manglares	La disminución de precipitaciones y de escorrentía y el aumento de la evaporación aumentará la salinidad y la concentración de sulfatos del mar, lo cual puede causar disminución en las tasas de crecimiento y reducir los manglares, sobre todo tierra adentro, sin vegetación y con pisos hipersalinos. La mayoría de los manglares producen la máxima cantidad de retoños cuando la temperatura media del aire es de 25°C. La producción de hojas se detiene a temperaturas menores de 15°C y se ve afectada en muchas especies a temperaturas superiores a 25°C. Temperaturas superiores a los 35°C pueden ocasionar estrés hídrico que afecta la estructura radicular de los manglares y el establecimiento de las plántulas. A temperaturas de 38 – 40°C, casi no hay fotosíntesis
bosques naturales	El aumento o disminución de la frecuencia e intensidad de la precipitación puede causar cambios en la cobertura vegetal (extensión y composición)
agricultura	La disminución de la frecuencia de las lluvias puede causar estrés hídrico a los cultivos actuales. El aumento de la temperatura del aire aumenta la evapotranspiración, que aunado a la reducción de la lluvia y mayor salinidad, puede causar estrés a los cultivos.

Fuentes: Hawkes et al. (2009), INBio (2009), IPCC (1997, 2007), Snedaker (1995), Uribe & Urrego (2009), Harley et al. (2006), y Rojas et al. (2003).

El análisis parte de las preguntas: ¿Qué parte de las costas están más expuestas al aumento en el nivel del mar? ¿Cuán sensibles son los sitios de anidamiento de tortugas marinas, los manglares y otros bosques costeros, los humedales, los suelos y la agricultura a este proceso? El

Cuadro 3 muestra la información considerada para determinar la sensibilidad de estos elementos al aumento del nivel del mar.

Cuadro 3 Efectos del aumento del nivel del mar en elementos costeros

Elemento	Hipótesis de cambio
tortugas marinas	La erosión de playas debido a la alteración de la topografía de las playas disminuye el área para el establecimiento de nidos exitosos. El aumento de la altura de la marea – acentuado por el mayor oleaje de tempestades – también puede saturar la arena e inundar los nidos, ahogando los embriones
Manglares	Pérdida de manglar por la erosión de márgenes, pérdida de las barras y lagunas que dan protección. Reubicación y migración natural hacia el interior.
humedales y lagunas costeras	Los cambios en la salinidad de las lagunas costeras causan una reducción en la supervivencia de las plántulas, crecimiento y disminución en la capacidad fotosintética, generando cambios en la estructura del ecosistema
Agricultura	Reducción de suelos de uso agrícola por la salinización de napas freáticas y suelos
infraestructura	El aumento del nivel de mar exacerbado por tormentas tropicales más frecuentes e intensas, dañarán la infraestructura costera, deteniendo la actividad turística, aumentando los costos de construcción y mantenimiento. La intrusión salina puede afectar instalaciones de provisión de agua potable
Población	Inundaciones severas en zonas pobladas. La erosión puede afectar a la población establecida en las playas. Menor disponibilidad agua dulce para consumo humano

Fuentes: Hawkes et al. (2009), Retana et al. (2008), Nicholls et al. (1999), FitzGerald et al. (2008), Kokot et al. (2004)

Capacidad adaptativa al cambio climático

Los componentes social y ecológico de un sistema geográfico están estrechamente relacionados y son interdependientes. Por ejemplo, los medios de vida de las poblaciones costeras, tales como la pesca o el turismo, dependen de la sensibilidad de los ecosistemas a los cambios del clima (Marshall et al. 2010). Esto implica que las poblaciones tendrán que adaptarse a situaciones como cambios en la distribución y la productividad de las especies de pesca más importantes, la intrusión de agua salada y la inundación de tierras agrícolas y residenciales y pérdidas del valor de recursos turísticos como los arrecifes de coral y las playas, y una menor eficacia de la protección brindada por los manglares; pero también a cambios sociales y culturales (Wongbusarakum & Loper 2011).

Revisando el modelo de evaluación de vulnerabilidad, se puede definir la capacidad de adaptación como el potencial o capacidad de la comunidad para realizar cambios y continuar como co-

munidad a pesar de los impactos del CC, lo cual depende de sus características sociales (Wongbusarakum & Loper 2011). Esta característica depende de diferentes aspectos mencionados en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4 Indicadores de capacidad adaptativa

Indicador	Preguntas
Grupos demográficamente vulnerable	¿Cuáles son los grupos que necesitan más apoyo para la ACC? ¿Por qué ciertos grupos pueden tener mayor riesgo asociado al CC?
Dependencia de los recursos vulnerables a los impactos del CC	¿Cuáles son los medios de vida más sensibles al CC?
Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima	¿Qué información relacionada al clima está disponible y cómo está siendo utilizada?
Redes formales y no formales de apoyo a la reducción de riesgo climático y ACC	¿Cuáles redes sirven o pueden servir como conducto para la información relacionada con el clima y la asistencia?
Capacidad de la comunidad para organizarse	¿Cuál es la capacidad de organización de la comunidad frente a los impactos potenciales del CC?
Acceso equitativo a los recursos y servicios	¿Cuán distribuida está la capacidad de ACC en la comunidad?

Fuente: Adaptado de Wongbusarakum y Loper (2011)

La evaluación de estos indicadores a través de diferentes variables, complementa la evaluación de la exposición y vulnerabilidad descrita en las secciones anteriores de este capítulo.

BASES METODOLÓGICAS DEL ANÁLISIS

Para cada efecto del cambio climático se definieron indicadores de exposición, escalas de sensibilidad de los elementos expuestos e indicadores de impacto potencial (**Cuadro 5**). Los indicadores fueron calificados de acuerdo a Preston et al. (2008), utilizando un rango de 1 a 5, donde 1 representa la menor exposición o impacto potencial, y 5 la mayor. Estos indicadores se estiman para tres escenarios temporales: actual, 2030-2039 y 2090-99 para el caso de TSM, 2070-2099 para el caso de precipitación y temperatura y atemporal para el aumento del nivel del mar. También se estimó la capacidad adaptativa de las comunidades humanas con cinco indicadores, donde la menor capacidad adaptativa es 5 y 1 la mayor. Este análisis se realizó únicamente para las condiciones actuales, pues metodológicamente no es factible proyectar su valor en escenarios futuros.

Los anexos 2, 3 y 4 detallan los métodos y fuentes de información utilizados para el cálculo de la exposición e impacto potencial de diferentes elementos ante el aumento de la TSM, ante los cambios de precipitación y temperatura del aire y aumento del nivel del mar. El Anexo 5 detalla la definición de variables, métodos y fuentes de información utilizados para el cálculo de la capacidad adaptativa.

Para estimar la vulnerabilidad se consideró primero el impacto potencial (exposición y sensibilidad) y se comparó luego con la capacidad adaptativa de las comunidades humanas, estimada por distrito. La capacidad adaptativa reduce el impacto potencial y por lo tanto reduce la vulnerabilidad; así, un elemento que tiene una sensibilidad muy alta puede tener una vulnerabilidad menor si está en un municipio o distrito con alta capacidad adaptativa (y viceversa) (**Ilustración 5**).

Cuadro 5 Indicadores para evaluar diferentes los diferentes elementos del análisis de vulnerabilidad

	Indicadores de exposición	Escala de sensibilidad	Indicadores de impacto potencial	Indicadores de capacidad adaptativa
Aumento de la TSM	Anomalías de TSM 2003-2011 y en escenarios 2030-2039 (A2 y B1) Supuesto: La media de la TSM es un indicador proxy de la exposición, se asume que la variabilidad climática es nula	Escala de evaluación de NOAA Coral Reef Watch (2011, Anexo 2) Escala de evaluación para manglares (Anexo 2)	Extensión (ha) de arrecifes de coral, pastos marinos y estuarios bajo diferentes niveles de impacto potencial del aumento de la TSM Extensión (ha) de manglares bajo diferentes niveles de impacto potencial del aumento de la TSM	Grupos demográficamente vulnerables Supuesto: Menor CA si la pobreza aumenta Dependencia de los recursos vulnerables a los impactos del CC Supuesto: Menor CA si la dependencia es alta
	Cambios del aumento de la temperatura del aire y de la disminución de la precipitación, escenarios A2 y B1 Supuesto: Las anomalías promedio de temperatura y precipitación son un indicador proxy de la exposición, se asume que la variabilidad interanual, la variabilidad estacional o diaria de las anomalías climáticas es nula	Escala de evaluación para manglares (Anexo 3) Para playas de anidamiento, el impacto es igual a la exposición (Anexo 3) La respuesta de la vegetación depende de su interacción con los suelos y agua (Imbach et al. 2012, Anexo 3)	Extensión (ha o km) de manglares y playas anidamiento de tortugas bajo diferentes niveles de impacto potencial del aumento de la temperatura del aire Extensión de bosques y suelos bajo diferentes niveles de impacto potencial de la interacción del aumento de la temperatura del aire con la disminución de la precipitación	Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima Supuesto: Menor CA si el acceso y uso es bajo Redes de apoyo a la reducción del riesgo climático y a la ACC Supuesto: Menor CA si no hay redes de apoyo
Aumento del NM	Áreas propensas a inundación (ha) Supuesto: El aumento del NM es uniforme en la zona costera, independiente de los ecosistemas, geomorfología y suelos.	El impacto es igual a la exposición (no hay una escala de sensibilidad establecida por carencia de datos en la literatura, Anexo 4)	Extensión (ha o km) de manglares, playas de anidamiento de tortugas, humedales y lagunas costeras, bosques, suelos con vocación agrícola, carreteras y área urbana bajo diferentes niveles de impacto potencial	Capacidad de la comunidad para organizarse Supuesto: Menor CA si no hay organización comunitaria Acceso equitativo a los recursos y servicios Supuesto: Menor CA si el acceso es desigual

TSM: temperatura superficial del mar, NM: nivel del mar, CA: capacidad adaptativa

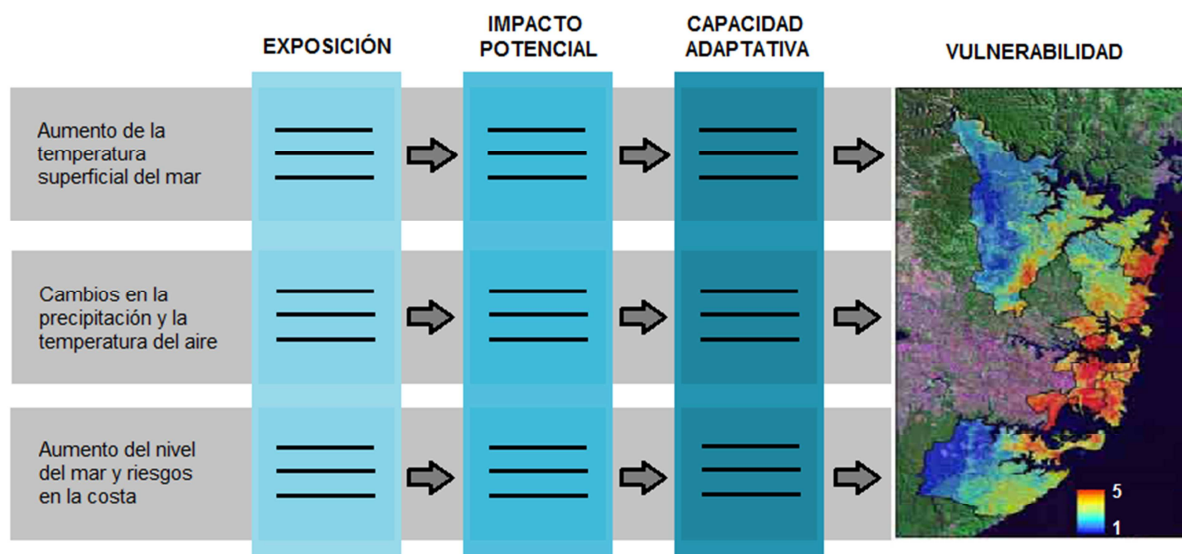


Ilustración 5 Modelo conceptual para la elaboración de mapas de impacto potencial y vulnerabilidad integrada para cada uno de los tres efectos en el área de estudio (Adaptado de Preston et al. 2008)

A continuación se resume el proceso de cálculo de los diferentes elementos de exposición, impacto potencial y capacidad adaptativa para determinar la vulnerabilidad, proceso que se muestra en detalle en los siguientes capítulos del documento y en los anexos correspondientes.

Exposición

- Mapas con las áreas expuestas a las anomalías de temperatura superficial del mar bajo dos escenarios de emisiones (A2 y B1), reclasificado en cinco categorías según la escala de la NOAA Coral Reef Watch (2011): muy alta o nivel de alerta 2; alta o nivel de alerta 1; media o advertencia; baja u observación y muy baja o sin cambios.
- Mapas con los cambios proyectados en precipitación y temperatura del aire bajo dos escenarios de emisiones (A2 y B1), reclasificado en cinco categorías según la probabilidad de cambio: muy alta o 90-100%; alta o 66-90%; media o 50-66%; baja o 33-50%; y muy baja o 0-33%.
- Mapa con las áreas expuestas ante el aumento en el nivel del mar clasificado en cinco categorías de exposición: muy alta o 0-1 msnm; alta o 1-2 msnm; media o 2-4 msnm; baja o 4-8 msnm; y muy baja o 8-16 msnm.

Impacto potencial

- Mapas de impacto potencial del aumento de la temperatura superficial del mar, obtenidos mediante la multiplicación de los mapas de exposición (categorías 1 al 5) por los mapas de distribución de elementos sensibles (mapas binarios con categoría 0 o ausencia y 1 o

presencia), es decir cuatro mapas de distribución de arrecifes de coral, pastos marinos, estuarios y manglares. Los mapas de impacto potencial obtenidos tienen valores entre 1 (impacto potencial muy bajo) y 5 (impacto potencial muy alto).

- Mapas de impacto potencial de los cambios de precipitación y temperatura del aire, obtenidos mediante la multiplicación de los mapas de exposición por los mapas de distribución de los elementos sensibles a estos procesos (manglares, bosques naturales y suelos de capacidad de uso agrícola).
- Mapas de impacto potencial del aumento del nivel del mar, obtenidos mediante la multiplicación del mapa de exposición por los mapas de distribución de elementos sensibles a este proceso (manglares, bosques naturales, suelos de capacidad de uso agrícola y zonas urbanas).

Capacidad adaptativa

- Mapa de los distritos costeros, obtenido del promedio de los valores de los indicadores grupos demográficamente vulnerables, dependencia de los recursos vulnerables a los impactos del cambio climático, acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima, redes de apoyo a la reducción del riesgo climático y a la adaptación al cambio climático, capacidad de la comunidad para organizarse y acceso equitativo a los recursos y servicios. El mapa de capacidad adaptativa tiene valores entre 1 (capacidad adaptativa muy alta) y 5 (capacidad adaptativa muy baja).

Vulnerabilidad de distritos y áreas silvestres protegidas

- En zonas terrestres, se consideró el impacto potencial de aumento de la temperatura del aire y disminución de la precipitación para bosques naturales y suelos de capacidad de uso agrícola, y el impacto potencial del aumento del nivel del mar para manglares y zonas urbanas (no se consideraron playas de anidamiento ni carreteras, porque su dimensión es lineal). Para evitar traslapes, se consideraron zonas de uso potencial (las zonas urbanas excluyeron cualquier otro uso, los manglares excluyen otros bosques naturales o suelos agrícolas, los suelos agrícolas excluyen bosques naturales). Finalmente se calculó el promedio del valor del impacto potencial de cada pixel (1 km²) con la capacidad adaptativa del municipio o distrito que lo contiene. Los mapas de vulnerabilidad así obtenidos tienen valores entre 1 (vulnerabilidad muy baja) y 5 (vulnerabilidad muy alta). Esta vulnerabilidad se calculó para las unidades administrativas y las zonas terrestres de las áreas protegidas.
- En zonas marino costeras, se consideró el impacto potencial del aumento de la temperatura superficial del mar en la suma de áreas de arrecifes de coral, manglares y pastos marinos. Finalmente se calculó el promedio del valor del impacto potencial de cada pixel con la capacidad adaptativa del distrito adyacente. Esta vulnerabilidad se calculó solo para las áreas protegidas que tienen territorio marino costero.

EXPOSICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO A LOS PROCESOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Exposición al aumento de la temperatura superficial del mar

Durante el periodo 2003 – 2011 la mayor parte de la ZEE de Costa Rica cercana a la costa Caribe tuvo algún nivel de estrés térmico, mientras que la mayor parte de la ZEE en el Pacífico no lo tuvo (**Ilustración 6**). Como se explicó anteriormente, esta diferencia está relacionada a los diferentes tipos de circulación oceánica de ambas zonas. En el período 2030-2039 el nivel medio de estrés térmico se generaliza (**Ilustración 7**), mientras que para el periodo 2090-2099 toda la ZEE del país estaría bajo nivel de estrés térmico muy alto (toda la superficie aparecería en rojo o máximo nivel de exposición).

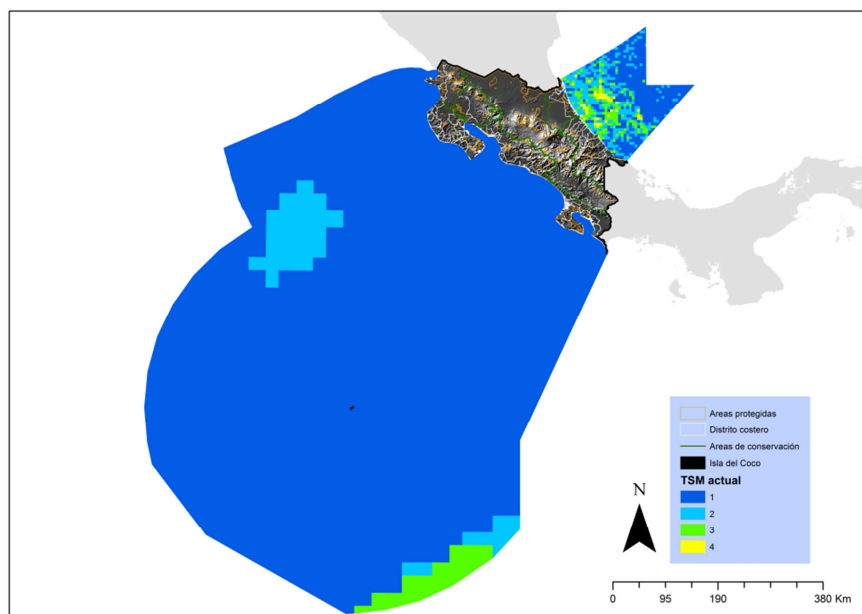


Ilustración 6 Niveles de estrés térmico en el área de estudio, periodo 2003-2011. Escala: azul o sin cambios, celeste u observación, verde o advertencia y amarillo o nivel de alerta 1

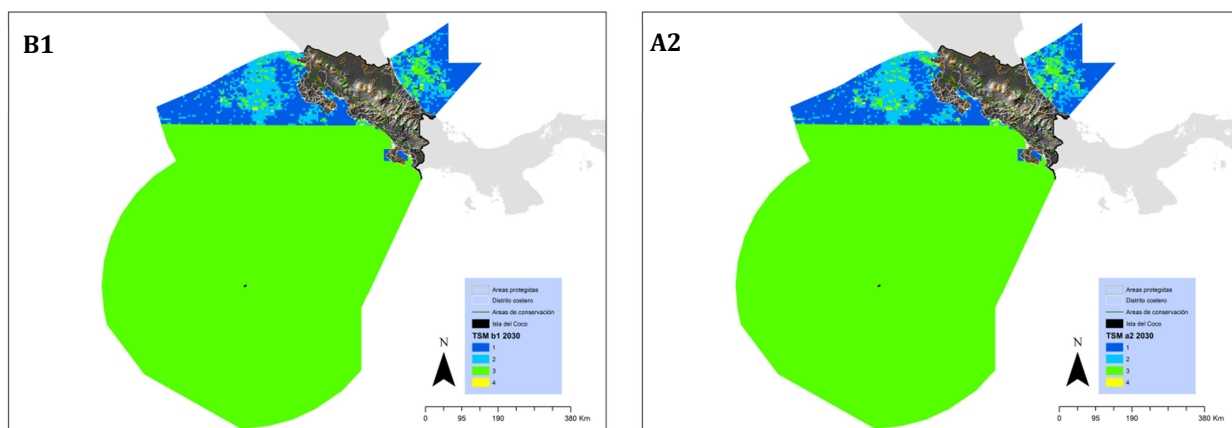


Ilustración 7 Niveles de estrés térmico esperados en el área del estudio entre 2030 - 2039 bajo escenarios B1 (izquierda) y A2 (derecha). Escala: azul o sin cambios, celeste u observación, verde o advertencia y amarillo o nivel de alerta 1

Exposición a los cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitación

Para escenarios B1, la probabilidad de aumento en 3°C de la temperatura del aire en los distritos costeros del país es muy baja (**Ilustración 8**, izq.); esta probabilidad es baja en general para escenarios de emisiones A2 y media en la región de Osa (**Ilustración 9**, der.).

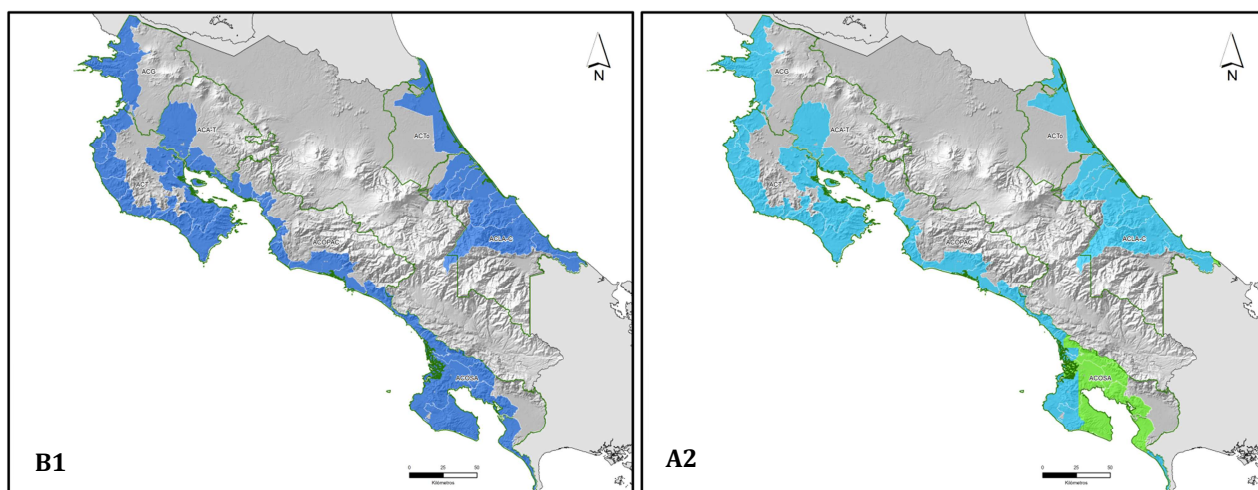


Ilustración 8 Probabilidad de aumento de la temperatura del aire en 3°C en el área de estudio, período 2070-2099, según escenarios de emisiones B1 (izq.) y A2 (dcha.). Escala: azul o muy baja (0 - 33% de probabilidad), celeste o baja (30 - 50% de probabilidad) y verde o media (50 - 66% de probabilidad)

Para escenarios de emisiones B1, la probabilidad de disminución de las lluvias hasta en 50% en los distritos costeros del país es alta, la probabilidad es media solo para los distritos costeros de Osa (**Ilustración 9** izq.). Para escenarios A2 la probabilidad de disminución de lluvias hasta en 50% es alta en casi todos los distritos costeros del país (**Ilustración 9** derecha).

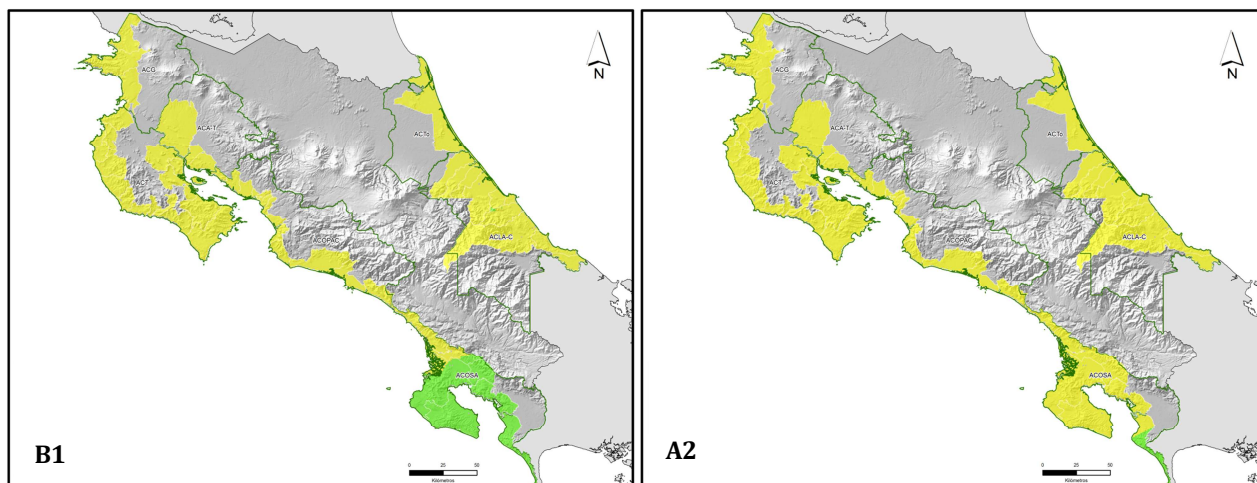


Ilustración 9. Probabilidad de disminución de la precipitación en 50% en el área de estudio, período 2070-2099, según escenarios de emisiones B1 (izq.) y A2 (dcha.). Escala: verde o media (50-66% de probabilidad) y amarillo o alta (66-90% de probabilidad)

Exposición al aumento del nivel del mar

Este análisis tuvo una focalización en nueve sitios en el Pacífico y dos en el Caribe, relacionados con sitios prioritarios para el SINAC. Las series de datos altimétricos se obtuvieron de las coordenadas de los puntos de la grilla de los datos de AVISO (Altimetry data center, Centre National d'Etudes Spatiales, Francia) más cercanos a los puntos de interés y corresponden al periodo 1992 - 2011 (**Cuadro 6**). Se consideraron también los puertos de Puntarenas y Quepos en el Pacífico y el Puerto de Limón en el Caribe, donde operaron mareógrafos hasta el año 1992.

Los datos altimétricos de los últimos 20 años (1992 a 2011, integrados en la **Ilustración 10** y detallados en la **Ilustración 11**, muestran que el Caribe tiene una clara tendencia de aumento (1-2 mm/año), y el Pacífico una tendencia de disminución (~ -1 mm/año). Esta tendencia es regional y probablemente sea parte de un modo de variabilidad multidecadal del fenómeno ENSO, que domina fuertemente los datos del nivel del mar y que no permite detectar forzamientos externos de origen antropogénico o natural. La variabilidad interanual del nivel del mar en la costa del Caribe es de menor amplitud que en el Pacífico y muestra poca coherencia con la señal del ENOS; la tendencia de aumento del nivel del Caribe podría ser explicada en parte por un cambio en la circulación de la Corriente del Caribe (CC) y el Giro Panamá Colombia (GPC).

Cuadro 6 Ubicación de puntos para el análisis del aumento del nivel del mar con datos altimétricos

Lugar	Latitud	Longitud	Latitud Aviso	Longitud Aviso
A. Bahía de Santa Elena	10.92	-85.81	10.84	-85.67
B. Golfo de Papagayo	10.57	-85.67	10.51	-86
C. Punta Gorda	10.54	-85.78	10.18	-86
D. Cabo Blanco	9.94	-85.96	9.86	-85.67
E. Chira - Tempisque	10.14	-85.21	9.53	-85
F. Corcovado	8.52	-83.65	8.54	-84
G. Golfo Dulce	8.47	-83.21	7.88	-83.33
H. Isla del Caño	8.70	-83.89	8.87	-84
I. Barra Colorado	10.82	-83.58	10.84	-83.33
J. Cahuita	9.74	-82.82	9.86	-82.66

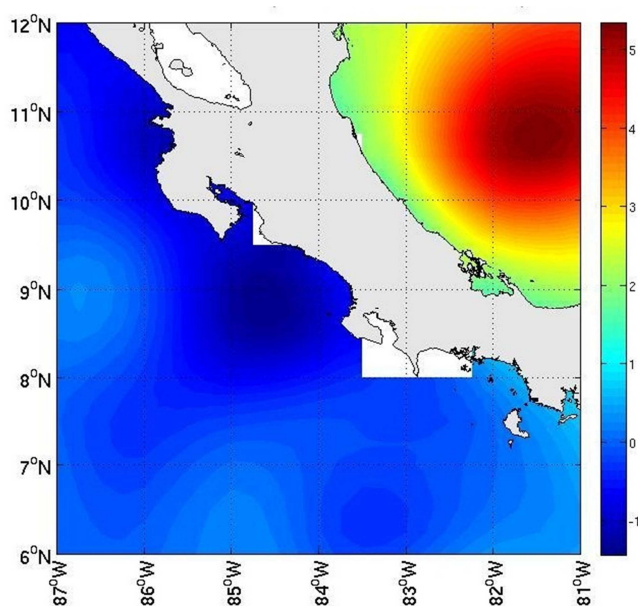


Ilustración 10 Tendencia lineal de la anomalía del nivel del mar en el área de estudio, periodo 1992-2011

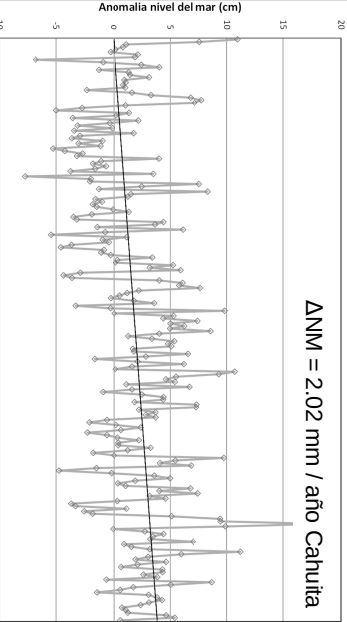
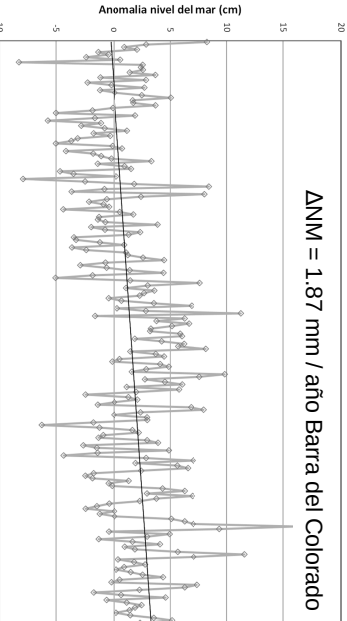
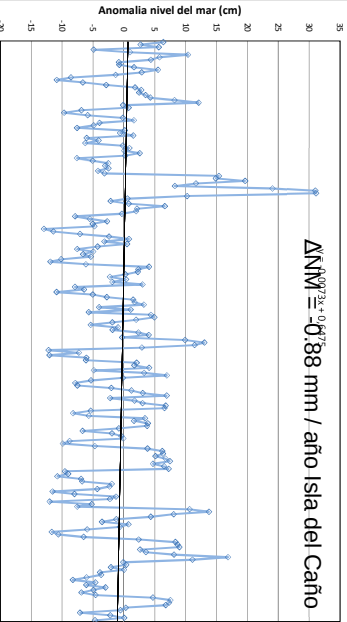
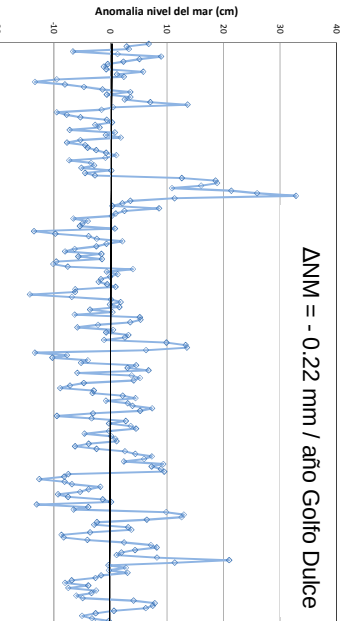
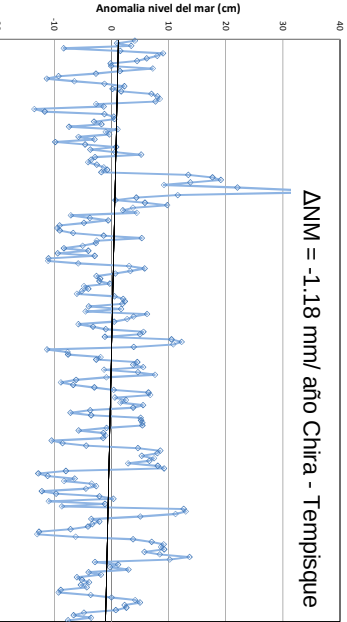
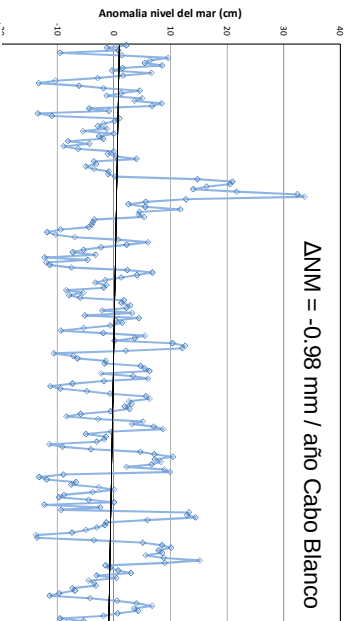
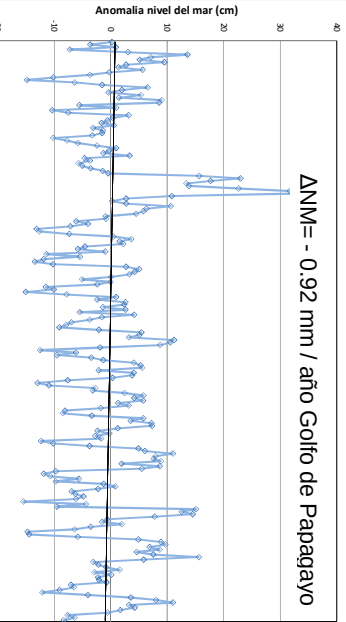
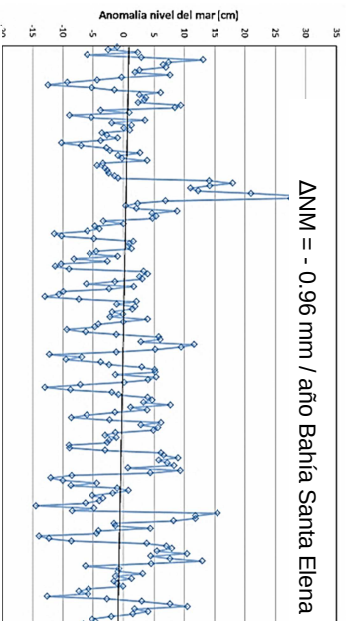


Ilustración 11 Anomalías del nivel del mar (en cm) provenientes de mediciones satelitales, en sitios de interés de la costa del Pacífico (B. Santa Elena, G. de Papagayo, Cabo Blanco, Chira - Tempisque, Golfo Dulce, y H. Isla del Caño) y de la costa del Caribe (Barra del Colorado y Cañueta) dic. 1992 – dic. 2011 (mediciones mensuales)

Las tendencias de los datos altimétricos medidos en puertos (**Ilustración 12**) son consistentes con las tendencias de los datos de mareógrafos en el Pacífico entre los años 1969 y 1991, no así los datos provenientes del mareógrafo de Puerto Limón (**Ilustración 13**). Es importante tener en cuenta que los datos satelitales proveen una referencia absoluta, mientras que los datos provenientes de mareógrafos son relativos a la tierra y por lo tanto incorporan errores relativos a procesos tectónicos y sedimentación.

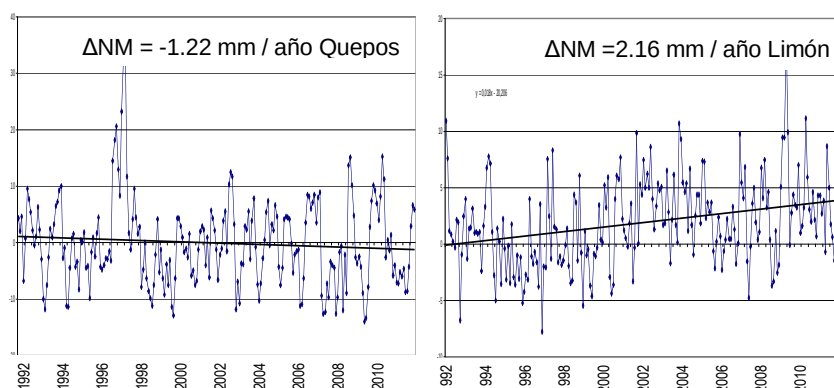


Ilustración 12 Anomalías del nivel del mar (en cm) provenientes de mediciones satelitales, en puertos de la costa del Pacífico (Quepos) y de la costa del Caribe (Puerto Limón), dic. 1992 – dic. 2011 (mediciones mensuales)

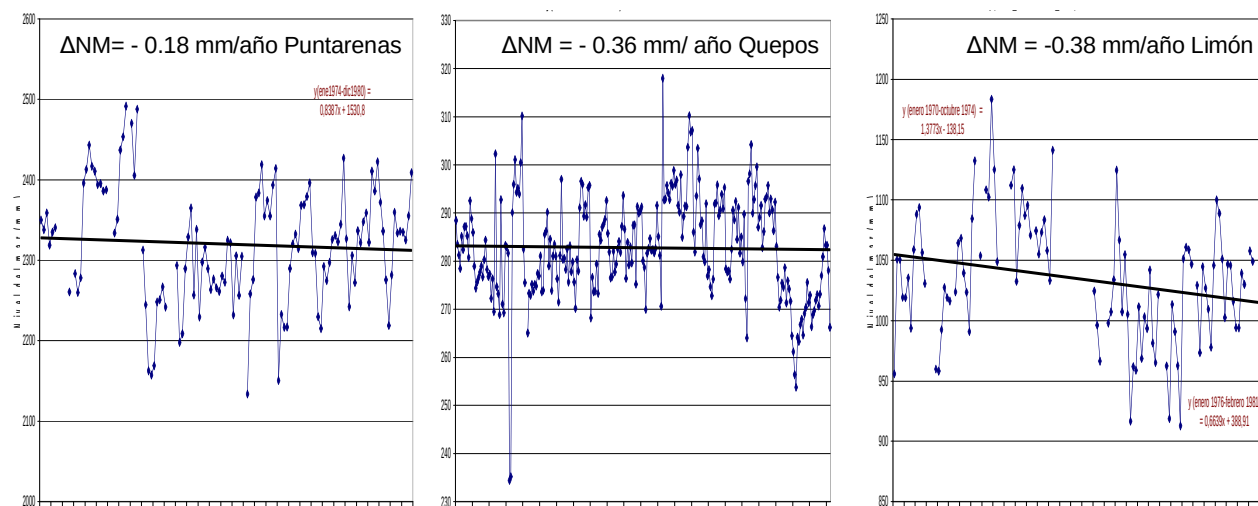


Ilustración 13 Cambio relativo del nivel del mar medido por mareógrafos en la costa del Pacífico (Puntarenas: ene 1970 – dic 1980 y Quepos: ene 1969 – mar 1991) y la costa del Caribe (Limón: ene 1970 – feb 1981) (mediciones mensuales)

Los datos altimétricos medidos a nivel global muestran que el nivel del mar no está subiendo uniformemente, principalmente porque el calentamiento no es uniforme (y por lo tanto la dilatación térmica tampoco) y porque existen efectos gravitacionales, variaciones salinas y cambios en la circulación oceánica: todo el Atlántico, con la excepción de la corriente del Golfo, muestra aumento, mientras que el Pacífico este muestra descenso del nivel del mar (Nicholls & Cazenave 2010). Los procesos tectónicos, cambios de corrientes oceánicas o forzamiento atmosférico pueden predominar en la tendencia local de cambio del nivel del mar: un estudio de tectónica y nivel del mar (con datos de altímetros y mareógrafos) en la península de Nicoya muestra que la interacción entre las placas tectónicas Coco y Caribe bajo la península es la principal causa de la disminución del nivel relativo del mar en el Pacífico norte de Costa Rica (Protti et al. 2010, ver Caja de texto).

En cuanto a proyecciones futuras, un estudio que integra la influencia del fenómeno ENOS a nivel de América Latina y el Caribe, muestra una tendencia de aumento del nivel del mar en ambas costas con valores de hasta 2,0 y 2,8 mm al año en las costas del Pacífico y del Caribe respectivamente para el periodo 2010 – 2040 (IH-UC 2011). Pero es importante considerar las tendencias mencionadas de cambio del nivel del mar para ambas costas, tomando en consideración su morfología, otros procesos relacionados con el CC, y los procesos tectónicos. En el Atlántico, el arco insular del Caribe protege a la costa de la acción del oleaje. La costa del Pacífico, aunque tiene sectores con acantilados bien desarrollados, tiene también importantes sistemas de lagunas y estuarios (golfos de Nicoya y Dulce) muy sensibles al aumento del nivel del mar. Mientras que en el Pacífico el rango de mareas vivas alcanza los 6 m, en el Atlántico son de 30 cm aproximadamente. Los vientos dominantes producen olas de hasta 3 m en la costa del Caribe, siendo menores en el Pacífico; por otro lado, en el Pacífico el fenómeno ENOS aumenta temporalmente hasta en 0,5 cm el nivel del mar (IH-UC 2011). Como conclusión ambas costas tienen exposición diferente a oleajes, mareas, fenómenos con el ENOS y vientos, además tienen fisiografías diversas; lo cual dificulta en esta etapa del estudio establecer zonas vulnerables al aumento del nivel del mar en el país.

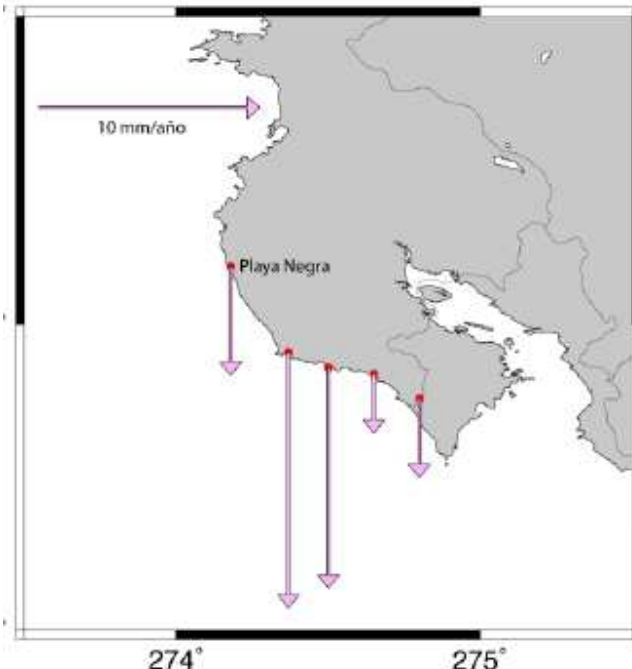
La combinación de los factores está causando erosión costera en ambos litorales del país. La actualización del atlas digital del país contrastó los límites de costa registrados en las hojas cartográficas del siglo pasado con los observados en imágenes satelitales recientes y documenta 30 alteraciones en ambas costas. En la costa Caribe, están relacionadas con el rompimiento de barreras protectoras de lagunas y humedales; en la costa Pacífico están relacionadas con el rompimiento de islas barrera; particularmente en el delta de Sierpe, se documentó la desaparición de islas de baja elevación y manglares (Ortiz Malavasi 2008). Visitas realizadas por investigadores del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica a playas de ambos litorales durante 20 años, señalan que en lo que va de este siglo se ha producido erosión en la mayoría de las playas del litoral Pacífico del país, proceso que se acentúa

durante los ciclos de mareas extraordinarias¹ y oleajes altos, el ENOS, y eventos extremos de precipitación (Lizano Rodríguez 2007). En una entrevista reciente, este autor señala que este proceso es empeorado por la destrucción de manglares y arrecifes, la contaminación que afecta los organismos costeros y los sedimentos generados por el mal manejo de las cuencas. Por lo anterior, se asume exposición al aumento del nivel del mar en ambas costas. Las playas más expuestas al oleaje en mar abierto son las más afectadas. A pesar de que no se conocen las causas, es evidente que hay un cambio en las líneas de costas que está afectando ecosistemas relevantes para la biodiversidad y los medios de vida locales.

Todas las playas (de arena fina y arena gruesa) están expuestas al aumento del nivel del mar en el mayor grado (nivel muy alto), asumiendo que la mayor parte de su extensión se encuentra entre 0 y 1 metro sobre el nivel del mar (Anexo 11). La inundación de deltas y humedales es un efecto inmediato del aumento del nivel del mar en las regiones costeras bajas (FitzGerald et al. 2008). El análisis basado en la fisiografía costera muestra que el aumento del nivel del mar afectaría principalmente las llanuras costeras de los sistemas de los ríos Tempisque y Sierpe en el Pacífico y las llanuras de Tortuguero – Parismina y el valle del río Sixaola en el Caribe (**Ilustración 14**), en concordancia con las tendencias observadas por CIMAR y Ortiz Malavasi.

¹ Las mareas extraordinarias son el resultado de la conjunción de las mareas astronómicas y los equinoccios de marzo y septiembre. Ambos fenómenos generan mayores niveles del mar.

Condiciones tectónicas del territorio costarricense (Ballestero & Salazar 2012). El territorio continental del país está en la placa tectónica Caribe y la Microplaca de Panamá (MP), que interactúan con las placas Nazca y Coco. La fricción entre ellas afecta de diferente manera las costas del Pacífico y el Caribe. El proceso dominante es la convergencia de las placas Coco y Caribe con subducción de la primera, ocasionando un ciclo sísmico que afecta la costa del Pacífico. La subsidencia se evidencia a lo largo de la costa del Pacífico de Guanacaste y el levantamiento se evidencia en la depresión del Tempisque y el Golfo de Nicoya. Datos de la red de Posicionamiento Global Satelital en Nicoya muestran que la costa en Playa Negra se ha movido en los últimos 3 años 22 mm/año en dirección N36°E y se hunde 5 mm/año. En 1950 un sismo rompió la zona de acoplamiento entre las placas Coco y Caribe bajo la península de Nicoya y produjo un importante levantamiento de la costa (~ 1 m). Infraestructura construida en los años de 1950 cerca de la playa y lejos de la línea de costa en marea alta, hoy queda sumergida en marea alta. En el flanco norte de la MP en el Caribe, se han registrado terremotos con magnitud 7, resultado del movimiento convergente de placas en la región de Osa, de 8 cm/año en el Pacífico entre las placas Coco y MP, con subducción de la placa Coco, y 1 cm/año en el Caribe en el borde entre las placas MP y Caribe, con subducción de la placa Caribe. En 1991 el sismo de Limón, de magnitud 7.6, produjo levantamiento en la costa Caribe de hasta 1.5 m.



Tasas de subsidencia medidas en los últimos tres años con la red de GPS de Nicoya

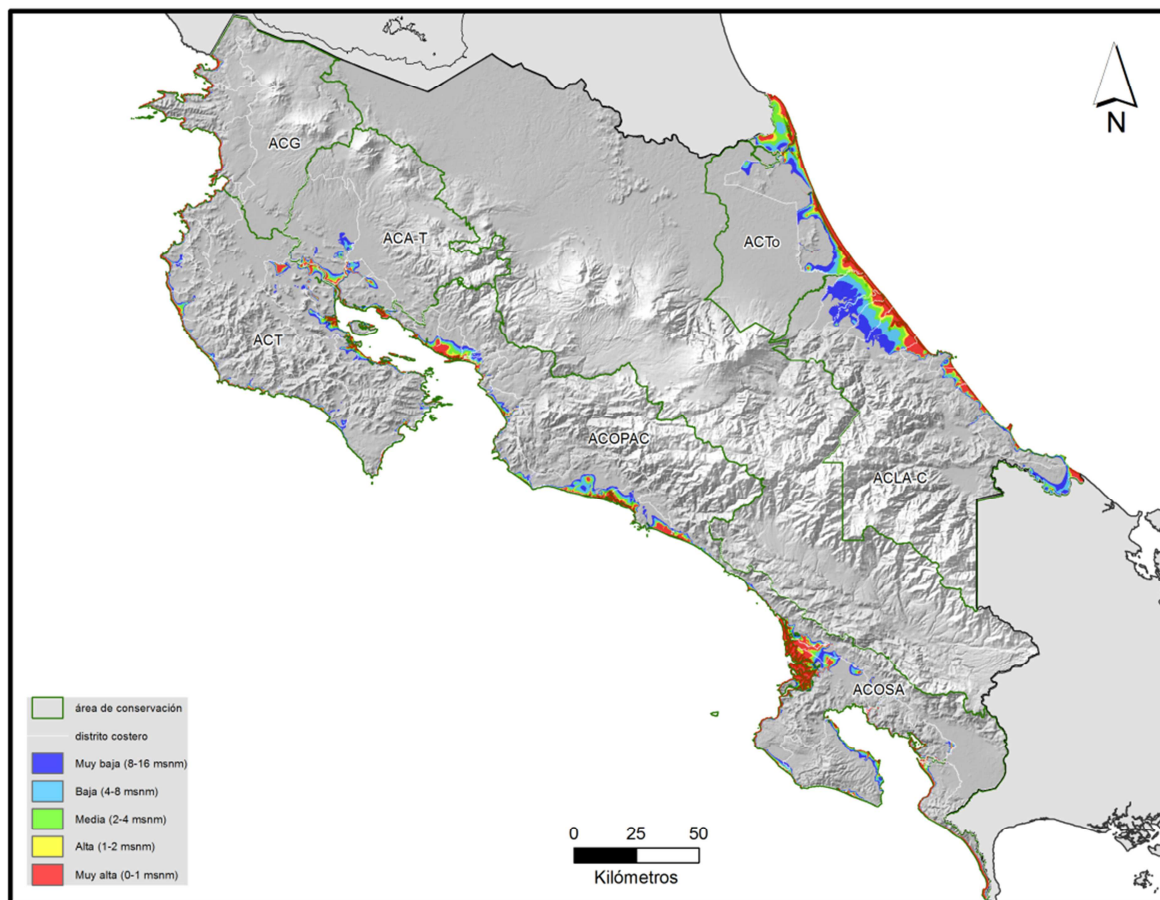


Ilustración 14 Exposición de las zonas costeras de Costa Rica al aumento del nivel del mar

IMPACTO POTENCIAL EN ELEMENTOS ECOLÓGICOS Y DE INFRAESTRUCTURA

Arrecifes de coral

El progresivo aumento de la TSM en la ZEE de Costa Rica está afectando la sostenibilidad de los arrecifes de coral en ambos litorales y en la isla del Coco. Actualmente los arrecifes del país no están bajo estrés térmico (excepto por algunos sectores del PN Cahuita). Sin embargo, se espera que para el periodo 2030-2039 (escenarios B1 y A2) los arrecifes del PN Santa Rosa, PN Manuel Antonio, PN Marino Ballena y de la Isla del Coco en el Pacífico, así como los del PN Cahuita en el Caribe tengan algún nivel de estrés térmico (**Ilustración 15**). Para el periodo 2090-2099 (escenarios B1 y A2) el estrés térmico aumentará al nivel de alerta 2 (muy alto) para todos los arrecifes.

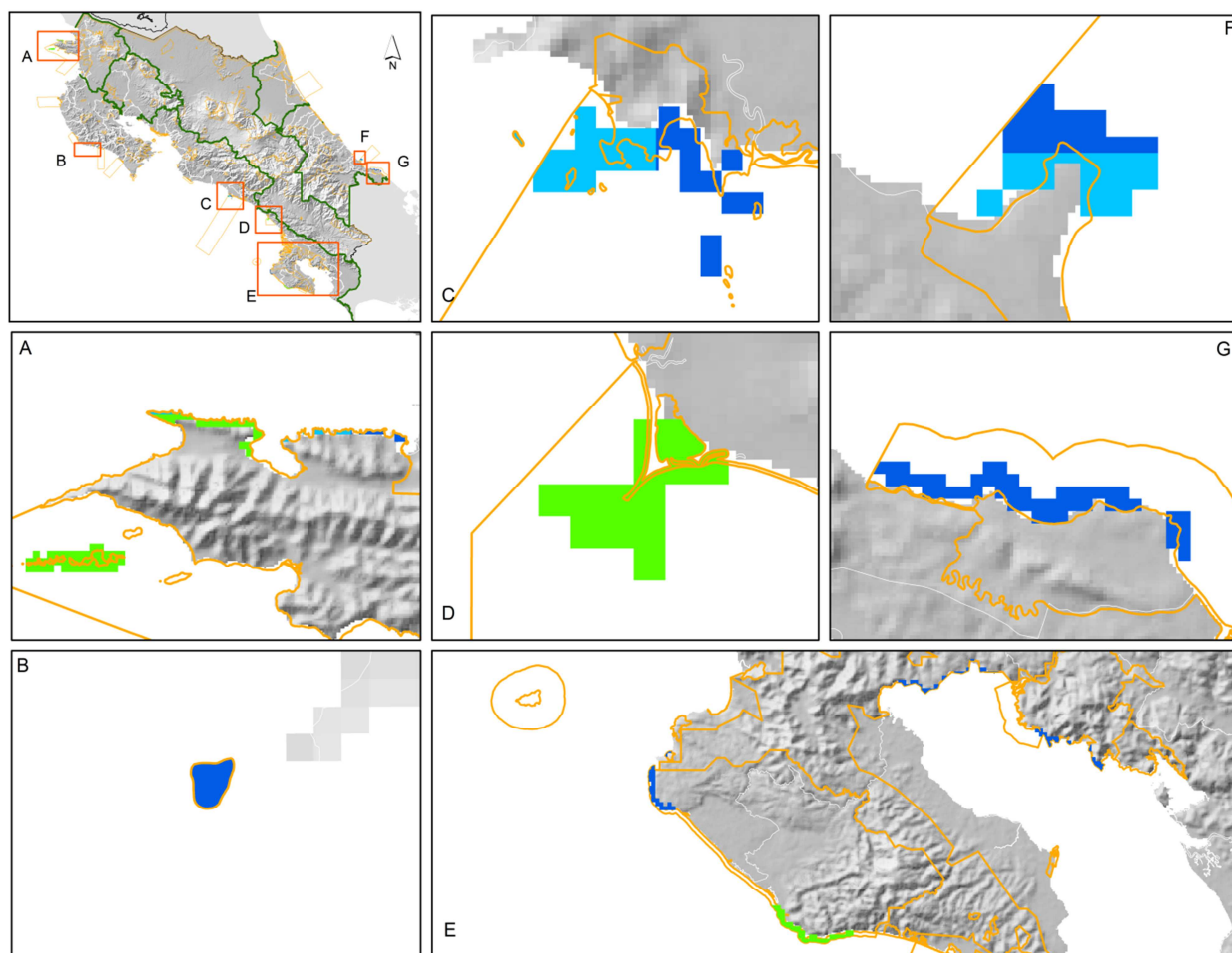


Ilustración 15 Impacto potencial del aumento de la temperatura superficial del mar en arrecifes de coral de áreas silvestres protegidas del área de estudio, periodo 2030-2039, B1 y A2. Escala: azul (sin estrés térmico), celeste (bajo nivel de estrés térmico) y verde (estrés térmico acumulándose). Las líneas de color verde y naranja señalan respectivamente los límites de las áreas de conservación y de las ASP.

Este proceso afectaría también arrecifes no protegidos en Punta Gorda - Punta Pargos y Cabo Blanco (vacíos prioritarios de conservación), así como también arrecifes en Punta Tambor y Negritos - San Lucas y en las áreas aledañas al PNM Ballena en el Pacífico, y entre Gandoca y Cahuita en el Caribe (vacíos de conservación prioritarios).

El Anexo 7 muestra el área de arrecifes dentro de las ASP bajo cada nivel de estrés térmico en cada periodo analizado.

Pastos marinos

Actualmente los pastos de algunos sectores del PN Cahuita y del HN Cariari en el Caribe están bajo estrés térmico medio. Para el periodo 2030-2039 (escenarios B1 y A2) se espera que los pastos de estos lugares en el Caribe sigan bajo estrés térmico, y que los pastos remanentes en el PN Marino Ballena y el HN Terraba Sierpe en el Pacífico estén bajo estrés térmico medio (**Ilustración 16**). Para el periodo 2090-2099 (escenarios B1 y A2) el estrés térmico aumentará al nivel de alerta 2 (muy alto) para todos los pastos.

Todos los pastos marinos remanentes en el Caribe están protegidos (no hay vacíos de conservación relacionados a este objeto).

El Anexo 8 muestra el área de pastos marinos dentro de las ASP bajo cada nivel de estrés térmico en cada periodo analizado.

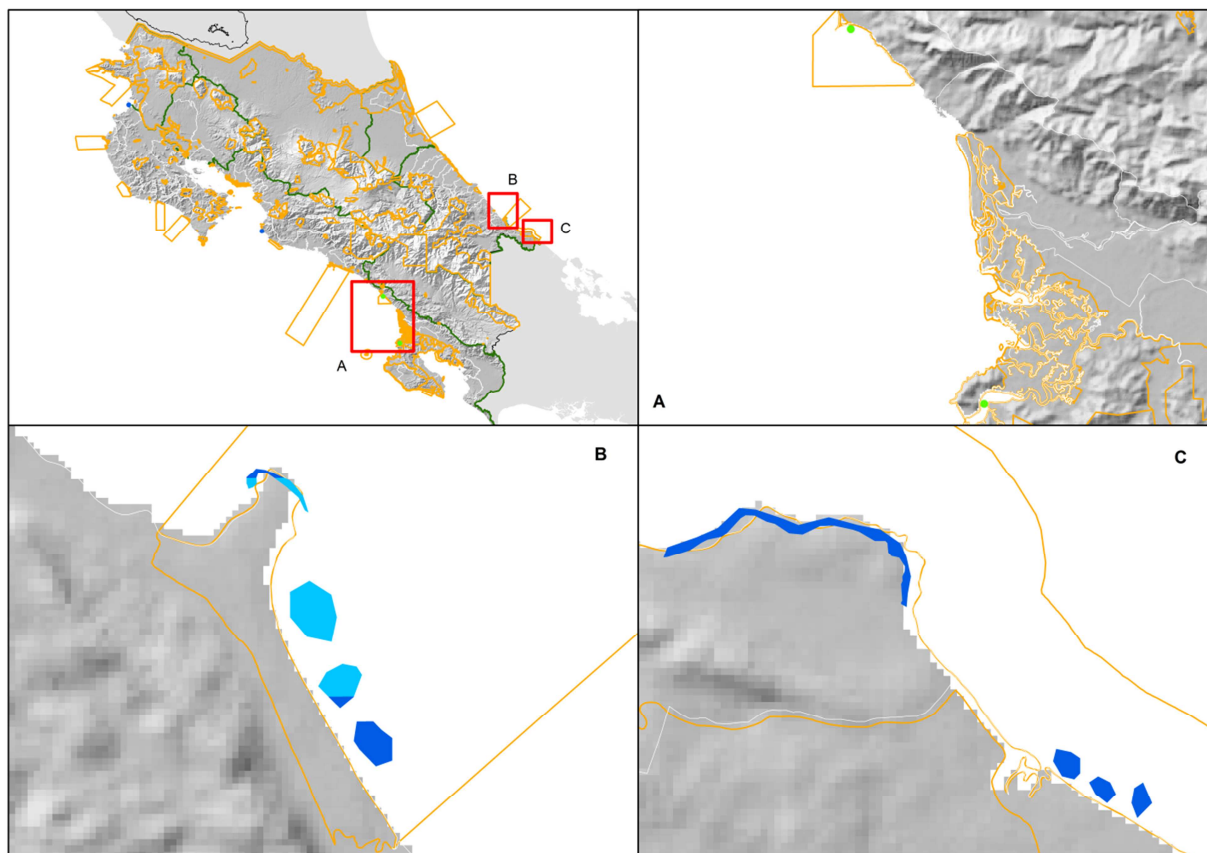


Ilustración 16 Impacto potencial del aumento de la temperatura superficial del mar en pastos marinos de áreas silvestres protegidas del área de estudio, periodo 2030-2039, A2. Escala: azul (sin estrés térmico), celeste (bajo nivel de estrés térmico) y verde (estrés térmico acumulándose). Las líneas de color verde y naranja señalan respectivamente los límites de las áreas de conservación y de las ASP

Estuarios

Actualmente ninguno de los estuarios del litoral del Pacífico estaría bajo estrés térmico. Para el periodo 2030-2039 se espera que el Golfo de Nicoya tenga algunos sectores con estrés térmico de bajo a alto, el Estero Damas tenga algunos sectores con estrés medio y que todos los estuarios de Terraba Sierpe y Golfito estén bajo estrés térmico medio (**Ilustración 17**). Para el periodo 2090-2099 (escenarios B1 y A2) el estrés térmico aumentará al nivel de alerta 2 (muy alto) para todos los estuarios.

Todos estos esteros representan vacíos de conservación del SINAC (Chira - Tempisque y Golfo Dulce), pues las ASP que colindan con ellos tienen poco o ningún territorio marino.

El Anexo 9 muestra el área de estuarios dentro de las ASP bajo cada nivel de estrés térmico en cada periodo analizado.

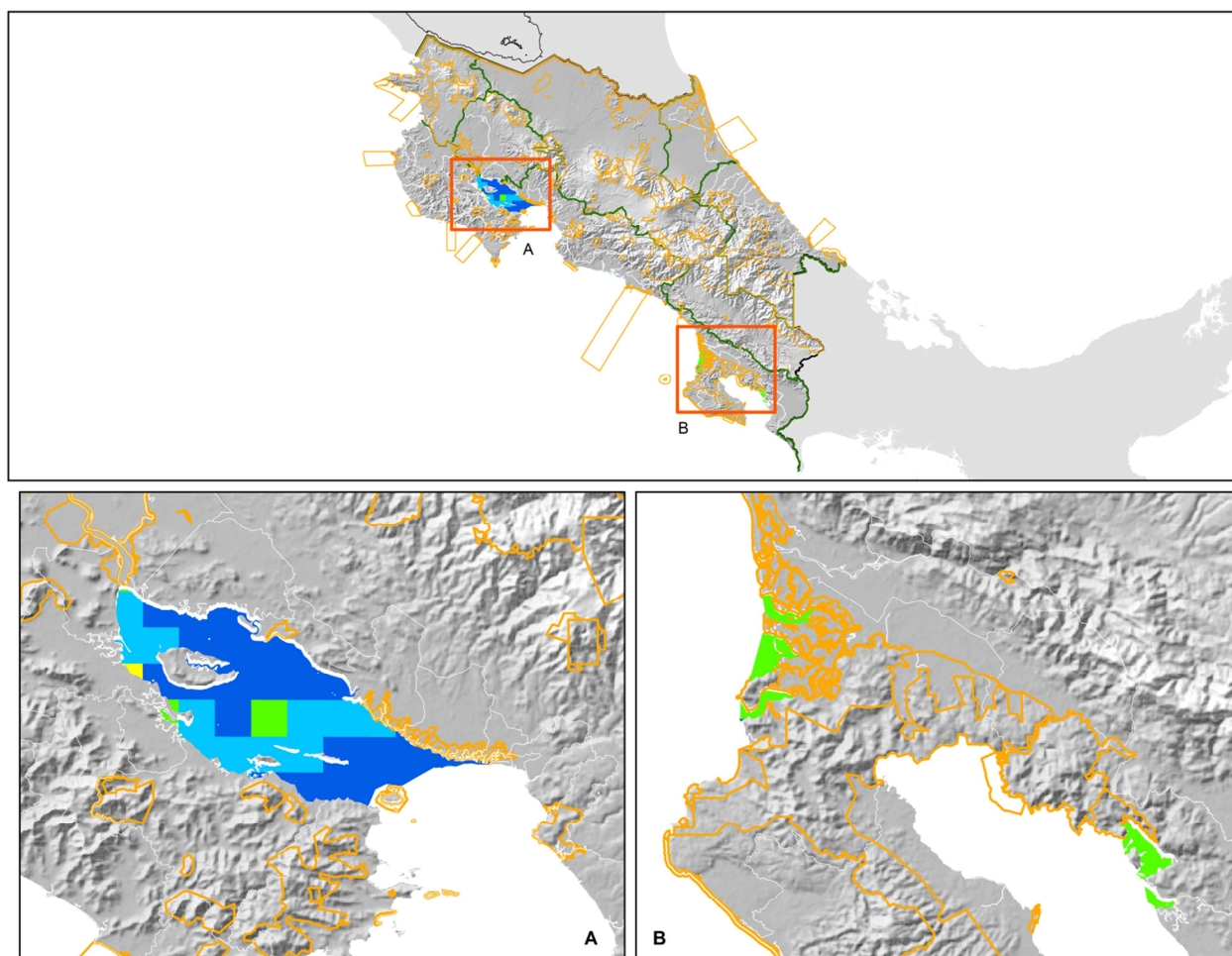


Ilustración 17 Impacto potencial actual del aumento de la TSM en estuarios, 2030 - 2039 A2. Escala: celeste o bajo y verde o medio. Las líneas de color verde y naranja señalan respectivamente las áreas de conservación y las ASP

Manglares

Los manglares, en ambas costas y en la isla del Coco, no estarían siendo afectados ni por las anomalías actuales de la TSM ni para las proyectadas en escenarios futuros (periodos 2030 – 2039 y 2090 – 2099, escenarios B1 y A2), porque las temperaturas máximas de la superficie del mar no superan sus umbrales críticos de sensibilidad considerados en el análisis. Por lo tanto, el impacto potencial actual y futuro del aumento de la TSM es en todos los casos muy bajo. Asimismo, el impacto potencial del aumento de la temperatura del aire en los manglares proyectado para el periodo 2070 – 2099 es bajo en toda la extensión del área de estudio para los escenarios considerados. *Estos resultados deben tomarse con precaución, pues la escala de sensibilidad utilizada es general y no considera los impactos en especies individuales ni en el área de Costa Rica.*

El proceso del cambio climático más crítico para los manglares es el aumento del nivel del mar: el impacto potencial de este proceso es muy alto en todos los manglares de las costas del Pacífico y del Caribe en Costa Rica (**Ilustración 18**).

Las evaluaciones paleobotánicas indican que los manglares tienen cierta resiliencia ante previas fluctuaciones del nivel del mar, si este proceso no es acelerado y si existe un espacio adecuado para su migración tierra dentro (Mcleod & Salm 2006). Además de estos factores, la tasa de ingreso y transporte de sedimentos es un factor determinante de la sensibilidad de los manglares al aumento del nivel del mar, así como la erosión costera (Soares 2009). El examen de la distribución de los manglares en la costa del Pacífico revela que probablemente los manglares de “tierra dentro” (por ejemplo, en las desembocaduras del río Térraba) tengan una sensibilidad diferente ante el aumento del nivel del mar a la de los manglares que están en zonas costeras abiertas. Una revisión de las amenazas del CC a los manglares (Gilman et al. 2008), define que el aumento del nivel del mar amenaza más a los manglares cuyo sustrato de sedimentos sea más vulnerable, pero es necesario más investigación para evaluar la respuesta de manglares en diferentes situaciones.

Es importante considerar que los manglares no incluidos dentro del SINAC, están protegidos por la Ley Forestal, aunque sin una categoría de manejo.

El Anexo 10 muestra el área de manglares dentro de las ASP bajo cada nivel de impacto potencial de cada uno de estos procesos.

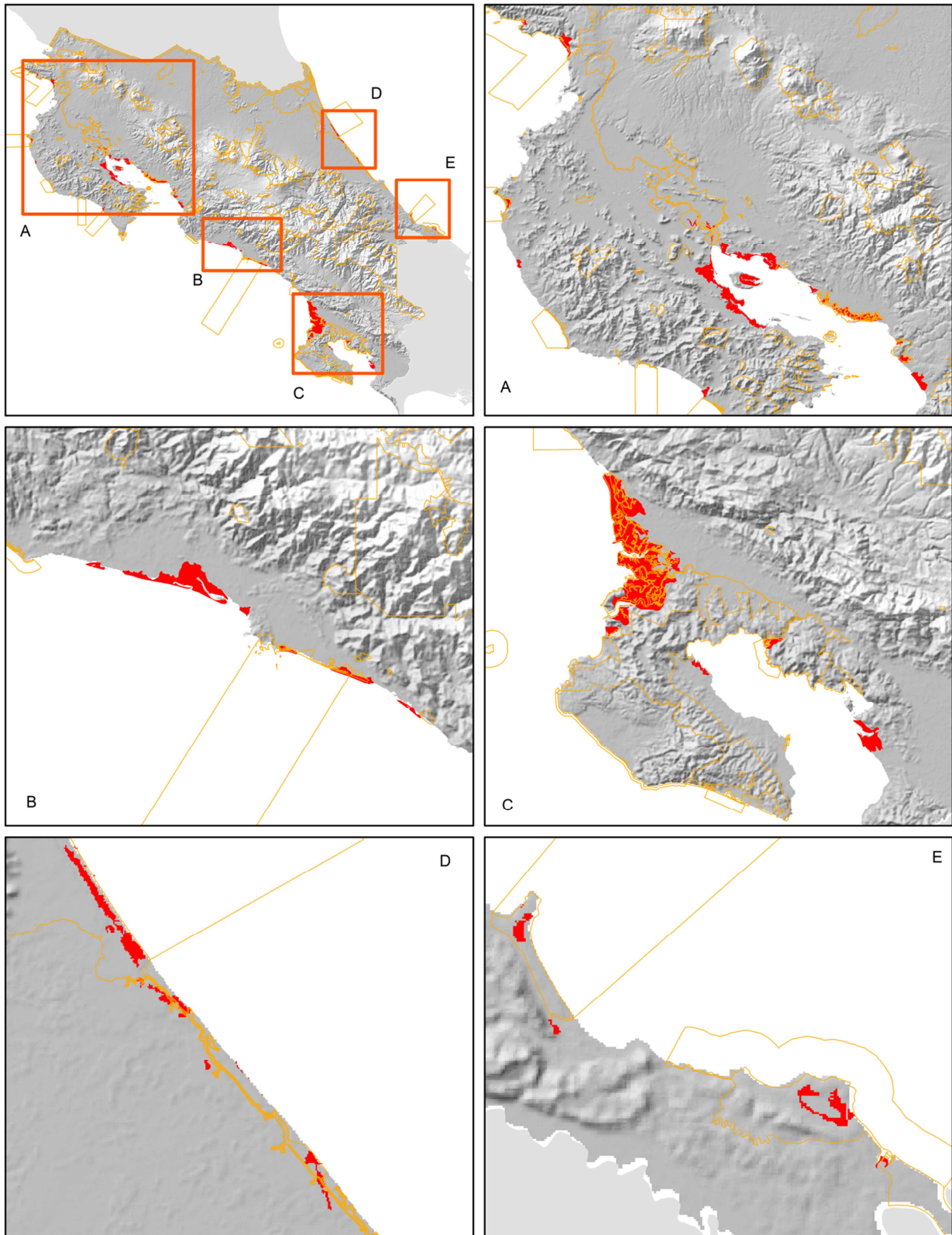


Ilustración 18 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en manglares. Escala: rojo o muy alta (elevación < 1 m).

Playas de anidamiento de tortugas

Para el periodo 2070-2099, el impacto potencial de los aumentos proyectados en la temperatura del aire en toda la extensión de playas de anidamiento es muy bajo considerando los escenarios de emisiones B1; considerando los escenarios de emisiones A2, la mayoría de playas tendrían un impacto potencial bajo, excepto en Osa y en algunos sectores del Caribe sur donde es medio (**Ilustración 19**).

El impacto potencial del aumento del nivel del mar es muy alto, pues es un proceso mucho más importante en las playas, considerando la lógica de establecimiento de los nidos. Es decir, las playas son finitas y diferentes elementos (oleaje, fisiografía de las costas, ocupación por infraestructura urbana y hotelera, entre otros) aumentan su sensibilidad en ambas costas (**Ilustración 20**).

Es importante considerar este impacto potencial en vacíos de conservación de playas de anidación de tortugas, como Golfo de Papagayo, Punta Gorda - Punta Pargos, Dominical - Sierpe en el Pacífico, así como Gandoca en el Caribe.

El Anexo 11 muestra la longitud de playas de anidamiento bajo cada nivel de impacto potencial de estos procesos.

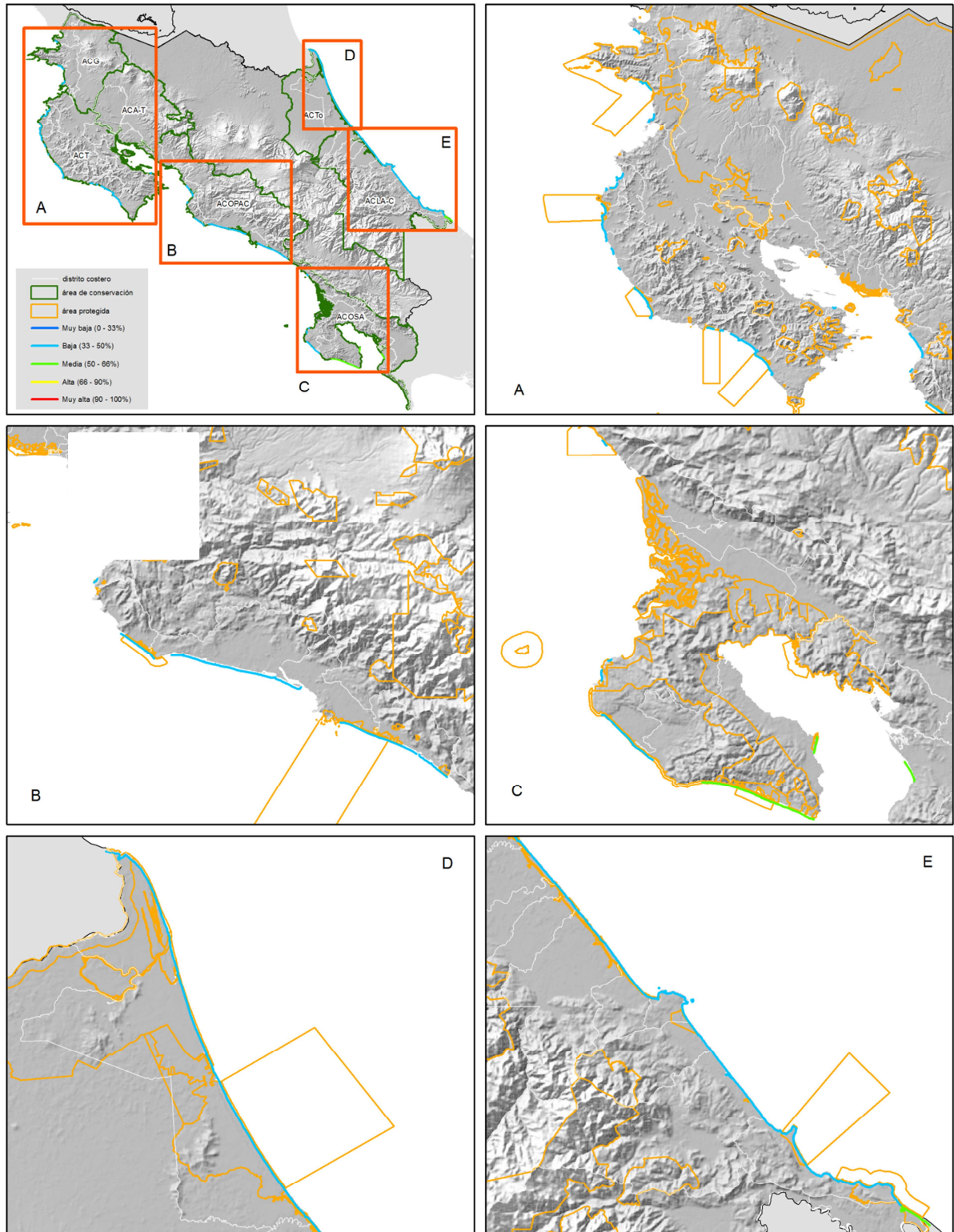


Ilustración 19. Impacto potencial del aumento de la temperatura del aire en playas de anidamiento de tortugas, periodo 2070-2099, escenarios de emisiones A2. Escala: celeste o baja y verde o media. Las líneas verde y naranja señalan respectivamente los distritos, las áreas de conservación y las ASP

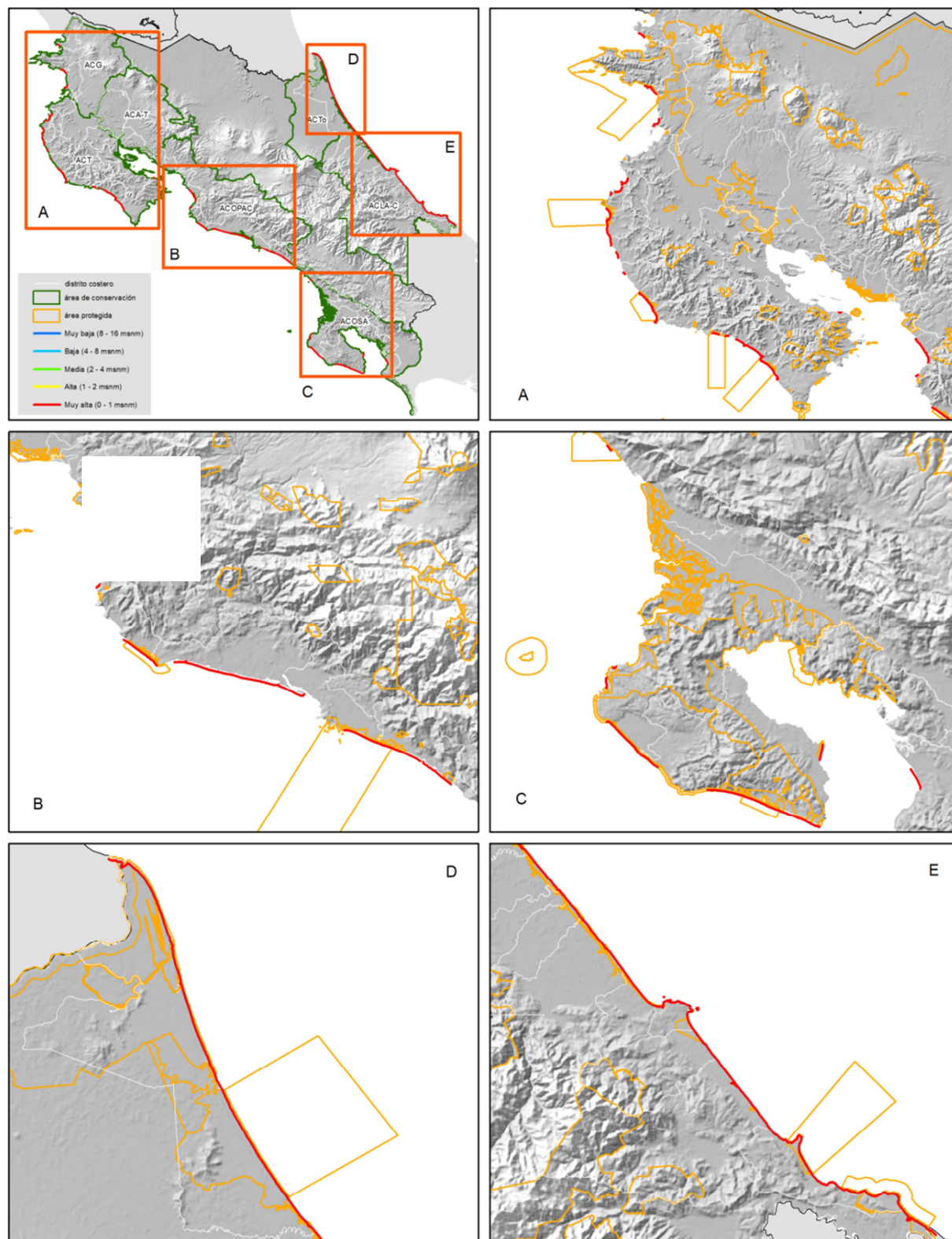


Ilustración 20 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en las playas de anidamiento de tortugas. Escala: rojo o muy alta (elevación < 1 m)

Humedales y lagunas costeras

El impacto potencial del aumento del nivel del mar en toda la extensión de humedales y lagunas costeras de ambas costas es muy alta, siendo las ASP afectadas más importantes el RVS Pejeperro (**Ilustración 21A**), el RVS Barra del Colorado y el PN Tortuguero (**Ilustración 21 B**) y el RVS Gandoca Manzanillo y el HN Cariari (**Ilustración 21 C**).

El Anexo 12 muestra el área de humedales y lagunas costeras bajo cada nivel de impacto potencial del aumento del nivel del mar.

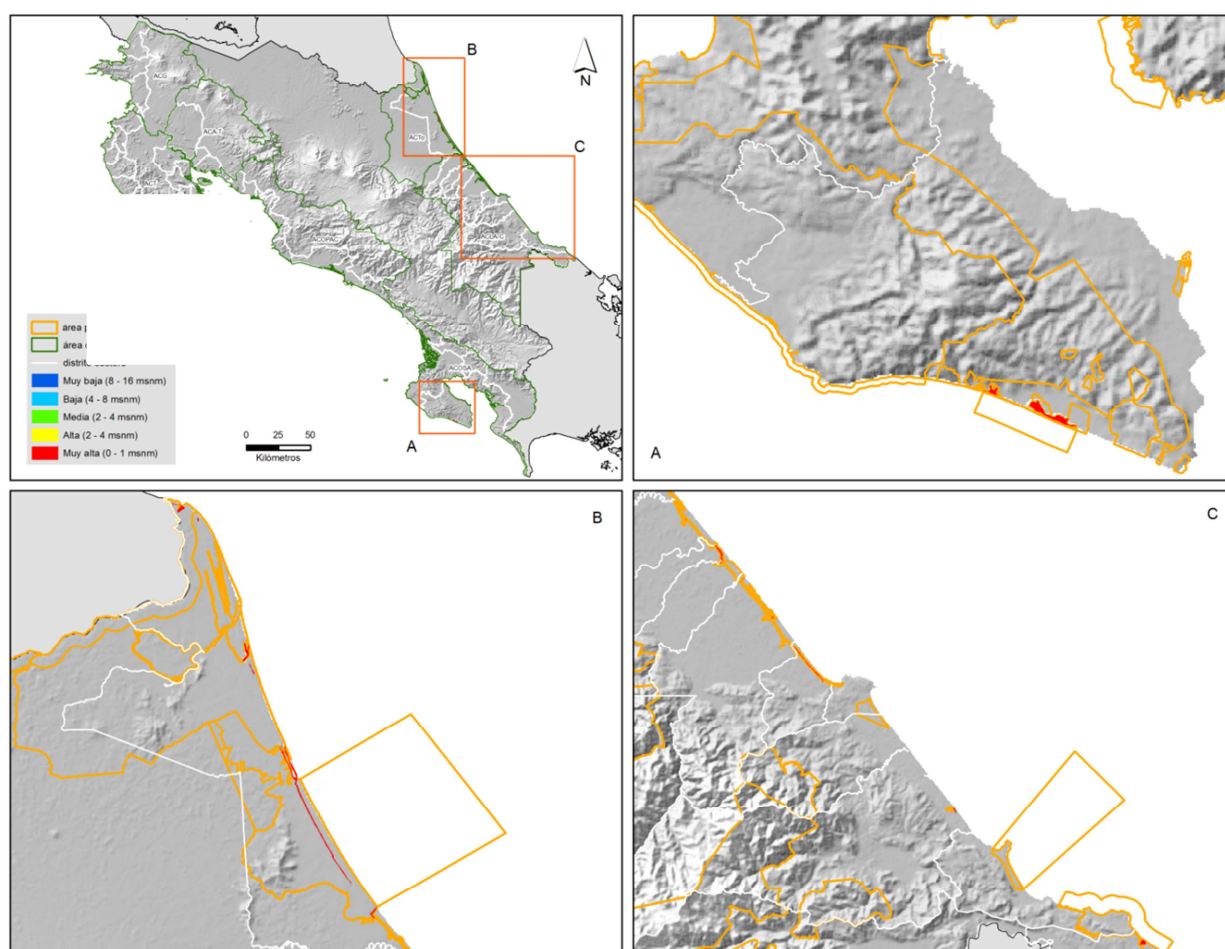


Ilustración 21 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en humedales y lagunas costeras. Escala: rojo o muy alta (elevación < 1 m)

Bosques naturales

La mayor parte de los bosques (91% en el Pacífico y 51% en el Caribe), considerando su distribución en áreas de vocación forestal y excluyendo los manglares, no está expuesta al aumento del nivel del mar. Sin embargo, los bosques en la costa Caribe (**Ilustración 22 D y E**) están más expuestos por su fisiografía, así como en sectores del PN Santa Rosa, PN Palo Verde (**Ilustración 22 A**), PN Manuel Antonio (**Ilustración 22 B**) y el HN Térraba Sierpe (**Ilustración 22 C**).

En escenarios de emisiones B1, el impacto potencial del aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación en los bosques de las ASP de la costa del Pacífico es muy bajo (35%, bosques del ACG y parte de ACOSA), alto (15%, principalmente bosques de ACA-T, ACOPAC y parte de ACOSA) y muy alto (42%, principalmente bosques de ACT y parte de ACOSA); en la costa Caribe el impacto potencial en los bosques es muy bajo. Es decir, se proyectan cambios sustanciales en los tipos de vegetación terrestre potencial principalmente en las áreas de conservación de la costa del Pacífico (**Ilustración 23**).

Para escenarios de emisiones A2, las posibilidades altas de cambio se generalizan en dichas zonas (**Ilustración 24**, Anexo 12). En función a lo anterior, los bosques primarios de las ecorregiones predominantes en la costa del Pacífico - bosque húmedo estacional (Tempisque), bosques secos de Centro América (ACT y ACA-T) y bosque húmedo Ístmico-Pacífico (ACOPAC y ACOSA) - tienen una alta posibilidad de sufrir cambios en su densidad y estructura, aumentando la cobertura arbustiva y de pastos. El Anexo 13 muestra el área de bosques bajo cada nivel de impacto potencial de estos procesos.

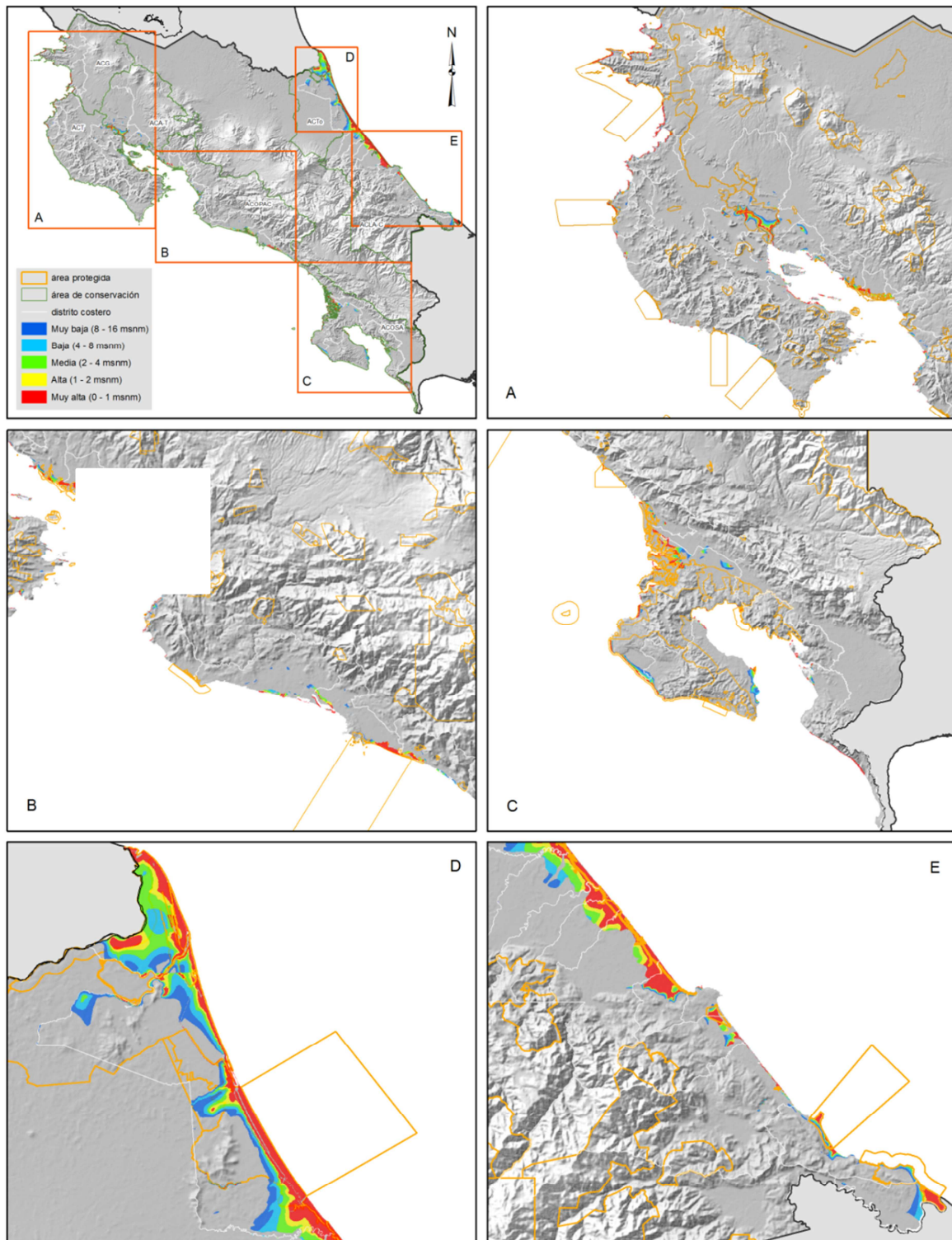


Ilustración 22 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en los bosques. Escala: azul o muy bajo, celeste o bajo, verde o medio, amarillo o alto y rojo o muy alto

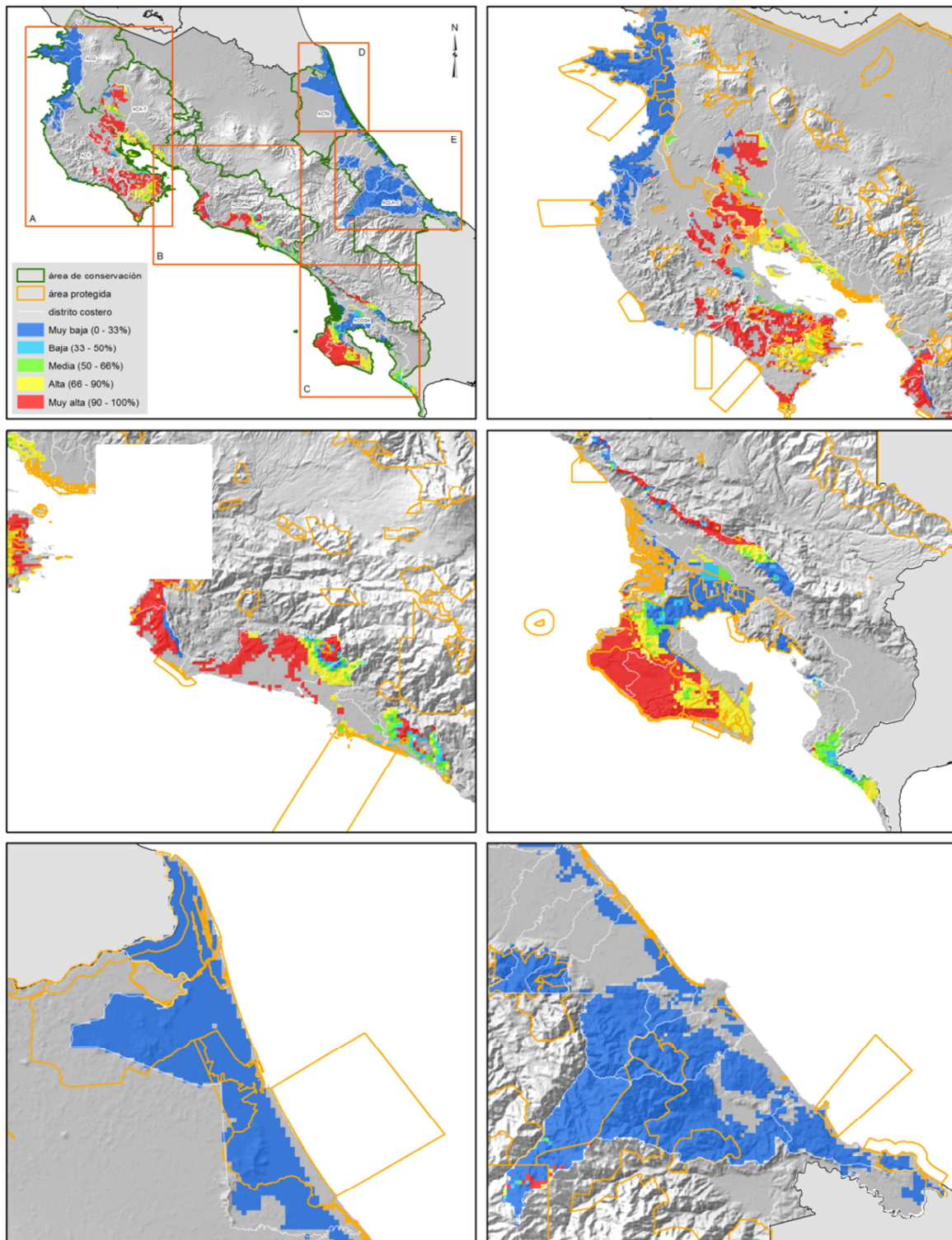


Ilustración 23 Probabilidad de cambio de la vegetación terrestre potencial del área de estudio a cambios de precipitación y temperatura, período 2070-2099, escenarios de emisiones B1. Escala: azul o muy baja (0-33%), celeste o baja (33-50%), verde o media (50 – 66%), amarilla o alta (66-90%) y rojo o muy alta (90-100%). Las líneas de color verde y naranja señalan respectivamente las áreas de conservación y las ASP

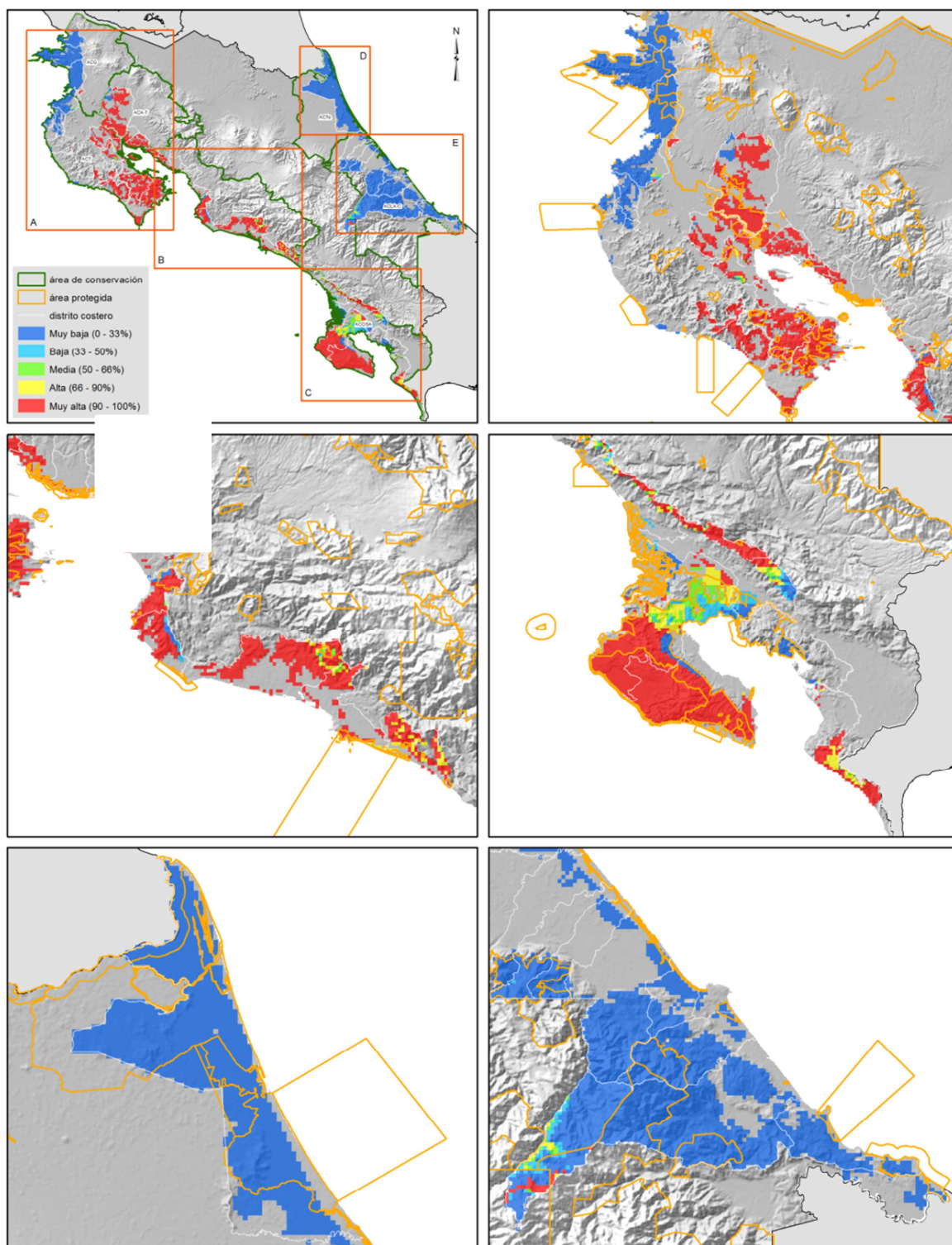


Ilustración 24 Probabilidad de cambio de la vegetación terrestre potencial del área de estudio a cambios de precipitación y temperatura, período 2070-2099, escenarios de emisiones A2. Escala: azul o muy baja (0-33%), celeste o baja (33-50%), verde o media (50 – 66%), amarilla o alta (66-90%) y rojo o muy alta (90-100%). Las líneas de color verde y naranja señalan respectivamente las áreas de conservación y las ASP

Suelos con capacidad de uso agrícola

La mayor parte de los suelos con capacidad de uso agrícola (85% y 56% en el Pacífico y el Caribe respectivamente) no está expuesta al aumento del nivel del mar, aunque hay áreas con niveles altos y muy altos de impacto potencial del aumento del nivel del mar entre Chomes y Pitahaya en el Pacífico Central, al este y sur de Cortés, en el Pacífico Sur y entre Limón y Tuba Creek, en el Caribe Sur. También hay una extensión importante de suelos con impacto potencial de este proceso entre Guápiles y Siquirres, pero con un nivel de sensibilidad baja y muy baja (**Ilustración 25**). De los 59 distritos costeros, solo 8 tienen 10% o más de sus suelos de capacidad de uso agrícola en niveles de sensibilidad alta o muy alta.

Los procesos más críticos para la agricultura serían la reducción de la precipitación y el aumento de la temperatura del aire. En escenarios de emisiones B1 y A2, el impacto potencial predominante de estos procesos en los suelos de capacidad de uso agrícola en los distritos costeros es alto (40% y 20% en el Pacífico y el Caribe respectivamente) y muy alto (42% y 72% en el Pacífico y el Caribe respectivamente) (**Ilustración 26**). Esto sugiere que los tipos de cultivos instalados en los suelos de capacidad de uso agrícola tienen una alta posibilidad de sufrir cambios, perdiéndose cultivos permanentes e incrementándose el área de cultivos tipo C4 como caña de azúcar.

El Anexo 14 muestra el área de suelos de capacidad agrícola bajo cada nivel de impacto potencial de estos procesos.

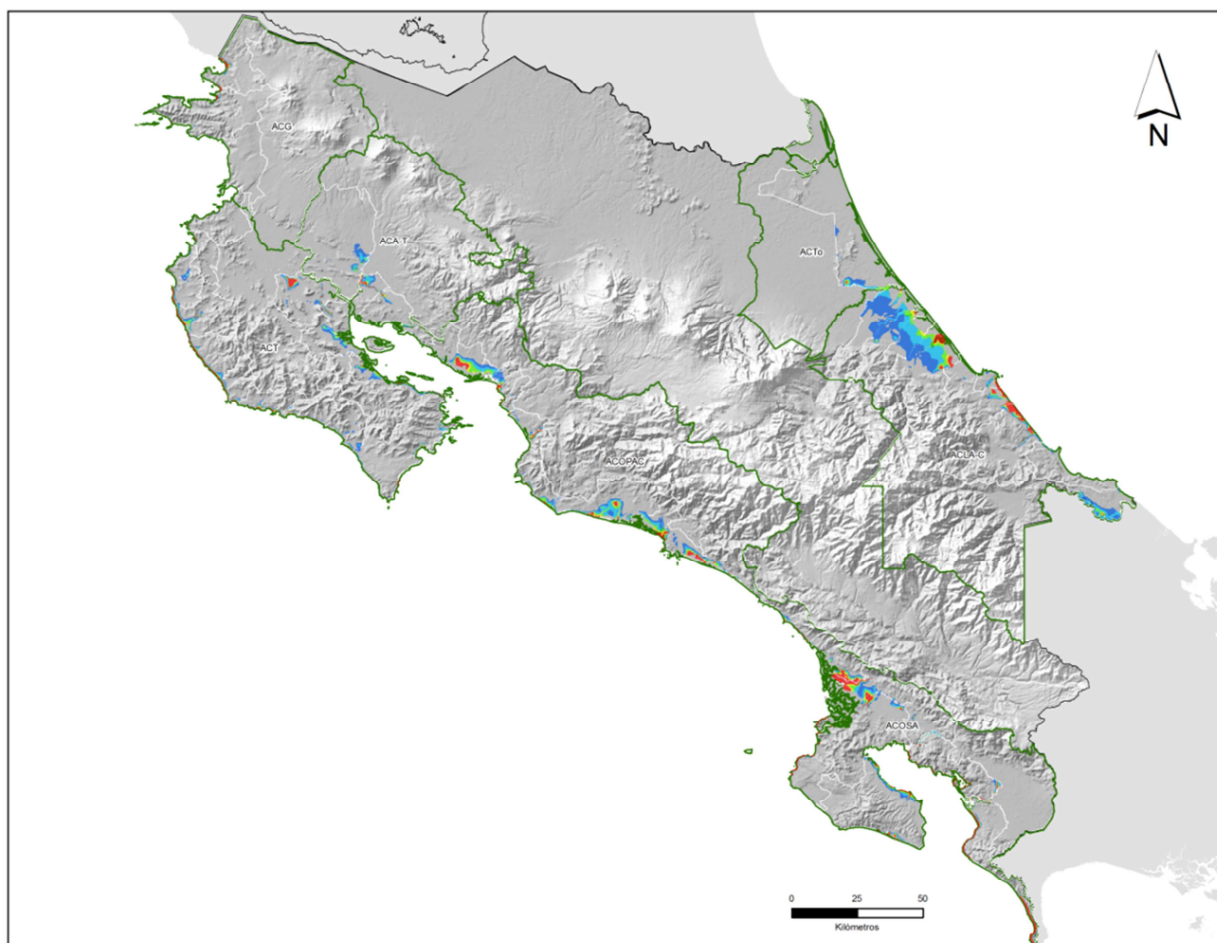


Ilustración 25 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en los suelos con capacidad de uso agrícola. Escala: azul o muy bajo, celeste o bajo, verde o medio, amarillo o alto y rojo o muy alto. Las líneas de color blanco y verde señalan los distritos y las áreas de conservación

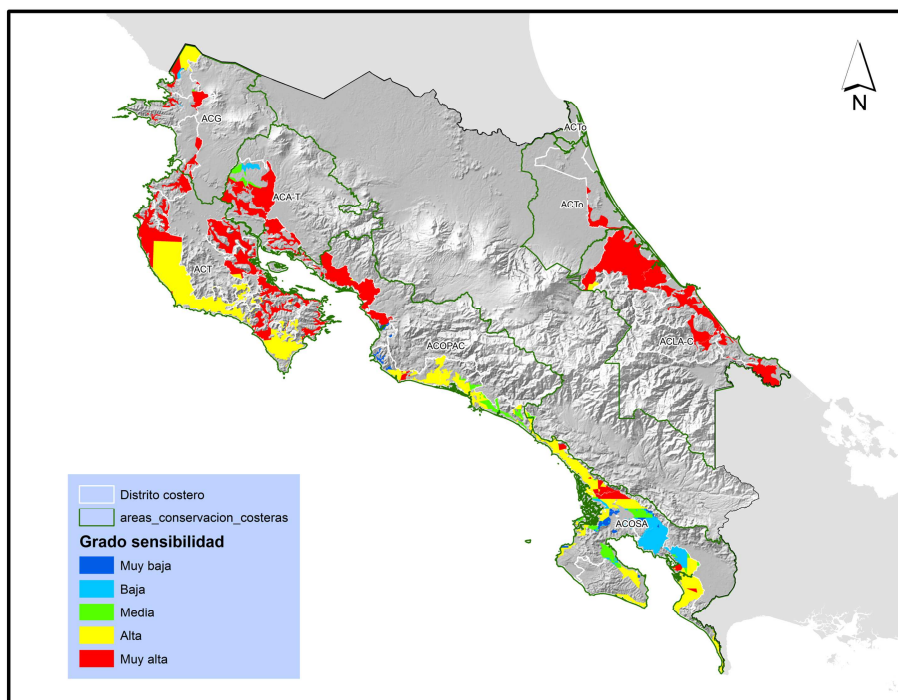


Ilustración 26 Impacto potencial de los cambios de precipitación y temperatura en términos de probabilidad de cambio de cultivos agrícolas, periodo 2070-2099, escenarios de emisiones B1 (arriba) y A2 (abajo). Escala: azul o muy baja (0-33%), celeste o baja (33-50%), verde o media (50 – 66%), amarilla o alta (66-90%) y rojo o muy alta (90-100%). Las líneas de color blanco y verde señalan los distritos y las áreas de conservación

Zonas urbanas

La mayor parte de las zonas urbanas costeras no está expuesta al aumento del nivel del mar. La distancia al mar o al río o delta más cercano de estas zonas varía entre 0 (puertos y balnearios) y 23 km (Bagaces), obviamente las zonas más cercanas al mar tienen áreas con impacto potencial alto y muy alto, mientras las que están más alejadas no están expuestas (**Ilustración 27**).

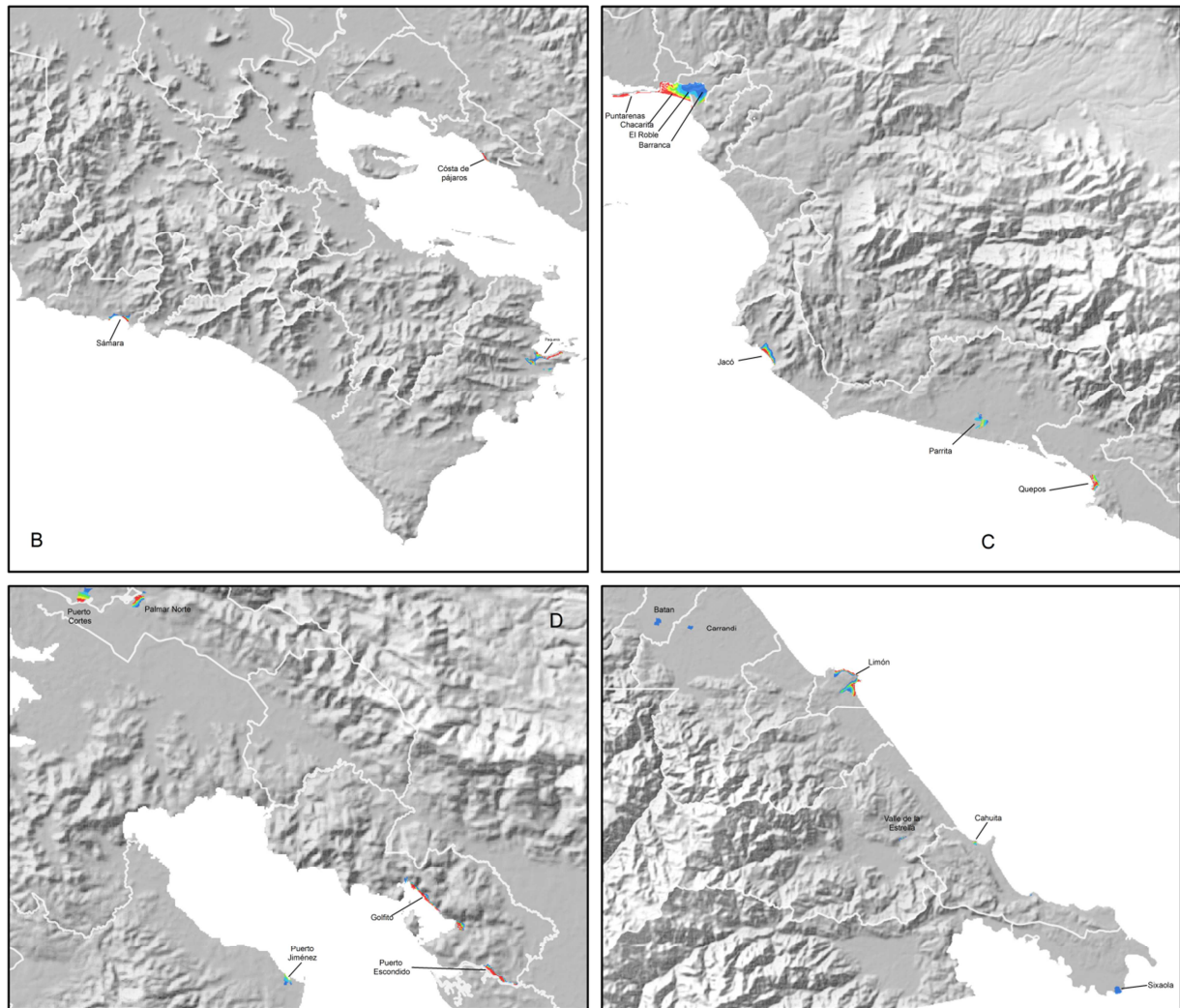


Ilustración 27 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en las principales zonas urbanas costeras de Costa Rica. Escala: azul o muy bajo, celeste o bajo, verde o medio, amarillo o alto y rojo o muy alto

En términos de habitantes (considerando la población del año 2000), hay una alta proporción (70%, aproximadamente 61,000 personas) en zonas urbanas del Pacífico expuestas al aumento del nivel de mar (principalmente el conjunto urbano Puntarenas-Chacarita-El Roble-Barranca y Golfito), ya que estas zonas (puertos y balnearios, a la vez capitales de provincia, cantón o distri-

to) están más densamente pobladas. En el Caribe la proporción expuesta es menor (37%, aproximadamente 17,300 personas), pues la mayoría de zonas urbanas están a más de 10 km de la costa (solo Puerto Limón y Cahuita son estrictamente costeras).

El Anexo 15 muestra el área de zonas urbanas y cantidad de habitantes bajo cada nivel de impacto potencial del aumento del nivel del mar.

El impacto potencial del aumento de la temperatura del aire es muy bajo para todas las zonas urbanas de los distritos costeros en el escenario de emisiones B1. En el escenario de emisiones A2, el impacto potencial del aumento de la temperatura del aire sería bajo en casi todo el país, pero en Palmar, Puerto Jiménez y Golfito - Pavón (ACOSA) sería medio; con consecuencias probables para la salud pública.

Red de carreteras y caminos

La mayor parte de la extensión de la red de caminos y carreteras (83% y 63% en el Pacífico y el Caribe respectivamente), no está expuesta al aumento del nivel del mar. La red tiene algunos sectores con niveles muy altos de sensibilidad, principalmente los ramales que comunican las poblaciones costeras y puertos a las carreteras principales en el Pacífico, y una porción de la carretera 36 que comunica Limón con Panamá (**Ilustración 28**). De los 59 distritos costeros, 13 tienen el 10% o más de sus vías de comunicación en niveles de sensibilidad alta o muy alta.

El Anexo 16 muestra la longitud de carreteras y caminos bajo cada nivel de impacto potencial del aumento del nivel del mar.

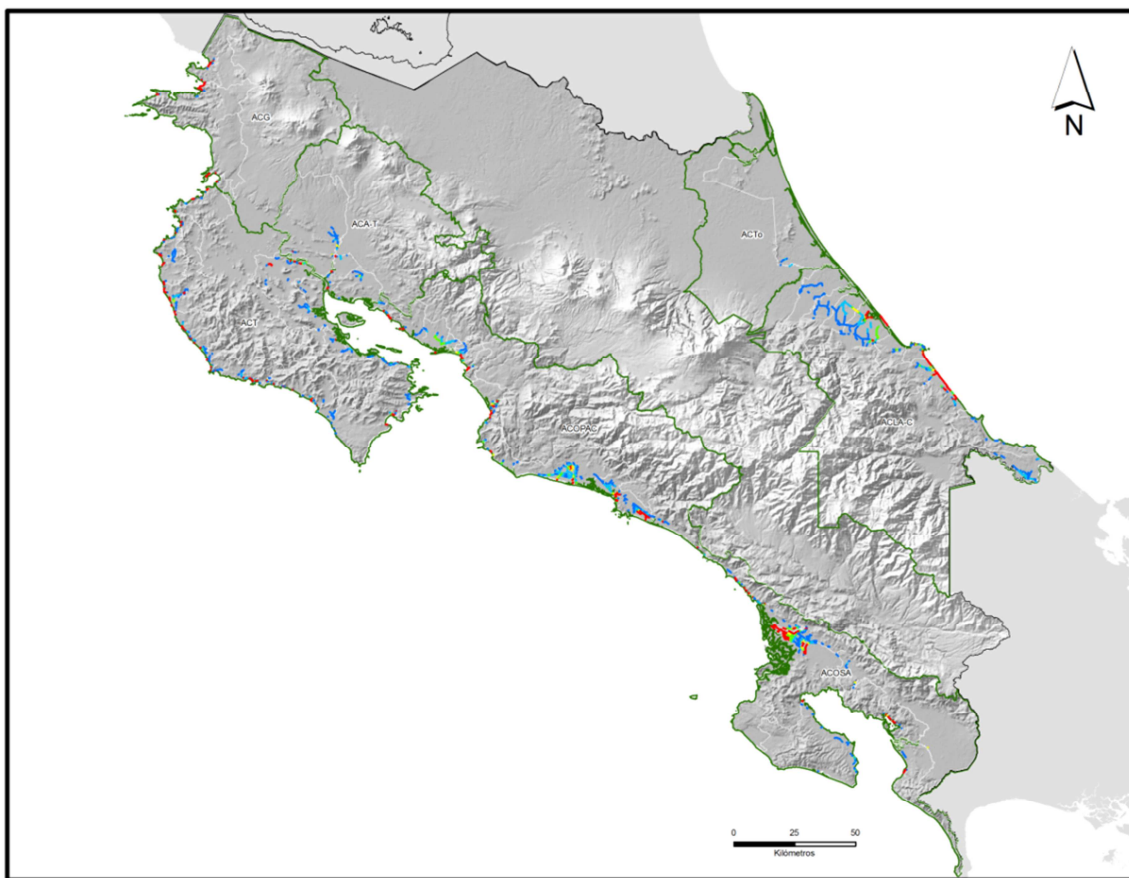


Ilustración 28 Impacto potencial del aumento del nivel del mar en la red de carreteras y caminos de los distritos costeros de Costa Rica. Escala: azul o muy bajo, celeste o bajo, verde o medio, amarillo o alto y rojo o muy alto

CAPACIDAD ADAPTATIVA DE LOS DISTRITOS COSTEROS AL CAMBIO CLIMÁTICO

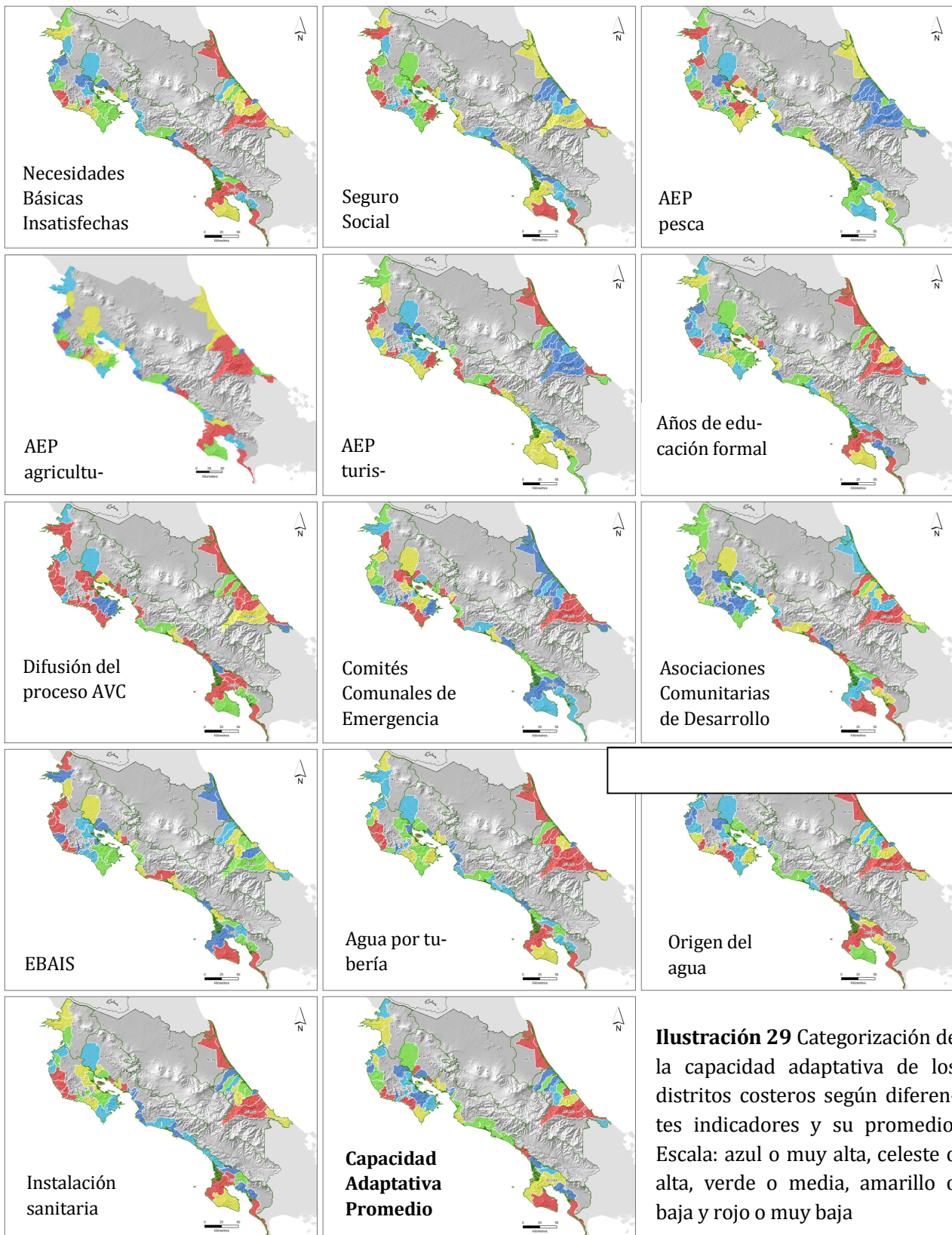
Grupos demográficamente vulnerables

La proporción de población con necesidades básicas insatisfechas (albergue digno, vida saludable, conocimiento y bienes y servicios) varía entre 22% en el distrito de Puntarenas (Puntarenas) a 86% en el distrito de Sierpe (Osa). Santa Cruz, Osa y Golfito son cantones con un Índice de Pobreza Humana cantonal (IPHc) medio – alto (PNUD & UCR 2011). Trece distritos están en la situación contraria, cinco con población principalmente urbana (Puntarenas, Chacarita, Espíritu Santo, Barranca y Limón) y cuatro con una baja proporción de su población económicamente activa agrícola por el crecimiento del sector turismo (Cabo Velas, Tamarindo, San Juan Grande y Quepos). Los distritos con bajo empleo agrícola (según la clasificación propuesta por Rodríguez & Murillo 2007) predominan en las categorías “muy alta capacidad” y “alta capacidad”, mientras que casi todos los distritos en las tres categorías restantes son de alto empleo agrícola - en más del 40% de sus segmentos la actividad económica principal (AEP) agrícola es mayor al 35%. También hay una amplia variación en la proporción de personas sin seguro social entre distritos, de solo 2% sin seguro social en Matina (probablemente por el empleo en bananeras), mientras que en Manzanillo (Puntarenas) hay un 43% de personas no aseguradas.

Dependencia de recursos vulnerables a los impactos del cambio climático

La proporción de personas cuya AEP es la pesca varía mucho entre el Pacífico (71% en Chira, Puntarenas, 55% en Colorado de Abangares, Puntarenas y 33% Santa Elena, Guanacaste) y el Caribe (0% en varios distritos, máximo 6% en Colorado de Pococí), y también dentro del Pacífico (34 distritos tienen 20% o menos de población dedicada a este rubro, solo los tres distritos mencionados superan esta proporción). Es importante considerar que la pesca en el Caribe es artesanal, y que varios de los pescadores de este litoral tienen esta actividad como complementaria a otras fuentes de ingresos.

La proporción de personas cuya AEP es la agricultura, actividad mucho más importante que la pesca, también varía mucho entre ambas costas. En el Pacífico más del 50% de la PEA de 10 distritos (de 47) está dedicada principalmente a este rubro, en el Caribe esta actividad es mucho más importante: 7 de 12 distritos tienen esta proporción de la PEA dedicada a actividades agropecuarias (principalmente bananeras. La proporción de personas cuya AEP es el turismo es mucho menos importante que las anteriores (aunque es probable que esta proporción haya aumentado en la última década). En el Caribe, los distritos de Colorado de Pococí y Cahuita tienen una alta proporción (23 y 21% respectivamente); en el Pacífico 12 distritos tienen más del 20% de personas dedicadas a este rubro como actividad principal.



Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima

La población de nueve (de 47) distritos en el Pacífico tienen siete años de educación formal o más en promedio, esto es, primaria completa; en el Caribe, solo uno (de 12 distritos). Todos estos distritos, ya sea en uno u otro litoral, son urbanos y tienen un bajo empleo agrícola. Ninguno de los distritos rurales alcanza en promedio los siete años, aunque muchos sí alcanzan cinco o seis. Los esfuerzos de difusión del proceso de Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades (AVC) por la Cruz Roja Costarricense, que contiene información relevante para la adaptación al cambio climático (ACC), son aún incipientes. Solo en cuatro distritos del litoral Pacífico, y en 1 del litoral Caribe, se ha hecho una difusión amplia a nivel comunitaria.

Redes para la reducción de riesgos y capacidad de organización local

Dieciocho de los 59 tienen muy baja capacidad adaptativa, considerando la cantidad de comités locales de emergencia por cada mil habitantes. Cinco distritos con población predominantemente urbana están en esta categoría, el resto son distritos rurales de Guanacaste, Puntarenas y Limón. Cuatro distritos tienen muy alta capacidad, es decir, tienen una alta proporción de comités. Estos son distritos tradicionalmente afectados por desastres naturales, como Cuajiniquil, Sixaola y Puerto Carillo (inundaciones recurrentes). Respecto a la capacidad de organización local, ocho de los 59 distritos tienen muy baja capacidad adaptativa, considerando la cantidad de asociación de desarrollo comunal por cada mil habitantes. Estos son distritos rurales y urbanos de Puntarenas y Limón (con zonas de producción agroindustrial y ganadera). Trece distritos tienen muy alta capacidad, ocho de estos son distritos de pequeños productores que tienen densidades organizativas superiores a la media nacional (Sexto Informe de la Nación).

Acceso equitativo a los recursos y servicios

Ocho de los 59 distritos están en categoría “muy alto”, dos en Golfito de Puntarenas, un cantón con acceso deficitario a servicios de salud (Rosero Bixby 2004), y cuatro en Santa Cruz, Guanacaste. La gran mayoría de hogares tiene abastecimiento de agua por tubería, pero los del litoral Caribe en una proporción menor. Las medias ponderadas de orígenes de fuentes de agua y tipos de instalación sanitaria son variables, siempre estando los distritos del Caribe, el oeste centro de Guanacaste y el Pacífico Sur en situación más desfavorable.

Medida de la capacidad adaptativa de los distritos. La capacidad adaptativa de los distritos costeros del área de estudio muestra valores bajos y muy bajos principalmente en el Caribe Norte (Colorado de Pococí) y Caribe Sur, así como en varios sectores de Guanacaste y del Pacífico Sur. Hay que hacer notar que la construcción de clases de capacidad adaptativa responde al interés de visualizar la información, con el objetivo de destacar las diferencias existentes entre los distritos costeros del territorio nacional.

La calificación de los distritos para cada indicador está en el Anexo 17.

VULNERABILIDAD ANTE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Vulnerabilidad de las áreas silvestres protegidas

La mayor vulnerabilidad, considerando los objetos oceánicos y costeros se concentra en los parques nacionales Santa Rosa, Marino Ballena, Corcovado y Cahuita (**Ilustración 30**), como resultado del alto grado de sensibilidad de los arrecifes y la baja capacidad adaptativa de los distritos adyacentes.

La mayor vulnerabilidad, considerando los objetos terrestres, se concentra en el PN Palo Verde, así como en el conjunto de ASP establecidas en la península de Osa y el HN Cariari (**Ilustración 31**).

Esta vulnerabilidad es función de la baja capacidad de adaptación expresada en los indicadores sociales, el impacto potencial del aumento de la temperatura y disminución de la precipitación en los bosques naturales del Pacífico, mucho más sensibles a estos cambios que los del Caribe. En el Caribe, el factor que más estaría contribuyendo a la alta vulnerabilidad sería la alta exposición al aumento del nivel del mar de los humedales y lagunas costeras.

El Anexo 18 muestra el índice de vulnerabilidad de las ASP marino costeras. Este índice, al igual que los mapas presentados en este capítulo, consideró el impacto potencial de aumento de la temperatura del aire y disminución de la precipitación para bosques naturales, y el impacto potencial del aumento del nivel del mar para manglares (no se consideraron playas de anidamiento, porque su dimensión es lineal). En zonas marino costeras, se consideró el impacto potencial del aumento de la temperatura superficial del mar en la suma de áreas de arrecifes de coral, manglares y pastos marinos. Este índice puede ser útil para la comparación del nivel de vulnerabilidad general entre ASP entre costas, áreas de conservación y categorías de conservación, pero para la definición de medidas de adaptación en cada ASP deben considerarse las características de cada una y revisarse el impacto potencial del cambio climático en cada elemento u objeto de conservación (capítulo 7), además de otros procesos de la actividad humana que contribuyen a la degradación del ambiente, como el alto grado de fragmentación de la vegetación natural en el Pacífico y la ocupación del territorio por monocultivos o infraestructura.

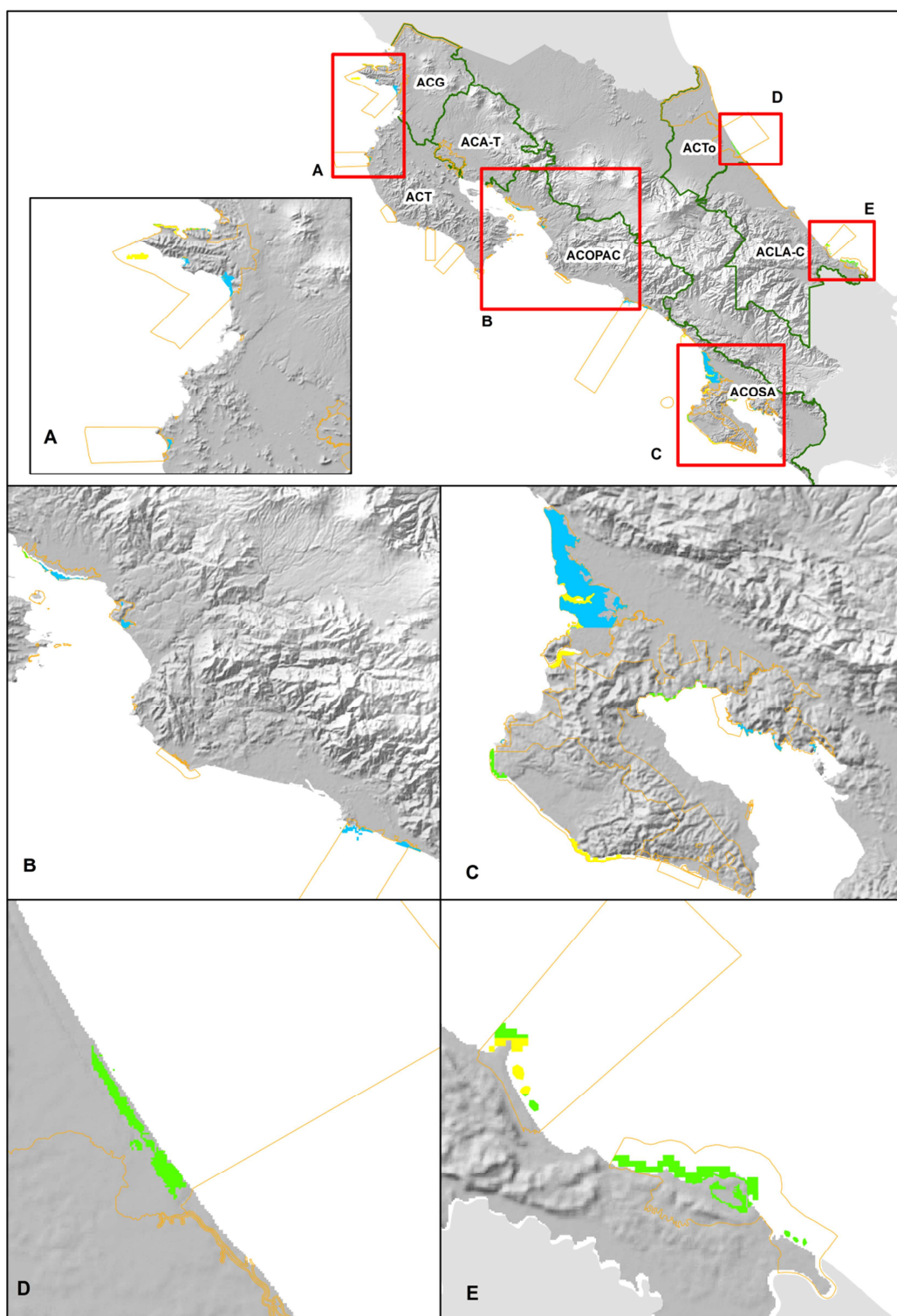


Ilustración 30 Vulnerabilidad de las áreas protegidas (zonas oceánicas - costeras) del área de estudio. Escala: celeste o baja vulnerabilidad, verde o vulnerabilidad media y amarillo o vulnerabilidad alta

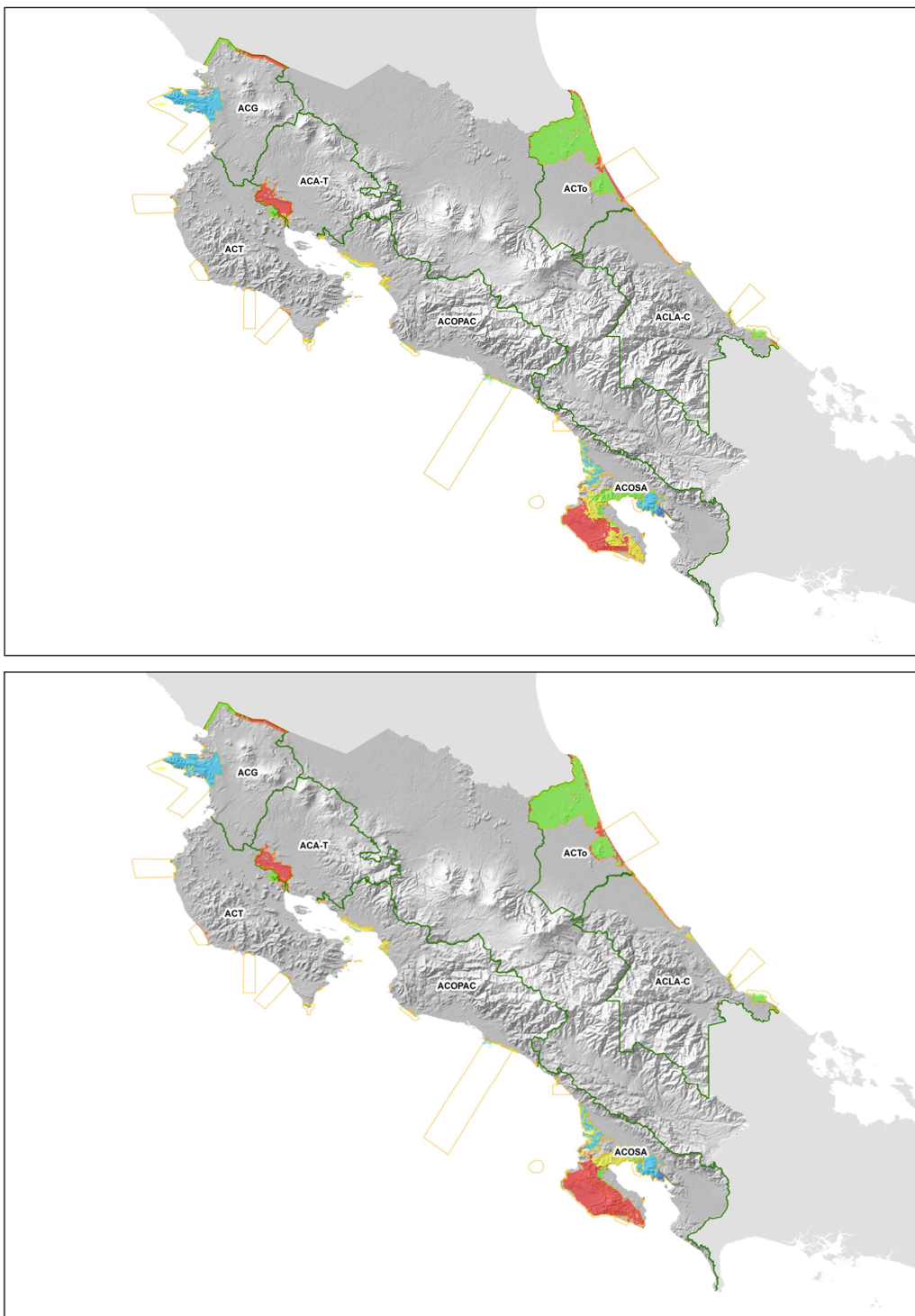


Ilustración 31 Vulnerabilidad de las áreas protegidas (zonas terrestres) del área de estudio, según escenarios de emisiones B1 y A2. Escala: azul o muy baja vulnerabilidad, celeste o baja vulnerabilidad, verde o vulnerabilidad media, amarillo o vulnerabilidad alta y rojo o vulnerabilidad muy alta

Vulnerabilidad de los distritos costeros

La costa del Pacífico contiene la mayoría de las zonas costeras del país con mayor proporción de territorio con muy alta vulnerabilidad al cambio climático (**Ilustración 32**).

Los distritos más vulnerables, es decir, los que tienen la mayor parte de su territorio en las categorías de vulnerabilidad alta o muy alta, están en el ACT (Bejuco, Sámara y Nosara), ACA-T (Porozal), ACOPAC (Manzanillo y Pitahaya) y ACOSA (Puerto Jiménez y Pavón). La mayoría de estos distritos tienen una capacidad adaptativa muy baja, que combinada con un alto impacto potencial en los suelos, bosques y otros elementos sensibles, los ubica en esta situación. Distritos con muy baja capacidad adaptativa en el ACLA-C, como Río Blanco, Valle de la Estrella y Cahuita, tienen un impacto potencial menor del cambio climático, por lo que no están en una situación tan crítica. En resumen, se nota la influencia de la capacidad adaptativa estimada a nivel distrital en la disminución de la proporción de áreas en niveles altos de vulnerabilidad, en parte porque los distritos que tienen mayor proporción de zonas urbanas tienen menos carencias y menor dependencia de la pesca y la agricultura.

El Anexo 19 muestra un índice de vulnerabilidad de los distritos costeros. Como en el caso de las ASP, este índice puede ser útil para la comparación entre distritos y el establecimiento de prioridades, pero para la definición de medidas de adaptación en cada distrito deben considerarse las características de cada distrito y revisarse el impacto potencial del cambio climático en cada elemento (capítulo 7). Los casos de los distritos de Chacarita (ACOPAC) y Carrandí (ACLA-C) pueden servir de ejemplo. Ambos distritos tienen una capacidad adaptativa media (3) y un índice de vulnerabilidad medio (3.85 y 3.47 respectivamente), pero Chacarita tiene alta densidad de población y bajo empleo agrícola, mientras Carrandí tiene las características opuestas. En el primer caso, es claro que hay que considerar el impacto potencial del aumento del nivel del mar en su zona urbana (87% bajo impacto potencial muy alto, Anexo 15), mientras que en Carrandí será más importante considerar el impacto potencial en los suelos de capacidad agrícola (100% bajo impacto potencial muy alto por los cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitación).

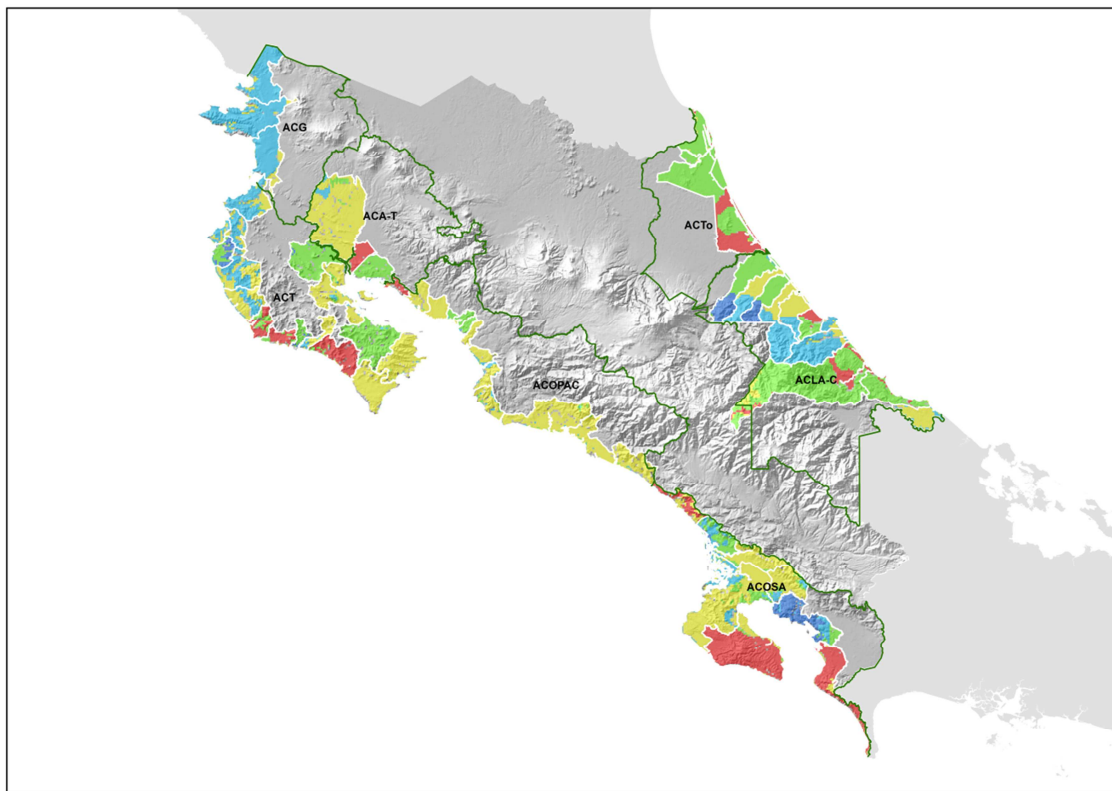
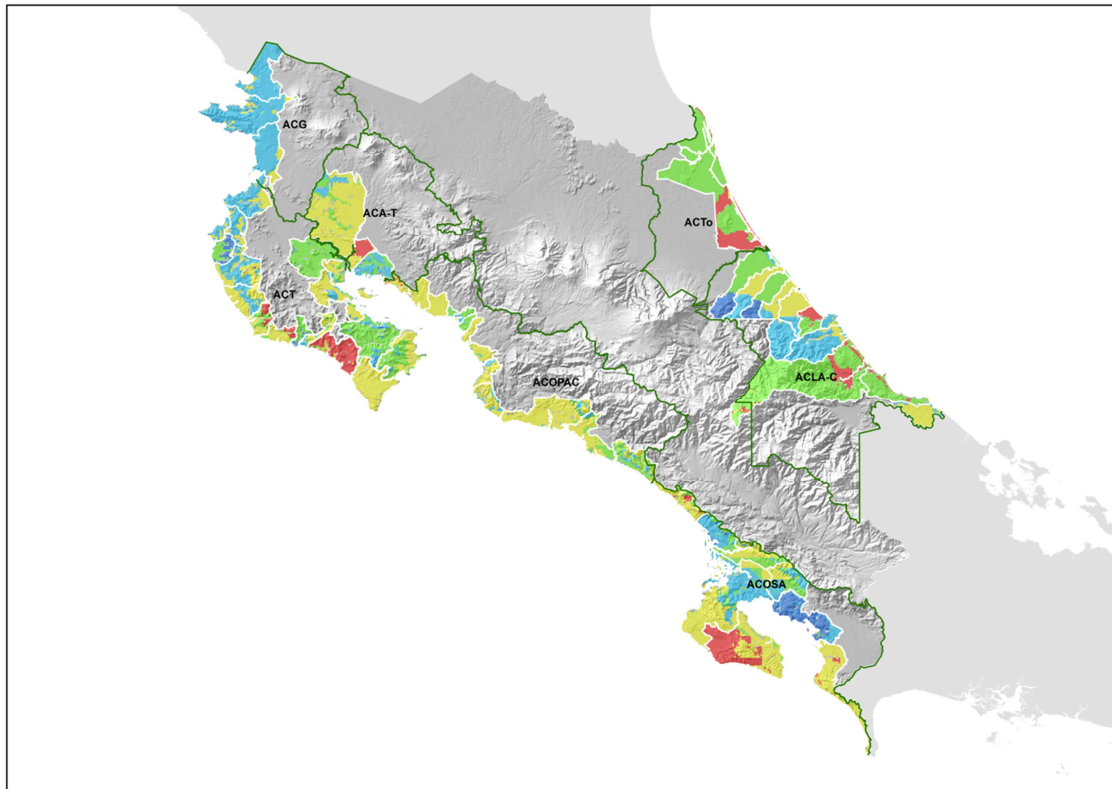


Ilustración 32 Vulnerabilidad al cambio climático de los distritos costeros de Costa Rica. Escala: azul o muy baja, celeste o baja, verde o media, amarillo o alta y rojo o muy alta

COMENTARIOS FINALES

Esta evaluación de vulnerabilidad deber ser interpretada dentro del contexto de los modelos, escenarios y la información disponibles al momento del análisis, de los supuestos e hipótesis utilizadas. En todo caso, vale la pena recordar que la adaptación al CC es un proceso local, y que esta herramienta busca proveer información para el establecimiento de prioridades para la ACC. Puede ser actualizada, ampliada y ciertamente mejorada; siempre considerando su función de poner al servicio de los tomadores de decisiones la mejor información científica y técnica disponible para iniciar el diseño de estrategias locales de adaptación.

Es recomendable considerar también que esta evaluación consta de diferentes niveles de agregación. Cada nivel es útil, dependiendo del propósito específico. La información específica presentada en mapas y anexos para los diferentes elementos de la biodiversidad marino costera de manera desagregada será de mayor utilidad para tomadores de decisiones a nivel local. Por ejemplo, la diferente sensibilidad de los manglares a cada uno de los procesos del CC será de utilidad para el personal de un área protegida que le interese actualizar su plan de manejo o iniciar un plan de adaptación del área. La información agregada a nivel regional, que combina información de la vulnerabilidad de diferentes elementos será más útil para establecer prioridades a nivel regional.

A manera general, podemos concluir del análisis lo siguiente:

- La evaluación de los cambios en las últimas décadas señalan que el CC ya está sucediendo, ocasionando tendencias claras en el aumento de la temperatura superficial del mar y erosión costera.
- La sensibilidad a los efectos del CC se suma a las acciones antropogénicas que se realizan en la zona costera y que la han alterado significativamente, ocasionando alteraciones en el régimen hidrológico, erosión, sedimentación, eutrofización, pérdida de ecosistemas y especies y disminución en su capacidad de resiliencia.
- Aunque la pobreza es un factor importante no es determinante en todos los indicadores considerados, por ejemplo, se nota la inversión estatal en zonas más desfavorecidas, y estas difieren fuertemente en su capacidad organizativa. De todas maneras, la capacidad adaptativa alta o muy alta de varios distritos son relevantes en el cálculo de la vulnerabilidad, ya que “amortiguan” la dimensión de la exposición y sensibilidad.
- La vulnerabilidad al CC varía de manera significativa a través de las costas del país, determinada por las diferencias en la exposición, por la presencia de los objetos sensibles de coordinación y por la capacidad adaptativa de las comunidades.
- La mayoría de los distritos presentan algunas zonas de vulnerabilidad crítica que se deben utilizar como punto de partida para iniciar las actividades de adaptación.

- Las áreas identificadas con mayores impactos están estrechamente relacionados con el desarrollo humano; en consecuencia las medidas de adaptación deben comenzar con los cambios en los patrones de desarrollo.
- Las mejoras en aspectos sociales y económicos constituye el enfoque más efectivo para reducir la vulnerabilidad al CC. La exposición actual de la infraestructura o las poblaciones solo puede ser reducida a un costo elevado. Sin embargo es relativamente más fácil evitar que la expansión futura sea construida en zonas expuestas. De igual forma se puede evitar continuar deteriorando los sistemas naturales de protección como manglares y arrecifes.
- Actualmente nada puede hacerse para reducir la exposición a diferentes factores al CC, y las medidas de adaptación para reducir la presión sobre la biodiversidad marino-costera están relacionadas con la reducción de presiones sobre las cuales sí es posible actuar, como las malas prácticas en extracción de recursos y establecimiento de asentamientos costeros, la contaminación proveniente de los asentamientos y de la actividad agropecuaria.
- Todos los distritos costeros requieren desarrollar estrategias de adaptación a nivel de gobierno local en asociación con las otras instancias gubernamentales relacionadas con la disminución de la pobreza, la diversificación de medios de vida y el acceso a información y servicios básicos; así como con las organizaciones locales.

En cuanto a las prioridades de conservación

Si bien el estudio tiene limitaciones metodológicas y de información, hay consideraciones que de tomarse en cuenta pueden mejorar futuras versiones del mismo:

- Los umbrales elegidos establecen diferencias claras entre los escenarios de emisiones B1 y A2 para la estimación de cambios en los patrones de precipitación y temperatura, pero pocas diferencias espaciales. Si se eligiera trabajar con un solo escenario de emisiones, se puede definir un umbral que permita establecer un gradiente de exposición en el área de estudio.
- En Costa Rica y en Mesoamérica en general, la mayor parte de los estudios de especies y ecosistemas marinos están todavía centrados en su descripción taxonómica y distribución. Programas de monitoreo que permitan entender cómo afectan los procesos de cambio en las comunidades de pastos marinos, manglares y otros ecosistemas son relevantes para desarrollar programas de manejo efectivo de estos valiosos recursos y para definir umbrales de sensibilidad a la exposición a diferentes efectos del CC.

RECOMENDACIONES

Para el ordenamiento territorial:

- Los procesos de planificación a escala regional y local deben adoptar un enfoque de adaptación basado en ecosistemas como un componente integral que ayude con la reducción de desastres y estrategias de adaptación al cambio climático.
- Se deben desarrollar mecanismos de planificación de las zonas costeras mediante un enfoque de manejo integrado de costas u ordenamiento espacial marino, principalmente en aquellas zonas donde se asientan centros urbanos de relativo tamaño a nivel costero y en zonas donde se sobreponen diferentes usos de los recursos marinos-costeros.
- El diseño de proyectos relacionados con el cambio climático debe de tener en cuenta las condiciones locales medioambientales identificando las oportunidades que maximicen el servicio de los ecosistemas marino-costeros en la reducción del riesgo a los desastres y la adaptación al cambio climático.
- Es recomendable que las comunidades locales y los grupos de interés participen en todos los procesos de diseño de estrategias de adaptación basadas en ecosistemas para lograr incrementar la capacidad adaptativa.
- La resiliencia de los pobladores locales y la de los hábitats marino-costeros a los impactos de origen humano y los impactos del cambio climático debe ser mejorada mediante la gestión utilizando el enfoque ecosistémico y el uso sostenible de los recursos.
- Fortalecer las capacidades institucionales y humanas para generar conocimiento sobre la relación entre cambio climático, los ecosistemas marino-costeros, su gestión sustentable y manejo ecosistémico.

Para administradores de Áreas Marinas Protegidas y gestores de la conservación:

- Consolidar la protección de áreas críticas para la cría, desove y concentración alta de biodiversidad mediante la creación de zonas de protección absoluta (no extracción).
- Conservar y promover la restauración de la biodiversidad de vegetación en las marismas, manglares, praderas de pastos marinos y cuencas hidrográficas.
- Mantener o restaurar la vegetación de las playas y la costa con especies nativas para crear sombra natural. Los árboles y arbustos mitigan las altas temperaturas y contribuyen con la reducción de la erosión costera. La vegetación en el interior y a lo largo de la costa también ayuda a conservar la humedad y proteger las fuentes de agua, especialmente en aquellas zonas donde la tendencia de las lluvias es a disminuir.
- Limitar la pesca y las capturas de aquellas especies que tienen importantes funciones ecológicas. La disminución de la presión pesquera mantiene la resiliencia y da oportunidad para que ciertas especies se recuperen del cambio en las condiciones ambientales.
- Reducir al mínimo la captura incidental y evitar el uso de artes de pesca no selectivos para evitar aumento en la sobrepesca y el estrés sobre los stocks poblacionales. Al mantener y promover la pesca de pequeña escala se aseguran los mecanismos para salvaguardar los medios de vida y la seguridad alimentaria.

- Reducir los impactos y factores de estrés en las especies sensibles; dado que el cambio climático hará que las condiciones de vida sean más difíciles para estas especies, cualquier tensión adicional puede causar la mortalidad en masa o la extinción total para éstas y otras las especies asociadas.
- Comprender los impactos sobre el medio ambiente y las actividades de los visitantes y qué escenarios futuros se pueden presentar. Las evaluaciones de los impactos inducidos por el clima y los escenarios futuros específicos para un área marina protegida particular son herramientas valiosas para el desarrollo de estrategias de adaptación y la construcción de marcos de seguimiento con indicadores de cambio climático en mente.
- Establecer programas de seguimiento de especies indicadoras sensibles al clima y las especies invasoras para ayudar a evaluar los cambios y generar información para la toma de decisiones. Si es posible, integrar estos programas de monitoreo de especies con el seguimiento de la calidad ambiental, utilizando la temperatura y pH, así como el seguimiento de eventos esporádicos (como afloramientos, mortalidad masiva y blanqueamiento), para ayudar en la identificación de vulnerabilidades específicas de los hábitats y las especies.
- Desarrollar e implementar programas de comunicación y educación para las comunidades, los grupos de interés locales (pescadores, buzos, etc.), así como operadores de turismo para crear consenso y conciencia de que el problema del cambio climático es una cuestión compleja que requiere la participación de todos los interesados. Sólo a través de una fuerte cooperación y voluntad se puede lograr la adaptación social y ecológica.

Para los gestores del desarrollo:

- Reducir al mínimo la modificación de la línea de costa para mantener los hábitats naturales que protegen el agua, las especies y regulan el clima local. El desarrollo litoral (puertos, oleoductos, etc.) también aumenta el riesgo de intrusión de agua salada, que puede ser muy perjudicial para las zonas con escasez de agua (por ejemplo, islas). Esto implica tomar en consideración los impactos del cambio climático en la planificación de nuevos proyectos de infraestructura costera.
- Reutilizar y reciclar, en especial el agua de lluvia, sobre todo en zonas donde se espera que las precipitaciones vayan a disminuir o ser esporádicas. En general, reutilizar y reciclar es una buena práctica pues los desechos urbanos y vertederos son fuentes de gases de efecto invernadero (metano y dióxido de carbono), que contribuyen aún más al cambio climático. La cooperación con la industria del turismo (incluidos los buques de crucero y los grandes operadores hoteleros) podrían ser la clave para minimizar el impacto ambiental del turismo en las áreas marinas protegidas. El apropiado manejo de los residuos y la gestión del recurso hídrico contribuyen con la buena calidad del agua potable y el agua de mar, que puede ser factores limitantes para los operadores turísticos.
- Utilizar diques naturales que ayuden a disipar la acción del oleaje y así proteger las costas de la erosión.
- Retirar de la costa estructuras abandonadas que no se estén utilizando para permitir la migración de la costa y permitir que los humedales migren tierra adentro ya sea comprando tierras o poniendo restricciones al desarrollo y la agricultura costera.

REFERENCIAS

- AGUILAR, E. ET AL., 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research* 110: . Available at: <http://www.agu.org/pubs/crossref/2005/2005JD006119.shtml> [Febrero 29, 2012].
- BALLESTERO, D., Y P. SALAZAR, 2012. *Variabilidad y cambio del nivel del mar en Costa Rica*, Heredia, CR.
- BURKE, L., K. REYTAR, M. SPALDING, YD A. PERRY, 2011. *Reefs at risk revisited*, Washington DC: World Resources Institute. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3150666&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- CAMBERS, G., R. CLARO, R. JUMAN, Y S. SCOTT, 2008. *Climate change impacts on coastal and marine biodiversity in the insular Caribbean: Report of Working Group II, Climate Change and Biodiversity in the Insular Caribbean*,
- CASEY, K.S., T.B. BRANDON, P. CORNILLON, Y R. EVANS, 2010. The past, present and future of the AVHRR Pathfinder SST Program. In V. Barale, J. Gower, and L. Alberotanza (Eds.) *Oceanography from space: revisited*. pp. 323–341, Dordrecht: Springer Netherlands. Available at: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-90-481-8681-5> [Abril 9, 2012].
- CCSS (CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL), 2011. *Inventario de áreas de salud, sectores, EBAIS, sedes y puestos de visita periódica en el ámbito nacional al 31 de diciembre del 2010*, San José, CR: CCSS.
- CEPAL (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE), 2007. *Turismo y condiciones sociales en Centroamérica: las experiencias en Costa Rica y Nicaragua*, Available at: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/4/28854/L779.pdf>.
- CNE (COMISIÓN NACIONAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - CR), 2012. Comités comunitarios de emergencia inscritos en la CNE a nivel nacional.
- COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL DE LA ZONA EXCLUSIVA ECONÓMICA DE COSTA RICA (CIZEE - CR), 2008. *Estrategia nacional para la gestión integral de los recursos marino-costeros de Costa Rica*, San José, CR.
- DINADECO (DIRECCIÓN NACIONAL DE DESARROLLO DE LA COMUNIDAD - CR), 2012. Asociaciones de desarrollo inscritas en la DINADECO a nivel nacional.
- DONNER, S., 2009. Coping with commitment: projected thermal stress on coral reefs under different future scenarios. *PLoS ONE* 4: p.e5712.
- FISH, M.R., I.M. COTÉ, J.A. GILL, A.P. JONES, S. RENSHOFF, Y A.R. WATKINSON, 2005. Predicting the impact of sea-level rise on Caribbean sea turtle nesting habitat. *Conservation Biology* 19: p.482–491.
- FITZGERALD, D.M., M.S. FENSTER, B.A. ARGOW, Y I. V. BUYNEVICH, 2008. Coastal impacts due to sea-level rise. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 36: p.601–647. Available at: <http://arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.earth.35.031306.140139>.

- FONSECA, A., 2012. *Gestión marino costera. Informe final para el Decimoctavo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*,
- GALLEGOS MARTÍNEZ, M., 2010. Efectos del cambio climático sobre las praderas de pastos marinos. In A. Botello, S. Villanueva, J. Gutiérrez, and J. Rojas (Eds.) *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. pp. 189–210, SERMANAT-INE, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche.
- GILMAN, E.L., J. ELLISON, N.C. DUKE, Y C. FIELD, 2008. Threats to mangroves from climate change and adaptation options. *Aquatic Botany* 89: p.237–250. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030437700800003X> [Marzo 23, 2012].
- GIORGI, F., 2006. Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters* 33: .
- GLYNN, P., Y L. D'CROZ, 1990. Experimental evidence for high temperature stress as the cause of El Niño coincident coral mortality. *Coral Reefs* 8: p.181–191.
- GUZMÁN BRENES, L.A., 2009. *El cambio climático: causas, consecuencias y la reducción de riesgos de desastre de Cruz Roja Costarricense*, San José, CR: Cruz Roja Costarricense.
- HARLEY, C.D.G., A. RANDALL HUGHES, K.M. HULTGREN, B.G. MINER, C.J.B. SORTE, C.S. THORNBUR, L.F. RODRIGUEZ, L. TOMANEK, Y S.L. WILLIAMS, 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology letters* 9: p.228–41. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16958887>.
- HAWKES, L., A. BRODERICK, M. GODFREY, Y B. GODLEY, 2009. Climate change and marine turtles. *Endangered Species Research* 7: p.137–154. Available at: <http://www.int-res.com/abstracts/esr/v7/n2/p137-154/> [Julio 6, 2011].
- HERR, D., Y G.R. GALLAND, 2009. *The ocean and climate change: tools and guidelines for action*, Gland: UICN.
- HIJMANS, R., S. CAMERON, J. PARRA, P. JONES, Y A. JARVIS, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: p.1965–1978.
- IH-UC (INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA - ES), 2011. *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática*, Santiago de Chile: CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Available at: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/45542/W.447.pdf>.
- IMBACH, P., L. MOLINA, B. LOCATELLI, O. ROUPSARD, G. MAHÉ, R. NEILSON, L. CORRALES, M. SCHOLZE, Y P. CIAIS, 2012. Modeling potential equilibrium states of vegetation and terrestrial water cycle of Mesoamerica under climate change scenarios. *Journal of Hydrometeorology* 13: p.665–680.
- INBIO (INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD CR), 2009. *Biodiversidad y cambio climático en Costa Rica Informe Final*, Santo Domingo de Heredia, CR.
- IPCC (PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO), 1997. *Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad*,

- IPCC (PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO), 2000. *Escenarios de emisiones: resumen para responsables de políticas*,
- IPCC (PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO), 2001. *Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad Resúmenes del Grupo de Trabajo II*,
- IPCC (PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO), 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A., Ginebra, Suiza: IPCC.*
- ITCR (INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA), 2008. Atlas de Costa Rica.
- KLEIN, R.J.T., y R.J. NICHOLLS, 1999. Assessment of change climate coastal vulnerability to climate change. *Ambio* 28: p.182–187.
- KOKOT, R.R., J.O. CODIGNOTTO, y M. ELISSONDO, 2004. Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59: p.477–487.
- LIU, G., L.E. MATROSOVA, C. PENLAND, D.K. GLEDHILL, C.M. EAKIN, y R.S. WEBB, 2008. NOAA Coral Reef Watch Coral Bleaching Outlook System. *In* 11th International Coral Reef Symposium. pp. 7–11, Ft. Lauderdale, FL.
- LIZANO RODRIGUEZ, O.G., 2007. Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología* 25: p.43–56.
- MALCZEWSKI, J., 2000. On the use of weighted linear combination method in GIS : common and best practice approaches. *Transactions in GIS* 4: p.5–22.
- MARSHALL, N., P. MARSHALL, J. TAMELANDER, D. OBURA, D. MALLERET-KING, y J. CINER, 2010. *A Framework for Social Adaptation to Climate Change Sustaining Tropical Coastal Communitites and Industries*, Gland.
- MCCARTHY, J.J., O.F. CANZIANI, N.A. LEARY, D.J. DOKKEN, y K.S. WHITE, 2001. *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* J. McCarthy, O. Canziani, N. Leary, D. D, and K. White (Eds.), Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- MCLEOD, E., y R. V SALM, 2006. *Managing mangroves for resilience to climate change*, Gland: UICN.
- MÉNDEZ FONSECA, F., y J.D. TREJOS SOLÓRZANO, 2004. Costa Rica: un mapa de carencias críticas para el año 2000. *In* L. Rosero Bixby (Ed.) *Costa Rica a la luz del censo del 2000*. pp. 205–233, San José, CR: Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.
- MINAET (MINISTERIO DE AMBIENTE ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES CR), 2009. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, San José, CR: Calderón y Alvarado S.A.
- NEELIN, J.D., M. MÜNNICH, H. SU, J.E. MEYERSON, y C.E. HOLLOWAY, 2006. Tropical drying trends in global warming models and observations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: p.6110–5. Available at:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1435369&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.

NICHOLLS, R.J., Y A. CAZENAVE, 2010. Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science* 328: p.1517–20. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20558707> [Julio 27, 2012].

NICHOLLS, R.J., F.M.J. HOOZEMANS, Y M. MARCHAND, 1999. Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. *Global Environmental Change* 9, Supplem: p.S69–S87. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378099000199>.

NICHOLLS, R.J., Y R.S.J. TOL, 2006. Impacts and responses to sea-level rise: a global analysis of the SRES scenarios over the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A: Mathematical, Physical & Engineering Sciences* 364: p.1073–95. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16537156> [Marzo 21, 2012].

NOAA CORAL REEF WATCH, 2011. NOAA Coral Reef Watch 5-km Satellite Virtual Station Time Series Data for Caribbean, Jan. 1, 2001-March. 31, 2011. Available at: <http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/vs/index.html>.

ORTIZ MALAVASI, E., 2008. Cambios geoformológicos en el litoral Caribe y Pacífico de Costa Rica. Caso del Complejo Déltico de Sierpe. *Kurú* 5: p.1–10.

PEARSON, Y.T., Y M.J. KOLEN, 2010. Scaling: An ITEMS Module. *Educational Measurement: Issues and Practice* 29: p.39–48.

PNUD (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO), Y UCR (UNIVERSIDAD DE COSTA RICA), 2011. *Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica - 2011*, San José, CR.

PROTTI, M., D. BALLESTERO, Y A. FONSECA, 2010. *Tectónica, nivel del mar y ciclo sísmico en playa Junquillal y el Pacífico norte costarricense*,

RAUSCHER, S.A., F. GIORGI, N.S. DIFFENBAUGH, Y A. SETH, 2008. Extension and intensification of the Meso-American mid-summer drought in the twenty-first century. *Climate Dynamics* 31: p.551–571. Available at: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00382-007-0359-1> [Abril 20, 2012].

RETANA, J., M. CAMPOS, Y D. DEFORD, 2008. *Efectos del clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana en Costa Rica*, San José, CR.

RODRÍGUEZ, A., Y D. MURILLO, 2007. Caracterización rural - urbana de los distritos y cantones de Costa Rica. In A. Rodríguez and M. Saborío (Eds.) *Lo rural es diverso: evidencia para el caso de Costa Rica*. pp. 153–194, San José, CR: IICA.

ROJAS, M., M. CAMPOS, E. ALPÍZAR, J. BRAVO, Y R. CÓRDOBA, 2003. *El cambio climático y los humedales en Centroamérica: implicaciones de la variación climática para los ecosistemas acuáticos y su manejo en la región*, San José, CR: UICN.

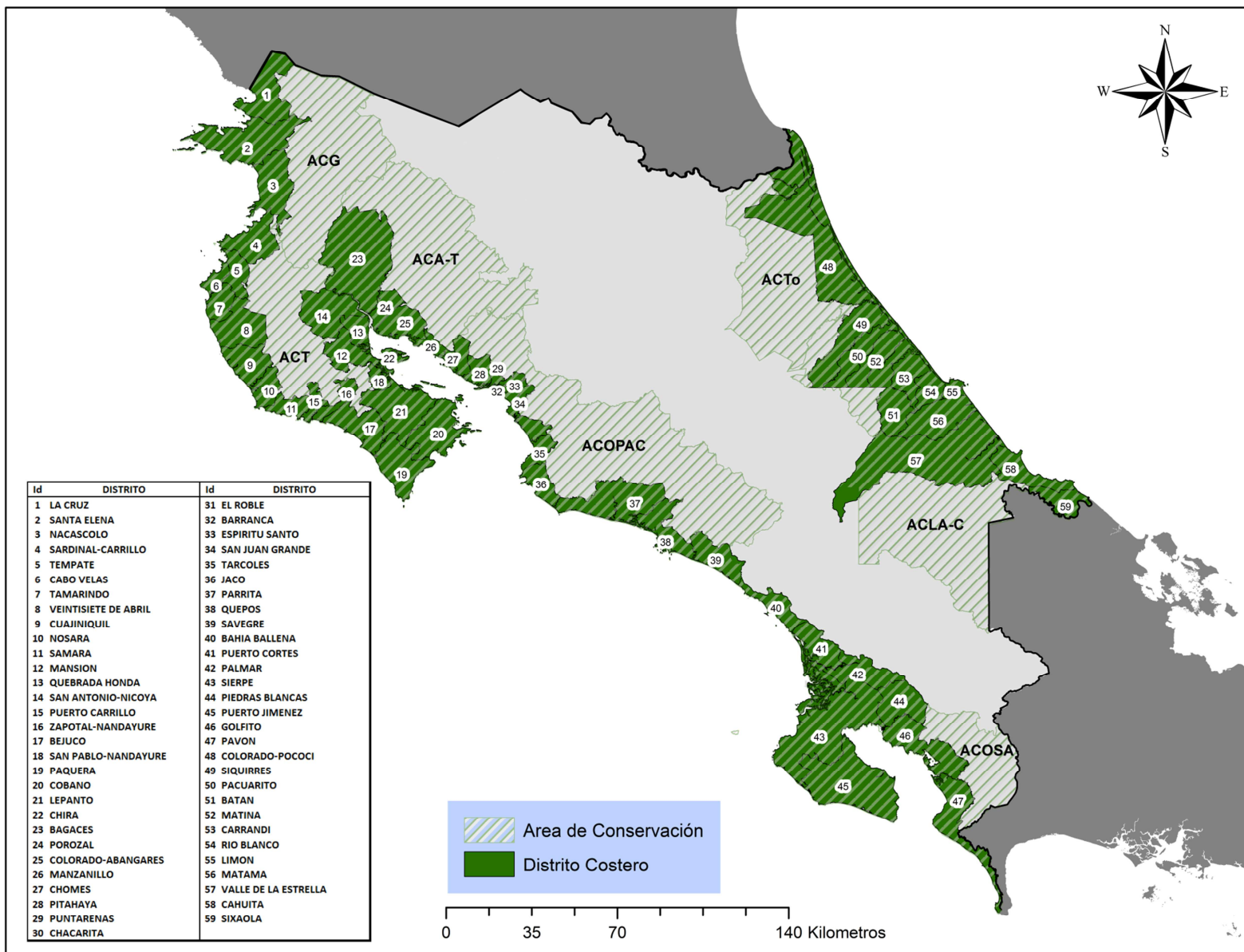
ROSETO BIXBY, L., 2004. Acceso y disponibilidad de servicios de salud en Costa Rica 2000. In L. Rosero Bixby (Ed.) *Costa Rica a la luz del censo del 2000*. pp. 287–314, San José, CR: Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.

- SHORT, A.D., Y C.D. WOODROFFE, 2009. *The coast of Australia*, Cambridge University Press.
- SINAC (SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN - CR), 2008. *GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 3. Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad marina y costera*, San José, CR.
- SINAC (SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN - CR), 2009. *Grúas II: propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica, análisis de vacíos de conservación (volumen III)*, San José, CR: Asociación Conservación de la Naturaleza.
- SNEDAKER, S.C., 1995. Mangroves and climate change in the Florida and Caribbean region: scenarios and hypotheses. *Hydrobiologia* 295: p.43–49. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00029109>.
- SOARES, M.L.G., 2009. A conceptual model for the responses of mangrove forests to sea level rise. *Journal of Coastal Research* 26: 267–271.
- TNC, 2008. *Evaluación de ecorregiones marinas en Mesoamérica: sitios prioritarios para la conservación en las ecorregiones Bahía de Panamá, Isla del Coco y Nicoya del Pacífico Tropical Oriental, y en el Caribe de Costa Rica y Panamá*, San José, CR: Programa de Ciencias Regional, Región de Mesoamérica y El Caribe. The Nature Conservancy.
- URIBE, J., Y L.E. URREGO, 2009. Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar: aproximación al caso colombiano. *Gestión y Ambiente* 12: p.57–72.
- VALLIS, G.K., 2012. *Climate and the oceans*, Princeton, US: Princeton University Press.
- WEHRTMANN, I., AND J. CORTÉS eds., 2009. *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America*, Berlín: Springer.
- WONGBUSARAKUM, S., Y C. LOPER, 2011. *Indicators to assess community-level social vulnerability to climate change: An addendum to SocMon and SEM-Pasifika regional socioeconomic monitoring guidelines*, CRISP; SPREP; TNC; SocMon; NOAA. Available at: http://www.socmon.org/regions.aspx?region=Pacific_Islands¢erpoint=-10.0,167.0&zoomlevel=4.

ANEXO 1. DISTRITOS Y ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS CONSIDERADOS EN EL ANÁLISIS

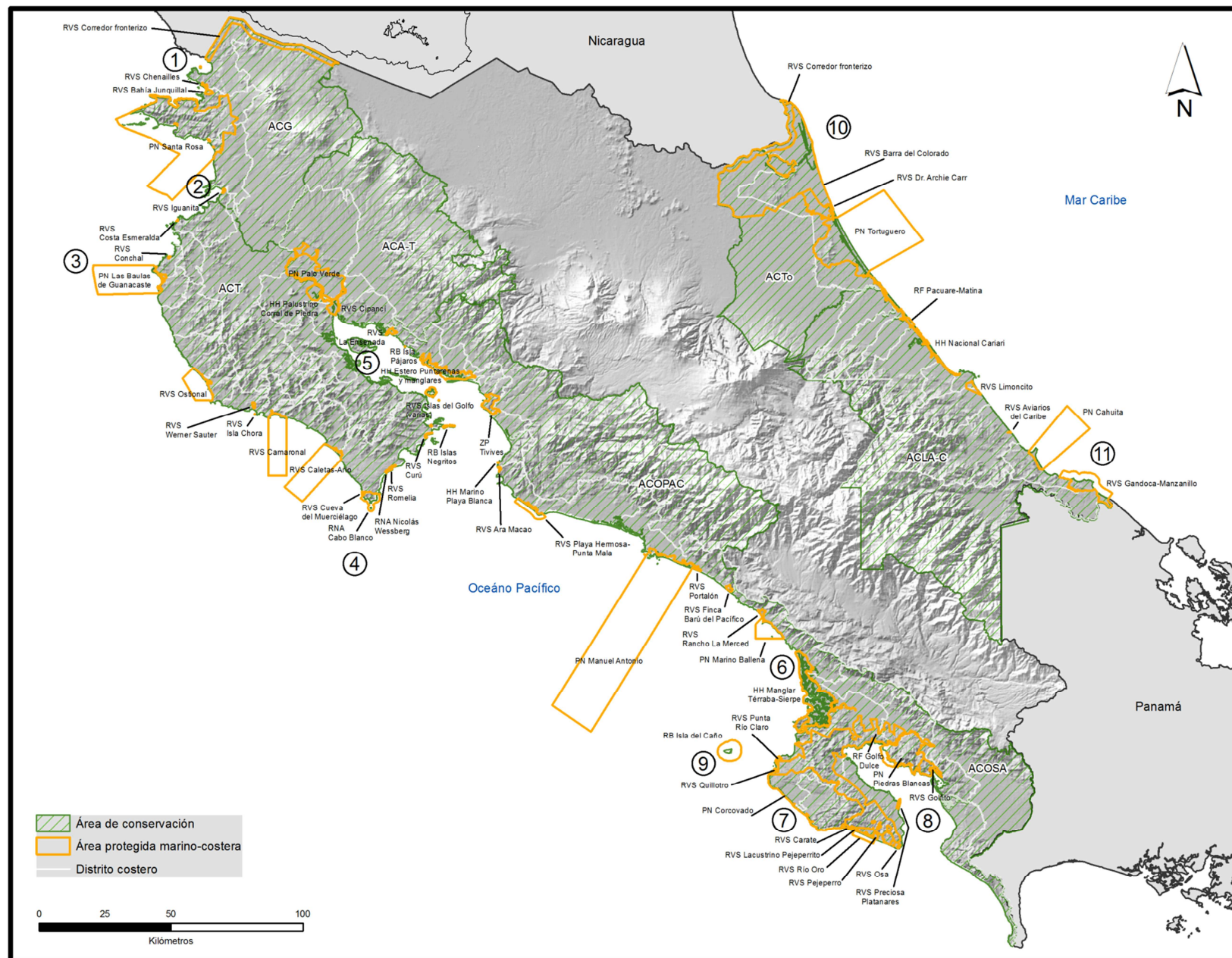
No.	ÁREA CONSERVACIÓN	REGIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	EXTENSIÓN (km²)			
1	Guanacaste (ACG)	Chorotega	Guanacaste	La Cruz	La Cruz	346,2			
2					Santa Elena	507,3			
3				Liberia	Nacascolo	323,6			
4					Carrillo	240,5			
5				Santa Cruz	Tempate	140,8			
6					Cabo Velas	73,1			
7					Tamarindo	123,5			
8					Veintisiete De Abril	300,7			
9					Cuajiniquil	232,9			
10					Nosara	134,9			
11	Samara	109,5							
12	Nicoya	Mansión	211,7						
13		Quebrada Honda	106,9						
14	Tempisque (ACT)	Chorotega	Guanacaste	Hojancha	San Antonio	338,2			
15					Puerto Carrillo	75,5			
16				Nandayure	Zapotal	103,5			
17					Bejuco	262,1			
18				Pacífico Central	Puntarenas	Puntarenas	San Pablo	76,1	
19							Cóbano	316,6	
20							Paquera	337,9	
21							Lepanto	420,5	
22							Chira	43,0	
23							Bagaces	886,7	
24	Arenal Tempisque (ACA-T)	Chorotega	Guanacaste				Cañas	105,7	
25							Abangares	195,8	
26	Pacífico Central (ACOPAC)	Pacífico Central	Puntarenas				Puntarenas	Manzanillo	58,9
27								Chomes	127,6
28				Pitahaya	115,9				
29				Puntarenas	35,6				
30				Chacarita	4,8				
31				El Roble	7,9				
32				Esparza	Barranca	35,1			
33					Espíritu Santo	40,5			
34					San Juan Grande	56,6			
35					Tárcoles	175,9			
36	Jaco	140,4							
37	Parrita	Parrita	478,8						
38		Quepos	222,9						
39	Aguirre	Savegre	216,2						
40		Bahía Ballena	160,8						
41	Osa (ACOSA)	Brunca	Puntarenas	Osa	Puerto Cortes	226,2			
42					Palmar	264,4			
43					Sierpe	1021,0			
44				Golfito	Piedras Blancas	257,9			
45					Puerto Jiménez	720,5			
46					Golfito	345,6			
47					Pavón	363,2			
48	Tortuguero (ACTO)	Huetar Atlántica	Limón	Pococí	Colorado	1165,4			
49					Siquirres	218,0			
50	La Amistad – Caribe (ACLA-C)	Huetar Atlántica	Limón	Siquirres	Pacuarito	373,3			
51					Matina	354,4			
52				Matina	Batan	213,3			
53					Carrandí	205,0			
54				Limón	Rio Blanco	133,4			
55					Limón	59,8			
56					Matama	339,8			
57				Talamanca	Valle de la Estrella	1232,9			
58					Cahuíta	235,6			
59					Sixaola	171,8			

Nota: Los distritos costeros que pertenecen a dos o más áreas de conservación, han sido asignados a la que ocupa mayor parte de su territorio costero.



No.	ÁREA CONS.	ÁREA SILVESTRE PROTEGIDA	PRIORIDAD GRUAS II *	ÁREA TERRESTRE (ha)	ÁREA MARINA (ha)	ÁREA TOTAL (ha)
1		RVS Corredor fronterizo (estatal)	1. Bahía de	12.267		12.267
2		RVS Chenailles (privado)	Santa Elena	463		463
3	ACG	RVS Bahía Junquillal (estatal)		439		439
4		PN Santa Rosa	2. Golfo de Papagayo	39.232	46.373	85.605
5		RVS Iguanita (estatal)		112		112
6		RVS Costa Esmeralda (privado)		22		22
7		RVS Conchal (mixto)	3. Punta Gorda - Punta	40		40
8		PN Las Baulas de Guanacaste	Pargos	901	26.273	27.174
9		RVS Ostional (estatal)		546	8.033	8.579
10		RVS Werner Sauter (mixto)		185		185
11		RVS Isla Chora (estatal)		4		4
12		RVS Camaronal (estatal)		170	16.016	16.186
13	ACT	RVS Caletas-Arío (mixto)		340	20.004	20.345
14		RVS Cueva del Murciélago (privado)		93		93
15		RNA Cabo Blanco	4. Cabo Blanco	1.296	1.625	2.920
16		RNA Nicolás Wessberg		59		59
17		RVS Romelia (mixto)		227		227
18		RVS Curú (estatal)		98		98
19		RB Islas Negritos		141		141
20		HN Palustrino Corral de Piedra		2.417		2.417
21	ACAT / ACT	PN Palo Verde	5. Chira Tempisque	18.332		18.332
22		RVS Cipancí (estatal)		3.468		3.468
23		RVS Islas del Golfo (Aves, Pan de Azúcar, Cocineras y San Lucas)		448	530	978
24		RVS La Ensenada (mixto)		484		484
25		RB Isla Pájaros		4		4
26		HN Estero Puntarenas y manglares		3.910	1.264	5.174
27		ZP Tivives		2.466		2.466
28	ACOPAC	HN Marino Playa Blanca		5	12	17
29		RVS Ara Macao (mixto)		72		72
30		RVS Playa Hermosa-Punta Mala (estatal)		381	2.399	2.780
31		PN Manuel Antonio		1.771	124.372	126.143
32		RVS Portalón (mixto)		449		449
33		RVS Finca Barú del Pacífico (mixto)		347		347
34		RVS Rancho La Merced (mixto)	6. Dominical - Sierpe	410		410
35		PN Marino Ballena		129	5.223	5.352
36		HN Terraba-Sierpe		26.051	94	26.146
37		RVS Punta Río Claro (mixto)		320		320
38		RB Isla del Caño	7. Isla del Caño	326	5.201	5.527
39		RVS Quillotro (mixto)		77		77
40		PN Corcovado	8. Corcovado	42.400	2.030	44.430
41	ACOSA	RVS Carate (mixto)		196		196
42		HN Lacustrino Pejeperrito		60		60
43		RVS Río Oro (estatal)		15	1.700	1.715
44		RVS Pejeperro (mixto)		595		595
45		RVS Osa (mixto)		1.759		1.759
46		RVS Preciosa Platanares (mixto)		222		222
47		RF Golfo Dulce	9. Golfo Dulce	59.921		59.921
48		PN Piedras Blancas		13.955	1.877	15.832
49		RVS Golfito (mixto)		2.817		2.817
50		RVS Corredor Fronterizo (estatal)		9.374		9.374
51	ACTo	RVS Barra del Colorado (mixto)	10. Barra del Colorado	80.645		80.645
52		RVS Dr. Archie Carr (estatal)		44		44
53		PN Tortuguero		26.595	52.923	79.517
54		RF Pacuare - Matina		476		476
55		HN Cariari		2.405		2.405
56	ACLAC	RVS Limoncito(mixto)		1.096		1.096
57		RVS Aviarios del Caribe (privado)		55		55
58		PN Cahuita		1.102	23.295	24.397
59		RVS Gandoca-Manzanillo (mixto)	11. Gandoca	4.893	5.961	10.855
60	ACMIC	PN Isla del Coco		9.374	97.235	106.609

* Metas de representatividad en zonas marino costeras establecidas a partir del análisis de SINAC (2009)



ANEXO 2. CÁLCULO DE LA EXPOSICIÓN AL AUMENTO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR Y SU IMPACTO POTENCIAL

Indicadores de exposición

La exposición del área de estudio al cambio de la TSM (estrés térmico) se evaluó utilizando datos globales de la TSM a una resolución espacial de 30 km² y resolución temporal de un día, de la base de datos NOAA OISST (*Optimum Interpolation Sea Surface Temperature*) en el periodo 1981 – 2010.

El uso de otras fuentes de datos, de mayor resolución espacial, se descartó por diferentes limitaciones que impiden la aplicación rigurosa de la metodología para cálculo de estrés térmico actual:

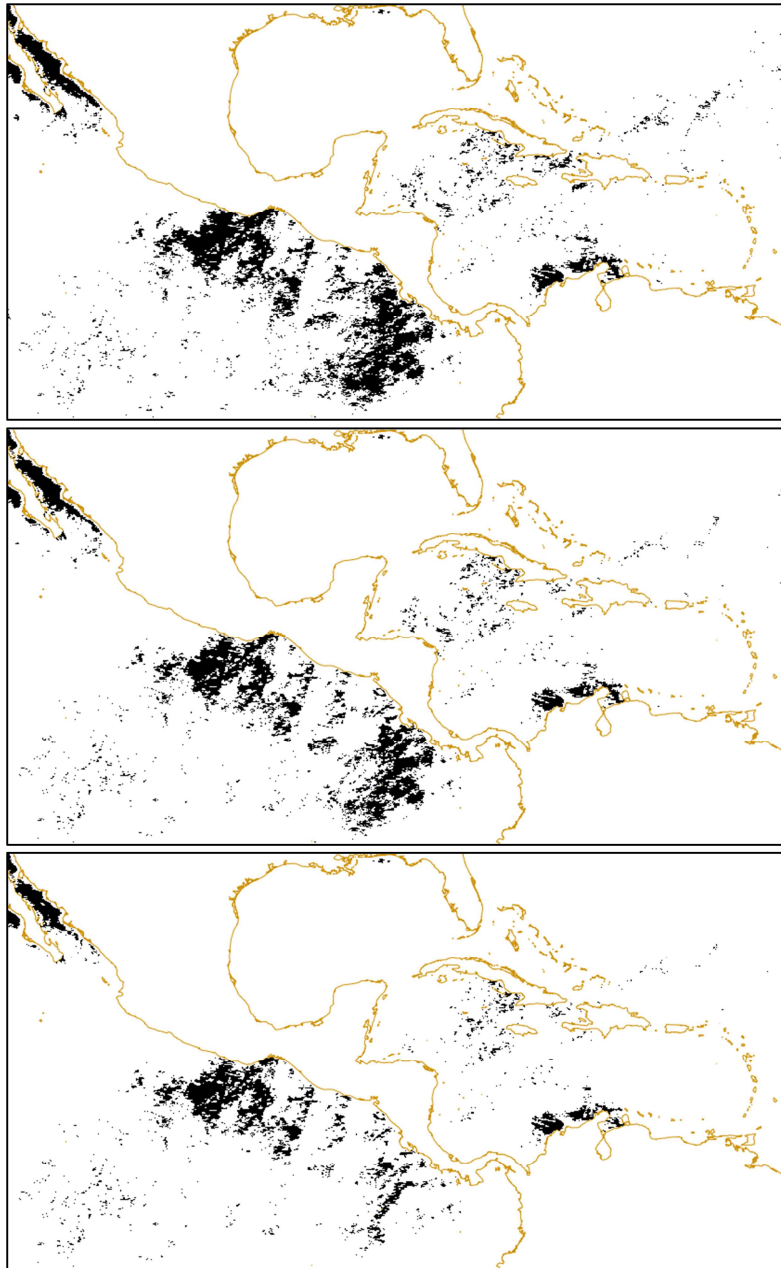
Fuente	Resolución espacial	Periodo disponible	Limitaciones
GHR SST (Group for High Resolution Sea Surface Temperature)	1 km ²	2006 en adelante	Alcance temporal muy corto para la aplicación de la metodología
AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) Pathfinder v5.2 (Casey et al. 2010)	4 km ²	1983 - 2010	Discontinuidad de registro de datos (ver nota 1)
Coast Watch - NOAA ²	5 km ²	2001 en adelante	La cobertura espacial no incluye Costa Rica
Coral Reef Watch - NOAA ³	50 km ²	2000 en adelante	Resolución espacial muy gruesa

Intentado rescatar información de AVHRR, se evaluó la agregación de información a nivel semanal, agrupando los datos de cada semana de la siguiente manera: Semana 1: promedio de los días 1 al 7; Semana 2: promedio de los días 2 a 8; y así sucesivamente, para un total de 357 semanas al año. Dados los vacíos de información, se intentó identificar valores semanales con los valores de al menos cuatro días, pero aun así todos los píxeles tuvieron información incompleta para las 357 semanas del año.

Las imágenes siguientes muestran la distribución de los puntos con información, agregando las semanas progresivamente. Se puede apreciar cómo se va perdiendo la información mientras se completa el registro.

² <http://coastwatch.noaa.gov/>

³ <http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/hdf/index.html>



Agregación de datos para las semanas 1 (arriba), 2 (centro) y 3 (abajo) de 1983.

Para el cálculo del estrés térmico actual, se usó la propuesta desarrollada por la NOAA (CRW, <http://coralreefwatch.noaa.gov/>) para el análisis del comportamiento de la TSM, la cual consiste en:

- la selección de datos nocturnos de la base de datos, para eliminar el efecto de deslumbramiento solar y reducir la variación de la TSM causada por el calentamiento diurno;
- el cálculo de la media mensual de la TSM; y

- la evaluación de los niveles de estrés térmico mediante la comparación de la media mensual máxima de la climatología base (MMM, periodo 2001 – 2005) contra la temperatura mensual del periodo de estudio (TSM, periodo 2006 – 2010) según su efecto de blanqueamiento en los corales (NOAA Coral Reef Watch, 2011, ver cuadro siguiente).

Escala de evaluación del indicador de estrés térmico de las áreas marinas al aumento de la temperatura superficial del mar (NOAA Coral Reef Watch, 2011)

Estado	Interpretación	Definición
1 - Sin estrés	Sin estrés térmico	Hotspot ¹ = 0
2 - Atención	Bajo nivel de estrés térmico	Hotspot ¹ > 0, TSM < umbral de blanqueamiento
3 - Advertencia	El estrés térmico se está acumulando	TSM > umbral de blanqueamiento; DHW ² > 0 y < 4
4 - Nivel de alerta 1	Se espera blanqueamiento	TSM > umbral de blanqueamiento; DHW ² ≥ 4 y < 8
5 - Nivel de alerta 2	Blanqueamiento generalizado y se espera cierta mortalidad	TSM > umbral de blanqueamiento; DHW ² ≥ 8

Notas: (1) Hotspot: áreas donde los datos de TSM son mayores al valor medio observado en el mes más caluroso del año. (2) DHW (Degree Heating Weeks o Grados-Semana de Calentamiento): muestra la cantidad de estrés por calor que se ha acumulado en un área en las últimas 12 semanas, es la suma de los valores de un Hotspot cuando la temperatura supera el umbral de blanqueamiento.

El cálculo del estrés térmico en escenarios futuros de aumento de la TSM utilizó los propuestos por Donner (2009), que contienen simulaciones para dos escenarios de emisiones (B1 y A2). Se evaluaron dos umbrales temporales (período 2030-2039 y período 2090-2099), para un total de cuatro simulaciones de clima futuro.

Indicadores de impacto potencial

La cobertura actual de los ecosistemas y especies fue tomada de las siguientes fuentes: Burke et al., 1999 para arrecifes de coral y SINAC, 2008 para estuarios, manglares y pastos marinos.

El impacto potencial en los arrecifes de coral fue evaluada contrastando la cobertura actual de arrecifes con la exposición actual del área de estudio al cambio de la TSM y con las simulaciones para los escenarios 2030-2039 y 2090-2099 (A2 y B1). Se procedió de la misma manera para la evaluación de la sensibilidad de estuarios y pastos marinos ya que no existe en la literatura científica actual disponible estudios observacionales que permitan construir una escala particular para estos objetos en particular (Morales, comunicación personal).

El cálculo del estrés térmico de manglares consideró los umbrales identificados en la literatura:

umbral manglares	justificación
------------------	---------------

1- sensibilidad muy baja:	No hay fuentes de estrés térmico reportadas para TSM inferior a 35°C
TSM < 35°C	
3 - sensibilidad media:	TSM ≥ TSM superior a 35°C puede causar estrés térmico a <i>Rhizophora mangle</i> (Banus, 1983
35°C, < 38 °C	citado por Cambers, Claro, Juman, & Scott, 2008)
5 - sensibilidad muy alta:	La diversidad en las comunidades de invertebrados que habitan en las raíces de los
TSM ≥ 38°C	mangles se reduce drásticamente, no hay establecimiento de plántulas cuando la TSM supera los 38°C (Banus, 1983 citado por Cambers et al., 2008)

En este caso, la escala de calificación sigue siendo la misma (de 1 a 5), pero para este elemento se asume que no hay zonas con impacto potencial en los niveles 2 y 4.

ANEXO 3. CÁLCULO DE LA EXPOSICIÓN A CAMBIOS EN LOS PATRONES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DEL AIRE Y SU IMPACTO POTENCIAL

Indicadores de exposición

Se utilizaron las siguientes bases de datos y modelos y escenarios de CC:

- Datos climáticos de línea base. Se utilizó como climatología base los datos de WorldClim (Hijmans et al. 2005) provenientes de un conjunto de datos climáticos globales a una resolución espacial de 1 km² y un período de 1960-1990.
- Datos climáticos futuros. Los escenarios de CC utilizados provienen del Programa de Investigación Mundial sobre el Clima (WCRP), del grupo CMIP3 (Coupled Model Intercomparison Project phase 3), usados en el reporte AR4 del IPCC. Estos escenarios han sido reducidos de escala (a una resolución de aproximadamente 5 km) por The Nature Conservancy en tres grupos de forzamiento radiativo (IPCC-SRES), B1 y A2 con 48, 52 y 36 escenarios respectivamente para el período 2070-2100, para 136 simulaciones de clima futuro en total (cuadro siguiente).

Simulaciones utilizadas de Modelos de Circulación General Atmósfera-Océano (AOGCM)

AOGCM	Siglo XX	Bajas emisiones (B1)	Altas emisiones (A2)
BCC-CM1	1	1	0
BCCR-BCM2.0	1	1	1
CCSM3	8	8	4
CGCM3.1(T47)	5	5	5
CGCM3.1(T63)	1	1	0
CNRM-CM3	1	1	1
CSIRO-Mk3.0	1	1	1
ECHAM5/MPI-OM	4	3	3
ECHO-G	3	3	3
FGOALS-g1.0	3	3	0
GFDL-CM2.0	1	1	1
GFDL-CM2.1	1	1	1
GISS-AOM	2	2	0
GISS-EH	3	0	0
GISS-ER	5	1	1
INM-CM3.0	1	1	1
IPSL-CM4	1	1	1
MIROC3.2(hires)	1	1	0
MIROC3.2(medres)	3	3	3
MRI-CGCM2.3.2	5	5	5
PCM	4	3	4
UKMO-HadCM3	2	1	1
UKMO-HadGEM1	1	1	0
Total	58	48	36

Para la precipitación, la exposición fue medida según la cantidad de simulaciones que predicen una disminución en precipitación superior a 50%. Costa Rica es una zona de incertidumbre en los escenarios futuros de precipitación; algunos muestran un aumento de esta variable, otros una disminución. Sin embargo, de 36 escenarios evaluados bajo escenarios de emisiones altas, solo tres muestran un aumento mayor al 10%, por lo que se consideran en este estudio solo los escenarios con reducción de precipitación (al menos 2/3 de los escenarios).

Se tomó como base la metodología del IPCC sobre probabilidad de cambio, la cual evalúa la cantidad de simulaciones que superan el umbral establecido (disminución superior a 50% de precipitación). Cuando <33% del total de simulaciones por escenario de emisiones (B1 o A2) supera el umbral entonces la exposición es muy baja, de 33 a 50% baja, de 50 a 66% media, de 66 a 90% alta y de 90 a 100% muy alta.

Para la temperatura, la exposición está medida según la cantidad de simulaciones que predicen un aumento en temperatura superior a 3 °C. Se eligió este umbral porque establece diferencias claras entre los escenarios futuros de emisiones B1 y A2. Se utilizó la misma metodología empleada para evaluar la exposición de cambio de precipitación.

Indicadores de impacto potencial

La distribución actual de manglares y playas de anidamiento de tortugas marinas fue tomada de SINAC (2008). La distribución de bosques naturales, suelo con capacidad de uso agrícola, área urbana, extensión de carreteras y densidad de población fue tomada de ITCR (2008).

Para el cálculo de los niveles de sensibilidad de las playas de anidamiento de tortugas al aumento de la temperatura del aire se asumió su equivalencia con los niveles de exposición, ya que no se cuenta con una calibración in situ para establecer la relación entre la temperatura del aire y de la arena sugerida por Fuentes et al. (2009).

Para el cálculo de los niveles de sensibilidad de los manglares al aumento de la temperatura del aire se asumieron los siguientes umbrales basados en la literatura:

umbrales	justificación
sensibilidad muy baja: T° aire < 25°C	La mayoría de especies de mangle producen una máxima densidad de tallos cuando la temperatura del aire es cercana a 25°C (Hutchings y Saenger 1987 citados por Mcleod & Salm 2006).
sensibilidad media: T° aire ≥ 25°C, < 35°C	A temperaturas mayores a 25°C, algunas especies de mangle muestran un declinamiento en la tasa de formación de hojas (Saenger y Moverly 1985 citados por Mcleod & Salm 2006).
sensibilidad muy alta: T° aire ≥ 35°C	Temperaturas mayores a 35°C causan un estrés térmico que afecta a las estructuras radicales de los mangles y el establecimiento de plántulas (UNESCO 1992 citado por Mcleod & Salm 2006). At temperaturas superiores a 38-40°C, casi no ocurre fotosíntesis (Clough et al. 1982 y Andrews et al. 1984, citados por Mcleod & Salm 2006)

Los cambios en el tipo de vegetación fueron simulados empleando el Modelo MAPSS (Mapped Atmosphere-Plant-Soil System), un modelo que simula el saldo promedio de agua a largo plazo, los tipos de vegetación potencial, y los parámetros biofísicos como el índice de área foliar, en base a la escasez de agua y energía (Neilson, 1995). Los cambios en el tipo de vegetación fueron calculados comparando el escenario de línea base (datos de la climatología Worldclim, 1960-1990) contra los escenarios futuros (datos del grupo CMIP3, escenarios de emisiones A2 y B1, 2070-2090). El cambio se consideró de manera binaria (0 no hay cambio y 1 sí hubo cambio) para cada pixel, posteriormente se contó la cantidad de escenarios con cambios para cada uno. La escala de probabilidad empleada usa la terminología recomendada por el IPCC (2005) y está relacionada con cuantas veces las simulaciones bajo cada escenario de emisiones coinciden. Para evitar inconsistencias en el análisis espacial se consideró solo las áreas con potencial forestal según el mapa de capacidad de uso de la tierra de Costa Rica (ITCR 2004). Los cambios en los suelos de capacidad de uso agrícola fueron simulados también el modelo MAPPS, considerando los cambios en la escurrentía y las áreas con potencial agrícola en el mapa de capacidad de uso de la tierra.

ANEXO 4. CÁLCULO DE LA EXPOSICIÓN AL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR Y SU IMPACTO POTENCIAL

Indicadores de exposición

Para la determinación de las tendencias de cambio de nivel del mar en la región de interés se utilizó dos fuentes de datos:

- estaciones mareográficas disponibles localizadas en ambas costas de Costa Rica, para definición de nivel relativo. Se cuenta con los mareógrafos de puntos cercanos a Quepos y Puntarenas (Pacífico) y Puerto Limón (Caribe), que tienen las mayores series de tiempo en Costa Rica.
- datos provenientes de mediciones realizadas por sensores remotos Topex/Poseidon, Jason I y Jason II), para determinación de nivel absoluto (respecto al geoide) del mar, obtenidos de la base de datos AVISO (Altimetry data center, Centre National d'Etudes Spatiales, Toulouse, Francia). La ubicación de las series de datos altimétricos correspondientes se obtienen de las coordenadas de los puntos en la grilla de AVISO más cercanos a los puntos de interés (los datos de altimetría tienen una resolución espacial de 1/3 de grado en latitud y longitud.).

La estimación de la extensión de costa expuesta y área de costa propensa a inundación utilizó:

- el modelo digital de elevación (MED) de 30 m del Atlas de Costa Rica (ITCR, 2008), que actualizó los límites marítimos de Costa Rica (escala 1:50,000) usando imágenes de satélite y fotografías aéreas del 2005.

El análisis de tendencias de cambio del nivel del mar se basa en la estimación de los cambios absolutos y relativos del nivel del mar. Las mediciones relativas se basan en mareógrafos instalados en la superficie de la tierra desde hace décadas, los cambios absolutos son mediciones a nivel global con altímetros de alta precisión (5 mm) instalados en satélite. Estas mediciones iniciaron en 1992 y se realizan cada 10 días. Los altímetros miden la distancia entre el satélite y la superficie mediante pulsos de radar, y conociendo con gran precisión la posición del satélite respecto a una superficie elipsoidal de referencia, se obtiene la altura de la superficie del mar. A diferencia de las mediciones mareográficas, donde se mide el nivel relativo del mar, la altimetría permite obtener las variaciones absolutas del nivel del mar en forma global, con una precisión de décimas de mm/año. La variación del nivel del mar medio global medida de esta forma incluye: la expansión o contracción debida a variaciones en la densidad del agua (determinadas por variaciones de temperatura y salinidad); el intercambio de agua con los continentes, la atmósfera y las capas polares; y las variaciones de baja frecuencia de la circulación oceánica.

La estimación de la extensión de playas expuesta al aumento en el nivel del mar consideró solamente aquellas formadas por arena fina o arena gruesa, ya que son estos tipos de playa los utili-

zados como sitios de anidamiento por diferentes tipos de tortugas marinas. El procedimiento consiste en sobreponer las capas de playas contra la de exposición (SRTM 30m).

La estimación de área de costa propensa a inundación utilizó un modelo espacial para medir la distribución de área distribuida a diferentes niveles, según una escala potencial de riesgo de ascenso del nivel del mar:

Escala de calificación del indicador de elevación del nivel del mar en la costa		
Elevación	Calificación	Descripción
< 1 m	Muy alta	Áreas altamente expuestas a inundación y erosión por mareas, lluvias extremas y tormentas de todas las categorías con el actual nivel del mar. Áreas cubiertas con el aumento del nivel de mar previsto para 2090
1 a 2 m	Alta	Áreas expuestas a inundación por tormentas con el actual nivel del mar. Áreas altamente expuestas a inundación y erosión por mareas, lluvias extremas y tormentas de todas las categorías con el aumento del nivel del mar previsto para 2090
2 - 4 m	Media	Áreas expuestas a eventos extremos (3, 4, 5) con condiciones actuales. Áreas expuestas a inundación por tormentas y mareas con el aumento del nivel del mar previsto para 2090
4 - 8 m	Baja	Áreas expuestas a eventos extremos categoría 5 con condiciones actuales Áreas expuestas a inundación por eventos extremos con el aumento del nivel del mar
8 - 16 m	Muy baja	Áreas no expuestas actualmente y poco expuestas con el aumento del nivel del mar

Indicadores de impacto potencial

- área de manglares expuesta
- extensión de playas de anidamiento de tortugas marinas expuesta
- área de humedales expuesta
- área de bosques naturales expuesta
- área de suelo de capacidad de uso agrícola expuesta
- área urbana expuesta
- extensión de carreteras y caminos expuesta
- población humana expuesta los segmentos censales del censo del año 2000 clasificados como “urbano” o “periferia urbano”

La distribución actual de manglares, playas de anidamiento de tortugas marinas y áreas de pesca fue tomada de SINAC (2008). La distribución de bosques naturales, suelo con capacidad de uso agrícola, área urbana, extensión de carreteras y densidad de población fue tomada de ITCR (2008), y complementada con datos preliminares del Censo de Población 2011.

La distribución de cada uno de los elementos considerados por los indicadores de sensibilidad fue evaluada con la misma escala exponencial del riesgo de ascenso del nivel del mar y calificada de acuerdo a la escala mostrada en el cuadro anterior.

ANEXO 5. DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DE LA CAPACIDAD ADAPTATIVA A NIVEL DISTRITAL

- **Indicador Grupos demográficamente vulnerables**

Variable Proporción de personas con una o más Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

Este método de estimación de la pobreza, promovido por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), considera la carencia de necesidades materiales básicas. Para el Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2000, el INEC considera las siguientes variables y criterios para su medición (Méndez Fonseca & Trejos Solórzano 2004):

Necesidad material básica	Dimensión	Condiciones para considerar que la necesidad básica está insatisfecha
Albergue digno	Calidad de la vivienda	El tipo de la vivienda corresponde a “tugurio” o al menos dos partes de la vivienda (piso, paredes y techo) están contruidos de material de desecho o su estado aparente es “malo”
	Hacinamiento	El número de personas en la vivienda por cada dormitorio es mayor a 3
Vida saludable	Servicios básicos	<i>Agua potable:</i> el agua proviene de río, quebrada o naciente, o de la lluvia. En la zona urbana se añade la obtenida de pozo.
		<i>Disposición de excretas:</i> no tiene o el sistema es diferente a alcantarillado o cloaca, tanque séptico o pozo negro o letrina. <i>Alumbrado:</i> no es eléctrico en zona urbana, no es eléctrico o con canfín en zona rural.
Conocimiento	Educación	En el hogar hay niños y jóvenes de 7-15 años que no asisten a algún centro educativo en zona urbana, y de 7-12 años en zona rural.
Otros bienes y servicios	Características de los perceptores de ingresos de los hogares	La razón de dependencia económica del hogar (miembros del hogar entre ocupados) es mayor a 3, y el jefe del hogar tiene menos de 6° grado en zona urbana o 3° grado o menos en zona rural

La información de NBI de cada distrito fue tomada de los resultados del IX Censo de Población y V Vivienda (distribución porcentual de las personas con una o más carencias críticas por segmento y distrito), considerando la columna “NBI” del registro censal de población. Para el distrito El Roble (Puntarenas), creado posteriormente al censo, se recodificaron los segmentos correspondientes, anteriormente asignados al distrito de Chacarita.

Para su posterior comparación en análisis multicriterio, los datos fueron escalados en el rango de 1 a 5 con la fórmula propuesta por Pearson & Kolen (2010) para transformaciones lineares y asignados a cinco categorías, de acuerdo a la distribución de sus valores escalados en los percentiles 20, 40, 60, 80 y 100, siguiendo la propuesta de Malczewski (2000).

Variable Proporción de personas sin seguro social. La variable “Seguro Social” del censo citado permite identificar la tenencia o no de seguro social y el tipo de cobertura (asalariado, por cuenta propia o convenio, pensionado, familiar o por cuenta del estado y otros). Los datos tienen

el mismo origen y tratamiento que los de la variable 1A, considerándose la columna “P07” del registro censal de población.

- **Indicador Dependencia de los recursos vulnerables a los impactos del cambio climático**

La variable “Rama de actividad” del censo citado identifica el rubro específico de la actividad económica de las personas que trabajan en cada hogar, mediante códigos estandarizados. En función a los resultados de los análisis de exposición y vulnerabilidad y de los estudios de caso locales, fueron seleccionadas tres ocupaciones dependientes de recursos vulnerables: pesca, agricultura y turismo.

Variable Proporción de personas cuya actividad económica principal es la pesca. Incluye todas las actividades de servicios relacionadas con la pesca, incluyendo la explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas (códigos 05001 y 05002).

Variable Proporción de personas cuya actividad económica principal es la agricultura. Incluye todas las actividades de servicios relacionadas con la agricultura, incluyendo la ganadería, caza y silvicultura (códigos 01110 a 02003).

Variable Proporción de personas cuya actividad económica principal está relacionada al turismo. Siguiendo la propuesta de CEPAL (2007), incluye todas las actividades de agencia de viajes y organizadores de viajes (códigos 63041 y 63042), actividades de museos y preservación de lugares y edificios históricos (códigos 92320), actividades de jardines botánicos y zoológicos y parques nacionales (código 92330) y actividades relacionadas con la operación de hoteles y restaurantes (códigos 55). Los datos de estas variables tienen el mismo origen y tratamiento que los de la 1A, considerándose la columna “P16” del registro censal de población.

- **Indicador Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima**

Variable Número promedio de años de educación formal. La variable “Nivel de educación” registra el nivel educativo formal de cada persona y los años completados en dicho nivel educativo. Los datos de tienen el mismo origen y tratamiento que los de la variable 1A, considerándose la columna “P11” del registro censal de población. En este caso, se calculó la inversa del dato por ser inversamente proporcional al rango de calificación utilizado.

Variable Grado de difusión del proceso de Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades (AVC). La Dirección Nacional de Socorros y Operaciones (DINASO) de la Cruz Roja Costarricense (CRC) desarrolló el Proyecto “Fortaleciendo capacidades ante los riesgos de Cambio Climático en la Costa Pacífica en Costa Rica” entre 2006 y 2007. A raíz de este proyecto se diseñó la metodología y materiales para la realización de AVL con familias y centros de educativos (Guzmán Brenes

2009), y se inició la difusión del proceso en el país mediante la capacitación de los comités locales y el apoyo para que los comités capaciten a su vez a las comunidades locales⁴. Se realizaron entrevistas telefónicas al personal directivo de todos los comités locales costarricenses ubicados en los distritos costeros del país. Las respuestas se sistematizaron mediante la siguiente escala: 1. Comité local capacitado en AVC, aplicación avanzada en campo (4 o más comunidades), 2 Comité local capacitado en AVC, aplicación incipiente en campo (3 o menos comunidades), 4 Comité local capacitado en AVC, sin aplicación en campo, 5 Comité local no capacitado en AVC y 5 No tiene comité de CRC.

- **Indicador Redes de apoyo a la reducción de riesgo climático y ACC**

Variable Número de Comités Comunales de Emergencia (CCE) por cada 1000 personas. La Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) promueve estas organizaciones en localidades donde se prevé amenazas que exigen una adecuada respuesta de la población. Generalmente integran representantes de organizaciones gubernamentales, ONG y organizaciones privadas. A partir del listado de los 441 CCE vigentes en el país a diciembre de 2011 provisto por la CNE (CNE 2012), se definió su ubicación espacial en los distritos costeros. Se consideró la inversa del dato por ser inversamente proporcional al rango de calificación utilizado.

- **Indicador Capacidad de la comunidad para organizarse**

Variable Número de asociaciones comunitarias de desarrollo por cada 1000 personas. La Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad (DINADECO) promueve, capacita y financia organizaciones de desarrollo a nivel local. Estas son entidades autorizadas para realizar todo tipo de acciones tendientes al desarrollo social, económico, cultural y ambiental de los habitantes de un área, en colaboración con municipalidades y otros organismos públicos y/o privados. Hay dos tipos: las asociaciones integrales (ADI) son permanentes, las asociaciones específicas (ADE) se constituyen con un objetivo específico y se extinguen al cumplirlo. A partir del listado de 3,290 asociaciones de desarrollo inscritas y vigentes al 13 de enero de 2012 (DINADECO 2012), se definió su ubicación espacial en los distritos costeros. Se consideró la inversa del dato por ser inversamente proporcional al rango de calificación utilizado.

- **Indicador Acceso equitativo a los recursos y servicios**

Variable Número de EBAIS por cada 1000 personas. Los Equipos Básicos de Atención Integral de Salud (EBAIS) son equipos integrados por un equipo básico (médico general, auxiliar de enfermería y cuatro asistentes técnicos) que dan atención a la población de un sector definido (usualmente entre 3500 y 4000 personas). A partir del inventario de EBAIS al 31 de diciembre

⁴ Comunicación personal con Carlos Herrera, Director Nacional de la DINASO, CRC.

del 2010 (CCSS 2011) se definió su ubicación espacial en los distritos costeros. Se consideró la inversa del dato por ser inversamente proporcional al rango de calificación utilizado.

Variable Proporción de hogares sin abastecimiento de agua por tubería. La variable “Abastecimiento de agua” registra el tipo de abastecimiento que tienen los hogares (1: Tubería dentro de la vivienda, 2: Tubería fuera de la vivienda, 3: Tubería fuera de lote o edificio, o 4: No tiene agua por tubería). Se consideró solo la proporción de hogares dentro de la categoría 4, proveniente de la columna “V10” del registro censal de viviendas.

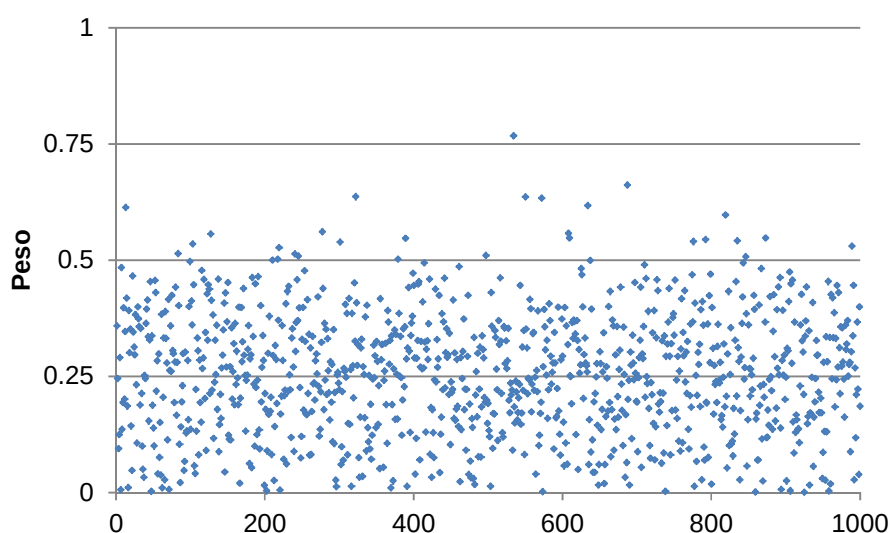
Variable Media ponderada del tipo de origen de fuente de agua utilizada en los hogares. La variable “El agua proviene de...” registra el tipo de fuente de agua que tienen los hogares (1: Acueducto del A y A, 2: Acueducto rural o municipal, 3: Pozo, 4: Río quebrada o naciente y 5: Lluvia u otros). Se calculó una media ponderada (tipo de origen de fuente x número de hogares), considerando la columna “V11” del registro censal de viviendas.

Variable Media ponderada del tipo de instalación sanitaria utilizada en los hogares. La variable “Tenencia de servicio sanitario” registra el tipo de instalación sanitaria que tienen los hogares (1: Conectado a alcantarilla pública, 2: Conectado a tanque séptico, 3: De pozo negro o letrina, 4: Con otro sistema y 5: No tiene). Se calculó una media ponderada (tipo de servicio x número de hogares), considerando la columna “V12” del registro censal de viviendas.

ANEXO 6. INTEGRACIÓN DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE CAPACIDAD ADAPTATIVA

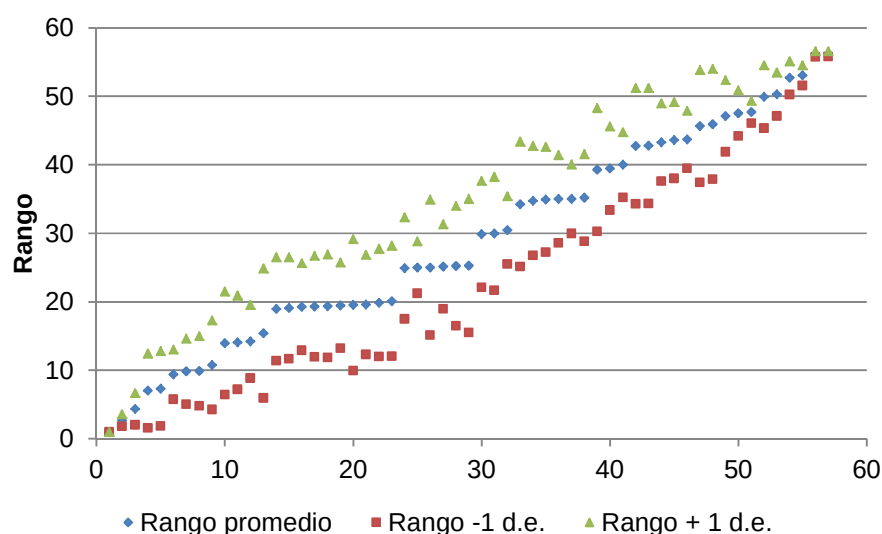
La integración de indicadores de naturaleza biofísica – es decir, la mayor parte de indicadores de exposición y sensibilidad – con los indicadores de naturaleza social o económica – la mayor parte de indicadores de capacidad adaptativa, se realiza mediante la estandarización de estos últimos y una agregación ponderada (ver Anexo 5). Tanto la estandarización como la asignación de pesos en las sumas ponderadas de criterios e indicadores pueden afectar de manera significativa el ranking relativo resultante entre los elementos analizados.

Para evaluar el efecto de la asignación de pesos entre los criterios e indicadores que se agregan en cada nivel jerárquico del análisis, se realizó un análisis de sensibilidad del valor resultante para un criterio a los pesos de los indicadores agregados para llegar a este. Este análisis, a manera de ejemplo, se aplicó sobre los pesos de los indicadores para el criterio de capacidad adaptativa sobre “acceso equitativo a bienes y servicios”. El análisis consiste en analizar los cambios en el valor para un distrito para este criterio bajo un rango amplio de pesos posibles de los indicadores. Se analizaron 1000 combinaciones posibles de pesos en la agregación de los indicadores y el ranking resultante se comparó con el uso de pesos iguales entre los indicadores (en este caso 0.25 al ser 4 indicadores). Para un indicador el promedio de los pesos asignados en las 1000 combinaciones es de 0.25, indicando que asumimos que es más probable que el peso correcto sea igual entre indicadores y menos probable que un indicador tenga un peso mucho mayor que otros. El resultado de este análisis indica que los pesos asignados a los indicadores en la suma ponderada para calcular el valor de un criterio en un distrito pueden variar su rango relativo a los demás distritos 17 posiciones (en promedio respecto al rango con pesos iguales) sobre todo para los distritos con rangos promedios.



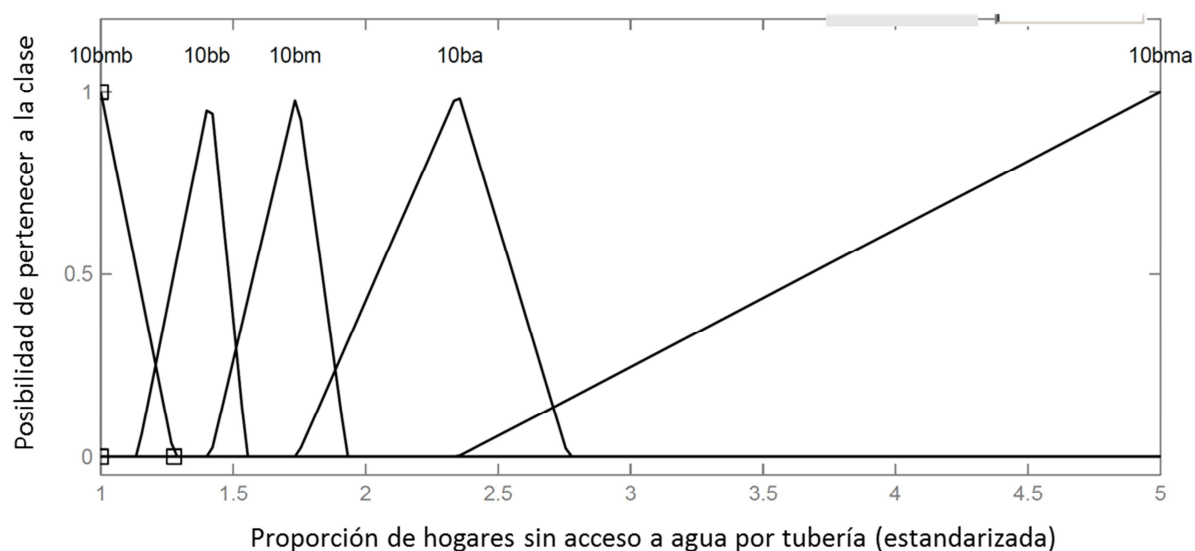
Pesos analizados para el criterio 10A (Número de EBAIS por cada 1000 personas) y los ranking promedio resultantes para los distritos entre dos desviaciones estándar (en las 1000 posibles combinaciones)

La estandarización de los valores de un indicador también puede tener efecto sobre el ranking resultante del distrito. La categorización discreta en cinco clases (entre 1 y 5) de los quintiles de la distribución de valores del indicador entre los distritos asume que conocemos los umbrales en que el valor de un indicador (p. e. % de personas con acceso a agua potable por tubería) pasa de una categoría (p. e. muy baja o 5) a otra (baja) y por ejemplo, que pequeños cambios (p. e. entre 3.99 y 4.01) en el valor del indicador pueden significar este cambio de categoría (entre muy bajo y bajo).



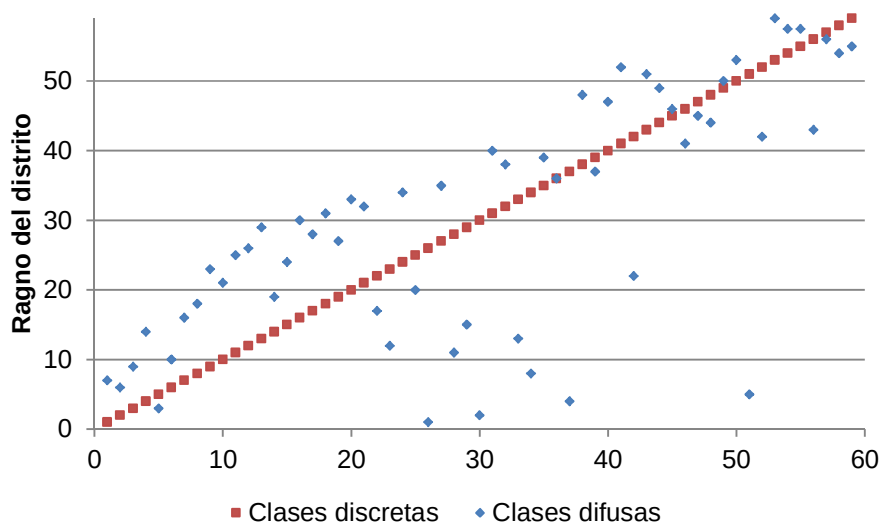
Pesos evaluados para el indicador 10A (Número de EBAIS por cada 1000 personas) en el análisis de sensibilidad a los pesos de los indicadores en su agregación ponderada. (b) Ránking de los distritos según el criterio de “acceso equitativo a bienes y servicios” para pesos equitativos (usados en este estudio) y +/- una desviación estándar (entre 1000 combinaciones posibles de pesos) entre indicadores

Estos umbrales son difíciles de estimar y la realización de operaciones aritméticas entre indicadores con ayuda de técnicas de “sets difusos” permite evaluar el efecto de ambigüedades (o desconocimiento) en la definición de estos umbrales (Lawry 2006; Phillis and Andriantiatsaholainaina 2001; Zadeh 1965). La técnica permite definir las clases de un indicador (p. e. entre muy bajo y muy alto) considerando que un valor específico del indicador tiene la posibilidad de pertenecer a una clase u otra y que esta ambigüedad aumenta en la medida en que nos acercamos al umbral que separa dos clases (cuando son definidas de manera discreta). Locatelli et al. (2010) muestra en detalle una aplicación de estos conceptos para la priorización de áreas para la provisión de servicios ecosistémicos en Costa Rica. Los cálculos fueron realizados en Matlab 2010 (Mathworks).



Posibilidad de pertenecer a una clase para el indicador de proporción de hogares sin acceso a agua por tubería (10bmb =muy bajo, 10bb =bajo, 10bm =medio, 10ba=alto y 10bma=muy alto)

La siguiente ilustración muestra que el efecto en el ranking del distrito con el uso de clases difusas (vs. clases discretas) puede ser en promedio de hasta 6 posiciones, con algunos distritos en rangos entre 20 y 40 que pueden tener disminuciones mayores en el rango. Esto se puede deber a que para agregar de clases difusas se tomaron criterios conservadores, en que, si un distrito tiene un indicador categorizado como “bajo” no es compensado por valores “altos” en los otros indicadores.



Rango del distrito promediando los indicadores definidos con clases discretas (por quintiles) agregación usando clases difusas

ANEXO 7. IMPACTO POTENCIAL EN ARRECIFES DE CORAL

Por aumento de la temperatura superficial del mar, periodo actual

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área arrecifes ha	Área con impacto potencial por aumento de la TSM									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
		ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACG	RVS Chenailles	117	2	2	100								
	PN Santa Rosa	85,549	1,639	1,639	100								
	RVS Iguanita	112	< 1	< 1	100								
ACT	RVS Isla Chora	4	4	4	100								
ACOPAC	PN Manuel Antonio	126,143	616	616	100								
ACOSA	PN Marino Ballena	5,352	310	310	100								
	PN Corcovado	44,415	1,272	1,272	100								
	RVS Quillotro	77	18	18	100								
	RF Golfo Dulce	59,921	305	305	100								
	PN Piedras Blancas	15,832	343	343	100								
ACMIC	PN Isla del Coco	99,635	402	402	100								
ACLA-C	PN Cahuita	24,397	469	210	45			259	55				
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	1,196	1,196	100								

Por aumento de la temperatura superficial del mar, periodo 2030 - 2039

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área arrecifes ha	Área con impacto potencial por aumento de la TSM, B1										Área con impacto potencial por aumento de la TSM, A2									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
		ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACG	RVS Chenailles	117	2			2	100									2	100						
	PN Santa Rosa	85,549	1,639	171	10	307	19	1,161	71					93	6	121	7	1,425	87				
	RVS Iguanita	112	< 1			< 1	100											< 1	100				
ACT	RVS Isla Chora	4	4	4	100									4	100								
ACOPAC	PN Manuel Antonio	126,143	616	282	46	335	54							282	46	335	54						
ACOSA	PN Marino Ballena	5,352	310					310	100									310	100				
	PN Corcovado	44,415	1,272	482	38			790	62					482	38			790	62				
	RVS Quillotro	77	18	18	100									18	100								
	RF Golfo Dulce	59,921	305	305	100									305	100								
	PN Piedras Blancas	15,832	343	343	100									343	100								
ACMIC	PN Isla del Coco	99,635	402					402	100									402	100				
ACLA-C	PN Cahuita	24,397	469	210	45	259	55							210	45	259	55						
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	1,196	1,196	100									1,196	100								

Nota: Para ambos escenarios en el periodo 2090-2099 el nivel de alerta 2 se generaliza (100% en todas las áreas)

ANEXO 8. IMPACTO POTENCIAL EN PASTOS MARINOS

Por aumento de la temperatura superficial del mar: periodo actual

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área pastos ha	Área con impacto potencial por aumento de la TSM									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACOSA	PN Marino Ballena	5,352	X	X	100								
	HN Terraba Sierpe	18,846	X	X	100								
ACLA-C	HN Cariari	1,577	< 1					< 1	100				
	PN Cahuita	24,397	252	77	31			175	69				
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	173	111	64	62	36						

Por aumento de la temperatura superficial del mar, periodo 2030 - 2039

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área pastos ha	Área con impacto potencial por aumento de la TSM, B1										Área con impacto potencial por aumento de la TSM, A2									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACOSA	PN Marino Ballena	5,352	X					X	100									X	100				
	HN Terraba Sierpe	18,846	X					X	100									X	100				
ACLA-C	HN Cariari	1,577	< 1			< 1	100									< 1	100						
	PN Cahuita	24,397	252	77	31									77	31	175	69						
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	173	173	100									173	100								

Nota 1: Para ambos escenarios en el periodo 2090-2099 el nivel de alerta 2 se generaliza (100% en todas las áreas).

Nota 2: En el Pacífico la información de pastos marinos se limita a su ubicación puntual, imposibilitando el cálculo de áreas.

ANEXO 9. IMPACTO POTENCIAL EN ESTUARIOS

Por aumento de la temperatura superficial del mar, periodo actual

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área estuarios ha	Área con impacto potencial									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACOPAC	HN Estero Puntarenas y manglares	5,174	846	846	100								
	RB Isla Pájaros		4	4	100								
ACOSA	HN Terraba-Sierpe	18,846	1,337	1,337	100								
	RVS Golfito	2,817	65	65	100								

Por aumento de la temperatura superficial del mar, periodo 2030 - 2039

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área pastos ha	Área con impacto potencial por aumento de la TSM, B1										Área con impacto potencial por aumento de la TSM, A2									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACOPAC	HN Estero Puntarenas y manglares	5,174	846	711	84	134	16							711	84	134	16						
	RB Isla Pájaros		4	4	100																		
ACOSA	HN Terraba-Sierpe	18,846	1,337					1,337	100									1,337	100				
	RVS Golfito	2,817	65					65	100									65	100				

Nota: Para ambos escenarios en el periodo 2090-2099 el nivel de alerta 2 se generaliza (100% en todas las áreas)

ANEXO 10. IMPACTO POTENCIAL EN MANGLARES

Por aumento de la temperatura superficial del mar: periodo actual, periodos 2030 – 2039 y 2090 - 2099, escenarios B1 y A2

Área de Conservación		Área ASP	Área manglar	Área con impacto potencial por aumento de la TSM									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
		ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACG	PN Santa Rosa	85,549	1,478	1,478	100							728	
ACT	PNM Las Baulas de Guanacaste	27,174	273	273	100								
	HN Palustrino Corral de Piedra	2,417	210	210	100								
ACA-T	PN Palo Verde	18,262	137	137	100								
	RVS Cipancí	3,468	211	211	100								
ACOPAC	RVS La Ensenada	484	112	112	100								
	HN Estero Puntarenas y manglares	5,174	2.803	2.803	100								
	ZP Tivives	2,466	540	540	100								
	PN Manuel Antonio	126,143	548	548	100								
	RVS Portalón	224	138	138	100								
ACOSA	HN Térraba-Sierpe	18,846	15,415	15,415	100								
	RF Golfo Dulce	59,921	19	19	100								
	PN Piedras Blancas	15,832	422	422	100								
ACTo	PN Tortuguero	79,517	974	974									
ACLA-C	HN Cariari	1,576	137	137	100								
	RF Pacuare - Matina	476	136	136									
	PN Cahuita	24,397	118	118									
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	322	322	100								

Por aumento de la temperatura del aire: periodo 2070-2099, escenarios de emisiones B1 y A2

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área manglar ha	Área con impacto potencial por aumento Taire, escenarios B1 y A2									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACG	PN Santa Rosa	85,549	1,478			1,478	100						
ACT	PNM Baulas de Guanacaste	27,174	273			273	100						
	HN Palustrino Corral de Piedra	2,417	210			210	100						
ACA-T	PN Palo Verde	18,262	137			137	100						
	RVS Cipancí	3,468	211			211	100						
ACOPAC	RVS La Ensenada	484	112			112	100						
	HN Estero Puntarenas y manglares	5,174	2.803			2.803	100						
	ZP Tivives	2,466	540			540	100						
	PN Manuel Antonio	126,143	548			548	100						
	RVS Portalón	224	138			138	100						
ACOSA	HN Terraba-Sierpe	18,846	15,415			15,415	100						
	RF Golfo Dulce	59,921	19			19	100						
	PN Piedras Blancas	15,832	422			422	100						
ACTo	PN Tortuguero	79,517	974			974	100						
ACLA-C	HN Cariari	1,576	137			137	100						
	RF Pacuare - Matina	476	136			136	100						
	PN Cahuita	24,397	118			118	100						
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	322			322	100						

Por aumento del nivel del mar

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Área manglar ha	Área bajo impacto potencial por aumento del nivel del mar									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACG	PN Santa Rosa	85,549	1,478									1,478	100
ACT	PNM Las Baulas de Guanacaste	27,174	273									273	100
	HN P. Corral de Piedra	2,417	138									210	100
ACA-T	PN Palo Verde	18,262	137									137	100
	RVS Cipanci	3,468	211									211	100
ACOPAC	RVS La Ensenada	484	112									112	100
	HN Estero Puntarenas y manglares	5,174	2,803									2,803	100
	ZP Tivives	2,466	540									540	100
	PN Manuel Antonio	126,143	548									548	100
	RVS Portalón	224	138									138	100
ACOSA	HN Terraba-Sierpe	18,846	15,415									15,415	100
	RF Golfo Dulce	59,921	19									19	100
	PN Piedras Blancas	15,832	422									422	100
ACTo	PN Tortuguero	79,517	974									974	100
ACLA-C	HN Cariari	1,576	137									137	100
	RF Pacuare - Matina	476	136									136	100
	PN Cahuita	24,397	118									118	100
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	322									322	100

ANEXO 11. IMPACTO POTENCIAL EN PLAYAS DE ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS

Por aumento de la temperatura del aire

Área de Conservación		Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Extensión playas anid. km	Extensión bajo impacto potencial, escenario B1								Extensión bajo impacto potencial, escenario A2									
					muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		muy bajo		bajo		medio		alto	
					km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
ACG		PN Santa Rosa	85,549	7	7	100											7	100				
ACT		RVS Conchal	40	1	1	100											1	100				
		PNM Las Baulas de Guanacaste	27,174	8	8	100											8	100				
		RVS Ostional	8,579	18	18	100											18	100				
		RVS Camaronal	16,161	3	3	100											3	100				
		RVS Caletas-Arío	20,345	8	8	100											8	100				
ACOPAC		HN Marino Playa Blanca	17	1	1	100											1	100				
		RVS Playa Hermosa-Punta Mala	11	10	10	100											10	100				
		PN Manuel Antonio	126,143	13	13	100											13	100				
		RVS Portalón	224	3	3	100											3	100				
		RVS Finca Barú del Pacífico	347	2	2	100											2	100				
ACOSA		PN Marino Ballena	5,352	1	1	100											1	100				
		RVS Punta Río Claro	320	1	1	100											1	100				
		PN Corcovado	44,415	18	18	100											15	83	3	17		
		RVS Carate	196	2	2	100													2	100		
		RVS Río Oro	1,762	8	8	100													8	100		
		RVS Osa	1,493	3	3	100													3	100		
		RVS Preciosa Platanares	222	4	4	100													4	100		
		RF Golfo Dulce	59,921	2	2	100													2	100		
ACTO		RVS Corredor fronterizo Caribe	9,374	6	6	100											6	100				
		RVS Barra del Colorado	80,645	41	41	100											41	100				
		RVS Dr. Archie Carr	44	2	2	100											2	100				
		PN Tortuguero	79,517	24	24	100											24	100				
ACLA-C		RF Pacuare-Matina	476	3	3	100											3	100				
		HN Cariari	1,576	1	1	100											1	100				
		RVS Aviarios del Caribe	55	1	1	100											1	100				
		PN Cahuita	24,397	13	13	100											13	100				
		RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	28	28	100											19	67	9	33		

Por aumento del nivel del mar

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP ha	Extensión playas anid. km	Extensión bajo impacto potencial									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
				km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
ACG	PN Santa Rosa	85,549	7									7	100
	RVS Conchal	40	1									1	100
	PNM Las Baulas de Guanacaste	27,174	8									8	100
ACT	RVS Ostional	8,579	18									18	100
	RVS Camaronal	16,161	3									3	100
	RVS Caletas-Arío	20,345	8									8	100
ACOPAC	HN Marino Playa Blanca	17	1									1	100
	RVS Playa Hermosa-Punta Mala	11	10									10	100
	PN Manuel Antonio	126,143	13									13	100
	RVS Portalón	224	3									3	100
	RVS Finca Barú del Pacífico	347	2									2	100
ACOSA	PN Marino Ballena	5,352	1									1	100
	RVS Punta Río Claro	320	1									1	100
	PN Corcovado	44,415	18									18	100
	RVS Carate	196	2									2	100
	RVS Río Oro	1,762	8									8	100
	RVS Osa	1,493	3									3	100
	RVS Preciosa Platanares	222	4									4	100
	RF Golfo Dulce	59,921	2									2	100
ACTO	RVS Corredor fronterizo Caribe	9,374	6									6	100
	RVS Barra del Colorado	80,645	41									41	100
	RVS Dr. Archie Carr	44	2									2	100
	PN Tortuguero	79,517	24									24	100
ACLA-C	RF Pacuare-Matina	476	3									3	100
	HN Cariari	1,576	1									1	100
	RVS Aviarios del Caribe	55	1									1	100
	PN Cahuita	24,397	13									13	100
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	28									28	100

ANEXO 12. IMPACTO POTENCIAL EN HUMEDALES Y LAGUNAS COSTERAS

Por aumento del nivel del mar

Área de Conservación	Área Silvestre Protegida	Área ASP	Área hume- dales lagunas	Área con impacto potencial por aumento del nivel del mar									
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto	
		ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACOSA	HN Lacustrino Pejeperrito	59	25									25	100
	RVS Pejeperro	483	140									140	100
ACTO	RVS Corredor fronterizo Caribe	9,374	64									64	100
	RVS Barra del Colorado	80,645	142									142	100
	RVS Dr. Archie Carr	44	1									1	100
	PN Tortuguero	79,517	391									391	100
ACLA-C	RF Pacuare-Matina	476	< 1									< 1	100
	HN Cariari	1,576	45									45	100
	RVS Aviarios del Caribe	55	2									2	100
	RVS Gandoca-Manzanillo	10,855	58									58	100

ANEXO 13. IMPACTO POTENCIAL EN ÁREAS DE VOCACIÓN FORESTAL (BOSQUES NATURALES)

Por cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitación

Área de Conservación		Área Silvestre Protegida	Área ASP	Área vocación forestal	Área bajo impacto potencial, escenario B1										Área bajo impacto potencial, escenario A2										Área sin datos	
			ha	ha	muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto			
			ha	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
ACG	RVS	Chenailles	117	54	47	87									47	87							7	13		
	RVS	Bahía Junquillal	439	290	288	99									288	99							2	1		
	PN	Santa Rosa	85,549	36,175	33,022	91									33,022	91							3,153	9		
	RVS	Iguanita	112	107	76	71									76	71							31	29		
ACT	RVS	Costa Esmeralda	22	21	15	71									15	71							6	29		
	RVS	Conchal	40	40	40	100									40	100										
	PN	Baulas Guanacaste	27,174	413	356	86									356	86							57	14		
	RVS	Caletas-Arío	20,345	130								93	72									93	72	37	28	
	RVS	Cueva Murciélagos	93	93							1	1	91	98								92	100	< 1	< 1	
	RNA	Cabo Blanco	2,920	1,124							550	49	183	16								733	65	391	35	
	RNA	Nicolás Wessberg	59	39									12	32								12	32	27	68	
	RVS	Romelia	227	82									33	40								33	40	49	60	
	RVS	Curu	98	15							5	31	1	10								6	40	9	60	
	HN	P. Corral de Piedra	2,417	2,199									1,985	90								1,985	90	214	10	
ACA-T	PN	Palo Verde	18,262	15,715					24	< 1	535	3	15,059	96								15,618	99	97	1	
	RVS	Cipanci	3,468	1,361							425	31	277	20								702	52	659	48	
ACOPAC	RSV	La Ensenada	484	360							295	82										295	82	65	18	
	HN	Estero Puntarenas	5,174	991							813	82										813	82	178	18	
	ZP	Tivives	2,466	145					5	3	136	94										141	97	4	3	
	HN	M. Playa Blanca	17	4																				4	100	
	RVS	Ara Macao	72	67									20	30								20	30	47	70	
	PN	Manuel Antonio	126,143	1,086			288	27	428	39	220	20							283	26		653	60	150	14	
	RVS	Portalón	224	64			64	100											64	100						
RVS	F. Barú del Pacífico	347	185					8	5	163	88										172	93	13	7		
ACOSA	PN	Marino Ballena	5,352	43							28	66										28	66	15	34	
	HN	Térraba-Sierpe	18,846	1,733	1,550	89	40	2	1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,235	71	279	16			78	4	< 1	< 1	141	8	
	PN	Corcovado	44,415	42,199					677	2	5,091	12	35,912	85								41,680	99	518	1	
	RVS	Carate	196	193									171	89								171	89	22	11	
	RVS	Lacustrino Pejeperrito	59	5									2	51								2	51	2	49	
	RVS	Osa	1,493	852							699	82	154	18								852	100			
	RVS	Preciosa Platanares	222	171																				171	100	
	RF	Golfo Dulce	59,921	57,561	20,235	35	2,458	4	3,682	6	15,456	27	15,460	27	5,320	9	7,136	12	4,638	8	5,852	10	34,344	60	271	< 1
	PN	Piedras Blancas	15,832	89			64	72							55	62								25	28	
RVS	Golfito	2,817	2,317	2,238	97									2,238	97								79	3		
ACTO	RVS	Corredor fr. Caribe	9,374	5,593	5,410	97									5,410	97									183	3
	RVS	Barra del Colorado	80,645	45,798	44,354	97									44,354	97									1,444	3
	RVS	Dr. Archie Carr	44	17																				17	100	
	PN	Tortuguero	79,517	25,527	21,934	86									21,934	86									3,594	14
ACLA-C	RF	Pacuare-Matina	476	444																				444	100	
	HN	Cariari	1,576	1,307	322	25									322	25									985	75
	RVS	Limoncito	1,096	757	739	98									739	98									18	2
	RVS	Aviarios del Caribe	55	15																				15	100	
	PN	Cahuitta	24,397	938	492	52									492	52									447	48
	RVS	Gandoca-Manzanillo	10,855	4,563	3,361	74									3,361	74									1,202	26

Por aumento del nivel del mar

Área de Conservación			Área ASP	Área vocación forestal	Área sensible												Área no expuesta	
					muy baja		baja		media		alta		muy alta		ha	%		
ha		ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
ACG	RVS	Chenailles	117	57	7	12	3	5	1	2	1	2	2	4	43	75		
	RVS	Bahía Junquillal	439	286	10	4	5	2	2	1	1	<1	7	2	261	91		
	PN	Santa Rosa	85,549	36,200	277	1	166	<1	98	<1	60	<1	1,389	4	34,211	95		
	RVS	Iguanita	112	107	12	11	9	8	6	6	3	3	65	61	12	11		
ACT	RVS	Costa Esmeralda	22	21	<1	1	<1	2	<1	1	<1	1	19	94	<1	1		
	RVS	Conchal	40	40	<1	<1									40	100		
	PN	Baulas Guanacaste	27,174	426	62	14	34	8	4	1	1	<1	149	35	177	41		
	RVS	Caletas-Arío	20,345	132	58	44	46	34	13	10	4	3	6	5	5	4		
	RVS	Cueva Murciélago	93	93											93	100		
	RNA	Cabo Blanco	2,920	1,130	17	1	9	1	5	<1	2	<1	19	2	1,079	95		
	RNA	Nicolás Wessberg	59	39	1	1	<1	1			<1	<1	<1	<1	38	98		
	RVS	Romelia	227	82	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			80	99		
	RVS	Curú	98	15	<1	<1									15	100		
ACA-T	HN	P. Corral de Piedra	2,417	2,202	299	14	194	9	100	5	42	2	25	1	1,541	70		
	PN	Palo Verde	18,262	15,725	1,170	7	775	5	691	4	473	3	1,356	9	11,260	72		
	RVS	Cipanci	3,468	1,370	208	15	123	9	84	6	44	3	385	28	526	38		
ACOPAC	RSV	La Ensenada	484	361	49	14	31	9	22	6	5	1	18	5	236	65		
	HN	Estero Puntarenas	5,174	1,004	34	3	31	3	272	27	162	16	346	35	159	16		
	ZP	Tivives	2,466	145	24	17	23	16	20	14	11	8	5	3	62	43		
	HN	M. Playa Blanca	17	3									3	97	<1	3		
	RVS	Ara Macao	72	71	3	5	1	2	1	1	<1	1	4	5	62	87		
	PN	Manuel Antonio	126,143	1,105	30	3	14	1	12	1	31	3	483	44	535	48		
	RVS	Portalón	224	66					4	6	12	18	51	76				
	RVS	F. Barú del Pacífico	347	187	2	1									185	99		
ACOSA	PN	Marino Ballena	5,352	43			<1	1	2	5	5	10	35	80	1	3		
	HN	M. Térraba-Sierpe	18,846	1,777	83	5	167	9	240	13	207	12	939	53	142	8		
	PN	Corcovado	44,415	42,219	864	2	605	1	407	1	178	<1	659	2	39,506	94		
	RVS	Carate	196	192											192	100		
	RVS	Lacustrino Pejeperrito	59	5	1	21	1	11	<1	4	<1	2	<1	1	3	62		
	RVS	Osa	1,493	860											860	100		
	RVS	Preciosa Platanares	222	172	<1	<1	31	18	55	32	31	18	55	32	1	<1		
	RF	Golfo Dulce	59,921	57,527	12	<1	6	<1	3	<1	3	<1	44	<1	57,459	100		
	PN	Piedras Blancas	15,832	89	4	5	2	2	1	1	1	1	33	37	49	54		
	RVS	Golfito	2,817	2,324	6	<1	3	<1	2	<1	1	<1	33	1	2,278	98		
ACTO	RVS	Corredor fr. Caribe	9,374	5,592	132	2	664	12	2,366	42	597	11	1,474	26	359	6		
	RVS	Barra del Colorado	80,645	45,767	4,931	11	5,397	12	4,520	10	2,565	6	4,341	9	24,013	52		
	RVS	Dr. Archie Carr	44	16									15	96	1	4		
	PN	Tortuguero	79,517	25,500	1,456	6	1,160	5	1,122	4	831	3	4,451	17	16,479	65		
ACLA-C	RF	Pacuare-Matina	476	442									442	100	<1	<1		
	HN	Nacional Cariari	1,576	1,329	2	<1	3	<1	4	<1	48	4	1,260	95	13	1		
	RVS	Limoncito	1,096	753	28	4	48	6	50	7	81	11	546	72	<1	<1		
	RVS	Aviarios del Caribe	55	14					<1	1	7	47	7	52				
	PN	Cahuita	24,397	934	170	18	141	15	96	10	65	7	317	34	144	15		
	RVS	Gandoca-Manzanillo	10,855	4,555	290	6	218	5	167	4	115	3	1,104	24	2,661	58		

ANEXO 14. IMPACTO POTENCIAL EN SUELOS DE CAPACIDAD DE USO AGRÍCOLA

Por cambios en los patrones de temperatura del aire y precipitación

Área de Conservación	de Distrito	Área distrito	Área suelos voc. agric.	Área bajo impacto potencial, escenario B1												Área bajo impacto potencial, escenario A2												
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		Sin datos		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		Sin datos		
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
ACG	La Cruz	34,536	17,259	73	<1	830	5	156	1	10,362	60	5,487	32	351	2			197	1	753	4	10,620	62	5,117	30	572	3	
	Santa Elena	50,959	7,633			146	2	<1	<1			7,387	97	100	1					157	2			7,297	96	180	2	
	Nacascolo	32,714	4,248			1	<1			17	<1	4,177	98	53	1									4,248	100			
ACT	Sardinal	26,065	7,661							34	<1	7,497	98	129	2							74	1	7,512	98	75	1	
	Tempate	14,002	5,655									5,615	99	40	1									5,563	98	92	2	
	Cabo Velas	7,243	2,292									2,230	97	62	3									2,292	100			
	Tamarindo	12,362	9,251									8,890	96	361	4									8,951	97	299	3	
	Veintisiete de Abril	30,352	28,431							16,098	57	10,599	37	1,734	6									27,961	98	471	2	
	Cuajiniquil	21,822	21,796							20,197	93	561	3	1,037	5									20,760	95	1,036	5	
	Nosara	13,427	13,404							12,960	97	177	1	267	2									13,019	97	386	3	
	Samara	10,902	9,868							9,161	93			706	7									9,156	93	712	7	
	Mansión	20,988	11,955							1,035	9	10,572	88	348	3									11,955	100			
	Quebrada Honda	10,496	4,576									4,460	97	116	3									4,237	93	339	7	
	San Antonio	33,244	16,570							10	<1	16,559	100											16,559	100	11	<1	
	Puerto Carrillo	7,590	4,101							3,516	86			585	14									3,450	84	650	16	
	Zapotal	10,521	6,063							5,729	95			333	5									5,709	94	354	6	
	Bejuco	26,109	11,800							4,571	39	6,376	54	853	7									11,093	94	707	6	
	San Pablo	7,490	4,269									4,269	100											4,269	100			
	Cóbano	31,654	20,318							17,779	88	2,047	10	493	2					7	<1	19,331	95	980	5			
	Paquera	33,826	8,554							2,180	25	5,094	60	1,281	15							39	<1	7,467	87	1,049	12	
	Lepanto	42,362	12,792							1,623	13	10,722	84	447	3									12,493	98	298	2	
ACA-T	Bagaces	88,241	44,372			2,715	6	4,683	11			36,974	83							3,382	8	3,921	9	37,069	84			
	Porozal	10,892	6,483									6,483	100											6,483	100			
	Colorado (CMD)	19,351	6,423									6,423	100											6,423	100			
ACOPAC	Manzanillo	5,992	1,324									1,306	99	18	1									1,288	97	36	3	
	Chomes	11,989	7,046									7,608	99	41	1									7,598	99	51	1	
	Pitahaya	10,838	8,752									8,752	100											8,752	100			
	Puntarenas	2,971	1,744							100	6	1,644	94											1,744	100			
	El Roble	587	296									2	1	294	99									284	96	12	4	
	Barranca	3,788	3,689							4	<1	3,002	81	682	18					6	<1	3,666	99	17	<1			
	Espíritu Santo	4,176	4,123									3,328	81	794	19									3,833	93	290	7	
	San Juan Grande	5,702	5,182							14	<1	4,656	90	512	10					3	<1	4,939	95	240	5			
	Tárcoles	17,150	6,658	1,155	17					2	<1	5,200	78	302	5					1,107	17			5,493	83	58	1	
	Jacó	13,973	4,113	1,838	45							1,544	38	730	18									1,635	40	774	19	
	Parrita	47,154	19,467					396	2	16,684	86	1,266	7	1,121	6									14,190	73	4,242	22	
	Quepos	23,216	13,153					4,624	35	7,908	60			621	5									12,532	95	621	5	
	Savegre	21,447	8,467					4,939	58	2,824	33			704	8									7,745	91	23	<1	
ACOSA	Bahía Ballena	16,018	12,457									9,003	72	1,098	9	2,357	19							3,814	31	6,358	51	
	Puerto Cortes	21,546	13,461					78	1	10,070	75	2,828	21	485	4									4,069	30	9,163	68	
	Palmar	24,440	15,464			571	4	434	3	7,714	50	5,471	35	1,274	8									819	5	14,645	95	
	Sierpe	98,531	22,141	4,224	19	2,411	11	4,988	23	8,551	39			1,967	9									11,693	53	8,216	37	
	Piedras Blancas	26,429	14,096	1,596	11	8,301	59	3,733	26	465	3									4,160	30	9,410	67	526	4	2,233	10	
	Puerto Jiménez	71,711	16,862	200	1	741	4	3,433	20	8,630	51			3,858	23									4,502	27	8,324	49	
	Golfo	35,214	31,163	4	<1	21,374	69	1,129	4	4,890	16	1,447	5	2,319	7									8,653	28	6,601	21	
	Pavón	34,803	22,030							19,586	89	944	4	1,500	7										13,484	43	6,001	21
ACTO	Colorado	108,500	6,767									6,431	95	335	5									6,432	95	335	5	
ACLA-C	Pacuarito	21,874	13,307							1	<1	13,297	100	10	<1										13,307	100		
	Siquirres	37,158	27,175							1,501	6	25,579	94	95	<1										27,082	100	94	<1
	Matina	35,356	11,478									11,424	100	54	<1										11,422	100	56	<1
	Batan	21,255	10,854									10,854	100												10,854	100		
	Carrandí	20,225	11,671									11,671	100												11,671	100		
	Rio Blanco	13,097	3,905									3,905	100												3,905	100		
	Limón	5,867	3,937									3,515	89	422	11										3,439	87	498	13

Área de Conservación	Distrito	Área distrito ha	Área suelos voc. agric. ha	Área bajo impacto potencial, escenario B1												Área bajo impacto potencial, escenario A2											
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		Sin datos		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		Sin datos	
				ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
	Matama	33,846	7,073									6,714	95	358	5									6,645	94	428	6
	Valle de la Estrella	123,600	16,256									15,459	95	797	5									15,507	95	749	5
	Cahuíta	23,8647	3,660									3,450	94	210	6									3,448	94	212	6
	Sixaola	16,598	11,335									10,927	96	408	4									10,917	96	419	4

Por el aumento del nivel del mar

Área de Conservación		Área distrito	Área suelos voc. agric.	Área bajo impacto potencial										Área no expuesta	
				muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto			
				ha		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
ACG	La Cruz	34,536	17,259	190	1	126	1	89	1	55	<1	402	2	16,397	95
	Santa Elena	50,959	7,633	122	2	57	1	32	<1	18	<1	274	4	7,131	93
	Nacascolo	32,714	4,248											4,248	100
ACT	Sardinal	26,065	7,661	72	1	31	<1	16	<1	9	<1	82	1	7,450	97
	Tempate	14,002	5,655	41	1	24	<1	14	<1	7	<1	88	2	5,481	97
	Cabo Velas	7,243	2,292	346	15	94	4	29	1	7	<1	40	2	1,776	77
	Tamarindo	12,362	9,251	514	6	143	2	80	1	44	<1	329	4	8,141	88
	Veintisiete de Abril	30,352	28,431	609	2	470	2	412	1	124	<1	449	2	26,368	93
	Cuajiniquil	21,822	21,796	492	2	366	2	166	1	92	<1	698	3	19,982	92
	Nosara	13,427	13,404	358	3	204	2	133	1	75	1	355	3	12,278	92
	Samara	10,902	9,868	275	3	151	2	106	1	76	1	269	3	8,991	91
	Mansión	20,988	11,955	1,143	10	479	4	205	2	59	<1	4	<1	10,065	84
	Quebrada Honda	10,496	4,576	356	8	229	5	115	3	57	1	144	3	3,676	80
	San Antonio	33,244	16,570	1,015	6	397	2	241	1	163	1	861	5	13,893	84
	Puerto Carrillo	7,590	4,101	70	2	43	1	22	1	15	<1	69	2	3,883	95
	Zapotol	10,521	6,063	70	1	36	1	21	<1	13	<1	60	1	5,863	97
	Bejuco	26,109	11,800	810	7	203	2	74	1	37	<1	121	1	10,555	89
	San Pablo	7,490	4,269	582	14	151	4	67	2	23	1	30	1	3,415	80
	Cóbano	31,654	20,318	310	2	90	<1	45	<1	23	<1	157	1	19,693	97
	Paquera	33,826	8,554	502	6	326	4	187	2	95	1	204	2	7,239	85
	Lepanto	42,362	12,792	442	3	328	3	163	1	67	1	111	1	11,682	91
ACA-T	Bagaces	88,241	44,372	1,861	4	794	2	255	1	40	<1	3	<1	41,420	93
	Porozal	10,892	6,483	758	12	716	11	240	4	145	2	445	7	4,179	64
	Colorado (CMD)	19,351	6,423	276	4	163	3	79	1	59	1	69	1	5,776	90
ACOPAC	Manzanillo	5,992	1,324	95	7	53	4	27	2	1	<1	6	<1	1,143	86
	Chomes	11,989	7,046	251	3	196	3	136	2	82	1	386	5	6,599	86
	Pitahaya	10,838	8,752	684	8	857	10	1,043	12	372	4	637	7	5,160	59
	Puntarenas	2,971	1,744	473	27	496	28	262	15	58	3	9	1	445	26
	El Roble	587	296	250	85	31	10	2	1		<1	13	4	<1	<1
	Barranca	3,788	3,689	647	18	294	8	133	4	45	1	12	<1	2,557	69
	Espíritu Santo	4,176	4,123	95	2	72	2	81	2	57	1	229	6	3,587	87
	San Juan Grande	5,702	5,182	91	2	65	1	31	1	20	<1	89	2	4,886	94
	Tárcoles	17,150	6,658	391	6	219	3	124	2	98	1	306	5	5,520	83
	Jacó	13,973	4,113	510	12	372	9	347	8	102	2	153	4	2,629	64
	Parrita	47,154	19,467	2,146	11	2,905	15	1,224	6	446	2	652	3	12,094	62
	Quepos	23,216	13,153	2,201	17	1,424	11	990	8	459	3	1,333	10	6,746	51
Savegre	21,447	8,467	329	4	272	3	249	3	135	2	149	2	7,334	87	
ACOSA	Bahía Ballena	16,018	12,457	269	2	145	1	79	1	36	<1	224	2	11,704	94
	Puerto Cortes	21,546	13,461	505	4	438	3	435	3	400	3	1,153	9	10,529	78
	Palmar	24,440	15,464	1,597	10	1,081	7	599	4	393	3	1,790	12	10,003	65
	Sierpe	98,531	22,141	1,106	5	826	4	507	2	313	1	2,358	11	17,031	77
	Piedras Blancas	26,429	14,096	223	2	94	1	53	<1	23	<1	35	<1	13,668	97
	Puerto Jiménez	71,711	16,862	1,586	9	1,023	6	581	3	310	2	806	5	12,556	74
	Golfito	35,214	31,163	618	2	452	1	279	1	133	<1	1,165	4	28,516	92
ACTO	Pavón	34,803	22,030	556	3	364	2	288	1	150	1	2,594	12	18,077	82
	Colorado	108,500	6,767	1,708	25	851	13	495	7	81	1	74	1	3,557	53
ACLA-C	Pacuarito	21,874	13,307	4,668	35	1,840	14	465	3	227	2	86	1	6,021	45
	Siquirres	37,158	27,175	8,881	33	2,204	8	487	2	77	<1	47	<1	15,478	57
	Matina	35,356	11,478	2,161	19	1,359	12	690	6	159	1	507	4	6,603	58
	Batan	21,255	10,854	3,630	33	3,344	31	593	5	143	1	1	<1	3,142	29
	Carrandí	20,225	11,671	3,395	29	3,199	27	1,390	12	518	4	1,238	11	1,930	17
	Rio Blanco	13,097	3,905	68	2	39	1	18	<1	8	<1	62	2	3,711	95
	Limón	5,867	3,937	302	8	225	6	93	2	43	1	309	8	2,965	75
	Matama	33,846	7,073	267	4	431	6	266	4	184	3	891	13	5,035	71
	Valle de la Estrella	123,600	16,256	623	4	504	3	364	2	243	1	1,824	11	12,699	78
	Cahuita	23,8647	3,660	113	3	73	2	41	1	15	<1	10	<1	3,409	93
	Sixaola	16,598	11,335	2,447	22	2,075	18	407	4	99	1	38	<1	6,268	55

ANEXO 15. IMPACTO POTENCIAL EN ZONAS URBANAS

Área de Conservación			Área urbana	Área bajo impacto potencial del aumento del nivel del mar										Área no expuesta		
Distrito	Centro poblado	ha		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		ha	%	
ACG	La Cruz	La Cruz	168												168	100
ACT	Sardinal	Sardinal	101												101	100
	Samara	Sámara	379	51	13	21	6	9	3	5	1	29	8	264	70	
	Paquera	Paquera	1,295	101	8	56	4	37	3	20	2	87	7	994	77	
ACA-T	Bagaces	Bagaces	132												132	100
ACOPAC	Manzanillo	Costa de Pájaros	111	9	8	5	5	3	3	2	2	31	28	60	55	
	Puntarenas	Puntarenas	146					7	5	3	2	135	93			
	Chacarita	Chacarita	407			16	4	75	18	98	24	218	54			
	El Roble	El Roble	541	264	49	147	27	56	10	39	7	35	7			
	Barranca	Barranca	643	276	43	134	21	36	6	14	2	3	0	180	28	
	Espíritu Santo	Esparza	368											368	100	
	Jacó	Jacó	714	84	12	64	9	36	5	21	3	55	8	454	64	
	Parrita	Parrita	198	37	19	101	51	34	17	21	11	6	3			
ACOSA	Quepos	Quepos	428	12	3	25	6	35	8	23	5	73	17	260	61	
	Puerto Cortes	Pto Cortés- P. Nuevo	294	36	12	27	9	49	17	28	10	36	12	117	40	
	Palmar	Palmar Norte	254	37	14	28	11	18	7	9	4	47	19	114	45	
	Puerto Jiménez	Puerto Jiménez	65	27	41	26	40	11	16	1	1	1	2			
ACLA-C	Golfito	Golfito	1,771	82	5	56	3	31	2	21	1	246	14	1,336	75	
	Siquirres	Siquirres	602											602	100	
	Matina	Matina	60	60	100											
	Batan	Batán	106	105	99									1	1	
	Limón	Limón	1,298	163	13	125	10	87	7	43	3	148	11	732	56	
	Valle Estrella	Pandora	702	21	3	4	1	1	0					676	96	
	Cahuitta	Cahuitta	48	7	14	12	25	9	20	5	10	2	5	13	28	
	Sixaola	Sixaola	123	121	99	1	1									

Área de Conservación			Población	Población bajo impacto potencial del aumento del nivel del mar										Población no expuesta	
Distrito	Centro poblado	hab.		muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		hab.	%
ACG	La Cruz	La Cruz	2,251											2,251	100
ACT	Sardinal	Sardinal	1,779											1,779	100
	Samara	Sámara	570											383	67
	Paquera	Paquera	809	84	15	35	6	15	3	9	2	43	8	557	69
ACA-T	Bagaces	Bagaces	2,247	94	12	40	5	34	4	20	3	64	8	2,247	100
ACOPAC	Manzanillo	Costa de Pájaros	974											529	54
	Puntarenas	Puntarenas	7,864	52	5	51	5	39	4	23	2	280	29		
	Chacarita	Chacarita	11,160					867	11	193	2	6,804	87		
	El Roble	El Roble	13,701			745	7	1,835	16	3,518	32	5,062	45		
	Barranca	Barranca	19,518	3,290	24	7,169	52	1,198	9	1,717	13	328	2	3,577	18
	Espíritu Santo	Esparza	7,980	9,381	48	5,552	28	644	3	308	2	56	0	7,980	100
	Jacó	Jacó	2,274											1,315	58
	Parrita	Parrita	1,909	337	15	205	9	108	5	76	3	233	10		
ACOSA	Quepos	Puerto Quepos	4,181	449	24	663	35	250	13	451	24	96	5	862	21
	Puerto Cortes	P. Cortés- P. Nuevo	2,068	141	3	246	6	479	11	724	17	1,730	41	913	44
	Palmar	Palmar Norte	2,411	512	25	318	15	169	8	58	3	98	5	1,803	75
	Puerto Jiménez	Puerto Jiménez	1,075	171	7	134	6	125	5	44	2	134	6		
ACLA-C	Golfito	Golfito	3,911	618	58	308	29	117	11	18	2	14	1	1,522	39
	Siquirres	Siquirres	8,673											8,673	100
	Matina	Matina	1,180	1,180	100										
	Batan	Batán	2,304	2,293	99									12	1
	Limón	Limón	33,087	3,549	11	2,785	8	2,452	7	1,053	3	2,704	8	20,544	62
	Valle Estrella	La Estrella	595	97	16	23	4	6	1					470	79
	Cahuitta	Cahuitta	371	61	16	75	20	77	21	39	10	22	6	97	26

ANEXO 16. IMPACTO POTENCIAL EN CAMINOS Y CARRETERAS

Área de Conservación		Área distrito ha	Extensión vías km	Extensión bajo impacto potencial aumento nivel del mar										Extensión no expuesta	
Distrito	km			muy bajo		bajo		medio		alto		muy alto		km	%
				km	%	km	%	km	%	km	%	km	%		
ACG	La Cruz	34,536	268	2	1	2	1	2	1	1	<1	7	3	254	95
	Santa Elena	50,959	155	3	2	1	1					8	5	142	92
	Nacascolo	32,714	222	1	1	<1	<1					6	3	214	96
ACT	Sardinal	26,065	241	3	1	2	1	1	1	1	<1	11	5	223	93
	Tempate	14,002	132	1	1							5	4	126	95
	Cabo Velas	7,243	84	10	12	4	4	2	2	2	2	12	14	55	66
	Tamarindo	12,362	134	8	6	2	1	1	1			3	2	120	90
	Veintisiete de Abril	30,352	368	11	3	10	3	7	2	1	<1	17	5	322	87
	Cuajiniquil	21,822	333	13	4	10	3	3	1	1	<1	23	7	281	85
	Nosara	13,427	248	10	4	6	3	3	1	1	<1	12	5	215	87
	Samara	10,902	171	9	5	3	2	2	1	2	1	5	3	150	88
	Mansión	20,988	188	16	9	3	2	3	1					166	88
	Quebrada Honda	10,496	101	10	10	5	5	1	1			1	1	83	82
	San Antonio	33,244	362	16	4	5	1	3	1	2	<1	5	1	331	92
	Puerto Carrillo	7,590	111	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	105	94
	Zapotal	10,521	130	1	1	1	<1	1	<1					128	98
	Bejuco	26,109	292	10	3	7	3	3	1	3	1	7	2	261	90
	San Pablo	7,490	71	5	7	4	5	1	1			2	2	60	84
	Cóbano	31,654	364	6	2	5	1	4	1	1	<1	14	4	335	92
	Paquera	33,826	384	15	4	7	2	4	1	2	1	11	3	345	90
	Lepanto	42,362	553	12	2	12	2	6	1	3	<1	6	1	515	93
	Chira	4,011	46	7	15	4	8	2	4	1	2	2	5	31	67
ACA-T	Bagaces	88,241	782	29	4	17	2	5	1	1	<1	4	<1	726	93
	Porozal	10,892	85	5	6	4	4	2	2	1	1	2	2	72	85
	Colorado (CMD)	19,351	193	10	5	4	2	2	1	1	<1	2	1	175	90
ACOPAC	Manzanillo	5,992	65	5	7	4	6	<1	1			2	4	53	82
	Chomes	11,989	127	7	6	2	1	1	1			3	2	114	90
	Pitahaya	10,838	86	9	10	10	12	6	7					61	71
	Puntarenas	2,971	56	8	15	5	9	1	1			34	61	8	15
	Chacarita	473	51			3	6	10	19	12	24	26	51		
	El Roble	587	16	5	30	6	36	3	19	1	4	2	11		
	Barranca	3,788	54	14	26	5	9	1	3	1	1	2	3	31	58
	Espíritu Santo	4,176	72	2	3	2	3	2	2	1	1	5	7	60	84
	San Juan Grande	5,702	68	1	2	2	3	1	1	<1	1	1	2	62	91
	Tárcoles	17,150	174	12	7	6	3	6	4	6	3	15	8	129	74
	Jacó	13,973	186	9	5	5	3	3	2	2	1	5	3	162	87
	Parrita	47,154	534	37	7	52	10	18	3	9	2	28	5	389	73
	Quepos	23,216	255	44	17	22	9	13	5	7	3	27	10	143	56
	Savegre	21,447	174	7	4	5	3	1	1			1	1	160	92
ACOSA	Bahía Ballena	16,018	203	7	3	4	2	3	1	2	1	11	6	177	87
	Puerto Cortes	21,546	195	12	6	10	5	8	4	3	2	23	12	140	72
	Palmar	24,440	287	40	14	20	7	14	5	8	3	32	11	174	61
	Sierpe	98,531	268	13	5	11	4	8	3	4	2	36	13	196	73
	Piedras Blancas	26,429	165	3	2	1	1	1	1					159	96
	Puerto Jiménez	71,711	319	36	11	25	8	17	5	9	3	28	9	204	64
	Golfito	35,214	228	6	3	8	3	3	1	1	<1	14	6	197	86
	Pavón	34,803	239	5	2	2	1	1	1	1	<1	66	28	164	69
ACTO	Colorado	108,500	66	6	9	2	3					<1	1	57	87
ACLA-C	Pacuarito	21,874	157	49	31	16	10	2	1	1	<1			90	57
	Siquirres	37,158	251	62	25	13	5	3	1	1	<1	13	5	160	64
	Matina	35,356	130	33	25	10	8	2	1	1	1	9	7	75	57
	Batan	21,255	143	47	33	33	23	9	6	4	3	1	1	49	34
	Carrandí	20,225	175	48	27	31	18	21	12	11	6	20	12	44	25
	Rio Blanco	13,097	96	5	6	4	4	1	1	1	1	7	7	78	81
	Limón	5,867	210	20	10	14	7	9	4	5	2	39	19	122	58
	Matama	33,846	134	7	5	10	8	12	9	5	4	18	14	82	61
	Valle de la Estrella	123,600	403	9	2	6	2	3	1	2	<1	13	3	369	92
	Cahuíta	23,8647	151	14	9	8	5	7	5	3	2	6	4	113	74
Sixaola	16,598	155	52	34	25	16	4	3	1	<1	12	8	61	39	

ANEXO 17. INDICADORES Y CATEGORÍAS DE CAPACIDAD ADAPTATIVA POR DISTRITO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59	Área Con- servación		Densi- dad	PEA agrí- cola	1A Proporción de personas con NBI		1B Proporción de personas no aseguradas		2A Proporción de personas cuya AEP es la pesca		2B Proporción de personas cuya AEP es la agricultura		2C Proporción de personas cuya AEP está relacionada al turismo		6A Media de años de educación formal		6B Grado de difusión del proce- so AVL	
	Distrito				cat	%	cat	%	cat	%	cat	%	cat	%	media	cat	cat	
ACG	La Cruz	BD	AEA	57.9	3	28.8	4	4.2	3	30.4	2	9.2	3	6.0	2	2	2	
	Santa Elena	BD	AEA	67.3	4	37.8	5	32.6	5	26.5	2	5.8	3	5.3	4	5	5	
	Nacascolo	BD	AEA	52.1	2	21.8	2	0.6	2	46.2	4	11.6	4	5.8	3	5	5	
	Sardinal	BD	EAM	46.8	1	25.1	3	10.9	5	12.5	1	27.8	5	6.8	1	2	2	
	Tempate	BD	BEA	50.0	2	30.5	5	0.5	2	21.0	2	28.8	5	6.3	2	5	5	
	Cabo Velas	BD	BEA	49.2	2	31.3	5	5.2	4	9.2	1	38.5	5	6.9	1	5	5	
	Tamarindo	BD	BEA	42.2	1	24.1	3	0.7	2	9.1	1	46.7	5	7.0	1	5	5	
	27de Abril	BD	AEA	57.9	3	25.9	3	2.7	3	40.1	3	16.5	4	5.9	2	5	5	
	Cuajiniquil	BD	AEA	81.3	5	33.5	5	12.1	5	69.7	5	3.6	2	4.8	5	5	5	
	Nosara	BD	EAM	71.9	5	30.4	5	5.0	3	27.0	2	20.1	4	6.0	2	2	2	
	Samara	BD	AEA	67.4	4	21.1	2	6.5	4	35.3	3	21.8	5	5.9	3	5	5	
	Mansión	BD	AEA	54.6	2	18.2	2	4.8	3	38.8	3	4.0	2	6.6	1	5	5	
ACT	Quebrada Honda	BD	AEA	45.5	1	23.9	3	11.1	5	34.7	3	3.5	1	6.3	2	5	5	
	San Antonio	BD	AEA	47.7	1	22.7	3	0.1	1	58.7	4	2.3	1	6.1	2	5	5	
	Puerto Carrillo	BD	AEA	61.3	3	21.5	2	1.3	2	45.9	3	23.6	5	5.8	3	5	5	
	Zapotal	BD	AEA	74.2	5	34.5	5	0.0	1	60.2	5	4.1	2	5.4	4	5	5	
	Bejuco	BD	AEA	68.1	4	21.4	2	4.8	3	52.5	4	15.0	4	5.6	4	5	5	
	San Pablo	BD	AEA	60.1	3	28.9	4	3.9	3	46.2	4	2.4	1	5.6	4	5	5	
	Cóbano	BD	EAM	56.0	3	2.2	3	1.3	4	2.2	2	2.8	4	3.6	2	5	5	
	Paquera	BD	AEA	61.2	3	30.1	5	7.6	4	35.9	3	24.3	5	5.8	3	1	1	
	Lepanto	BD	AEA	56.3	3	22.5	3	12.0	5	47.3	4	4.1	2	5.7	3	1	1	
	Chira	BD	AEA	62.8	4	11.2	1	70.8	5	8.0	1	1.5	1	5.1	5	5	5	
ACA-T	Bagaces	BD	AEA	52.9	2	23.7	3	1.3	2	49.2	4	3.7	2	5.8	3	2	2	
	Porozal	BD	AEA	60.6	3	34.7	5	13.6	5	46.6	4	0.9	1	5.6	4	5	5	
	Colorado	BD	AEA	47.5	1	26.4	4	7.1	4	30.8	2	3.7	2	5.8	3	4	4	
	Manzanillo	BD	AEA	72.4	5	43.1	5	55.4	5	16.5	2	3.9	2	5.0	5	5	5	
	Chomes	BD	AEA	62.2	3	28.5	4	19.2	5	26.4	2	3.7	2	5.5	4	5	5	
	Pitahaya	BD	AEA	70.2	4	19.2	2	1.2	2	56.3	4	3.3	1	5.0	5	5	5	
	Puntarenas	BD	BEA	22.3	1	14.8	1	12.0	5	2.0	1	10.8	4	8.5	1	2	2	
	Chacarita	AD	BEA	47.7	1	22.3	3	16.1	5	0.7	1	8.1	3	6.4	1	5	5	
	El Roble	AD	BEA	47.7	1	22.4	3	17.6	5	1.7	1	9.3	4	6.4	1	5	5	
	Barranca	AD	BEA	37.3	1	17.4	1	8.5	4	2.0	1	7.6	3	6.8	1	1	1	
	Espíritu Santo	AD	BEA	38.6	1	18.2	1	1.5	2	3.9	1	6.5	3	7.2	1	3	3	
	S Juan Grande	BD	BEA	45.6	1	21.9	3	1.5	2	15.8	2	8.8	3	6.0	2	5	5	
	Tárcoles	BD	EAM	51.0	2	26.6	4	5.4	4	20.8	2	29.7	5	5.5	4	5	5	
	Jacó	AD	BEA	51.9	2	26.8	4	0.2	1	10.1	1	34.9	5	6.5	1	3	3	
	Parrita	BD	AEA	55.5	2	18.4	2	2.0	3	37.0	3	7.5	3	5.7	3	3	3	
	Quepos	BD	BEA	47.0	1	15.2	1	7.4	4	10.9	1	21.6	5	6.4	2	4	4	
	Savegre	BD	AEA	77.2	5	27.4	4	0.2	1	63.8	5	10.6	4	5.4	4	5	5	
ACOSA	Bahía Ballena	BD	AEA	79.7	5	21.6	2	5.3	4	40.0	3	19.7	4	5.7	3	5	5	
	Puerto Cortes	BD	AEA	54.6	2	16.5	1	6.1	4	32.7	2	4.1	2	6.3	2	1	1	
	Palmar	BD	AEA	55.8	3	9.3	1	0.4	2	53.1	4	3.8	2	6.0	2	5	5	
	Sierpe	BD	AEA	86.4	5	26.5	4	3.5	3	60.6	5	15.2	4	4.8	5	5	5	
	Piedra Blancas	BD	AEA	71.6	5	18.3	2	0.5	2	73.3	5	2.6	1	4.9	5	5	5	
	Puerto Jiménez	BD	AEA	65.3	4	34.7	5	1.0	2	44.0	3	14.8	4	5.4	4	3	3	
	Golfito	BD	BEA	51.4	2	20.8	2	6.8	4	14.5	2	11.9	4	6.5	1	3	3	
	Pavón	BD	AEA	83.3	5	40.3	5	3.1	3	64.0	5	6.7	3	5.1	5	5	5	
ACTO	Colorado	BD	AEA	76.1	5	29.6	4	6.2	4	48.9	4	23.2	5	4.6	5	5	5	
	Pacuarito	BD	AEA	65.4	4	11.4	1	0.0	1	79.4	5	3.1	1	5.2	5	5	5	
	Siquirres	BD	AEA	51.9	2	14.6	1	0.0	1	55.8	4	4.9	3	5.8	3	3	3	
	Matina	BD	AEA	68.7	4	1.9	2	1.0	1	4.1	5	1.3	1	4.2	5	5	5	
	Batan	BD	AEA	59.3	3	14.3	1	0.1	1	65.5	5	3.1	1	5.7	3	3	3	
	Carrandí	BD	AEA	62.9	4	14.4	1	0.3	1	82.6	5	2.7	1	5.2	5	5	5	
	Rio Blanco	BD	AEA	72.9	5	29.1	4	1.8	3	36.7	3	4.1	2	5.4	4	5	5	
	Limón	AD	BEA	35.0	1	16.5	1	0.8	2	5.9	1	5.5	3	7.3	1	3	3	
	Matama	BD	AEA	64.5	4	21.4	2	0.1	1	59.1	4	3.1	1	5.3	4	5	5	
	Valle de la Estrella	BD	AEA	75.7	5	29.5	4	0.1	1	78.9	5	1.7	1	4.8	5	4	4	
	Cahuitta	BD	AEA	69.0	4	35.7	5	1.7	3	38.2	3	20.8	5	6.1	2	5	5	
	Sixaola	BD	AEA	67.0	4	29.3	4	0.1	1	76.5	5	5.7	3	5.2	4	1	1	

AEA: distritos con alto empleo agrícola (en más del 40% de sus segmentos la PEA agrícola > 35%), EAM: distritos con empleo agrícola intermedio (en más 20% y menos del 40% de sus segmentos la PEA agrícola > 35%), BEA: distritos con bajo empleo agrícola (en menos del 20% de sus segmentos la PEA agrícola > 35%), BD: baja densidad, < 150 hab/km², AD: alta densidad, > 150 hab/km², AEP: actividad económica principal, AVL: Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades

	Área Con- servación	Distrito	7 Número de CCE por cada 1000 perso- nas		8 Número de ACD por cada 1000 personas		10A Número de EBAIS por cada1000 personas		10B Propor- ción de hogares sin abastecimien- to de agua por tubería		10C Media ponderada del origen de fuente de agua utilizada en los hogares		10D Media ponderada del tipo de inst. sanita- ria en los hogares		capacidad adaptativa	
			#	cat	#	cat	#	cat	%	cat	media	cat	media	cat	media	cat
1	ACG	La Cruz	0.2	3	1.0	3	0.2	5	0.10	4	1.60	2	2.42	4	2.99	2
2		Santa Elena	0.5	2	1.0	3	0.5	1	0.05	2	2.19	3	2.44	4	3.31	4
3		Nacascolo	0.0	5	0.9	3	0.2	4	0.04	2	1.40	1	2.34	3	3.31	4
4	ACT	Sardinal	0.1	4	0.7	4	0.2	5	0.05	2	1.48	2	2.31	2	2.99	2
5		Tempate	0.2	4	1.1	3	0.2	5	0.10	4	1.32	1	2.33	3	3.38	4
6		Cabo Velas	0.3	3	1.2	2	0.1	5	0.05	2	1.27	1	2.28	2	2.89	2
7		Tamarindo	0.2	4	1.6	2	0.2	5	0.06	3	1.16	1	2.28	2	2.74	1
8		27de Abril	0.3	3	2.8	1	0.1	5	0.20	5	1.60	2	2.50	5	3.01	3
9		Cuajiniquil	1.7	1	2.8	1	0.6	1	0.36	5	2.45	4	2.78	5	3.29	3
10		Nosara	0.4	2	0.6	4	0.2	5	0.23	5	2.67	5	2.54	5	3.50	5
11		Samara	0.3	3	0.9	3	0.1	5	0.09	3	2.41	4	2.48	5	3.54	5
12		Mansión	0.2	4	1.0	3	0.3	2	0.07	3	1.67	2	2.44	4	2.90	2
13		Quebrada Honda	0.0	5	3.2	1	0.4	2	0.02	1	2.09	3	2.34	3	2.79	2
14		San Antonio	0.0	5	2.9	1	0.4	2	0.07	3	1.29	1	2.45	4	2.67	1
15		Puerto Carrillo	1.9	1	1.9	1	0.5	1	0.02	1	2.56	4	2.35	3	2.35	1
16		Zapotal	0.8	1	3.3	1	0.4	2	0.05	2	2.94	5	2.34	3	2.86	2
17		Bejuco	0.0	5	2.3	1	0.3	2	0.14	4	2.66	5	2.41	4	3.49	5
18		San Pablo	0.5	2	1.8	1	0.5	1	0.11	4	2.34	4	2.38	4	2.82	2
19		Cóbano	5.0	5	4.6	3	4.7	3	1.38	3	2.36	2	3.16	2	3.39	4
20		Paquera	0.6	2	1.2	2	0.3	3	0.09	4	2.34	4	2.28	2	2.88	2
21		Lepanto	0.1	4	1.9	1	0.3	3	0.06	3	1.59	2	2.34	3	2.74	1
22		Chira	0.0	5	1.3	2	0.6	1	0.16	4	2.18	3	2.80	5	3.35	4
23	ACA-T	Bagaces	0.1	4	0.7	4	0.2	4	0.04	2	1.74	2	2.30	2	3.03	3
24		Porozal	0.0	5	3.0	1	0.7	1	0.09	3	2.22	3	2.39	4	3.43	5
25		Colorado	0.4	2	1.3	2	0.5	1	0.06	3	2.16	3	2.36	3	2.53	1
26	ACOPAC	Manzanillo	0.0	5	1.8	2	0.4	2	0.03	1	2.10	3	2.58	5	3.79	5
27		Chomes	0.2	3	1.1	2	0.2	4	0.11	4	2.34	4	2.46	4	3.33	4
28		Pitahaya	0.0	5	2.7	1	0.2	5	0.15	4	1.69	2	2.66	5	3.39	4
29		Puntarenas	0.0	5	0.8	4	0.5	1	0.02	1	1.04	1	1.43	1	2.64	1
30		Chacarita	0.0	5	0.7	4	0.3	2	0.00	1	1.02	1	2.19	1	3.04	3
31		El Roble	0.0	5	0.3	5	0.3	4	0.02	1	1.07	1	2.31	2	3.39	4
32		Barranca	0.0	4	0.2	5	0.2	4	0.00	1	1.04	1	1.36	1	2.57	1
33		Espíritu Santo	0.1	4	0.7	4	0.3	3	0.00	1	1.11	1	2.09	1	2.42	1
34		San Juan Grande	0.0	5	0.6	4	0.3	2	0.02	1	2.14	3	2.26	1	3.10	3
35		Tárcoles	0.2	3	1.1	2	0.3	3	0.01	1	2.11	3	2.16	1	3.03	3
36		Jacó	0.0	5	0.4	5	0.3	4	0.04	2	2.21	3	2.15	1	3.31	4
37		Parrita	0.3	3	0.8	4	0.2	5	0.08	3	1.98	3	2.26	2	3.04	3
38	Quepos	0.2	4	0.4	5	0.3	4	0.04	2	1.50	2	2.12	1	3.10	3	
39	Savegre	0.6	2	1.8	1	0.3	3	0.03	2	2.60	5	2.28	2	3.06	3	
40	ACOSA	Bahía Ballena	0.3	3	0.6	5	0.6	1	0.02	1	3.27	5	2.28	2	3.57	5
41		Puerto Cortes	0.3	3	0.9	3	0.3	4	0.05	2	1.43	1	2.28	2	2.32	1
42		Palmar	0.2	3	0.9	3	0.3	3	0.03	2	2.44	4	2.16	1	2.78	2
43		Sierpe	0.7	1	1.7	2	0.6	1	0.23	5	3.11	5	2.52	5	3.42	4
44		Piedra Blancas	0.7	1	0.5	5	0.4	2	0.08	3	2.60	5	2.34	3	3.40	4
45		Puerto Jiménez	0.5	2	0.5	5	0.2	5	0.11	4	2.20	3	2.37	4	3.67	5
46		Golfito	0.4	2	0.8	4	0.3	3	0.04	2	2.24	4	2.16	1	2.64	1
47	Pavón	0.3	2	0.5	5	0.2	5	0.32	5	3.13	5	2.72	5	4.28	5	
48	ACTO	Colorado	1.8	1	1.5	2	0.6	1	0.32	5	2.82	5	2.59	5	3.47	5
49	ACLA-C	Pacuarito	0.5	2	1.0	3	0.3	2	0.19	5	2.60	4	2.36	3	3.06	3
50		Siquirres	0.8	1	0.5	5	0.3	2	0.06	3	1.61	2	2.21	1	2.53	1
51		Matina	3.8	1	4.4	2	4.7	4	1.78	5	2.66	3	3.35	4	2.89	2
52		Batan	1.1	1	0.7	4	0.3	4	0.17	5	1.62	2	2.29	2	2.60	1
53		Carrandí	0.4	2	0.7	4	0.3	3	0.15	4	1.90	2	2.33	3	3.14	3
54		Rio Blanco	0.0	5	0.6	5	0.3	3	0.12	4	3.01	5	2.35	3	4.24	5
55		Limón	0.0	5	0.4	5	0.3	4	0.01	1	1.05	1	1.68	1	2.79	2
56		Matama	0.0	5	1.4	2	0.5	1	0.18	5	2.43	4	2.47	5	3.38	4
57		Valle de la Estrella	0.0	5	0.4	5	0.3	3	0.25	5	3.17	5	2.62	5	4.31	5
58		Cahuita	0.0	5	0.7	4	0.2	4	0.29	5	2.69	5	2.45	4	4.19	5
59	Sixaola	1.5	1	1.0	3	0.3	2	0.15	4	2.53	4	2.41	4	2.83	2	

CCE: Comités Comunitarios de Emergencias; ACD: Asociaciones Comunitarias de Desarrollo; EBAIS: Equipos Básicos de Atención Integral de Salud

ANEXO 18. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LAS ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS MARINO - COSTERAS DE COSTA RICA

Zonas oceánicas de las ASP

AC	ASP	Proporción del área bajo diferentes niveles de vulnerabilidad, escenarios B1					Índice Vulnerabilidad, B1	Proporción del área bajo diferentes niveles de vulnerabilidad, escenarios A2					Índice Vulnerabilidad, A2
		m. baja (1)	baja (2)	media (3)	alta (4)	muy alta (5)		m. baja (1)	baja (2)	media (3)	alta (4)	muy alta (5)	
ACOSA	PN Marino Ballena				100		4.00				100		4.00
ACOSA	PN Corcovado			38	62		3.62			38	62		3.62
ACLA-C	PN Cahuita			40	60		3.60			40	60		3.60
ACTo	PN Tortuguero			100			3.00			100			3.00
ACG	PN Santa Rosa		53	10	37		2.84		50	4	46		2.95
ACLA-C	RVS Gandoca - Manzanillo		72	28			2.28		72	28			2.28
ACOPAC	HN Estero Puntarenas		84	16			2.16		84	16			2.16
ACOSA	HN Térraba Sierpe	12	78		10		2.10	12	78		10		2.10
ACT	PN Baulas de Guanacaste		100				2.00		100				2.00
ACOPAC	PN Manuel Antonio		100				2.00		100				2.00
ACOSA	PN Piedras Blancas	100					1.00	100					1.00

Notas:

El rango de valor del índice puede variar entre 1 y 5 y representa la suma ponderada de la proporción de territorio bajo cada nivel de vulnerabilidad multiplicada por el nivel de vulnerabilidad correspondiente y dividida entre 100. La escala para la calificación es la siguiente: muy baja (1.00 - 1.49), baja (1.50 - 2.49), media (2.50 - 3.49), alta (3.50 - 4.49) y muy alta (4.50 - 5.00)

Varias ASP con territorio marino no están en este cuadro (RVS Ostional, RVS Camaronal, RVS Caletas Arío, RNA Cabo Blanco, RVS Islas del Golfo (varias), HN Marino Playa Blanca, RVS Playa Hermosa – Punta Mala, RB Isla del Caño y RVS Río Oro), porque no tienen registros de los objetos de conservación considerados en el análisis (arrecifes de coral, pastos marinos o manglares).

Zonas costeras y terrestres de las ASP

AC	ASP	Proporción del área bajo diferentes niveles de vulnerabilidad, escenarios B1					Índice Vulnerabilidad, B1	Proporción del área bajo diferentes niveles de vulnerabilidad, escenarios A2					Índice Vulnerabilidad, A2
		m. baja (1)	baja (2)	media (3)	alta (4)	muy alta (5)		m. baja (1)	baja (2)	media (3)	alta (4)	muy alta (5)	
ACTo	RVS Dr. Archie Carr (estatal)					100	5.00					100	5.00
ACA-T / ACT	PN Palo Verde			1	3	96	4.96			3	1	96	4.92
ACLA-C	HH Nacional Cariari			3	3	94	4.92			4	2	94	4.91
ACOSA	PN Corcovado			1	15	85	4.84			3	2	94	4.91
ACOSA	RVS Pejeperro (mixto)				91	9	4.09				13	87	4.87
ACA-T / ACT	RVS Cipancí (estatal)			9	35	57	4.48			7	14	79	4.72
ACOPAC	RB Isla Pájaros			16		84	4.68			16		84	4.68
ACOSA	RVS Carate (mixto)					100	5.00			21		79	4.58
ACOSA	RVS Osa (mixto)			1	89	10	4.10			21	2	77	4.56
ACOSA	RF Golfo Dulce			34	39	26	3.92			9	29	62	4.53
ACOSA	RVS Preciosa Platanares (mixto)				58	42	4.42				51	49	4.49
ACT	RVS Ostional (estatal)			1	66	32	4.31			26	4	69	4.43
ACT	RVS Werner Sauter (mixto)				100		4.00			30	1	70	4.40
ACOSA	PN Marino Ballena				77	23	4.23			16	51	34	4.18
ACOPAC	RVS La Ensenada (mixto)			4	79	17	4.12			34	17	49	4.15
ACOPAC	HN Marino Playa Blanca				100		4.00				100		4.00
ACG	RVS Corredor fronterizo (est.)				50	1	3.96			51		49	3.96
ACOSA	RVS Quilloto (mixto)			4	3	92	3.88		3	2	95		3.93
ACOPAC	RVS Portalón (mixto)			53	20	27	2.74		3	2	96		3.93
ACOPAC	ZP Tivives			3	5	92	3.89		5	3	92		3.88
ACOSA	HN Lacustrino Pejeperrito				3	10	87	4.84		55	6	39	3.84
ACOSA	RVS Punta Río Claro (mixto)			5	4	91	3.86		6	4	90		3.83
ACT	RVS Camaronal (estatal)				73	4	23	3.50		55	6	39	3.83
ACLA-C	PN Cahuita				42	34	24	3.82		45	30	25	3.80
ACT	RB Islas Negritos			10	2	89			10	2	89		3.79
ACLA-C	RVS Limoncito(mixto)				24	76			11		89		3.78
ACLA-C	RVS Aviaños del Caribe (priv.)			48	23	29	2.82		11	3	86		3.75
ACOPAC	HN Estero Puntarenas y mang.			15	3	82			15	5	80		3.65
ACT	RVS Caletas-Arío (mixto)				2	7	91	4.89		56	25	19	3.63
ACOPAC	RVS Finca Barú del Pfico (mix)			1	23	76			1	37	62		3.62
ACOSA	RVS Rancho La Merced (mixto)				2	90	8	4.06		40	59	1	3.60
ACOSA	RVS Río Oro (estatal)					81	19	4.19		70	1	29	3.59
ACT	RNA Cabo Blanco			1	1	98			2	41	57		3.55
ACT	RVS Curú (estatal)			5	1	94			22	2	76		3.54
ACOPAC	RVS P Hermosa-P Mala (est.)			4	4	93			8	31	60		3.52
ACTo	PN Tortuguero				72	3	25	3.52		74	1	26	3.52
ACT	RVS Cueva del Murciélago (piv.)					100				60	40		3.40
ACG	RVS Chenailles (privado)			77		23			20	22	58		3.38
ACLA-C	RVS Gandoca-Manzanillo (mix)				79	8	13	3.34		81	7	12	3.31
ACTo	RVS Corredor fronterizo (est.)				89	6	5	3.16		86	9	5	3.19
ACT	RNA Nicolás Wessberg			2	1	97			6	72	22		3.16
ACOPAC	PN Manuel Antonio			49	23	28			34	19	47		3.14
ACTo	RVS Barra del Colorado (mixto)				95	2	3	3.09		96	1	3	3.07
ACT	RVS Romelia (mixto)			11	6	84			14	67	19		3.05
ACOPAC	RVS Ara Macao (mixto)			8	3	89			9	78	13		3.04
ACT	RVS Isla Chora (estatal)				100					100			3.00
ACOPAC	RVS Isla Aves				100					100			3.00
ACOPAC	RVS Isla Pan de Azúcar				100					100			3.00
ACOPAC	RVS Islas Cocineras				100					100			3.00
ACLA-C	RF Pacuare-Matina				100					100			3.00
ACT	HN Palustrino Corral de Piedra	1		8		90			2	98			2.98
ACOSA	HN Térraba-Sierpe			59		1			53	4	42		2.89
ACT	PN Las Baulas de Guanacaste			55		1			55	10	35		2.81
ACG	RVS Bahía Junquillal (estatal)			73		1			73	2	26		2.53
ACOPAC	RVS Isla San Lucas	14		24		62		14	24	62			2.48
ACG	PN Santa Rosa			90		1			86	5	9		2.23
ACT	RVS Costa Esmeralda (privado)			4		1	94		89		11		2.22
ACOSA	PN Piedras Blancas			84		14			87	4	9		2.22
ACT	RVS Iguanita (estatal)			60		2	38		94		6		2.12
ACT	RVS Conchal (mixto)			100					100				2.00
ACOSA	RVS Golfito (mixto)	97		1				81	2	17			1.36

El rango de valor del índice puede variar entre 1 y 5 y representa la suma ponderada de la proporción de territorio bajo cada nivel de vulnerabilidad multiplicada por el nivel de vulnerabilidad correspondiente y dividida entre 100. La escala para la calificación es la siguiente: muy baja (1.00 - 1.49), baja (1.50 - 2.49), media (2.50 - 3.49), alta (3.50 - 4.49) y muy alta (4.50 - 5.00)

ANEXO 19. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS DISTRITOS COSTEROS DE COSTA RICA

Distrito	Proporción del área bajo diferentes niveles de vulnerabilidad, escenarios B1					Índice Vulnerabilidad, B1	Proporción del área bajo diferentes niveles de vulnerabilidad, escenarios A2					Índice Vulnerabilidad, A2
	m. baja (1)	baja (2)	media (3)	alta (4)	muy alta (5)		m. baja (1)	baja (2)	media (3)	alta (4)	muy alta (5)	
Porozal				33	67	4.67			3	2	95	4.92
Puerto Jimenez			3	49	48	4.44			2	10	88	4.85
Pavón			2	90	8	4.06			5	8	87	4.82
Bejuco			3	7	90	4.86			9	2	89	4.79
Manzanillo			1	74	25	4.24			18	5	77	4.58
Sámara			15	58	27	4.12			25	3	72	4.46
Bahía Ballena			14	71	15	4.00			10	36	54	4.44
Nosara			38	34	28	3.90			38	2	60	4.22
Pitahaya				100		4.00				100		4.00
El Roble		1	1	98		3.96			1	99		3.99
Chacarita		3	8	89		3.85			2	98		3.98
Paquera		6	49	45		3.39		2		98		3.96
San Juan Grande		1	1	98		3.97		1	1	98		3.96
Chomes				100		3.99		1	6	93		3.92
Cóbano		1		99		3.99			8	92		3.91
Quepos		5	29	66		3.61		2	5	93		3.91
Parrita		5	4	91		3.85		2	6	92		3.91
Bagaces		8	8	84		3.77		4	4	92		3.87
Quebrada Honda		15	25	60		3.46		5	6	89		3.85
Savegre		17	48	35		3.17		2	12	86		3.84
Mansión		16	8	76		3.59		5	7	88		3.83
Chira		7	5	88		3.82		7	5	88		3.81
Palmar		9	38	53		3.44		4	11	85		3.81
San Pablo-Nandayure		12	12	76		3.64		9	4	87		3.78
Rio Blanco			55		45	3.89			64		36	3.73
Zapotal-Nandayure		15	26	59		3.44		15		85		3.71
Jacó		21	0	79		3.58		8	15	77		3.68
Tárcoles		12	5	83		3.71		15	4	81		3.66
Sixaola		17	0	83		3.66		17		83		3.66
Sierpe		37	8	55		3.17		15	10	75		3.61
Piedras Blancas		42	34	24		2.82		13	14	73		3.59
Colorado-Pococi			70	2	28	3.57			70	2	28	3.58
Carrandí		27		73		3.47		32		68		3.36
Cuajiniquil		33		67		3.33		33		62		3.29
Valle de la Estrella			88	1	11	3.23			83	5	12	3.28
Cahuita			85	4	11	3.25			88	3	9	3.21
Pacuarito		42		58		3.15		46		54		3.08
Lepanto	1	19	80			2.78		1	99			2.99
Veintisiete de Abril		54		46		2.93		50	2	48		2.97
San Antonio-Nicoya	2	2	96			2.94	1	1	98			2.96
Barranca	3	29	68			2.65	1	2	97			2.96
Espíritu Santo		7	93			2.93	1	3	96			2.95
Colorado-Abangares	1	60	39			2.38	2	3	95			2.93
Puntarenas	2	22	76			2.73	2	8	90			2.88
Cabo Velas		63		37		2.73		57	2	41		2.83
Puerto Carrillo	13	8	79			2.66	13		87			2.74
Tempate		63		37		2.74		62	5	33		2.70
Limón		65	1	34		2.69		66		34		2.68
Sardinal-Carrillo		69		31		2.61		71		29		2.58
Puerto Cortes	13	54	33			2.19	5	32	63			2.57
Matina		68		32		2.63		71		29		2.57
Nacascolo		80		20		2.39		78	3	19		2.40
Siquirres	29	3	68			2.38	31	1	68			2.37
Batan	33		67			2.34	36		64			2.29
Santa Elena		87	1	12		2.24		85	5	10		2.25
Matama		85		15		2.30		87	1	12		2.25
La Cruz		95		5		2.11		93	1	6		2.12
Tamarindo	49	1	50			2.01	47	3	50			2.03
Golfito	71	25	4			1.32	60	19	21			1.61

Nota: El rango de valor del índice puede variar entre 1 y 5 y representa la suma ponderada de la proporción de territorio bajo cada nivel de vulnerabilidad multiplicada por el nivel de vulnerabilidad correspondiente y dividida entre 100. La escala para la calificación es la siguiente: muy baja (1.00 - 1.49), baja (1.50 - 2.49), media (2.50 - 3.49), alta (3.50 - 4.49) y muy alta (4.50 - 5.00)