



Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para el Parque Nacional Manuel Antonio

Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para el Parque Nacional Manuel Antonio

Área de Conservación Pacífico Central
Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)
2015



Publicado por: SINAC. Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Donado por: Proyecto BIOMARCC SINAC GIZ

Elaboración técnica: Lenin Corrales

Equipo de Planificación: Keilyn Otárola (*PNMA*), Alonso Villalobos (*PNMA*), Alvaro Romero (*PNMA*), Milenly Araya (*Asociación Amigos PNMA*), Yeimy Gamboa (*OSRAP-ACOPAC*), Alvaro Murillo (*Ministerio Salud*), Mauro Parra (*Policía Turística*), Gerardo Chavarría (*DASP-ACOPAC*), Francisco Jimenez (*Departamento Legal-ACOPAC*), Rosa Montero Salas (*Coordinadora Turimo-ACOPAC*), Yamileth Cubero (*PMC-ACOPAC*), Bolívar Salazar (*Administrador PNMA*), María Celeste López (*Titi Conservation*), Isaías Arias (*Titi Conservation*), Juan Pablo Aquero (*Titi Conservation*)

Asesoría técnica: Rodrigo Villate (BIOMARCC-GIZ).

Copyright: © 2015. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

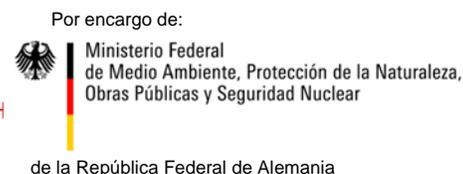
Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente

Citar como: SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2015. Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para el Parque Nacional Manuel Antonio. Área de Conservación Pacífico Central. Costa Rica. 23 p.

El proceso de facilitación de este Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático fue llevado a cabo mediante un acuerdo de donación con Leninn Corrales y fue posible gracias al apoyo técnico y financiero del Proyecto BIOMARCC-SINAC-GIZ, de la participación de personal del Área de Conservación Pacífico Central, el Parque Nacional Manuel Antonio.

La elaboración de este Plan de Mitigación y Adaptación se enmarca dentro de la iniciativa de Gobierno “Costa Rica por Siempre”. El Programa Costa Rica Por Siempre es una iniciativa público-privada de conservación, desarrollada con el objetivo de consolidar un sistema de áreas protegidas marinas y terrestres que sea ecológicamente representativo, efectivamente manejado y con una fuente estable de financiamiento, permitiéndole a Costa Rica ser el primer país en desarrollo en cumplir las metas del Programa de Trabajo en Áreas Protegidas (“PTAP”) de la Convención sobre Diversidad Biológica (“CDB”) de las Naciones Unidas.

El proyecto BIOMARCC-SINAC-GIZ “Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, Desarrollo de Capacidades y Adaptación al Cambio Climático” es un proyecto de apoyo al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC-MINAE) ejecutado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) en el marco de su Iniciativa Protección del Clima (IKI).



Índice

	Página
Lista de acrónimos.....	4
Lista de Cuadros y Figuras.....	5
Resumen Ejecutivo.....	6
Introducción.....	7
Contexto climático y cambios futuros en la región del Parque.....	9
Efectos probables sobre la biodiversidad del parque por cambios en el clima.....	15
Opciones de adaptación y mitigación.....	19
Reducción del riesgo asociado al clima.....	20
Manejo político-administrativo del tema del cambio climático.....	23
Educación, concientización y fortalecimiento de capacidades.....	24
Desarrollo de conocimiento asociado a impactos y escenarios climáticos..	27
Coordinación intersectorial e interinstitucional.....	28
Reducción de la Huella de carbono.....	28
Referencias.....	30
Anexo A. Metodología.....	31

Lista de acrónimos

OSRAP	Oficina Sub Regional Aguirre-Parrita
ACOPAC	Área de Conservación Pacífico Central
DASP	Dirección Áreas Silvestres Protegidas
PMC	Programa Marino Costero
AR4	Cuarto informe de Evaluación del IPCC, publicado en 2007
AR5	Quinto Informe de Evaluación del IPCC, publicado en 2013
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre
FR	Forzamiento radiativo
GEI	Gases de Efecto Invernadero. Los incluidos en el Protocolo de Kioto son los siguientes: Dióxido de carbono (CO ₂); Hidrofluorocarbonos (HFC); Metano (CH ₄); Perfluorocarbonos (PFC); Óxido nitroso (N ₂ O). • Hexafluoruro de azufre (SF ₆)
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (de sus siglas en inglés)
MAG	Ministerio de Agricultura
PNMA	Parque Nacional Manuel Antonio
ppm	Partes por millón (unidad de medida de la concentración de un gas en la atmósfera)
RCP	Sendas Representativas de Concentración
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
TSM	Temperatura superficial del mar
UICN	Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza

Lista de Cuadros

	Página
Cuadro 1. Escenarios de cambio climático y temperatura medias globales.....	10
Cuadro 2. Escenarios de cambio climático por Regiones del país comparando un período promedio de línea base (1961-1990) contra el promedio del período futuro (2071-2100).....	12
Cuadro 3. Variables climáticas históricas y escenarios futuros de cambio en el Parque Nacional Manuel Antonio.....	14
Cuadro 4. Posibles impactos del cambio climático a los hábitats y sistemas marinos.....	16

Lista de Figuras

	Página
Figura 1. Anomalías de temperatura superficial promedio anual del aire para el período de 1980-2013	9
Figura 2. Valores de CO ₂ atmosférico obtenido en el Observatorio Mauna Loa en Hawaii hasta diciembre del 2014 (~399.60 ppm)	10
Figura 3. Cadena de impacto climático en el sistema de formaciones coralinas del Parque Nacional Manuel Antonio.....	17
Figura 4. Cadena de impacto climático en el sistema de playas del Parque Nacional Manuel Antonio.....	17
Figura 5. Cadena de impacto climático en el sistema de humedales del Parque Nacional Manuel Antonio.....	18
Figura 6. Cadena de impacto climático en el bosque del Parque Nacional Manuel Antonio.....	18
Figura 7. Inundación temporal el 18 de mayo del 2011 (Izquierda) y efectos de una marejada de fondo el 4 de agosto del 2012 (derecha), dos ejemplos de eventos extremos que son recurrentes en el PNMA.....	20
Figura 8. El país cuenta con sistemas de alerta temprana para variables de clima marítimo los cuales deben ser incorporados en la gestión del PNMA para manejar el riesgo de los visitantes	20
Figura 9. Visitantes expuestos a condiciones de mareas extremas el 18 de mayo del 2011(A) el 4 de agosto del 2012 (B) dos ejemplos de la exposición al riesgo..	21
Figura 10. Sendero expuesto a erosión.....	21
Figura 11. El PNMA con frecuencia es abordado por fenómenos de vientos extremos que al encontrar zonas abiertas entre el bosque como el sendero el Perezoso aumentan su poder destructivo.....	22
Figura 12. Erosión de línea de costa.....	22
Figura 13. Zonas de ría sin cumplir con el retiro mínimo legal.....	22
Figura 14. Sensibilidad del PNMA a escenarios de aumento en el nivel del mar	26

Resumen Ejecutivo

El cambio climático se está convirtiendo en uno de los principales desafíos para la conservación en el siglo 21. Cada año que pasa, la evidencia de los cambios en el sistema climático de la tierra y sus consecuentes impactos en los sistemas naturales se hace más profunda. El hacerle frente al desafío del cambio climático requiere un cambio fundamental en la forma actual de la gestión de los recursos naturales y la biodiversidad. Tradicionalmente en las áreas protegidas centramos nuestros esfuerzos en la protección y gestión de la biodiversidad pero con el objetivo de mantener su estado actual o restaurar sistemas degradados, pero el futuro demanda cambiar nuestros objetivos y estrategias de manera que la gestión del área protegida se prepare y se ajuste a los cambios en el clima, así como en las relaciones de los humanos con los sistemas naturales.

El campo de la adaptación al cambio climático está todavía en su infancia. Aunque cada vez hay más atención al tema, gran parte de la orientación desarrollada hasta la fecha ha sido de carácter general, por esta razón la experiencia que se pueda acumular en el PNMA es fundamental para la futura gestión del área. Bajo este contexto el presente plan constituye un primer esfuerzo para comenzar a incorporar acciones que preparen el área para ajustarse a los cambios del clima venideros.

El Plan propone trabajar en cinco líneas estratégicas (Reducción del riesgo asociado al clima; Manejo político-administrativo del tema del cambio climático; Educación, concientización y fortalecimiento de capacidades; Desarrollo de conocimiento asociado a impactos y escenarios climáticos; Coordinación intersectorial e interinstitucional) con 46 opciones de adaptación y una línea estratégica en mitigación (Reducción de la Huella de carbono) con tres opciones de mitigación.

Introducción

Procesos propios de la dinámica costera se observan en el Parque Nacional Manuel Antonio tales como erosión de la costa, marejadas de fondo e inundaciones temporales. Procesos que se verán exacerbados por los impactos previstos del cambio climático haciendo el PNMA particularmente vulnerable. Independientemente de las futuras acciones para reducir las emisiones, la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero ya tiene comprometida a la tierra a un cierto nivel de cambio climático futuro producto de la inercia del sistema climático.

Los efectos previstos del cambio climático en el PNMA incluyen aumento del nivel del mar, incremento de la temperatura ambiental y superficial del mar, leve aumento de las precipitaciones al año 2050, y tormentas más intensas. Estos efectos tendrán un impacto en la salud de la biodiversidad del PNMA y consecuencias con el ritmo de la visitación y el mantenimiento de la calidad del disfrute de los visitantes del Parque.

Si bien no todos estos cambios afectan la gestión del día a día del PNMA, muchos de ellos requieren algún ajuste en las estrategias de manejo y toma de decisiones. La gestión orientada a un clima cambiante se complica aún más si los gestores del PNMA no tienen los instrumentos adecuados para desarrollarla ni las capacidades técnicas para enfrentar este nuevo desafío en la gestión del área.

Las acciones de manejo pueden mejorar o exacerbar la vulnerabilidad de un sistema al cambio climático. Las medidas adoptadas para reducir los impactos o explotar las oportunidades beneficiosas derivadas del cambio climático se conocen comúnmente como adaptación al cambio climático. La consideración de los impactos del cambio climático y las opciones de adaptación adecuadas puede ayudar a asegurar que las acciones de los gerentes reduzcan el riesgo, mantengan o mejoren la resiliencia en lugar de exacerbar la vulnerabilidad de sus ecosistemas.

Este plan ofrece una breve introducción a los impactos físicos fundamentales del cambio climático en el PNMA y una propuesta de opciones de adaptación para los administradores del Parque con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y los visitantes a los impactos del cambio climático. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, que se refiere como "mitigación", es un componente necesario de la respuesta global al cambio climático por lo que también es tomada en cuenta. Este plan se desarrolla debido a que: 1) los sistemas naturales y la costa son alta y especialmente vulnerables al cambio climático, 2) será necesaria la adaptación para enfrentar los impactos resultantes del calentamiento que ya es inevitable debido a las emisiones históricas y actuales y 3) la adaptación puede ayudar a reducir los costos a largo plazo asociados con el cambio climático.

El Parque Nacional Manuel Antonio (PNMA) se encuentra ubicado en la Región del Pacífico Central y nace en 1972 como "Parque Recreativo Nacional Playas de Manuel Antonio", por medio de la Ley No. 5100, custodiado y administrado por el Ministerio de

Agricultura y Ganadería (MAG) hasta que paso a la jurisdicción del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) después de la creación de esta Institución en 1998. Desde su creación en 1972 el Parque ha sufrido varias reformas legales para responder en algunos casos a cambios en la categoría de manejo como necesidad de adaptarla a las nuevas legislaciones. Otro factor ha sido la necesidad de ampliar sus límites debido a que en los últimos 40 años se ha incrementado el conocimiento de su importancia biológica tanto en los sistemas terrestres como en los sistemas marino costero.

A pesar que el PNMA tiene una extensión en la parte continental bastante reducida (aproximadamente 1800 has) es considerado como un remanente de humedales y bosque en medio de amplias extensiones de monocultivos de palma africana y desarrollos turísticos (Araucaria. 2003).

En esta porción continental dominada en su extensión por un 50% de humedales, 35% bosque, 2% de playas y un 13% con modificaciones de origen humano se han reportado 352 especies de plantas de las cuales 19 especies de plantas son endémicas para Costa Rica, 107 especies de mamíferos terrestres, 335 especies de aves, 93 especies de reptiles y 56 especies de anfibios (SINAC. 2013).

Asi mismo, la porción territorial marina del Parque que es considerablemente mayor a la extensión continental pero a la vez en términos de biodiversidad es la menos conocida, resguarda 12 islotes, 100 especies de moluscos (Willis y Cortés. 2001), 96 especies de peces, pertenecientes a 27 familias, 25 especies de crustáceos, 8 especies de equinodermos y 8 especies de corales (SINAC. 2013).

De las 943 especies reportadas a nivel continental en el PNMA, 83 especies están catalogadas como amenazadas nacional o globalmente en diferentes categorías de UICN, CITES o en el contexto nacional. El total de especies descritas del Parque es de 1.180 especies; 943 terrestres y 237 marino-costeras (SINAC. 2013).

Contexto climático y cambios futuros en la región del Parque

Contexto Global

En la última evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013) se concluyó que el calentamiento del sistema climático de la tierra es inequívoco (Figura 1) y que la influencia humana sobre el sistema climático es clara. Los reportes indican que cada una de las tres últimas décadas ha sido, sucesivamente, más cálida en la superficie de la tierra que cualquier década anterior desde 1850. Si esta tendencia continua es probable que se tengan impactos sobre los ecosistemas incluyendo pérdida de hábitat, cambios en la vegetación, en la química oceánica, una mayor vulnerabilidad a incendios forestales, infestación de plagas, especies invasoras y un cambio en la productividad agrícola (Serreze, 2009).

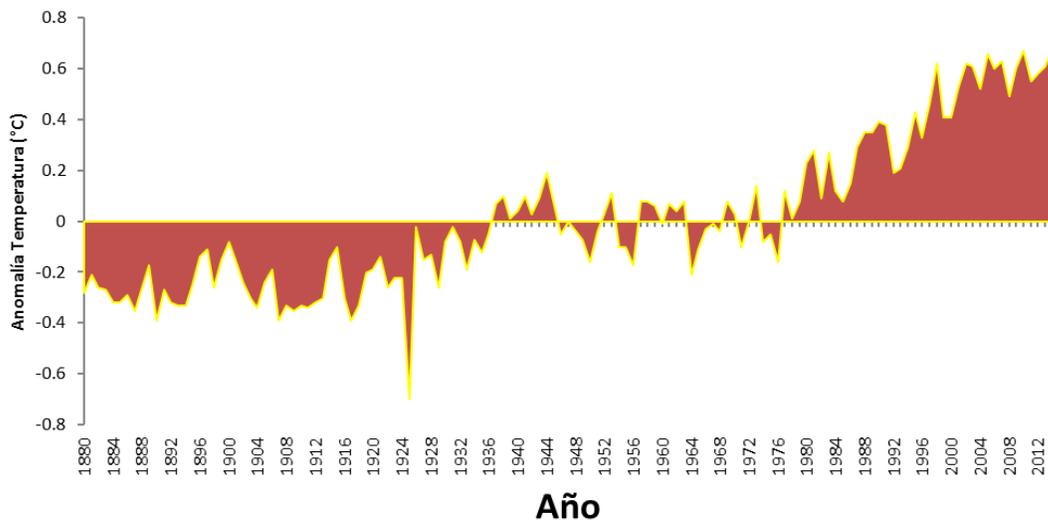


Figura 1. Anomalías de temperatura superficial promedio anual del aire para el período de 1980-2013 (Elaborado a partir de datos: http://climate.nasa.gov/key_indicators.)

Escenarios y proyecciones

En el último informe del IPCC (2013) AR5 se definen cuatro nuevos escenarios de emisión, denominados Sendas Representativas de Concentración (RCP, de sus siglas en inglés). Éstas se identifican por su forzamiento radiativo (FR) total para el año 2100 que varía desde 2,6 a 8,5 W/m². Los escenarios de emisión utilizados en el AR4 (denominados SRES, de sus siglas en inglés) no contemplaban los efectos de las posibles políticas o acuerdos internacionales tendentes a mitigar las emisiones, representando posibles evoluciones socio-económicas sin restricciones en las emisiones. Por el contrario, algunos

de los nuevos RCP pueden contemplar los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI.

Cuadro 1. Escenarios de cambio climático y temperatura medias globales

Escenario	FR	Tendencia FR	[CO ₂] en 2100	2046-2065		2081-2100	
				Media	Rango Probable	Media	Rango Probable
RCP2.6	2,6 W/m ²	decreciente en 2100	421 ppm	1.0	0.4-1.6	1.0	0.3-1.7
RCP4.5	4,5 W/m ²	estable en 2100	538 ppm	1.4	0.9-2.0	1.8	1.1-2.6
RCP6.0	6,0 W/m ²	Creciente	670 ppm	1.3	0.8-1.8	2.2	1.4-3.1
RCP8.5	8,5 W/m ²	Creciente	936 ppm	2.0	1.4-2.6	3.7	2.6-4.8

Fuente: IPCC.2013

Las emisiones totales de CO₂ constituyen el principal agente responsable del calentamiento a largo plazo. El incremento de temperatura y emisiones acumuladas de CO₂- están aproximadamente relacionadas de forma lineal. Las negociaciones actuales buscan establecer un objetivo de calentamiento (limitar el ascenso global de temperaturas a 2°C) pero el hecho de que se produzcan unas emisiones mayores en las décadas próximas implica la necesidad de que las emisiones sean menores después (Figura 2).

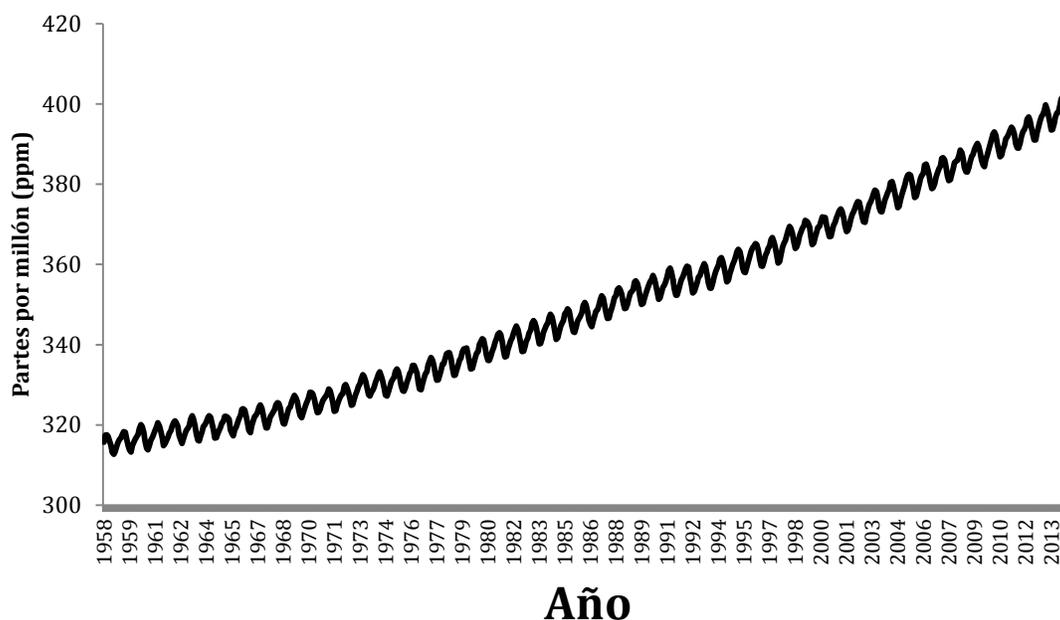


Figura 2. Valores de CO₂ atmosférico obtenido en el Observatorio Mauna Loa en Hawaii hasta diciembre del 2014 (~399.60 ppm) (Elaborado a partir de datos: http://climate.nasa.gov/key_indicators y Mauna Loa Observtory.2014)

Vulnerabilidad de la Región

Según simulaciones de escenarios climáticos globales en la región de Mesoamérica se espera un pronunciado decrecimiento de la precipitación y un aumento en la variabilidad de la precipitaciones conduciendo a una región en el futuro más seca (Rauscher et al., 2008; Giorgi. 2006; Neelin et al., 2006; Aguilar et al., 2005). Así mismo, estas características la han hecho surgir como un “hot spot” de cambio climático a nivel de los trópicos del mundo (Giorgi. 2006). En los últimos 60 años en Mesoamérica se han observado aumentos en la temperatura de aproximadamente 1°C (Aguilar et al., 2005).

Contexto Nacional

El clima del territorio continental de Costa Rica está determinado y es modificado por factores como el relieve (la disposición de las montañas, llanuras y mesetas), la condición ístmica, la influencia oceánica que determina los vientos o la brisa marinas, la temperatura de las corrientes marinas y la circulación general de la atmósfera (IGN. 2005 citado en IMN. 2008).

Para el estudio del clima el Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2008) propone diferenciar siete grandes regiones climáticas en el país: Pacífico Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur, Región Central, Zona Norte, Región Caribe Norte y Región Caribe Sur. Cada una de estas regiones presentan condiciones climáticas diferentes y a la vez dentro de estas se pueden diferenciar otras condiciones climáticas por zonas. Así por ejemplo en la región del pacífico norte es posible diferenciar tres zonas climáticas; la unidad continental constituida por la cordillera de Guanacaste y la Cordillera de Tilarán, la unidad peninsular Santa Elena y Nicoya y la depresión del Tempisque (IMN. 2008).

En el año 2008 el Instituto Meteorológico Nacional publica escenarios de cambio climático para cada una de estas regiones del país. Los escenarios climáticos utilizan como línea base el clima comprendido en el período 1961-1990 y lo proyectan al período futuro 2071-2100. Es de esperar que debido a la diversidad de condiciones climáticas del país los escenarios de cambio climático reflejen diferentes resultados para cada una de las regiones en cuanto a cambios en la precipitación y la temperatura. Lo que a su vez es de esperar que tenga influencia de manera diferenciada sobre la biodiversidad terrestre y marino-costera del país en el futuro.

El Cuadro 2 muestra los valores de cambio en la precipitación, temperatura máxima y mínima promedio anual para el período 2071-2100 por región climática de acuerdo a escenarios de cambio climático corridos por el IMN (IMN. 2008). En las regiones donde los escenarios de cambio climático muestran disminución en la precipitación promedio anual los valores varían en el rango de -7% a -56% y donde hay aumento el rango varía de 12% a 49%. Esto muestra la gran variabilidad que podríamos encontrar en el futuro en relación al clima.

En términos de temperatura se muestra que tanto la temperatura media anual máxima como la mínima aumentan en todas las regiones del país. El rango de la temperatura media anual máxima varía de 2 °C a 8 °C y la mínima de 1 °C a 4 °C.

Cuadro 2. Escenarios de cambio climático por Regiones del país comparando un período promedio de línea base (1961-1990) contra el promedio del período futuro (2071-2100)

Región	Variable Climática				Observaciones en los cambios relacionados a la precipitación anual (IMN, CRRH. 2008)
	Tasa cambio Precipitación anual (%)	Rangos Cambio Temperatura máxima (°C)	Rangos Cambio Temperatura mínima (°C)		
Pacífico Norte	↓ -13 a -29	↑ 3 a 8	↑ 2 a 3		Golfo de Nicoya zona más afectada presenta reducciones entre un 13 y 24%. La zona menos afectada en la Cordillera de Tilarán y el Sur de la Península de Nicoya con reducciones del 2 al 18%. La Cordillera Volcánica, la Península de Santa Elena y la parte Oeste de la Península presentan reducciones del 20 al 29%
Pacífico Central	↓ ↑ -16 a +12	↑ 6	↑ 4		La precipitación anual tiende a disminuir en la parte Norte. Hay una disminución menor en Jacó y Herradura, disminuyendo más hacia el Valle de Parrita y progresivamente hacia la parte alta. El aumento se presenta después de Quepos y hacia la Fila Brunqueña.
Pacífico Sur	↑ +12 a +23	↑ 2 a 4	↑ 1 a 3		EL aumento es mayor en la Península de Osa y hacia Burica. Un aumento menos elevado se presenta en el resto de la Península, la Fila Brunqueña y la parte sur del Valle de El General y Coto Brus. En el Valle de El General y hacia la Cordillera de Talamanca los cambios son poco perceptibles por lo que la tasa de cambio es igual a cero.
Región Central	↓ -16 a -23	↑ 4 a 5	↑ 2 a 4		Hay una disminución de la precipitación en toda la región
Región Caribe	↑ +10 a +49	↑ 2 a 4	↑ 2 a 3		En el sector costero se presenta un aumento, más acentuado en el sector central y sur. En la zona montañosa no se observa ningún cambio.
Zona Norte	↓ -7 a -56	↑ 4 a 5	↑ 2 a 3		Hay una disminución en toda la Región principalmente hacia la zona fronteriza cercana al Lago de Nicaragua. No obstante, las disminuciones hacia Palo Seco en las Llanuras de San Carlos se considera que están dentro del rango normal de variación.

↓: Disminución

↑: Aumento

Elaborado a partir de datos del IMN (2008).

Escenarios y proyecciones en la región del PNMA

Temperatura ambiental

El PNMA presenta un clima tropical monzónico, con una temperatura media anual de 26.5°C. La amplitud de las temperaturas es de las más bajas del país, en promedio de 1.6°C, provocado por una menor influencia continental y al efecto atenuador del mar. En la costa la variación de las temperaturas oscila entre 26°C y 28°C, y en las partes altas entre 22°C y 25°C con temperaturas máximas que oscilan entre los 28°C y 30°C y las mínimas entre 20°C -22°C. El mes más caliente es abril y el más fresco es setiembre (IMN.2008, WordClim. 2015).

Escenario de emisiones de cambio Climático A2¹ del cuarto informe del IPCC para la temperatura ambiental de las Cuencas (Damas, Naranjo, Savegre, Barú) que tienen influencia sobre el PNMA resultan en una tendencia al incremento de la temperatura con valores aproximados de una media anual de 2°C para el año 2070 en la mayoría de las cuencas, no obstante, en la Cuenca Damas se observa un incremento mayor cercano a los 4°C (IMN.2008). Escenarios al 2050 (RCP4.5) del Quinto informe del IPCC (2013) señalan incrementos de la temperatura en el orden de los 1,6°C.

Precipitación

El Parque Nacional Manuel Antonio se encuentra ubicado en una región que presenta precipitaciones promedio de 3.680 mm anuales, según datos acumulados de 69 años (1941-2010) con un rango que oscila entre los 3000 y 4000 mm, donde febrero es el mes más seco con 37,9 mm como promedio y octubre el más lluvioso con 649,4 mm (Alvarado et al., 2012).

Existe una marcada estacionalidad del régimen de lluvias, sin embargo la duración de las temporadas difiere entre la costa y las partes altas. El veranillo o canícula - por lo general se registra en julio y agosto. Con frecuencia se observan casos de hasta 100 mm o más en un aguacero vespertino. En setiembre y octubre las lluvias son debidas no solamente al efecto del flujo monzónico, las brisas de mar y la interacción de estos con la pronunciada orografía, sino también a los temporales, los cuales están asociados con ciclones tropicales en el mar Caribe (IMN. 2008).

¹ Familia de escenarios de cambio climático y línea evolutiva A2 describe un mundo muy heterogéneo. La cuestión subyacente es la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

Los escenarios (A2) desarrollados por el Instituto Meteorológico de Costa Rica en relación a los cambios en la precipitación muestran para las cuencas que influyen sobre el PNMA una tendencia a disminuir la precipitación en valores de 250 a 750 mm de precipitación media anual al año 2070 (IMN. 2008), no obstante, los escenarios al 2050 (RCP4.5) sugieren un incremento en el orden del 2,4% cerca de 100 mm (IPCC 2013).

Temperatura superficial del mar

Las series temporales de temperatura superficial del mar (TSM) (1950 a 2009) muestran que existe un aumento generalizado de la temperatura superficial del mar, excepto para ciertas zonas de los océanos del Hemisferio Norte donde se está produciendo, por el contrario un enfriamiento. Esta serie temporal de datos determinó que para las aguas marinas del PNMA hay una tendencia de incremento de la temperatura superficial del mar de 0.01⁰C y que entorno al año 2040 esta podría incrementarse en 0.23⁰C (CEPAL et al., 2012).

Nivel medio del mar

El aumento de la temperatura superficial del mar a nivel global está provocando que también se observe una tendencia global de aumento generalizado del nivel del mar, lo cual se corresponde con las causas físicas que lo provocan: expansión térmica y deshielo de los casquetes polares, entre otras, producidas por el calentamiento global del planeta (IPCC. 2007).

El estudio de la Cepal (et al., 2012) determinó para la región del PNMA una tendencia de aumento en el nivel medio del mar de 1.95 mm/año lo que equivaldría a un incremento de 58,61 mm al año 2040 que en términos costeros significa un retroceso de la costa de 3 a 6 metros.

Cuadro 3. Variables climáticas históricas y escenarios futuros de cambio en el Parque Nacional Manuel Antonio

Temperatura ⁰ C					Precipitación mm			TSM ⁰ C	Nivel del mar mm
Máxima	Media	Mínima	2050	2070	Media	2050	2070	2040	2040
28-30	26-28	20-22	+1,6	+2-4	3000-4000	+100 (2,5%)	-250-750 (7-20%)	+0.23	+58,61

Fuente: IMN.2008, BID *et-al.* 2015, CEPAL et-al. 2012

Efectos probables sobre la biodiversidad del parque por cambios en el clima

El océano desempeña un papel integral en el clima al estar intrínsecamente vinculado a la atmósfera a través; del almacenamiento de calor, transporte del calor a lo largo de la tierra, evaporación de masas de agua, congelación y descongelación de las regiones polares y almacenamiento e intercambio de gases incluyendo el dióxido de carbono (CO₂) (Herr y Galland. 2009).

El calentamiento del aire y el mar induce al cambio en las precipitaciones, aumento del nivel del mar y fenómenos climáticos extremos (por ejemplo, tormentas y oleajes), no obstante, las consecuencias más importantes e inmediatas de este cambio climático en las costas está asociado a la erosión costera, inundaciones, sequías, intrusión de agua salada, y cambios en los ecosistemas (USAID et al., 2009). El Cuadro 4 muestra posibles impactos y efectos del cambio climático en hábitats y sistemas marinos.

El desarrollo de opciones o medidas de adaptación requiere la revisión por elemento focal de manejo donde se tome en cuenta los efectos probables del cambio climático expresados como amenazas climáticas, sus impactos, consecuencias y a la vez tomar en cuenta las amenazas no-climáticas que contribuirían a exacerbar los efectos del cambio climático.

Para el desarrollo del presente plan de adaptación se tomaron en cuenta los elementos focales de manejo: formaciones coralinas, playas, humedales y bosques. Las figuras 3, 4, 5 y 6 muestran la cadena de impactos de cada uno de estos elementos focales de manejo y su relación con el cambio climático.

Cuadro 4. Posibles impactos del cambio climático a los hábitats y sistemas marinos

Alteraciones, fenómenos atmosféricos y climáticos	Impactos probables	Efectos	
Cambio temperatura aire	Incremento temperatura media anual aire	Anomalías climáticas locales	
Cambios precipitación	Incremento o disminución de precipitación media anual	Privación o exceso de sedimentos	
Calentamiento Océano	Expansión térmica	Eventos extremos (Ciclones, marejadas)	
	Aumento nivel del mar	Multivariable	
	Incremento temperatura agua	Puede afectar la producción algal, disponibilidad de luz, oxígeno y carbono para especies estuarinas	
	Estrés térmico	Blanqueamiento de corales	
	Incremento retroceso costero	Pérdida de biotopos	
	Incremento estratificación termal	Cambios en las pesquerías	
Acidificación del océano	Reducción del pH oceánico	Agua de mar se vuelve corrosiva para las conchas y esqueletos de muchos organismos marinos	
		Crecimiento corales	
Aumento nivel del mar	Pérdida de ecosistemas	Cambios en marismas y manglares	
	Cambios mezcla física estuarios y tiempo de residencia	Podría conducir a cambios en la composición de especies que tiene fases de su ciclo de vida en los estuarios.	
	Cambio patrones Inundación	Reduce la habilidad para la regeneración incluyendo los manglares	
	Erosión costera	Pérdida playas anidamiento	
	Intrusión Salina		Salinización aguas irrigación
			Cambios en salinidad reduce habilidad para la regeneración incluyendo los manglares
Cambio en la tabla de agua dulce		Perdida habitat	
		Menor disponibilidad agua dulce para consumo humano y vida silvestre (Acuíferos)	

Elaboración propia con base a; (CRRH. 1996; Harley et al., 2006; IPCC. 2007; Kokot et al., 2004; Nicholls et al., 2007; Orr et al., 2009; UICN. 2003; USAID et al., 2009).

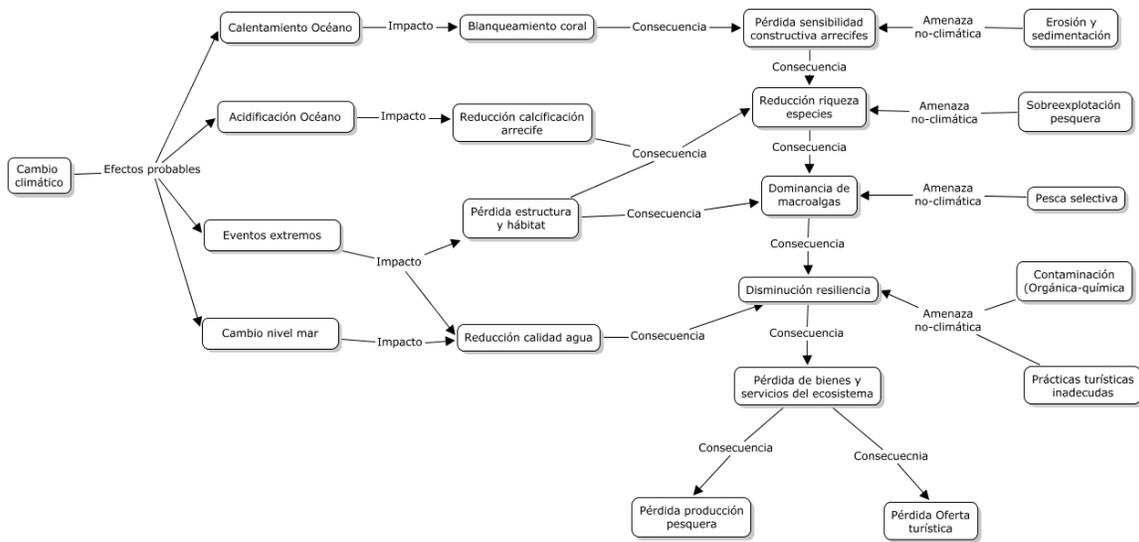


Figura 3. Cadena de impacto climático en el sistema de formaciones coralinas del Parque Nacional Manuel Antonio

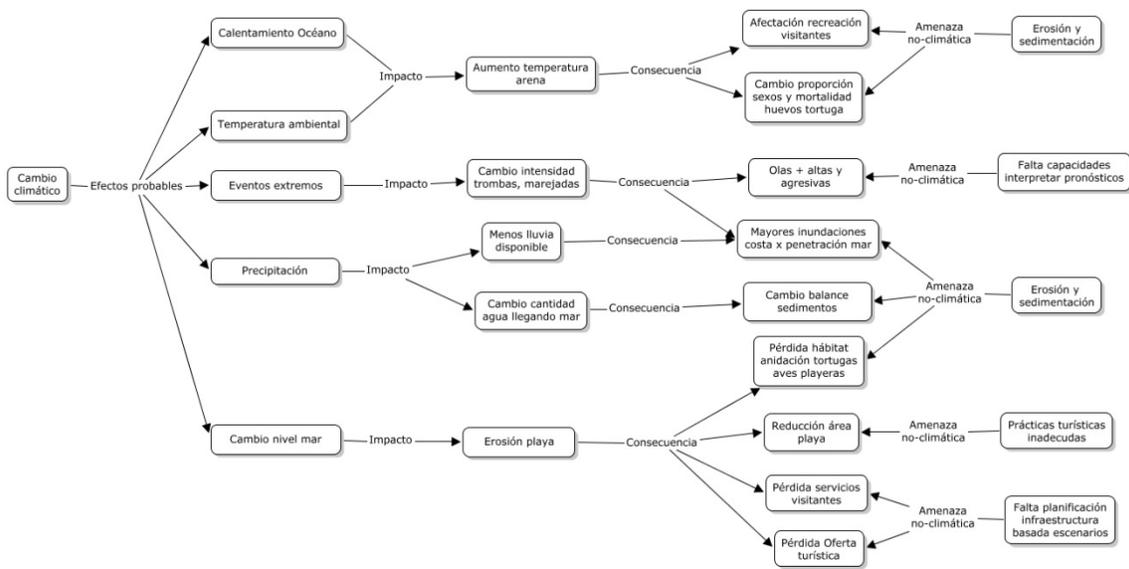


Figura 4. Cadena de impacto climático en el sistema de playas del Parque Nacional Manuel Antonio

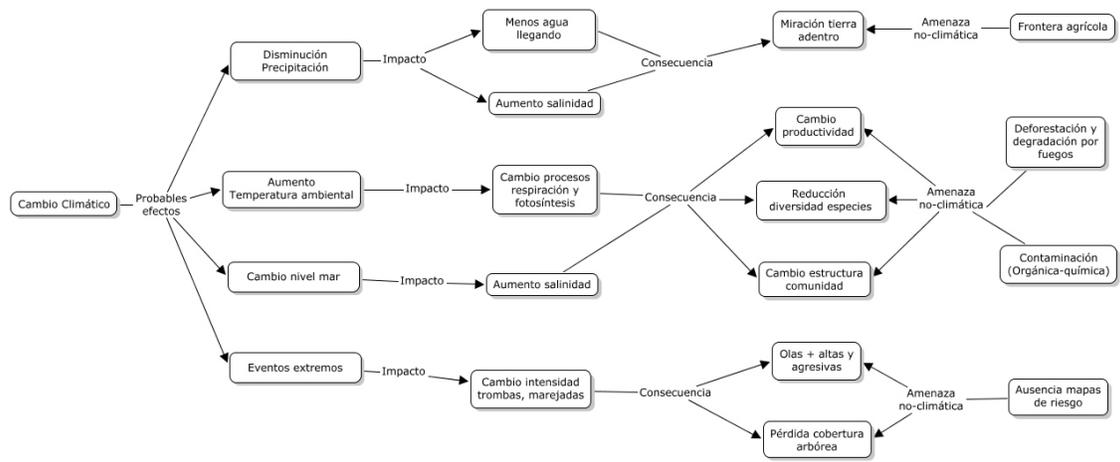


Figura 5. Cadena de impacto climático en el sistema de humedales del Parque Nacional Manuel Antonio

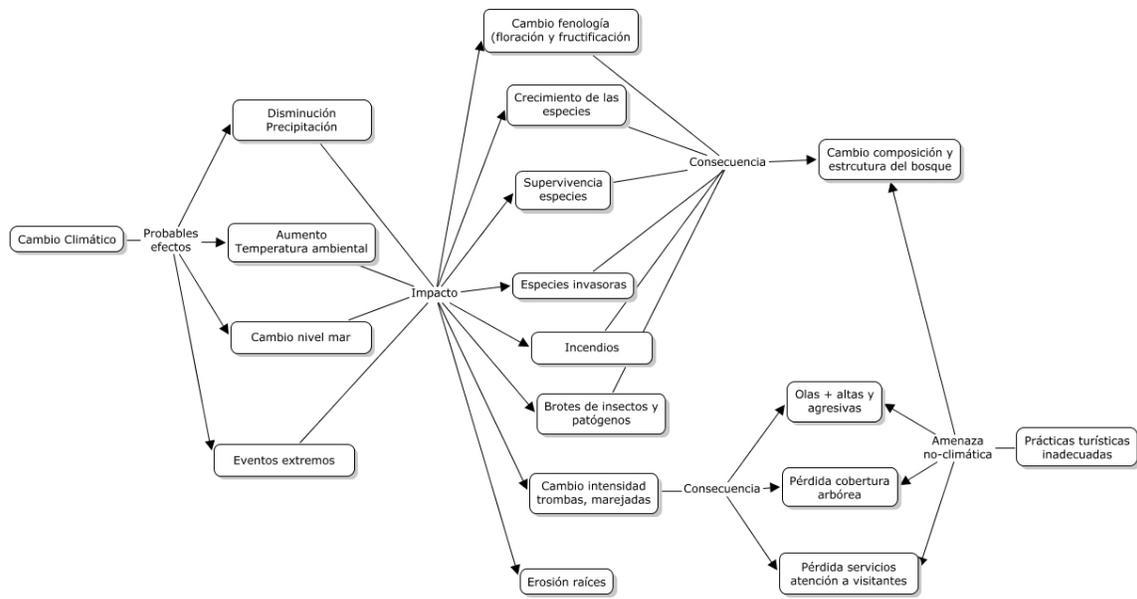


Figura 6. Cadena de impacto climático en el bosque del Parque Nacional Manuel Antonio

Opciones de adaptación y mitigación

El Plan de adaptación tiene como propósito el guiar en primera instancia a los gestores del PNMA y a las numerosas organizaciones públicas y privadas que además influyen la conservación de los hábitats marino-costeros del parque, promoviendo la integración de estos actores en la formulación e implementación de opciones de adaptación y mitigación que se deben adoptar para enfrentar los impactos futuros del cambio climático.

A la vez este plan busca ser el escenario para los cambios legales y reglamentarios necesarios que garanticen una adaptación anticipada y una implementación de acciones de mitigación. Así mismo, recomienda medidas proactivas en el PNMA para que en el futuro se pueda evolucionar a las condiciones climáticas cambiantes, protegiendo y conservando la calidad de los sistemas naturales que ellas resguardan en beneficio de la biodiversidad y de todos los usuarios.

Para la identificación de las opciones de adaptación se propuso trabajar con cinco líneas estratégicas recomendadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2012) más una sexta que recogiera opciones de mitigación a nivel de las operaciones del área silvestre protegida, esta son:

1. Reducción del riesgo asociado al clima
2. Manejo político-administrativo del tema del cambio climático
3. Educación, concientización y fortalecimiento de capacidades
4. Desarrollo de conocimiento asociado a impactos y escenarios climáticos
5. Coordinación intersectorial e interinstitucional
6. Reducción de la Huella de carbono

1.3 Establecer zonas críticas y vulnerables para el visitante, bajo eventos extremos y establecer regulaciones para su uso



Figura 9. Visitantes expuestos a condiciones de mareas extremas el 18 de mayo del 2011(A) el 4 de agosto del 2012 (B) dos ejemplos de la exposición al riesgo

1.4 Promover la recuperación de humedales como medida de adaptación del cambio climático

1.5 Mantener y conservar una línea de bosque mínima entre la zona supralitoral y los senderos en el bosque



Figura 10. Sendero expuesto a erosión

1.6 Implementar en el corto plazo la electrificación subterránea del sendero el perezoso



Figura 11. El PNMA con frecuencia es abordado por fenómenos de vientos extremos que al encontrar zonas abiertas entre el bosque como el sendero el Perezoso aumentan su poder destructivo

1.7 Desarrollar proyecciones futuras de cambio climático que se deben revisar con periodicidad para la adaptación de los senderos al aumento del nivel del mar (Ver figura 6)

1.8 Desarrollar un sistema de monitoreo de los perfiles de playa y dinámica de la playa para modelar los impactos futuros de aumento en nivel del mar y marejadas



Figura 12. Erosión de línea de costa

1.9 Restaurar en el corto plazo las áreas de protección de la ría



Figura 13. Zonas de ría sin cumplir con el retiro mínimo legal

1.10 Desarrollar un plan de gestión de las tortugas marinas que arriban al PNMA tomando en cuenta las siguientes medidas de adaptación²:

- Evitar la eliminación de la vegetación nativa y replantar en donde ya se ha eliminado
- Monitorear las temperaturas de arena/nidos y registrar áreas de anidación, éxito de anidación, tasas de sexo de neonatos (por examen histológico de neonatos muertos))
- Identificar áreas de anidación que puedan ser utilizadas en el futuro
- Controlar actividades en tierra para reducir contaminación y sedimentación
- Mover nidos de áreas con alta erosión y riesgo de inundación más atrás en la playa
- Usar sombra artificial sobre el criadero bajo condiciones controladas técnica y científicamente
- Monitorear temperaturas de arena e inferir proporciones sexuales a partir de temperaturas de referencia

Línea Estratégica 2:

-Manejo político-administrativo del tema del cambio climático-

Opciones de adaptación que consideren o integran la temática del cambio climático a nivel interno de la institución (SINAC, MINAE) en sus diferentes departamentos (Recursos Humanos, Infraestructura, Legal, Suministros etc.) y su relación con otras Instituciones del Estado, organizaciones regionales, locales entre otras.

Opciones de adaptación

2.1 Fortalecer la capacidad y estructura del PNMA para establecer y mantener los enlaces con las instituciones del Estado, gobierno local y consejos de distrito que influya en el manejo y conservación del PNMA

2.2 Promover la regulación y toma de medidas de mitigación de la extracción de material de los ríos que desembocan en el PNMA

2.3 Fortalecer el trabajo en la zona de amortiguamiento a fin de que disminuyan los efectos negativos de los poblados, sector hotelero y agrícola sobre el PNMA

2.4 Promover la modificación de los límites en la parte terrestre y marina del PNMA como mecanismo de adaptación al cambio climático

2.5 Implementar la recomendación de GRUAS II para la consolidación de los vacíos de conservación marinos vecinos al PNMA

2.6 Fortalecer las iniciativas de conexión biológica terrestre y marina entre el Parque y otras regiones del Cantón de Quepos

² Fish, M.R. y C. Drews. 2009

2.7 Promover un uso integral de los atractivos del PNMA por parte de los visitantes para disminuir la presión de la visitación sobre las playas

2.8 Implementar la certificación en el corto plazo del Patrimonio Natural del Estado (Humedales de agua dulce, manglares, bosque, Zona Marítima Terrestre) y la ría como medida base de adaptación en vista de que determina el espacio a restaurar ecológicamente

2.9 Aplicar de manera inmediata el artículo 33 de la ley 7575 en áreas de protección

Línea Estratégica 3:

-Educación, concientización y fortalecimiento de capacidades-

Opciones de adaptación de información y capacitación en temas del cambio climático a los visitantes o pobladores locales y fortalecimiento del personal del PNMA en la elaboración de medidas apropiadas de adaptación o atención de riesgos asociados al clima.

Opciones de adaptación

3.1 Fortalecer las capacidades de los funcionarios del PNMA para un mejor entendimiento sobre el impacto, la adaptación y mitigación al cambio climático

3.2 Desarrollar la capacidad institucional de los funcionarios del PNMA para fortalecer las campañas de comunicación y difusión en los temas de adaptación y mitigación al cambio climático

3.3 Implementar un plan de desarrollo de capacidades del personal del PNMA y de otros actores estratégicos locales y regionales para la atención de los eventos extremos producidos por la variabilidad climática

3.4 Generar una línea de materiales divulgativos dirigidos a los habitantes y visitantes para mejorar la información y sensibilización sobre la adaptación y mitigación al cambio climático en la región y el PNMA

3.5 Apoyar la educación formal e informal, así como la concientización sobre la adaptación y mitigación al cambio climático dentro del marco de las políticas de educación pública de la región así como a las Asociaciones de Desarrollo Integral, Asadas y Grupos organizados

3.6 Involucrar a distintos actores de la sociedad del Cantón de Quepos en actividades y eventos asociados con la adaptación y mitigación al cambio climático en el PNMA

3.7 Promover campañas de sensibilización para el consumo responsable de especies marinas

3.8 Implementar un código de conducta del sector turístico que hace uso de los servicios de recreación y turismo del PNMA

3.9 Apoyar y promover el desarrollo de programas y proyectos por parte de organizaciones de la sociedad civil que apoyen la adaptación y mitigación al cambio climático

3.10 Apoyarse en la organización local para reducir o eliminar fuentes de estrés no climáticas como la reducción de la contaminación por nutrientes orgánicos y agroquímicos, así como la extracción de recursos de manera no sostenible

3.11 Implementar un sistema de información que documente las implicaciones del cambio climático en la actividad de turismo y comunidades dependientes de los recursos del PNMA para conocer el riesgo y la resiliencia al cambio climático.

3.12 Trabajar en conjunto con el gobierno local, el sector turismo y las comunidades locales en ejemplos prácticos de adaptación al cambio climático

3.13 Fortalecer las capacidades del personal del PNMA en el monitoreo del sistema marino-costero

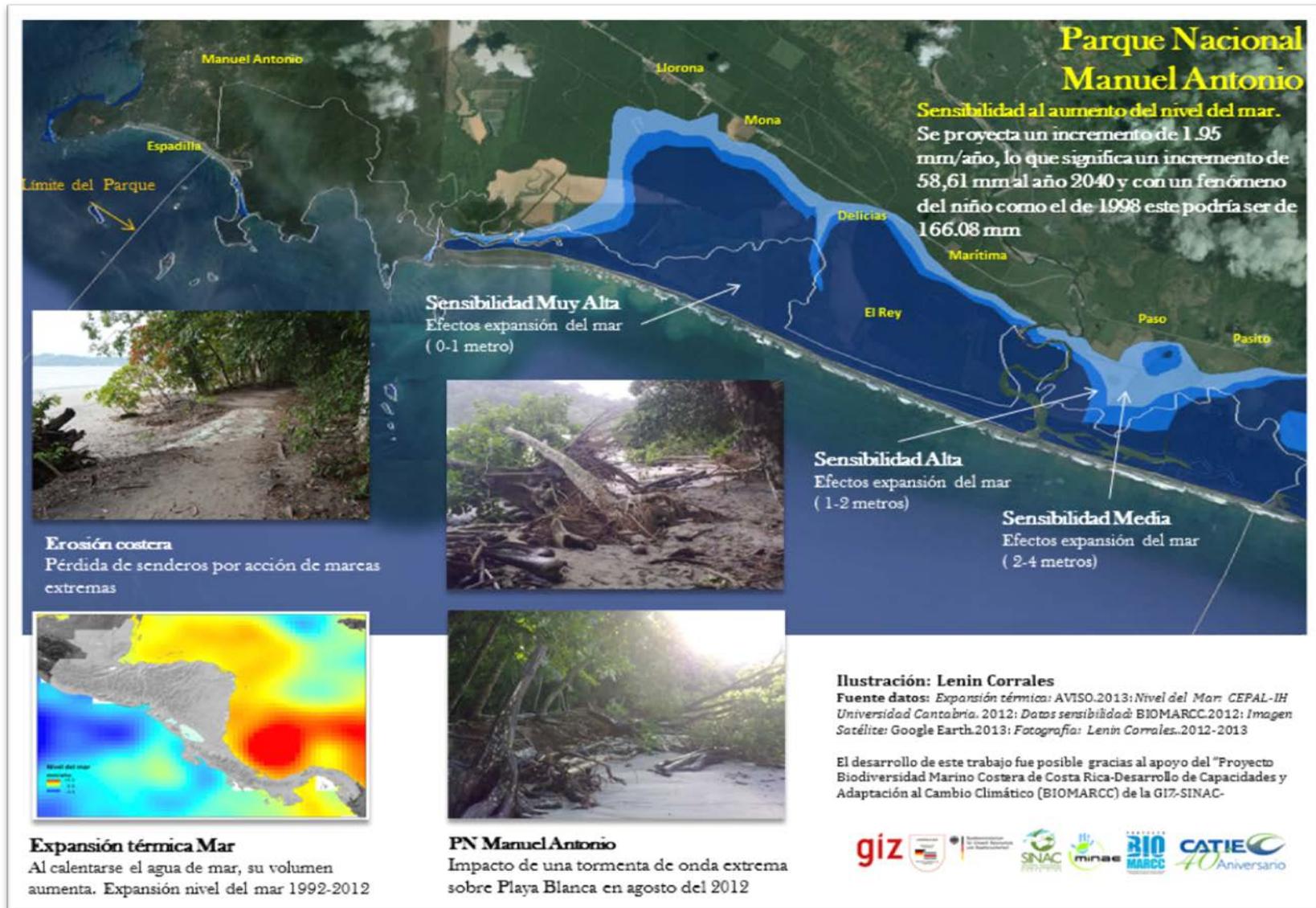


Figura 14. Sensibilidad del PNMA a escenarios de aumento en el nivel del mar

Línea Estratégica 4:

-Desarrollo de conocimiento asociado a impactos y escenarios climáticos-

Opciones de investigación en adaptación cuyo objetivo es enriquecer el conocimiento del tema y el proporcionar herramientas de análisis, monitoreo y predicción.

Opciones de adaptación

4.1 Establecer y fortalecer convenios de investigación con instituciones científicas Nacionales e Internacionales que trabajen en el tema de cambio climático

4.2 Monitorear con base científica los cambios en conservación en el PNMA asociados al impacto potencial del cambio climático y utilizar la información generada en las decisiones de manejo e información a las comunidades

4.3 Revisar e incorporar las proyecciones y escenarios de cambio climático en la toma de decisiones

4.4 Generar una línea base que permita dimensionar y monitorear el estado de la dinámica de la playa asociada a eventos extremos (marejadas de fondo, oleaje), consecuencias del aumento del nivel del mar y cambios en su composición por exceso de sedimentos

4.5 Definir prioridades de investigación con base a los potenciales impactos del cambio climático y amenazas no climáticas sobre los elementos focales de manejo

4.6 Compilar o desarrollar mapas con hábitat claves, patrones de migración y localización de especies y poblaciones más resistentes al cambio de temperatura superficial del mar, aumento del nivel del mar o del aumento en la frecuencia de las tormentas

4.7 Identificar el patrón de corrientes cercanas a la costa y su relación con fuentes de semillas y larvas de especies presentes en el PNMA. Determinar si los patrones cambian y si se incrementa la vulnerabilidad al cambio climático

4.8 Determinar qué especies y hábitats del PNMA son más vulnerables ahora y en el futuro al cambio climático

4.9 Identificar hábitats degradados o en riesgo de degradación del PNMA para proponer acciones de restauración

Línea Estratégica 5:

-Coordinación intersectorial e interinstitucional-

Opciones de adaptación que fomenten una estructura de coordinación y que faciliten un enfoque participativo en la elaboración e implementación de las actividades de adaptación al cambio climático del área silvestre protegida.

Opciones de adaptación

5.1 Fortalecer la capacidad y estructura del PNMA para establecer y mantener los enlaces con las instituciones del Estado, gobierno local y consejos de distrito que influya en el manejo, conservación y adaptación del PNMA al cambio climático

5.2 Promover que los actores que colaboran o trabajan conjuntamente con el Parque mejoren sus capacidades de entendimiento de la Gestión del mismo con énfasis en la adaptación al cambio climático

5.3 Crear capacidades y condiciones del personal del PNMA para desarrollar y mantener alianzas estratégicas para la adaptación y mitigación al cambio climático

5.4 Incrementar el acercamiento con comunidades y propietarios privados, a fin de aliarlos a la adaptación y mitigación al cambio climático del PNMA

5.5 Identificar actores locales, nacionales e internacionales que apoyen las acciones de conservación, manejo y adaptación y mitigación al cambio climático del PNMA

Línea Estratégica 6:

-Reducción de la Huella de carbono-

El futuro de los sistemas marino-costeros del PNMA en última instancia va a depender del ritmo y la magnitud del cambio climático. Como el cambio climático está impulsado por las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y el Parque debe servir como centro de sensibilización sobre el tema, debe iniciar con el ejemplo. Aunque las respuestas de la gestión del PNMA debe estar muy centrado en aumentar la capacidad adaptativa de los sistemas y en la minimización de los impactos del cambio climático, se debe llevar en paralelo esfuerzos que tengan influencia sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las opciones de mitigación deben sustentarse en aquellas actividades que eleven la conciencia sobre la problemática del cambio climático y motiven a los visitantes, funcionarios, comunidades, organizaciones e industria turística a tomar medidas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Opciones de mitigación

6.1 Aumentar el conocimiento y la participación de los interesados en las respuestas al cambio climático, mediante el desarrollo de productos de información destinados hacia los visitantes del PNMA sobre reducción de emisiones

6.2 Desarrollar un plan de reducción de emisiones del PNMA que contemple:

- Cuantificar las emisiones de las operaciones del PNMA
- Impulsar mecanismos que promueven la disminución y emisión cero de carbono a la atmósfera, en las actividades que se realizan en el PNMA
- Establecer guías de compra de equipos utilizados en el PNMA que reduzcan la huella de carbono
- Establecer normas de construcción de la infraestructura que reduzca la huella de carbono (Por ejemplos utilización de paneles solares o cosecha de agua de lluvia para baterías de servicios sanitarios)

6.3 Evaluar el potencial de los sistemas marino-costeros del PNMA como sumideros de carbono

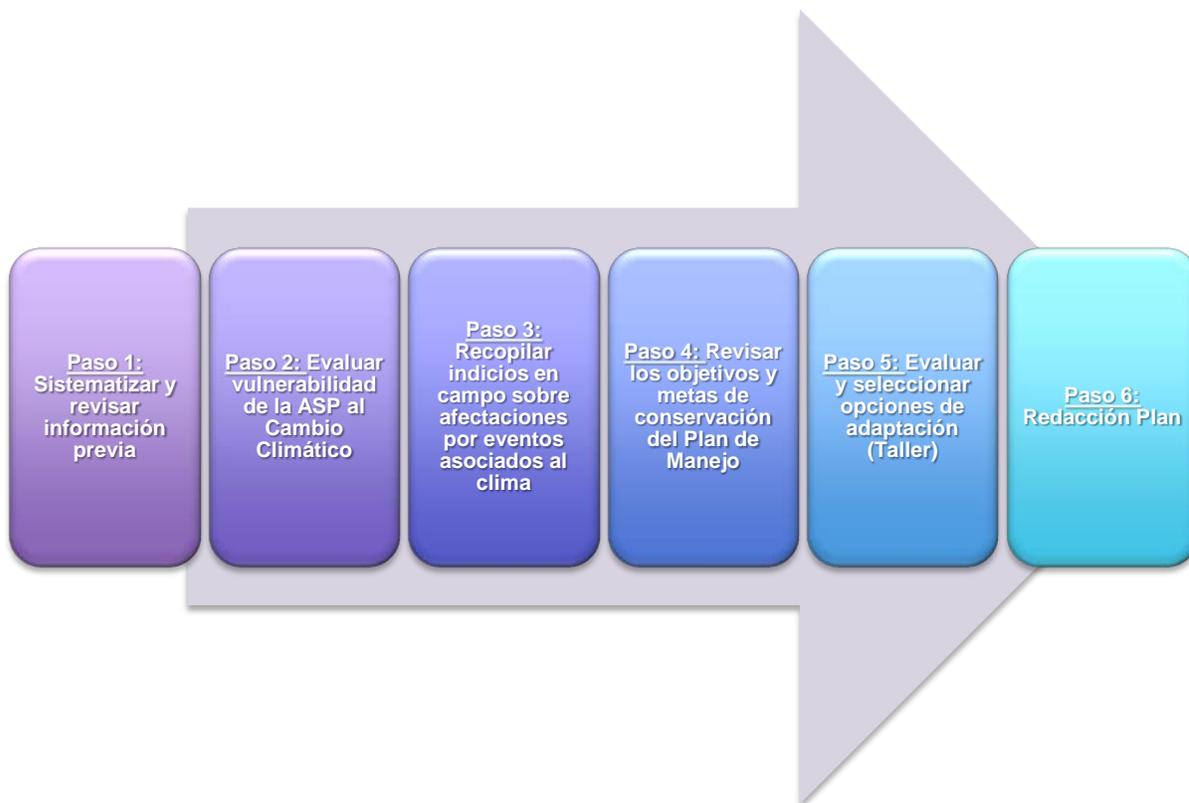
Referencias

- AGUILAR, E., et al. (2005), *Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003*, J. Geophys. Res.,
- ALVARADO L., CONTRERAS W., ALFARO M., Y JIMENEZ E. (2012). *Escenarios de Cambio Climático Regionalizados para Costa Rica*. Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas Instituto Meteorológico Nacional Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) Costa Rica
- ARAUCARIA. (2003). *Plan de ordenamiento territorial de la cuenca del Río Savegre*. MINAE-AECI. 66 p.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo, USA) y CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2015. *Actualización y rediseño de dos medidas de conservación para la adaptación del sector biodiversidad ante el cambio climático: Informe Final*. CATIE. Turrialba-Costa Rica. 106 p.
- CRRH. 1996. *Análisis de la vulnerabilidad de la zona costera ante el ascenso del nivel del mar por un cambio climático global. Costa del Pacífico de Costa Rica. Informe Final*. Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático. Comité Regional de Recursos Hidráulicos.
- CEPAL, MASEE, IH-UC. (2012). *Dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Ministerio de Asuntos Exteriores de España (MASEE), Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. Santiago-Chile. 263 págs.
- FISH, M.R. Y C. DREWS. 2009. *Adaptación al cambio climático: opciones para las tortugas marinas*. Informe de WWF, San José, 20 p.
- GIORGI, F. (2006), *Climate change hot-spots*, Geophys. Res. Lett., 33, L08707
- HARLEY C., HUGHES R., HULTGREN K., MINER B., SORTE C., THORNER C., RODRIGUEZ L., TOMANEK L., WILLIAMS S. 2006. *The impacts of climate change in coastal marine systems*. Ecology Letters, (2006) 9: 228–241
- HERR, D. AND GALLAND, G.R. 2009. *The Ocean and Climate Change. Tools and Guidelines for Action*. IUCN, Gland, Switzerland. 72pp.
- IMN (2008). *Cambio Climático: Clima, variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica*. Instituto Meteorológico Nacional. MINAET-GEF-IMN-PNUD. 75 p.
- IPCC, 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. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IPCC, 2013: “*Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*” [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- KOKOT, R.R., J.O. CODIGNOTTO AND M. ELISONDO, 2004: *Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar en la costa de la provincia de Río Negro*. *Asociación Geológica Argentina Rev*, 59, 477-487.
- NEELIN, J. D., M. MUNNICH, H. SU, J. E. MEYERSON, AND C. E. HOLLOWAY (2006), *Tropical drying trends in global warming models and observations*, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.
- NICHOLLS, R.J., P.P. WONG, V.R. BURKETT, J.O. CODIGNOTTO, J.E. HAY, R.F. MCLEAN, S. RAGOONADEN AND C.D. WOODROFFE, 2007: *Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 315-356.
- OCDE.2012. *Monitoring and Evaluation for Adaptation: Lessons from development cooperation agencies*. N.Lamhauge, E.Lanzi, S.Agrawala. OECD Environment Working Papers, No 38.OECD Publishing.
- ORR, J.C., K. CALDEIRA, V. FABRY, J.-P. GATTUSO, P. HAUGAN, P. LEHODEY, S. PANTOJA, H.-O. PÖRTNER, U. RIEBESELL, T. TRULL, M. HOOD, E. URBAN, AND W. BROADGATE. 2009. *Research Priorities for Ocean Acidification*, report from the Second Symposium on the Ocean

- in a High-CO2 World, Monaco, October 6-9, 2008, convened by SCOR, UNESCO-IOC, IAEA, and IGBP, 25 pp., (available at <http://ioc3.unesco.org/oanet/HighCO2World.html>).
- SERREZE MARK. 2009. *Understanding Recent Climate Change*. *Conservation Biology*, Volume 24, No. 1, 10–17
 - SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) . 2013. *Plan de Manejo Parque Nacional Manuel Antonio 2014-2018*. Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC). Aguirre-Costa Rica. 146 pags.
 - RAUSCHER, S. A., F. GIORGI, N. S. DIFFENBAUGH, AND A. SETH (2008), *Extension and intensification of the Meso-American mid-summer drought in the twenty-first century*, *Clim. Dyn.*,
 - UICN. 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. C.R. 40 p.
 - USAID, URI-CRC, IRG. 2009. *Adapting to Coastal Climate Change. A Guidebook for Development Planners*. United States Agency for International Development (USAID), Coastal Resources Center at the University of Rhode Island (URI-CRC), International Resources Group (IRG). Washington, DC, USA. 148 pages
 - WILLIS S. & J. CORTÉS. (2001). *Mollusks of Manuel Antonio National Park, Pacific Costa Rica*. *Rev. Biol. Trop.* 49. Supl. 2: 25-36, 2001.
 - WORLDCLIM [en línea]. *Global Climate Data*, [fecha de consulta: 2 Octubre 2013]. Base de datos CMIP5-30 segundos, RCP4.6. Disponible en: <http://www.worldclim.org/>

Anexo A. Metodología

El desarrollo del Plan de Adaptación y Mitigación del PNMA partió de una serie de elementos y consideraciones básicas desarrolladas en seis pasos (Ver Gráfico):



➤ Paso 1. Sistematizar y Revisar información previa

El primer paso que se dio fue la recopilación de información relevante al clima tanto de los cambios que se han percibido por partes de funcionarios y/o pobladores como de los cambios futuros previstos. Así como recopilar información técnica y científica relevantes sobre los efectos probables del cambio climático sobre los elementos de manejo definidos en los planes de manejo del área silvestre protegida.

➤ Paso 2. Evaluar la Vulnerabilidad al Cambio Climático

El segundo paso se refiere a la evaluación de los impactos de los cambios en el clima sobre los objetos de conservación, la infraestructura o los medios de vida de los habitantes del área protegida. Entender la vulnerabilidad a los cambios en el clima es crucial ya que los resultados de esta evaluación van a conducir al diseño de las opciones o medidas de adaptación.

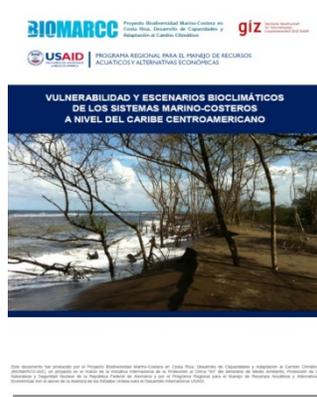
El análisis de la vulnerabilidad partió de la revisión de los documentos técnicos que ya existen para el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del país. Siendo utilizados como base los siguientes;



Actualización y rediseño de dos medidas de conservación para la adaptación del Sector biodiversidad ante el cambio climático
 REPORTE FINAL
 Proyecto: GE T1501
 ATN/OC 12260-CR
 ADAPTACIÓN DEL SECTOR BIODIVERSIDAD DE COSTA RICA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO



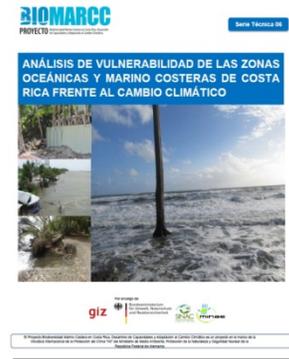
BID (Banco Interamericano de Desarrollo, USA) y CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2015. Actualización y rediseño de dos medidas de conservación para la adaptación del sector biodiversidad ante el cambio climático: Informe Final. CATIE. Turrialba-Costa Rica. 106 p.



BIOMARCC-USAID.2013. Vulnerabilidad y escenarios bioclimáticos de los sistemas marino-costeros a nivel del caribe centroamericano. San José-Costa Rica. 80 Págs.



SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2013 Análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas terrestres. Costa Rica. 73 p. + anexos



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 págs.

➤ **Paso 3. Recopilar indicios en campo sobre afectaciones por eventos asociados al clima**

Se realizaron varias giras de campo para recolectar evidencias sobre afectaciones en el área silvestre asociadas a efectos del clima, las cuales fueron adicionadas a las evidencias históricas que se tenían tanto en registros fotográficos como en experiencias de los funcionarios con más años de estar en el área.

➤ Paso 4. Revisar los objetivos y metas de conservación del Plan de Manejo vigente

Este paso es sumamente importante porque en la formulación de los planes de manejo ya se habían definido estrategias o acciones principalmente aquellas relacionadas con la reducción de las amenazas no climáticas fundamentales para mantener la resiliencia de los elementos focales del área silvestre.

Diseño de Cadenas de Impacto

Una de las formas amigables para evaluar los impactos de los cambios en el clima es mediante el desarrollo de cadenas de impacto (ci-grasp.2014). Se desarrollaron cadenas de impacto para entender el cambio climático y como este puede desencadenar impactos y a la vez analizar cómo se propagan a través de un sistema de interés: *Una cadena de impacto climático es una representación general de cómo un estímulo del clima dado se propaga a través de un sistema de interés mostrando la ruta de los efectos directos e indirectos que conlleva* (ci-grasp.2014)³.

➤ Paso 5. Taller Identificación posibles opciones de adaptación

Una vez recopilada la información relevante y las evidencias de campo se llevó a cabo un taller con participación de diversos actores tanto del área silvestre protegida como del área de conservación, Instituciones públicas y organizaciones de la sociedad civil.

El taller siguió el siguiente formato:

Objetivos del Taller

1. Conocer la Vulnerabilidad del Parque Nacional Manuel Antonio al cambio climático
2. Validar los impactos del Cambio Climático en el Parque Nacional Manuel Antonio
3. Formular medidas y acciones de adaptación y mitigación al cambio climático

Agenda del día

Agenda del día	
9:00 a.m.-9:15 a.m.	Bienvenida <ul style="list-style-type: none">• Representante ACOPAC• Representante BIOMARCC• Presentación Participantes
9:15 a.m.-9:30 a.m.	Presentación metodología del taller
9:30 a.m.-10:00 a.m.	Paso 1. Presentación de Información Sistematizada y Vulnerabilidad de Parque Nacional Manuel Antonio al Cambio Climático
10:00 a.m. - 12:00 a.m.	Paso 2. Trabajo en Grupos
12:00 a.m. - 1:00 p.m.	Paso 3. Conociendo los resultados de los grupos
1:00 p.m. – 2:00 p.m.	Almuerzo
2:00 p.m. –2:40 p.m.	Paso 4. Evaluación recomendaciones recibidas y terminar panel
2:40 p.m.-3:30 p.m.	Paso 5. Discusión en Plenaria

Paso A. Presentación de Información Sistematizada y Vulnerabilidad de Parque Nacional Manuel Antonio al Cambio Climático: el facilitador del taller realizará una presentación sobre la información sistematizada y la vulnerabilidad del Parque Nacional Manuel Antonio al cambio climático, datos e información que serán la base para la discusión.

Paso B. Trabajo en Grupos: Una vez realizada la presentación del paso anterior se formaran cuatro grupos

³ Ci-grasp.2014. *The Climate Impacts: Global and Regional Adaptation Support Platform*. Tomado de <http://www.pik-potsdam.de/cigrasp-2/ic/ic.html> el 24 de junio del 2014

de trabajo los cuales trabajaran sobre medidas y acciones de adaptación abarcando cada uno de ellos uno de los siguientes sistemas: ① *Sistema de playas*, ② *Formaciones coralinas*, ③ *Sistema de humedales* y ④ *bosque*.

A cada grupo se le entregara una cadena de impactos del sistema con el objetivo de que sirva de base para iniciar la discusión.

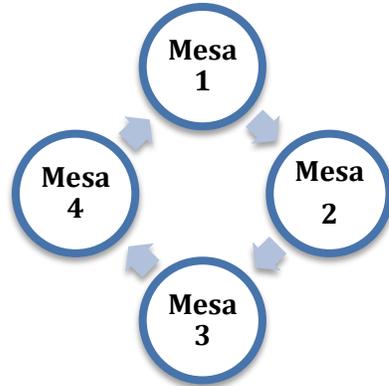
Las medidas de adaptación se recomiendan se trabajen en una matriz considerando cinco líneas estratégicas (Utilizando diferentes colores de tarjetas):

- **En la columna A: *Reducción del riesgo climático*:** medidas que reducen en forma directa la vulnerabilidad de los elementos focales del área silvestre protegida, de la infraestructura del área y de los visitantes
- **En la columna B: *Manejo político-administrativo del tema del cambio climático*:** medidas que consideren o integran la temática del cambio climático a nivel interno de la institución (SINAC, MINAE) en sus diferentes departamentos (Recursos Humanos, Infraestructura, Legal, Suministros etc.)
- **En la columna C: *Educación, concientización y fortalecimiento de capacidades*:** medidas de información y capacitación en temas del cambio climático a los visitantes o pobladores locales y fortalecimiento del personal del área silvestre protegida en la elaboración de medidas apropiadas de adaptación o atención de riesgos asociados al clima.
- **En la columna D: *Investigación asociada a impactos y escenarios climáticos*:** medidas de investigación cuyo objetivo es enriquecer el conocimiento del tema y el proporcionar herramientas de análisis, monitoreo y predicción.
- **En la columna E: *Coordinación intersectorial e interinstitucional*:** medidas que fomenten una estructura de coordinación y que faciliten un enfoque participativo en la elaboración e implementación de las actividades de adaptación al cambio climático del área silvestre protegida.

Se recomienda a la vez proponer medidas que puedan implementarse en el Parque con miras a la ***Reducción de la Huella de carbono***: medidas que podemos implementar en el área protegida para contribuir a la reducción de la huella de carbono

Paso C. Conociendo los resultados de los grupos

1. Los cuatro grupos giran por los paneles, conocen los resultados de todos y dejan sus recomendaciones con **tarjetas blancas**
2. Cada grupo tiene 10 minutos para visitar cada mesa
3. Los moderadores indican los cambios
4. Después de las cuatro visitas deben evaluar las recomendaciones recibidas y terminar el panel



Paso D. Evaluación recomendaciones recibidas y terminar panel

1. Con base en los resultados del trabajo en grupo y las recomendaciones recibidas termine el panel
2. Prepare las conclusiones de este paso considerando y justificando lo que se aceptó y no se aceptó de las observaciones de los otros grupos

Paso E. Discusión en Plenaria

Una vez concluido el trabajo en grupos se pasa a una plenaria donde se presentan los resultados de manera resumida.

Indicaciones obligatorias para el trabajo efectivo en grupo:

1. Elegir y respetar a facilitador/a del grupo
2. Elegir y respetar a contralor/a de tiempo y acordar tiempos límites
3. Elegir y apoyar a presentador/a
4. Respetar las reglas de visualización en los paneles:
 - a. Una idea por tarjeta
 - b. 3 líneas de texto con letra legible en 5 m de distancia
 - c. Respetar las indicaciones para el uso de colores de tarjetas
5. Preguntar al moderador del evento en caso de dudas

➤ Paso 6. Redacción del Plan

Finalmente se redactó el Plan de adaptación y mitigación del área.

