

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar
Escuela de Ciencias Ambientales
Ingeniería en Gestión Ambiental

Título:

*Propuesta de un Plan Específico de Cambio Climático en el Parque Nacional Isla San Lucas,
Área de Conservación Pacífico Central, Puntarenas, para el periodo 2023-2028*

Modalidad:

Proyecto de Graduación

Postulante:

Dunia Marcela Espinoza Salas

Comité asesor:

Tutora: Dra. Vanessa Valerio Hernández

Lector: M.Sc. Adrián Arce Arias

Lector: Dr. Federico Alice Guier

Setiembre, 2022

Trabajo final de graduación sometido a consideración del Comité de Evaluación de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ciencias Ambientales para optar al grado de **Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Gustavo Barrantes Castillo
Representante Decanato FCTM

M.Sc. Alina Aguilar Arguedas
Representante de EDECA

Dra. Vanessa Valerio Hernández
Tutora

NSP

M.Sc. Adrián Arce Arias
Lector

Dr. Federico Alice Guier
Lector

Dunia Marcela Espinoza Salas
Postulante

RESUMEN

Este trabajo es un aporte a la resiliencia ante el cambio climático de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y sistemas insulares del país, específicamente, para el Parque Nacional Isla San Lucas (PNISL) y el Área de Conservación Pacífico Central, frente a los posibles impactos y oportunidades que implica el cambio climático; mediante la elaboración y mejora de herramientas como el Plan Específico de Cambio Climático (PECC). A nivel nacional, al 2021, solo 10 de 166 ASP contaban con un PECC, lo cual refleja que el país está lejos de proteger adecuadamente los diferentes ecosistemas y procesos ecológicos necesarios para la buena salud del patrimonio natural.

El Parque Nacional Isla San Lucas se declara de interés nacional y de alta prioridad en el desarrollo turístico sostenible, debido a la importancia socioeconómica para las comunidades del Golfo de Nicoya, una de las principales pesquerías del país. Debido a ello, se aplicaron nuevas metodologías con respecto a las Guías existentes del SINAC para el diagnóstico del contexto del sitio, proyecciones de cambio climático y el análisis de vulnerabilidad que permitieron una conducción más integral de las líneas estratégicas de acción del PECC.

En cuanto a los escenarios e impactos para el PNISL, se determinan incrementos de temperatura, disminución de la precipitación y aumento de la variabilidad de esta, así como un incremento del nivel del mar latente, el cual actualmente genera impactos en el bosque, manglar y playas, correspondiendo con información de percepción de actores clave que, a su vez, coincidió con la selección de los elementos focales de manejo para su análisis. Por tanto, se obtuvieron cinco líneas de acción prioritarias enfocadas a la resiliencia comunitaria, investigación con enfoque de biodiversidad, educación sobre cambio climático (CC) y la gestión del PNISL, así como fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal.

Se concluye que las actividades establecidas en el plan de acción del PECC poseen un enfoque participativo y de alianzas importante, sentando las bases mínimas para desarrollar conocimientos y capacidades en los colaboradores del ASP y de los actores clave vinculados, así como información base indispensable en el PNISL para la planificación y toma de decisiones con respecto al cambio climático y sus elementos focales de manejo en el mediano y largo plazo.

Tabla de contenidos

1.	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema	3
1.3. Justificación	4
2. Objetivos	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	6
3. Marco teórico	6
3.1 Cambio climático y afectaciones en la biodiversidad	7
3.1.1 Escenarios y proyecciones climáticas.	9
3.1.2 Efectos probables de cambios en el clima sobre la biodiversidad del Área Silvestre Protegida.	13
3.1.3 El análisis de vulnerabilidad como base para el diseño de medidas de resiliencia al cambio climático.	15
3.2 Áreas Silvestres Protegidas y cambio climático	18
3.3 Legislación afín a la adaptación al cambio climático de las Áreas Silvestres Protegidas	19
3.4 Adaptación y mitigación: principales enfoques, sinergias y medidas	20
4. Metodología	22
4.1 Enfoque y diseño de investigación	22
4.2 Alcance del estudio	22
4.3 Descripción del proceso metodológico	23
4.3.1 Fase 1. Contextualización, revisión de información sobre el área de estudio y socialización del proceso de elaboración del Plan	23
4.3.1.1 Etapa 1. Caracterización del área de estudio	23
4.3.1.2 Etapa 2. Socialización de la elaboración del Plan	24
4.3.2 Fase 2. Evaluación y análisis de vulnerabilidad al cambio climático	26
4.3.2.1 Etapa 3. Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático	26
4.3.3 Fase 3. Selección de medidas y elaboración del Plan	31
4.3.3.1 Etapa 4. Revisión de los objetivos y metas de conservación del Plan de Manejo vigente	31
4.3.3.2 Etapa 5. Identificación, evaluación y selección de opciones de acción climática	31
4.3.3.4 Etapa 6. Diseño del Plan Específico de Cambio Climático	33
5. Discusión y análisis de resultados	34
5.1 Caracterización del área de estudio	34

5.1.1 Información geográfica	34
5.1.2 Clima	34
5.1.3 Contexto ambiental	40
5.1.3.1 Elementos focales de manejo	41
5.1.3.2 Cobertura de suelo dentro del Parque	42
5.1.3.3 Servicios ecosistémicos	44
5.1.4.1 Población	46
5.1.4.2 Educación	46
5.1.4.3 Aspectos sociales, infraestructura y salud	47
5.1.4.4 Aspectos económicos	51
5.1.4.5 Riesgo ante eventos extremos	52
5.1.4.6 Género	54
5.1.4.7 Organización local	55
5.1.5 Contexto histórico del área protegida	57
5.1.6 Desarrollo estacional de eventos y actividades de interés	58
5.1.7 Contexto administrativo y económico del ASP	60
5.2 Evaluación y análisis de vulnerabilidad al cambio climático	63
5.2.1 Cadenas de impactos	63
5.3.2 Caracterización de impactos, amenazas y afectaciones actuales	67
5.3.3 Exposición	80
5.3.4 Sensibilidad	81
5.3.5 Capacidad adaptativa	82
5.3.5.1 Gestión del territorio	82
5.3.5.2 Gestión de los elementos del territorio	83
5.3.5.3 Conectividad entre ASP	85
5.3.5.4 Capacidad adaptativa de las poblaciones locales	90
5.3.5.5 Vulnerabilidad y resiliencia	92
5.4 Plan Específico de Cambio Climático para el Parque Nacional Isla San Lucas	93
5.4.1 Objetivos y metas de conservación del Plan de Manejo vigente	93
5.4.2 Caracterización, evaluación y selección de medidas ante el cambio climático	98
5.4.2.1 Líneas estratégicas	98
5.4.2.2 Evaluación y selección de medidas	99
6. Conclusiones	120
7. Recomendaciones	122
8. Bibliografía	124

1. Introducción

1.1. Antecedentes

La biodiversidad será uno de los sistemas más impactados por el cambio climático a escala global (Watson et al., 2012). Toda la evidencia señala hacia un aumento en la degradación de ecosistemas y una disminución de la biodiversidad (OECD, 2019). De ahí la importancia de las áreas funcionales de conservación para esta como medida de adaptación al cambio climático (Thomas y Gillingham, 2015).

A pesar de las funciones que las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) prestan para la conservación de la biodiversidad, estas también deben adaptarse. Por ejemplo, en Costa Rica, para el periodo 2070-2099, se estima que la precipitación disminuirá en aproximadamente 50 % en todas las ASP a excepción de la zona del Caribe, y como resultado, entre el 40 % y el 52 % de los bosques en el Pacífico serán sucedidos por un ecosistema con una mayor predominancia de arbustos y pastos (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], 2013a). Esto, principalmente, en el Pacífico Norte y en las zonas bajas del país.

Ubicado precisamente dentro de las zonas más afectadas, se encuentra el Parque Nacional Isla San Lucas (PNISL) (Ley N.º 9892), se declara de interés nacional y de alta prioridad el patrimonio histórico-arquitectónico y el desarrollo turístico sostenible de la Isla. Esto trajo consigo considerables mejoras y una inversión total de aproximadamente ₡1452 millones de colones (Presidencia de la República de Costa Rica, 2020).

Esta corresponde a un área de conservación de gran interés ambiental, cultural y económico para las comunidades aledañas. En el parque, se encuentra el 60 % de la flora y más del 70 % de los mamíferos, aves y lepidópteros del país. Además, alberga prácticamente el último remanente protegido de bosque seco tropical de la región Pacífico Central, considerado como el ambiente terrestre más amenazado por la intervención humana y uno de los más escasos en América Central (SINAC, 2020).

Del total de las islas que posee el país, las cuales corresponden a 194 (SNIT, 2022) solo cinco se encuentran bajo alguna categoría de protección, dos de ellas clasificadas como Parque Nacional y ubicadas en Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC) (A. Arce,

comunicación personal, 2022). Las islas son sumamente importantes para la biodiversidad global, ya que, a pesar de ocupar un 5 % de la superficie terrestre, sus tasas de endemismo son muy altas (Veron et al., 2019). Estas se encuentran entre los sistemas más vulnerables al cambio climático y sus especies son más propensas a la extinción. A pesar de su importancia, existen pocos estudios sobre el impacto del cambio climático en la biodiversidad insular.

Como herramienta para la acción climática en las ASP, Costa Rica cuenta con la *Guía para la Elaboración de los Planes de Adaptación y Mitigación de las Áreas Silvestres Protegidas* (SINAC, 2015; SINAC, 2021), que tiene como objetivo consolidar un sistema de áreas protegidas ecológicamente representativo y manejado de manera efectiva. No obstante, existen deficiencias y limitaciones en su aplicación, debido a la falta del recurso humano, técnico y económico.

Como resultado, existe un rezago importante en la adaptación de las ASP, siendo muy pocas las que han sistematizado de forma adecuada sus planes de adaptación y mitigación al cambio climático. Al 2021, solo 10 de un total de 166 ASP cuentan con un Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (J. Calvo, comunicación personal, 18 de abril de 2021). En el ACOPAC, a la cual pertenece Isla San Lucas, de 18 ASP solo el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala y el Parque Nacional Manuel Antonio cuentan con un Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (A. Arce, comunicación personal, 13 de abril del 2021).

Debido a que las ASP juegan un papel esencial para el desarrollo y economía del país (Banco Interamericano de Desarrollo (BID) et al., 2015), este proyecto pretende responder a las necesidades de acción climática del Parque Nacional Isla San Lucas y de sus zonas de influencia, utilizando procesos científicos y sociales para aumentar la resiliencia del ecosistema, su biodiversidad y de las comunidades. Además, al ser el primer Plan Específico de Cambio Climático elaborado para una isla a nivel nacional, este puede resultar de gran beneficio para otras islas aledañas a la zona de estudio, por ejemplo, Isla Chira, Isla Caballo e Isla Venado. Estas cuentan con una población considerable, y por su proximidad poseen ecosistemas y condiciones muy similares.

1.2. Problema

Costa Rica, a pesar de no tener una ley de cambio climático, cuenta con numerosas leyes, reglamentos, políticas, planes y estrategias nacionales, las cuales constituyen su marco habilitador. Estas oficializan sus compromisos internacionales y nacionales en relación con la adaptación al cambio climático, biodiversidad y las ASP (MINAE et al., 2018).

Se cuenta, entre otros, con importantes herramientas técnicas como la Guía original y la actualizada para la Elaboración de los Planes de Adaptación y Mitigación de las Áreas Silvestres Protegidas (SINAC, 2015; SINAC, 2021), con el objetivo de consolidar un sistema de áreas protegidas ecológicamente representativo y manejado de manera efectiva. No obstante, a pesar de los esfuerzos, existen notorias deficiencias e importantes limitaciones en su aplicación, debido a la falta del recurso humano, técnico y económico. En cuanto a procesos de adaptación de biodiversidad, los estudios a nivel local son pocos y en su mayoría se desarrollan a nivel regional, de país, de ecosistema o de especies.

Lo anterior da como resultado un rezago importante en cuanto a la adaptación de las ASP como pilares de conservación de la biodiversidad. Siendo muy pocas las que han sistematizado de forma adecuada sus planes de adaptación y mitigación al cambio climático, ya que, al 2021, solo 10 de un total de 166 ASP cuentan con un Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (J. Calvo, comunicación personal, 18 de abril de 2021).

A nivel regional, la situación no difiere, ya que el Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), a la cual pertenece Isla San Lucas, cuenta con 18 ASP, sin embargo, solo el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala y el Parque Nacional Manuel Antonio cuenta con su respectivo Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (A. Arce, comunicación personal, 13 de abril del 2021).

Lo anterior aumenta el riesgo de esta área de conservación, la cual es de suma importancia a nivel nacional, ya que en ella se encuentra el 60 % de la flora y más del 70 % de los mamíferos, aves y lepidópteros del país. Además, alberga un remanente de bosque seco tropical, que es prácticamente el último reducto protegido de la región Pacífico Central, considerado como el ambiente terrestre más amenazado por la intervención humana y uno de los más escasos en América Central (SINAC, 2020).

Dicha situación refleja que el país está lejos de proteger adecuadamente los diferentes ecosistemas, los procesos evolutivos y ecológicos necesarios para la buena salud

del patrimonio natural. Debido, principalmente, a problemáticas del SINAC relacionadas con limitaciones de recurso humano, técnico y económico.

Los planes de adaptación en ASP existentes, casi en su totalidad, son financiados mediante canjes de deudas por naturaleza y son realizados de forma externa al ASP (A. Arce, comunicación personal, 13 de abril del 2021), careciendo algunas veces de una inclusión tanto formativa como para la toma de decisiones que resulte representativa, por parte de los colaboradores del ASP, comunidades aledañas, *tour* operadores, gobierno local, entre otros (Acevedo, 2020).

1.3. Justificación

Según Veron et al. (2019), las islas son sumamente importantes para la biodiversidad global, ya que, a pesar de ocupar un 5 % de la superficie terrestre, sus tasas de endemismo son muy altas. Estas se encuentran entre los sistemas más vulnerables al cambio climático y sus especies son más propensas a la extinción, no obstante, a pesar de su importancia, existen pocos estudios sobre el impacto del cambio climático en la biodiversidad insular.

Del total de las islas que posee el país, tan solo cinco se encuentran bajo alguna categoría de protección, dos de ellas como Parque Nacional, ubicadas en el ACOPAC, ninguna de estas posee un Plan específico con respecto al cambio climático (A. Arce, comunicación personal, 13 de abril del 2021).

Las áreas silvestres protegidas cumplen un papel privilegiado dentro de las estrategias para asegurar la supervivencia humana y del resto de las especies. Actualmente, se reconoce su papel esencial no solo como instrumentos para la conservación *in situ* de la biodiversidad, sino como proveedoras de una vasta gama de servicios ecosistémicos y como una herramienta para combatir el cambio climático (SINAC, 2011).

Así mismo, corresponden a uno de los sectores en los que el Gobierno se ha enfocado con mayor vehemencia a lo largo de las décadas; lo anterior, aunado a que el país posee alrededor de un 5 % de la biodiversidad del mundo y un sistema reconocido de áreas de conservación, por lo que las ASP juegan un papel esencial para el desarrollo y economía del país (BID et al., 2015), siendo su actual vulnerabilidad ante el cambio climático, una amenaza al trabajo y esfuerzo de años, vinculado, a su vez, con la economía de muchos sitios.

Cabe destacar que, durante septiembre del 2020, mediante la Ley N.º 9892 se declara de interés nacional y de alta prioridad el desarrollo turístico sostenible de la Isla San Lucas; la conservación y restauración de las edificaciones del antiguo presidio, mediante la creación del Parque Nacional Isla San Lucas que, además, fue declarado patrimonio histórico-arquitectónico y zona de aprovechamiento turístico sostenible. Esto trajo consigo considerables mejoras en la Isla, gracias al proyecto denominado Ruta de Reactivación de la Isla San Lucas, la cual involucra una inversión total de aproximadamente ₡1452 millones de colones (Presidencia de la República de Costa Rica, 2020).

Por lo que la propuesta del Plan de Adaptación al Cambio Climático en el Parque Nacional Isla San Lucas resulta una herramienta clave para la protección no solo de los recursos naturales y ecosistémicos, sino también para los aspectos económicos y sociales que se vinculan como parte de su ruta de reactivación.

Además, al ser el primer Plan Específico de Cambio Climático elaborado para una isla a nivel nacional, este puede resultar de gran beneficio para otras islas aledañas a la zona de estudio, las cuales cuentan con una población considerable, y que por su proximidad poseen ecosistemas y condiciones con respecto a las proyecciones, amenazas e impactos del cambio climático muy similares, por ejemplo, Isla Chira, Isla Caballo e Isla Venado. Finalmente, cabe destacar que, al abarcar mediante el presente trabajo de graduación el recurso humano y cubrir los costos financieros, los cuales están asociados a dicho recurso, se considera que el proyecto es viable material, técnica y económicamente.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta del Plan Específico al Cambio Climático para el Parque Nacional Isla San Lucas, mediante el establecimiento de acciones de adaptación dentro de distintas líneas estratégicas, reduciendo de esta forma la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los impactos del cambio climático.

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar información sobre escenarios y proyecciones climáticos del área protegida y sus zonas de influencia, así como información sobre elementos focales de manejo y situación socioeconómica, mediante la revisión y análisis de bases de datos, contextualizando así el área de estudio.
2. Evaluar la vulnerabilidad al cambio climático del Área Silvestre Protegida mediante la caracterización de los impactos y la ejecución de un análisis de vulnerabilidad, conduciendo así el diseño de opciones de adaptación.
3. Elaborar un Plan Específico al Cambio Climático en el Parque Nacional Isla San Lucas, mediante la implementación de las Guías del SINAC para la construcción de dichos planes en Áreas Silvestres Protegidas, promoviendo la resiliencia de los objetos de conservación.

3. Marco teórico

A continuación, se presenta de forma gráfica la estructura definida para el desarrollo de este apartado (Figura 1).

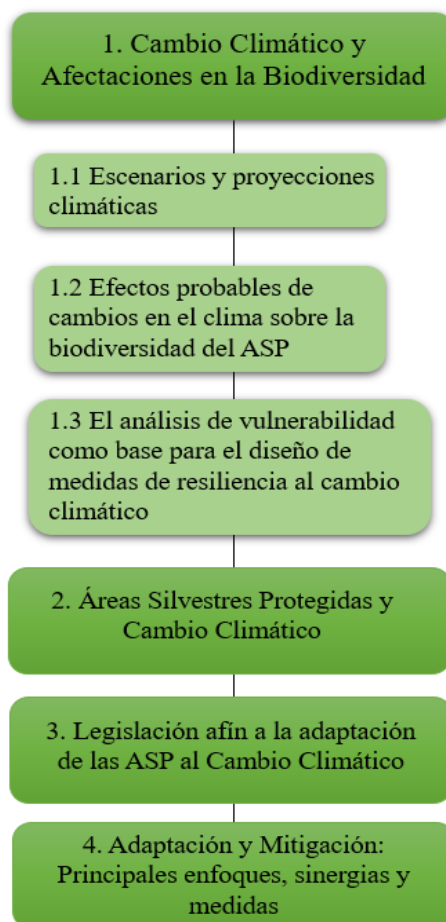


Figura 1. Estructura del marco teórico. **Fuente:** elaboración propia, 2021.

3.1 Cambio climático y afectaciones en la biodiversidad

El calentamiento global se define como un aumento en las temperaturas combinadas de la superficie terrestre y la superficie del mar promediadas en todo el mundo, durante un periodo de largo plazo mayor a 30 años. Dicho calentamiento se estudia y analiza con respecto a las temperaturas preindustriales, debido a que el crecimiento económico, poblacional y desarrollo tecnológico han aumentado desde esa época de forma exacerbada. Con esto, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han alcanzado las concentraciones más altas de los últimos 800.000 años (IPCC, 2019).

Los gases de efecto invernadero (GEI) corresponden a aquellos de origen natural o antropogénico que pueden absorber y emitir radiación, y son una de las causas ligadas al calentamiento global (IPCC, 2019). El efecto invernadero es un proceso natural que ocasiona una regulación de la temperatura terrestre y permite que exista la vida en el planeta tierra.

La problemática actual deriva de las actividades humanas, las cuales están aumentando las concentraciones de gases GEI. Según el IPCC (2019), esto resulta nocivo para la biodiversidad, asegurando que, cuanto mayor sea dicho calentamiento, mayores son los riesgos e impactos para este sector, como los incendios forestales, la propagación de especies invasoras, así como la degradación y pérdida funciones y servicios que estos prestan a los seres humanos, entre otros.

Por su parte, el concepto de cambio climático se define como “un cambio en el estado del clima que se puede identificar mediante cambios en la media y la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un periodo prolongado de décadas o más” (IPCC, 2019, p.75). Cabe destacar que este no encuentra los orígenes de su causa en un solo factor, ya que puede deberse a procesos internos naturales o forzamientos externos, como las modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas, emisiones antropogénicas, cambios en la composición de la atmósfera y cambios en el uso del suelo.

Por su parte, la variabilidad climática, según el IPCC (2019), denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. Lo cual puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático o a variaciones del forzamiento antropógeno. Ahora, entender el riesgo al cambio climático es un aspecto esencial para la planificación de la adaptación.

En el marco de la evaluación de los impactos del clima, el término riesgo se utiliza para hacer referencia al potencial de consecuencias adversas de un peligro relacionado con el clima, o de las respuestas de adaptación o mitigación a dicho peligro, en la vida, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los bienes económicos, sociales y culturales, los servicios ecosistémicos, y la infraestructura. Estos se derivan de la interacción de la vulnerabilidad (del sistema

afectado), la exposición a lo largo del tiempo, así como el peligro (relacionado con el clima) y la probabilidad de que ocurra. (IPCC, 2019, p.89)

Ante estos fenómenos, con el presente trabajo de graduación, se busca generar espacios para la conservación de la biodiversidad más resilientes, término que se define según el IPCC (2019) como:

La capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. (p. 88)

3.1.1 Escenarios y proyecciones climáticas.

Los escenarios climáticos se definen, según el IPCC (2014), como una representación plausible y simplificada del clima futuro, para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropógeno. Corresponde a la diferencia entre un escenario climático que depende de escenarios de emisiones y el clima actual.

Dichos escenarios pueden ser utilizados para estimar cómo, cuándo y dónde un sector específico es potencialmente vulnerable al cambio climático, es decir, para evaluar de forma integral la sensibilidad de sistemas o sectores ante los posibles impactos del cambio climático. Sin embargo, es importante considerar que los mismos dependen de supuestos acerca de futuras emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes (MINAE et al., 2018).

Cabe destacar que la identificación, recopilación y análisis de la información sobre escenarios y proyecciones climáticas corresponden a las bases para la estimación de los cambios futuros previstos sobre los efectos del cambio climático en sus elementos de protección y, por ende, para la elaboración del plan de adaptación al cambio climático en las ASP (SINAC, 2015a; MINAE et al., 2018).

Para las proyecciones climáticas en el Parque Nacional Isla San Lucas, se emplean los más recientes escenarios del IPCC (AR5 y AR6), los penúltimos fueron regionalizados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) utilizando el escenario de más altas emisiones

(RCP8.5) durante tres periodos de tiempo (2010-2039, 2040-2069, 2070-2099) para su análisis, resultando de especial interés. Para el caso de variables oceánicas, se hace uso de bases de datos como la NOAA, NASA, entre otros, empleados en investigaciones locales para el Golfo de Nicoya.

Las variables clave de interés corresponden a temperatura, precipitación, radiación solar, humedad, velocidad del viento, temperatura superficial del mar y nivel medio del mar. Ya que, de sus cambios o alteraciones, se cuenta con evidencia de los distintos efectos que ocasionan en los diferentes sistemas naturales de interés.

En cuanto a las proyecciones de la temperatura, el IMN (2021) señala una tendencia al incremento en el Pacífico Norte, como se observa en las **Figuras 2, 3 y 4**. En las cuales, las proyecciones indican un aumento de la temperatura media anual (**Figura 2**) estimado de 30.4°C para finales de siglo.

Por otra parte, el ciclo anual de la temperatura máxima y mínima permite apreciar (**Figura 3 y 4**) el incremento gradual de un horizonte de tiempo al siguiente. Nótese que el incremento del mediano al largo plazo es mayor que del corto al mediano plazo, especialmente entre junio y setiembre, indicando un posible aceleramiento del calentamiento en las últimas décadas del presente siglo (IMN, 2021).

La temperatura mínima (**Figura 3**) de enero se incrementará de unos 23.0°C en el horizonte 2010-3039 hasta los 26.0°C a finales de siglo; mientras que la máxima (**Figura 4**) tiene un comportamiento estacionalmente más variable que la mínima, con una variación en marzo de 33.5°C (2010-2039) hasta los 36.5°C (2070-2099). En todo el siglo se observa bien marcado el incremento de la temperatura máxima (Figura 4) que se presenta en el mes de agosto, lo cual se asocia con el veranillo o canícula.

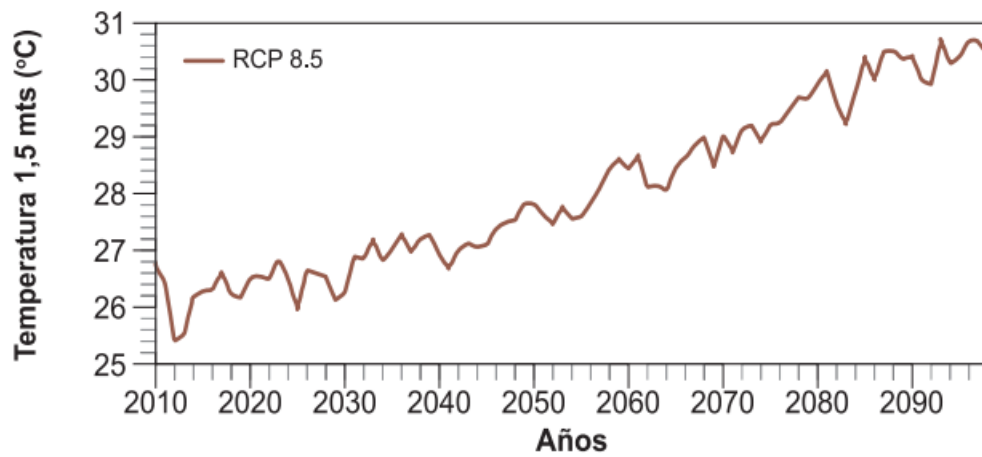


Figura 2. Proyección de la variación temporal (2010-2100) de la temperatura media anual estimada por el modelo PRECIS con el escenario RCP8.5 para el Pacífico Norte. Fuente: IMN, 2021.

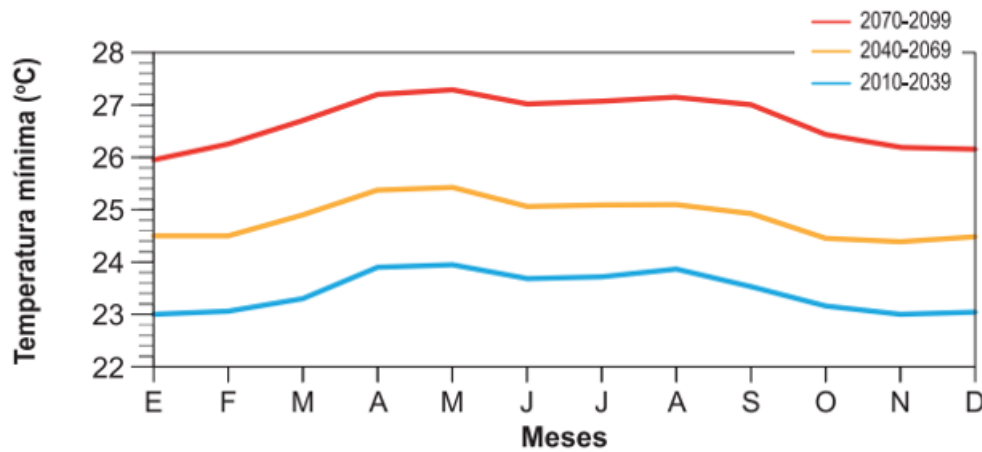


Figura 3. Ciclos anuales de la temperatura mínima proyectada por el modelo PRECIS con el escenario de emisiones RCP8.5 para todo el siglo XXI en el Pacífico Norte. Fuente: IMN, 2021.

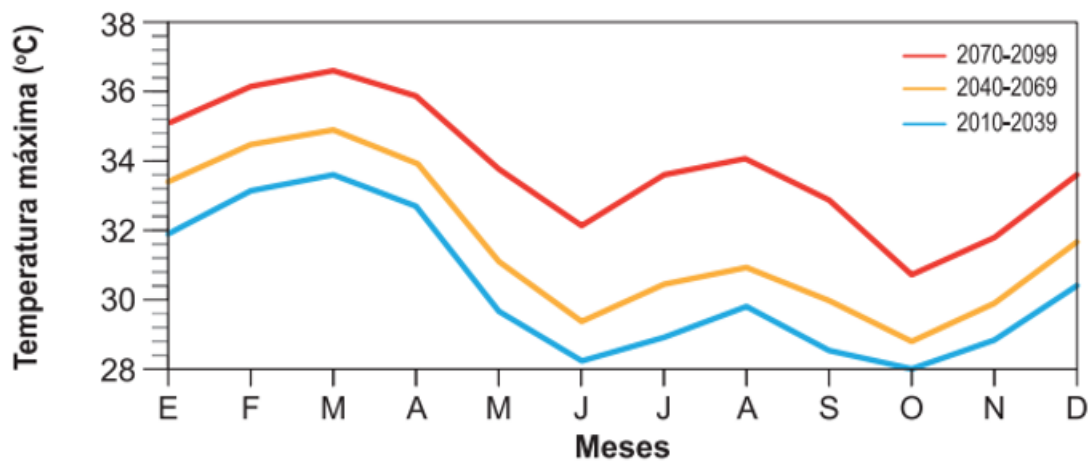


Figura 4. Ciclos anuales de la temperatura máxima proyectada por el modelo PRECIS con el escenario de emisiones RCP8.5 para todo el siglo XXI en el Pacífico Norte. Fuente: IMN, 2021.

En cuanto a la precipitación, se esperan tendencias negativas de lluvia en casi todas las temporadas (IPCC, 2021b), con déficit porcentuales máximos de 5 % para marzo-mayo de 2011-2040, 15 % para marzo-mayo del 2041-2070 y de 15 %-30 % en junio-agosto de 2071-2100, es decir, una canícula que cada vez se vuelve menos lluviosa. Solo la temporada setiembre-noviembre no mostró desviaciones significativas, es decir, los montos estimados son similares a los del clima actual (Méndez et al., 2016; IMN, 2021b). Adicionalmente, el IMN (2008), desde hace más de una década, estableció que el Golfo de Nicoya será la zona más afectada del país por la disminución de precipitaciones del Pacífico Norte.

Otras variables reflejan por el contrario un incremento, se espera una mayor radiación solar de un orden relativamente pequeño, que va del 5 % al 10 % de incremento, lo mismo sucede con la humedad, donde el incremento será entre 16 % y 20 % para los primeros dos periodos (2010-2039 y 2040-2069) mientras que para finales de siglo el aumento será de menor magnitud, entre 12 % y 16 %, lo cual concuerda con las series de tiempo del país y las evidencias del calentamiento global asociado al aumento de la temperatura media del aire (IMN, 2021).

Por otra parte, en el océano las variables son de especial interés, al analizar la situación de una isla localizada en una pesquería, en este caso, la temperatura superficial del mar (TSM), muestra una tendencia positiva (**Figura 5**), frente y dentro del Golfo (NASA,

2021; Lizano, 2019). Además, todas las series analizadas por Lizano (2019) muestran máximos relativos de temperaturas asociados al fenómeno El Niño.

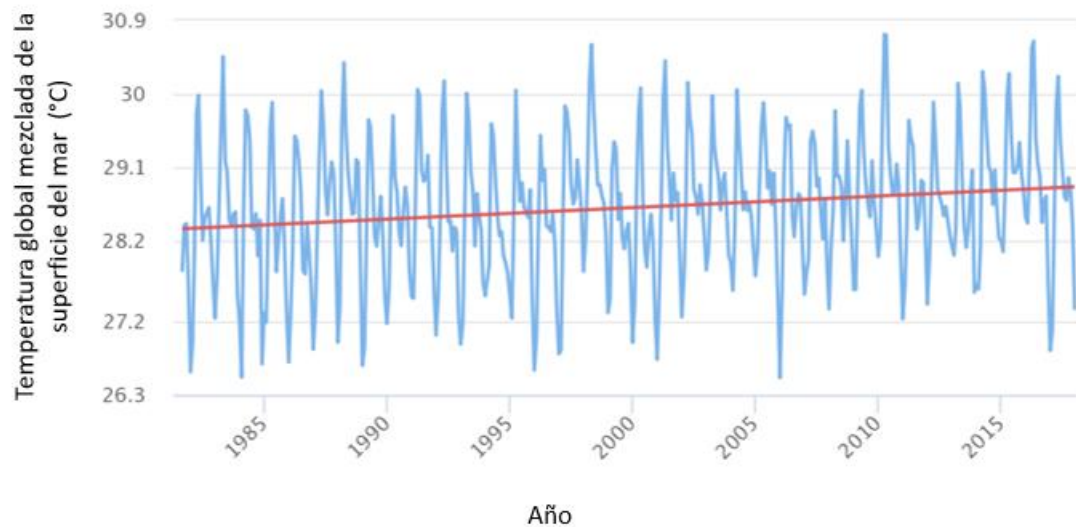


Figura 5. Temperatura global mezclada de la superficie del mar. Fuente: NASA Sea Level Portal, 2021b.

Con respecto al aumento del nivel del mar, esta región a nivel nacional ha sido una de las más estudiadas debido a sus pronósticos severos. Datos del mareógrafo de Puntarenas desde 1941 a 1969 muestran una tendencia positiva de 130 mm de diferencia entre el año de instalación del mareógrafo y sus últimos datos disponibles, los cuales y estadísticamente robusta sobre el aumento del nivel del mar a lo largo de los años de presencia de dicho mareógrafos (Lizano, 2019).

Así mismo, la información obtenida mediante la herramienta de análisis de datos de la NASA (2021b) muestra un aumento acumulado del nivel del mar de 20.5 mm desde el año 1992 (Figura 6). Con respecto a las proyecciones, la Sea Level Projection Tool de la NASA, con el escenario de emisiones altas más reciente del IPCC (SSP5-8.5) estima un aumento de 0.35 m para el 2060 y de 0.83 m para el 2100 (NASA, 2021b). Sin embargo, estos datos globales pueden ser poco precisos con respecto a una estimación local.

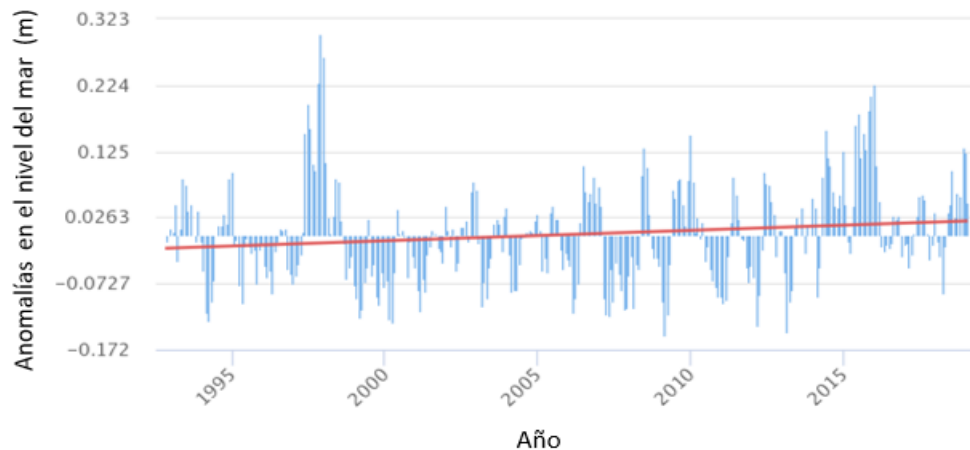


Figura 6. Anomalías del aumento del nivel del mar, periodo 1992-2019. Fuente: NASA Sea Level Portal, 2021b.

3.1.2 Efectos probables de cambios en el clima sobre la biodiversidad del Área Silvestre Protegida.

Las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) se definen, según el Reglamento a la Ley de Biodiversidad N.º 34433, como: “un espacio geográfico definido, declarado oficialmente y designado con una categoría de manejo en virtud de su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión” (art.3). En las ASP corresponde al SINAC, entre otros, el diseño, actualización, seguimiento, evaluación y sistematización de políticas, planes, programas, proyectos, procedimientos y manuales de aplicación nacional para su implementación (Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica, 2008).

Se basan en la gestión y protección de los elementos focales de manejo, i.e. la biodiversidad, los valores culturales y socioeconómicos del área silvestre protegida. Por su importancia merecen la atención de los esfuerzos de conservación y son la primera parte para la construcción del Plan General de Manejo, que es la herramienta de gestión y planificación de las ASP (SINAC, 2013b).

Actualmente, la tercera causa de pérdida de biodiversidad en el mundo corresponde a los efectos e impactos del cambio climático y la contaminación. Debido a que las respuestas primarias ante determinados impactos, corresponde a cambios de patrones en la riqueza de especies, cambios neutrales o positivos para especies invasoras y la fragmentación de hábitats (Pörtner et al, 2021). En ecosistemas aislados, como las islas, estas áreas pueden llegar a convertirse en trampas evolutivas, que vuelve imposible la migración de especies a lugares

con condiciones climáticas adecuadas, especialmente para especies nativas y endémicas (Pörtner et al., 2021), las cuales muestran una mayor vulnerabilidad al cambio climático, de las cuales en el ACOPAC se reportan un 50% de la totalidad del país.

Como parte de los resultados de las principales investigaciones en el Golfo de Nicoya, se ha identificado que, debido al aumento del nivel del mar, así como de su temperatura superficial, la velocidad de los vientos, la evaporación, la transferencia de calor sensible, la energía del oleaje, la erosión costera y la salinidad (Lizano, 2019); esto se relaciona con la disminución de la clorofila y oxígeno disuelto, lo que puede generar un desplazamiento de especies, y una posible invasión de otras.

Por otra parte, se considera como afectaciones observadas e impactos potenciales para la zona de vida de bosque seco tropical, un aumento en la presión de calor en la diversidad biológica, cambios en los regímenes hidrológicos, reducción de índice de área foliar y aumentos en la evapotranspiración (SINAC, 2013a).

A pesar de esto, otros estudios se han basado en unidades fitogeográficas (UP), las cuales, según Zamora (2008), consisten en un nuevo sistema de clasificación de los sistemas ecológicos. La UP de la región de estudio posee muchos escenarios posibles de cambios en su distribución, por lo que no se logró definir con un grado de probabilidad aceptable su comportamiento bajo distintos escenarios climáticos (Fung et al., 2016).

Así mismo, la erosión de playas del PNISL es evidente y el aumento del mar pone actualmente en riesgo los patrimonios arqueológicos y las zonas de disfrute para usuarios como las distintas playas, lo cual seguirá agravándose con el tiempo (Núñez, comunicación personal, 2021).

La revisión y análisis de esta y más información disponible sobre el área de estudio es clave para el análisis de vulnerabilidad del sitio (SINAC, 2015a), por ende, el establecimiento de las medidas pertinentes, ya que muestra su situación actual y futura, con respecto al cambio climático.

3.1.3 El análisis de vulnerabilidad como base para el diseño de medidas de resiliencia al cambio climático.

Existen diversos enfoques al referirse a la vulnerabilidad, sin embargo, para efectos del presente trabajo de graduación, se utiliza el enfoque integrado. Algunas de sus principales características corresponden a que su análisis parte de escenarios de cambio climático y sus impactos relacionados. Mientras que su principal problema y alcance se basan en la vulnerabilidad de los sistemas humano-naturales al cambio climático y la adaptación de los sistemas físicos, sociales y de los ecosistemas (Brooks, X., 2003; Füssel, H., 2012). La vulnerabilidad al cambio climático se define según el IPCC (2007) como una:

Función del carácter, magnitud y tasa del cambio climático y variación a los que está expuesto un sistema, así como la sensibilidad, capacidad adaptativa, y el grado al que es susceptible o incapaz dicho sistema de hacer frente a los eventos adversos originados por el cambio climático o eventos extremos. (p. 89)

Existen tres elementos que componen la vulnerabilidad al cambio climático y, por ende, su análisis. Estos corresponden a la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa (Marshall et al., 2010). El primero se refiere, según el IPCC (2014), a la “presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente” (p.5).

Por su parte, la sensibilidad corresponde “al grado en que un sistema se ve afectado, adversa o beneficiosamente, por la variabilidad o el cambio climático” (IPCC, 2007). La capacidad adaptativa hace referencia a “la capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias del cambio climático” (IPCC, 2014, p.5). Ahora, como resultado de la exposición a la que se verá sometido un sistema en el futuro y la sensibilidad de este, surgen los impactos potenciales, los cuales se refieren a “las consecuencias esperadas de este fenómeno en los sistemas naturales y humanos sin considerar ninguna acción de adaptación” (IPCC, 2007, p.109).

El concepto de resiliencia también se encuentra estrechamente ligado a la sensibilidad y la capacidad adaptativa, y se define como la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un fenómeno, tendencia o perturbación peligrosa respondiendo u organizándose, de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, además, conserven al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014).

A continuación, se muestra de forma gráfica, la relación entre los distintos elementos que conforman el concepto de vulnerabilidad climática adoptado en el presente trabajo (Figura 7).

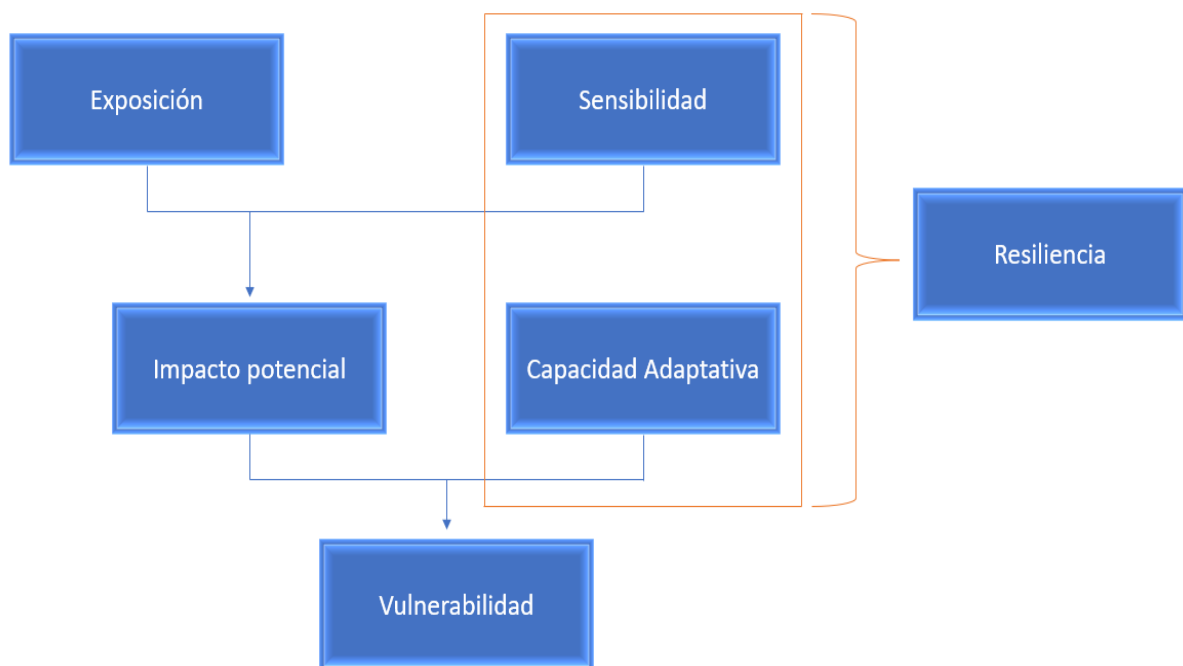


Figura 7. Composición de la vulnerabilidad al cambio climático. **Fuente:** elaboración a partir de Marshall et al., 2010; Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016).

La comprensión de estos elementos mediante la ejecución de un análisis de vulnerabilidad resulta imprescindible, ya que proporciona un marco de trabajo útil para evaluar la naturaleza y magnitud de la amenaza, identificar impactos, detectar las fuentes de la vulnerabilidad e identificar acciones para reducir o mitigar la amenaza en cada elemento estudiado (Marshall et al., 2010; SINAC, 2015a).

Es importante aclarar, que no hay una metodología única para elaborar un análisis de vulnerabilidad al cambio climático. Este depende de las necesidades finales del usuario y la

disponibilidad de tiempo, recursos económicos, datos y expertos. Por lo tanto, puede estar basado en una compleja modelización de datos que prevea impactos muy específicos sobre un objeto determinado, o bien, un sencillo planteamiento incorporando cambios previstos y posibles impactos (WWF, 2012).

Este último, junto con una adaptación de la metodología de Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016), la cual posee un enfoque cuantitativo, basado en indicadores cualitativos de todos los componentes de la vulnerabilidad ya expuestos. Será el empleado en el presente trabajo de graduación, debido a que proporciona un análisis más completo e integral de los aspectos de interés.

A lo anterior, se le adicionan herramientas complementarias como las cadenas de impactos climáticos, instrumentos que ilustran los impactos actuales y proyectados en sistemas socioecológicos. Estos pueden ser desencadenados por las amenazas o estímulos relacionados con el clima, en este caso, con respecto a las proyecciones climáticas y los elementos focales de manejo del ASP, así como una caracterización del área de estudio (Echeverría, 2012).

Es importante comprender que dicho análisis de vulnerabilidad es crucial, ya que las distintas líneas de acción para el establecimiento de medidas de adaptación se derivan de sus resultados. Lo anterior contribuirá en la reducción de la vulnerabilidad de esta ASP ante el cambio climático; una de las principales amenazas que enfrentan las áreas de conservación a nivel nacional (SINAC, 2011).

3.2 Áreas Silvestres Protegidas y cambio climático

Las ASP fueron concebidas originalmente como una herramienta para prevenir daños a paisajes icónicos y altamente escénicos; más tarde como un medio para conservar la biodiversidad y mantener las poblaciones de especies en peligro (MacKinnon et al., 2020). Sin embargo, gracias a la evidencia sobre el papel que desempeñan en los procesos de mitigación y adaptación, recientemente estas han sido reconocidas como una parte esencial de la respuesta global al cambio climático (IUCN, 2012).

Estas accionan como sumideros de carbono y son los sitios con mayor biodiversidad los que, a su vez, tienen una mayor capacidad de brindar este servicio. Se destacan ecosistemas como bosques, en especial primarios, humedales, turberas, manglares, pastos

marinos y marismas (Dinerstein et al., 2019). De estos, el Parque Nacional Isla San Lucas cuenta con dos identificados, el bosque tropical seco y el manglar (SINAC, 2020).

Cabe destacar que esta ASP cuenta con un área marino costera protegida (AMP), esta incluye las aguas ubicadas alrededor de la isla con una profundidad de hasta seis metros (SINAC, 2020). Según Marcos et al. (2021), las AMP promueven ecosistemas menos intervenidos y con una mayor biodiversidad, generando numerosos efectos positivos entre los cuales se encuentran mayor productividad de pesquerías, oxígeno disponible y aumento en la captura de carbono.

Según la IUCN (2012), las ASP ayudan a la sociedad a hacerle frente a los impactos del cambio climático, mediante la prestación de los servicios ecosistémicos de los cuales depende la sociedad. Estos corresponden a servicios de aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales, de los cuales el ASP Isla San Lucas posee identificados una vasta gama de servicios dentro de los cuatro tipos (SINAC, 2020).

Entendiendo, entonces, que, al disminuir la biodiversidad, disminuye la calidad de vida de cientos de personas que dependen de ella, ya sea de forma material o no material. Es importante realizar investigaciones con un enfoque local sobre las interacciones entre el cambio climático y otras presiones sobre la biodiversidad y, por ende, sobre los objetos de conservación de las áreas protegidas.

El Parque Nacional Isla San Lucas, una de las dos islas del país bajo dicha categoría de manejo, incursiona en el presente proceso académico para promover cambios en sus instrumentos de planificación, así como la adopción de medidas. Impulsando de esta forma un cambio necesario y tangible en los objetivos de conservación, los cuales hasta la fecha han sido limitados.

Esto sirve como una herramienta para la conservación de la biodiversidad y para la prestación de infraestructura natural que protege a las personas, especies y procesos ecológicos de los impactos más serios del cambio climático, en la medida en que estén gestionadas de forma adecuada (Uribe, 2015).

3.3 Legislación afín a la adaptación al cambio climático de las Áreas Silvestres Protegidas

En el país existe numerosa legislación con un enfoque intersectorial en lo que respecta a cambio climático, por lo que este componente está presente en numerosas y distintas

políticas, estrategias y planes de alcance nacional (MINAE et al., 2018). Estas encuentran sus orígenes, entre otros, en la ratificación del Convenio de la Biodiversidad Biológica mediante Ley N.º 7416 del 30 de junio de 1994, así como la Ley de Biodiversidad N.º 7788 del 30 de abril de 1998, además, la ratificación del Acuerdo de París mediante la Ley N.º 9405 el 4 de agosto del 2016. A continuación, se detallan los ejes de los instrumentos legales más vinculantes que hacen mención específica a los diferentes elementos que integran el presente proyecto.

Tabla 1.

Alguna legislación vinculante para la adaptación al cambio climático de las ASP en Costa Rica.

Instrumento legal	Eje o lineamiento	Aspectos de vinculación con el presente proyecto
Política Nacional de Biodiversidad 2015-2030.	Eje de política 1	Establecer medidas para salvaguardar la biodiversidad, reducir presiones y potenciar capacidad adaptativa ante el CC. Fortalecer los modelos de gobernanza de las ASP, considerando la vulnerabilidad ante el CC.
		Promover la investigación científica, sobre impactos, pérdidas y daños por amenazas, cuantificación de costos, oportunidades y beneficios.
Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030.	Eje de política 1	Fortalecer las capacidades de organizaciones locales mediante la participación de comunidades en procesos de adaptación.
	Eje de política 2	Integrar la adaptación al CC en la planificación y gestión del territorio mediante el establecimiento de lineamientos, con enfoque participativo y local.

	Eje de política 3	Establece como uno de sus indicadores el número de planes de manejo de ASP que incorporan medidas de adaptación al CC.
Estrategia y plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático 2015-2025.	Lineamiento 1	El SINAC es reconocido como una medida de adaptación al CC, se establece la revisión de las ASP y su planificación de acuerdo con su vulnerabilidad climática y el desarrollo de medidas para atender dicha vulnerabilidad.

Fuente: CONAGEBIO-SINAC (2015), Gobierno de Costa Rica (2018), BID et al. (2015).

3.4 Adaptación y mitigación: principales enfoques, sinergias y medidas

La adaptación climática se define, según el IPCC (2014), como un proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar, evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. Mientras que la mitigación, se define como la intervención encaminada a reducir las fuentes de GEI u otras sustancias que pueden contribuir al cambio climático o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2014). Es decir, la mitigación aborda las causas antropogénicas del cambio climático y la adaptación, sus posibles impactos.

Considerándose como las principales herramientas para minimizar los impactos negativos generados por el cambio climático (Berry et al., 2015), poseen una relación estrecha y directa, ya que, aun suponiendo un escenario ideal de acciones de mitigación a escala global, serían necesarias las acciones de adaptación. Sin resultados efectivos de los diversos esfuerzos de mitigación, la adaptación ante el cambio climático representaría un mayor grado de complejidad, costos, entre otros (Vallejo et al., 2016).

Existen diversos enfoques de adaptación, sin embargo, el utilizado en el presente trabajo corresponde al enfoque basado en los ecosistemas (Gobierno de Costa Rica, 2018). La Convention on Biological Diversity (CBD) (2009) define este enfoque como el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos para apoyar al ser humano a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, Además, incluye el manejo sostenible, la conservación

y la restauración de ecosistemas, como parte de una estrategia que toma en cuenta los múltiples cobeneficios socioeconómicos y culturales, para las comunidades locales (IUCN, 2012).

Por muchos años, la adaptación y mitigación han sido ejecutados como herramientas separadas, en su planteamiento, formulación de políticas y estrategias, financiación, instituciones a cargo, entre otras. Develando limitaciones importantes, asevera que las medidas planteadas de manera separada en su mayoría resultan insuficientes; propicia la duplicidad de tareas, genera competencia por los recursos y generan disyuntivas, debido a la selección de opciones de adaptación que afectan los objetivos de mitigación y viceversa (Duguma et al., 2014).

El enfoque de sinergias, entre medidas de adaptación y mitigación (SAM), se distingue porque las acciones de adaptación y mitigación se diseñan de forma conjunta, desde una perspectiva sistémica y planificada, alcanzando, simultánea y explícitamente, un triple beneficio, en la adaptación, mitigación y desarrollo sostenible (Vallejo et al., 2016).

Por otra parte, es vital reconocer cómo las medidas de adaptación corresponden a la base de la gestión de las ASP, de hecho, el SINAC (2015a) establece que el resultado del presente proyecto debe ser guía orientador de cómo las estrategias de adaptación son integradas a los procesos de manejo existente. Centrándose no solo en la adaptación de la biodiversidad, sino también en la integración de las comunidades humanas.

Es importante, además, considerar que las medidas de adaptación corresponden a los resultados principales de este proyecto académico, y que dichas propuestas deben ser tomadas en cuenta según el contexto, las capacidades, necesidades adaptativas y viabilidades técnicas y de recursos del ASP. Por lo que la definición del enfoque es esencial para basar el diseño y selección de las medidas propuestas; por ello, se busca maximizar la implementación de medidas SAM mientras la viabilidad lo permita, reconociéndolas como las medidas más adecuadas bajo los enfoques expuestos.

4. Metodología

4.1 Enfoque y diseño de investigación

El presente proyecto académico posee un enfoque explicativo, ya que determina las causas de efectos, generan un sentido de entendimiento y son sumamente estructurados (Hernández et al., 2014).

Con respecto a sus alcances, posee diversas categorías, las cuales corresponden a exploratoria, descriptiva y explicativa (Hernández et al., 2014). Exploratoria, debido a que investiga en problemáticas no estudiadas hasta el momento en el ASP, además, los resultados generados pueden fomentar nuevos estudios. Descriptiva, ya que busca describir fenómenos, contextos y sucesos. Además, es correlacional y explicativa, pues implica la búsqueda de relaciones entre las variables estudiadas, realizar estimaciones y comunicar de forma estructurada la relación entre ellas.

El proyecto, además, posee un diseño de investigación no experimental transeccional, de tipo exploratorio, ya que evalúa y busca conocer un fenómeno que no ha sido profundizado en la zona de estudio, su contexto y la relación entre variables en un momento definido, en este caso, a largo plazo (Hernández et al., 2014).

4.2 Alcance del estudio

El área de estudio corresponde al Parque Nacional Isla San Lucas (**figura 8**), y más específicamente a los elementos focales de manejo como el recurso marino costero, bosque tropical seco y recurso arqueológico, contemplados en el Plan General de Manejo del ASP (SINAC,2020).



Figura 8. Parque Nacional Isla San Lucas.

Fuente: Espinoza, 2023.

4.3 Descripción del proceso metodológico

El proceso de la metodología posee un orden secuencial lógico, el cual se divide en tres fases y seis etapas; estas responden a los objetivos específicos planteados.

4.3.1 Fase 1. Contextualización, revisión de información sobre el área de estudio y socialización del proceso de elaboración del Plan

La presente fase se divide en dos etapas; la primera corresponde a la caracterización del área de estudio y la segunda, a la socialización del proceso de elaboración del Plan.

4.3.1.1 Etapa 1. Caracterización del área de estudio

- La información sobre el clima actual y escenarios futuros en el área de estudio se recopiló de distintas bases de datos oficiales provenientes del IMN, IPCC, NASA, SINAC, NOAA, entre otras.

- Se recopiló y analizó información demográfica, social, ambiental, económica y cultural de las áreas de influencia del Parque Nacional Isla San Lucas, mediante bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (INEC), Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Universidad de Costa Rica (UCR), con la finalidad de comprender el contexto socioeconómico y ambiental actual del sitio.

Se seleccionó con apoyo del criterio del consultor Msc. Lenin Corrales, Dr. Vanessa Valerio y Olger Núñez como administrador del área protegida, los elementos focales de manejo por analizar en el Plan de Adaptación al Cambio Climático previamente establecidos en el Plan General de Manejo; estos corresponden a bosque tropical seco, recurso marino costero y recursos arqueológicos. Lo anterior justificado en las opiniones brindadas respectivamente por parte del criterio del consultor, la investigadora y finalmente del administrador del área protegida con más de 10 años de estar en contacto con los elementos de manejo.

4.3.1.2 Etapa 2. Socialización de la elaboración del Plan

En esta sección, se detallan algunas de las actividades participativas desarrolladas en la construcción del Plan, las cuales permiten difundir la importancia de este proyecto. Así mismo, estas son valiosas para la formación de alianzas que apoyen el cumplimiento de las medidas que se establezcan, así como para obtener información detallada sobre distintos aspectos de interés alrededor del PNISL. Esta es de utilidad para la segunda fase de este apartado metodológico.

- Como primera actividad, se contempló la ejecución de una charla introductoria con el personal del ASP para explicar los objetivos, justificación, la importancia, el paso a paso de la elaboración y la forma de aplicación del presente Plan.
- La utilización de las actividades de monitoreo de residuos en las playas del ASP organizados por la administración del Parque como parte del acercamiento con las juventudes de la comunidad, colectivos organizados y otras redes de juventudes a nivel nacional como plataforma para comunicar el proceso de elaboración del Plan y su importancia.
- Otra de las acciones que se llevaron a cabo consistió en recopilar información relevante del clima como eventos climáticos, vientos, precipitación y temperatura con respecto a los cambios percibidos en los últimos 30 años. Lo anterior, mediante la ejecución de un taller

participativo en la Isla, del cual fueron parte funcionarios del ASP y pobladores aledaños. Algunos detalles importantes corresponden a los siguientes:

- Los participantes (**Anexo 1**) fueron elegidos por criterio experto gracias al apoyo de Olger Núñez, encargado de la administración del APS, lo anterior basado en criterios como la relevancia de su relación con el parque y un periodo de proximidad al ASP de, al menos, 30 años. Del total de 10 personas invitadas asistieron un total de 6, los cuales eran principalmente pescadores de las islas del Golfo de Nicoya, tour operadores de la ciudad de Puntarenas y un ex colaborador del centro penal de San Lucas cuando este se encontraba en funcionamiento; debido a que estos eran quienes cumplían según el criterio experto con las características de relación y proximidad a lo largo del tiempo con el parque nacional.
- Durante el taller (**Anexo 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10**) se realizó un recorrido terrestre y marino. Se visitó por tierra el muelle del Parque, las edificaciones del antiguo penal, se tomó el sendero a través del bosque hasta Playa Cocos. Por otra parte, el recorrido marítimo consistió en la visitación de Playa El Inglés, Playa Tumba Botes y Playa Hacienda Vieja. Dicho recorrido fue realizado para el reconocimiento del sitio, obtención de información de percepción sobre cambios en los elementos focales de manejo identificados por parte de los participantes, así como para la identificación de afectaciones. El objetivo de los recorridos y la recopilación de datos fue la misma tanto para el recorrido marino como el terrestre.
- Se aprovechó esta etapa de visitación a la isla para la recopilación de indicios y evidencias, sobre afectaciones por eventos asociados al clima y al ser humano (**Anexo 11**), mediante una gira de campo (**Anexo 12**). Estas se vincularon a evidencias históricas mediante registros fotográficos, experiencias de los actores clave o evidencia científica, realizando así un análisis cruzado de información. A su vez, se realizó un mapa de los puntos visitados en la gira de campo mediante la georreferenciación con el uso de un GPS navegador de bolsillo y el programa ArcGIS.
- Se prestó especial interés a cambios con respecto a los eventos hidrometeorológicos, y los elementos focales de manejo seleccionados (playas,

manglar, bosque seco y patrimonio arqueológico), así como a las amenazas naturales y antropogénicas.

- Se emplearon tres herramientas tomadas y adaptadas del Manual para el Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (Care Climate Change, 2019):
 - **Mapa de riesgo y de vulnerabilidades:** se utilizó el método de cartografía participativa y preguntas clave para que, mediante la perspectiva de actores clave, se identificaron elementos de importancia ambiental, social y económica, así como riesgos y amenazas climáticas y no climáticas con respecto a los medios de vida de las comunidades locales, los bienes materiales y naturales de la isla (**Anexo 13**).
 - **Calendario estacional:** se explicó a los participantes el interés por elaborar un calendario de los eventos clave y actividades que ocurren durante el año, con la finalidad de identificar actividades importantes de medios de vida a lo largo del año y proveer una base para discutir cambios estacionales observados por las comunidades. La lista incluyó, entre otros:
 - Estaciones secas, lluviosas, ventosas, entre otras
 - Temporadas de turismo
 - Períodos de escasez de recursos
 - Fechas de eventos climáticos como las tormentas, inundaciones, sequías e incendios forestales, llegada de residuos a las playas, entre otras.
- **Línea de tiempo histórica:** se recopiló y profundizó en la obtención de información sobre los eventos más significativos durante los últimos 30 años (**Anexo 14**), sus tendencias o cambios en la frecuencia y sus implicaciones en la gestión del riesgo, con respecto a lo siguiente:
 - Eventos climáticos mayores, tomando nota de la gravedad en donde sea posible.
 - Cambios en el uso de la tierra, cobertura forestal, aumento del nivel del mar, ancho de la línea de costa, erosión, entre otros.
 - Eventos de desarrollo importantes.

4.3.2 Fase 2. Evaluación y análisis de vulnerabilidad al cambio climático

4.3.2.1 Etapa 3. Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático

- La realización de cadenas de impacto (**Anexo 15**) permitió de una manera gráfica, sistematizar los efectos y el desencadenamiento del cambio climático, analizando cómo se propagan a través de un sistema de interés. En estas, se representan los efectos probables, sus impactos, relaciones entre sí y amenazas no climáticas asociadas.
- Posterior a la definición de los impactos y su desencadenamiento, se procedió a caracterizar cada uno de los impactos de acuerdo con el estrés climático y los elementos focales de manejo de estudio. Lo anterior mediante la construcción de un cuadro (**Anexo 16**), cuya estructura se compone de tres columnas, en las cuales se define el estresor climático, el objeto de conservación y los potenciales impactos en el elemento focal analizado.
- Así mismo, se realizó un análisis cruzado de información empleando la caracterización de los impactos, las amenazas establecidas en el Plan General de manejo del ASP, información testimonial y de percepción, así como evidencias sobre afectaciones identificadas mediante una gira de campo.
- A su vez, se realizó una evaluación específica de los componentes que conforman el concepto de vulnerabilidad, es decir, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y resiliencia. Este tendrá un enfoque mayormente cuantitativo por medio de valoraciones cualitativas, se toma de Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016) y se adapta según Corrales (L. Corrales, comunicación personal, 18 de mayo del 2021) como mejora de la propuesta inicial de la Guía para la elaboración del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en las ASP de Costa Rica (SINAC, 2015a).
- Dicha evaluación se detalla seguidamente:

- **Exposición:** se tomó como referencia las variables climáticas de temperatura y precipitación a partir de registros y escenarios de cambio climático del IMN e IPCC regionalizados. Se realizó una comparación del promedio de temperatura y precipitación en un periodo de tiempo anterior en la zona de estudio versus el promedio esperado para un escenario futuro, de al menos 30 años para cada periodo. Seguidamente, según el valor del cambio de la temperatura y precipitación, se asignó una calificación a la exposición.

El resultado de la exposición de la precipitación se llevó a tres escalas posibles:

- Clase de la exposición de la precipitación (≥ 700 mm) = alta
- Clase de exposición de la precipitación (≥ 201 mm y ≥ 699 mm) = media
- Clase de exposición de la precipitación (< 200 mm) = baja

Nota: si dicha calificación resulta ser baja, los posibles puntajes pueden corresponder a 1 o 2, si es media de 3 y si es alta de 4 o 5. El puntaje se asigna en la medida que se alejen de la escala anteriormente indicada.

El resultado de la exposición de la temperatura se llevó a tres escalas posibles:

- Clase de la exposición de la temperatura ($\geq 3,36^{\circ}\text{C}$) = alta
- Clase de exposición de la temperatura ($\geq 2,07^{\circ}\text{C}$ y $\geq 3,35^{\circ}\text{C}$) = media
- Clase de exposición de la temperatura ($< 2,07^{\circ}\text{C}$) = baja

Nota: si dicha calificación resulta ser baja, los posibles puntajes pueden corresponder a 1 o 2, si es media de 3 y si es alta de 4 o 5, el puntaje se asigna en la medida que se alejen de la escala anteriormente indicada.

- Posteriormente, ambos resultados globales de temperatura y precipitación se promediaron para dar como resultado el valor de la exposición climática, la cual puede ser: alta, media o baja. La herramienta de exposición se detalla en el **Anexo 17**. En este caso, no se incluyen variables oceánicas debido a la falta de información local o regionalizada de carácter actual.
- **Sensibilidad:** se utilizaron las amenazas mapeadas dentro del Plan General de Manejo del ASP e información de percepción recopilada en el primer taller participativo, las cuales concuerdan con otras investigaciones científicas (Lizano,

2019; Salazar et al, 2018). A dichas amenazas, se les asignó una calificación, la cual puede ser alta (≥ 4), media (≥ 3 y ≤ 4) o baja (<3). Es importante destacar que existen amenazas antropogénicas, climáticas y oceánicas, por lo que se hace una distinción entre la categoría del tipo de amenaza y se da mayor grado de importancia en cuanto a ponderación a las amenazas climáticas. Posteriormente, se promediaron los distintos puntajes asignados a las amenazas y según el resultado se califica el nivel de sensibilidad global en baja, media o alta. La herramienta de sensibilidad se detalla en el **Anexo 18**.

- **Capacidad adaptativa:** se consideran cuatro criterios propuestos por Delgado et al. (2016):
 1. La gestión del territorio: efectividad de manejo.
 2. La gestión de los elementos del territorio: criterio experto.
 3. La conectividad entre las áreas silvestres protegidas para la migración de especies.
 4. La capacidad adaptativa de las poblaciones locales.

1. Gestión del territorio

Se utilizó información presente en la herramienta efectividad de manejo, el cual es uno de los insumos de gestión más importantes para las ASP del SINAC (**Anexo 19**). De esta se extrae la escala de puntuación de distintos ámbitos como el social, administrativo, recursos naturales y culturales (**Anexo 20**). Posteriormente, se realizó un promedio de los valores de dichos ámbitos para establecer la calificación global del criterio

La escala empleada es:

- ≥ 4 = bueno (estado adecuado del indicador)
- $2 < 4$ = regular (existen avances, pero algunos aspectos deben mejorar)
- $0 \geq 2$ = deficiente (muy poco avance, mal estado del indicador)

2. La gestión de los elementos del territorio: criterio experto

En cuanto a la gestión del ASP, con la finalidad de darle una calificación del 1 al 5, donde 5 indica un alto cumplimiento. Dicho puntaje se otorgó con respecto al análisis de una serie de indicadores (**Anexo 21**) y sus respectivas formas de justificación, brindadas por la administración del ASP mediante un formulario el cual se muestra en el **Anexo 21**.

3. La conectividad entre las Áreas Silvestres Protegidas para la migración de especies

En este caso, algunos indicadores originales (**Anexo 22**) fueron modificados (**Tabla 19**), debido a que se trata de una isla, por lo que los aspectos de conectividad no son iguales a los que plantea actualmente la mejora del análisis de vulnerabilidad (L. Corrales, comunicación personal, 18 de mayo del 2021), ya que se enfocan en áreas únicamente terrestres. Por lo que la adaptación y construcción de indicadores para este criterio, así como su respectiva calificación, se desarrollan mediante la investigación bibliográfica y su respectiva validación por parte de criterio experto en cuanto a conectividad.

Al igual que en los componentes anteriores, se le asignó una calificación a cada indicador, donde 5 es el mayor grado de conectividad y 1 el menor grado de conectividad. Posteriormente, se promediaron las calificaciones dando un resultado global en cuanto al grado de conectividad. Inicialmente, se planteó otorgar esta calificación con la colaboración de criterio experto en biología y conectividad, sin embargo, no fue posible, por lo que se utilizó el criterio de la postulante basado en las respuestas disponibles encontradas para cada indicador.

4. La capacidad adaptativa de las poblaciones locales

Este último criterio se enfocó en determinar la capacidad de las poblaciones locales de aprovechar las oportunidades y enfrentar los impactos ocasionados por el cambio climático. Se contemplaron una serie de indicadores (**Anexo 23**), los cuales se puntúan con la misma escala numérica que en los casos anteriores. El 5 indica una gran capacidad adaptativa, mientras que el 1 indica una muy baja capacidad de

adaptación. Finalmente, se promediaron las calificaciones de los indicadores dando como resultado el puntaje total, el cual correspondió a una capacidad adaptativa alta, media o baja.

- A continuación, se utilizó la siguiente fórmula con la finalidad de calcular un valor cuantitativo de la vulnerabilidad del ASP, en la cual se emplean los resultados globales obtenidos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa:

$$[\textit{exposición} + \textit{sensibilidad}] - \textit{capacidad adaptativa} = \textit{vulnerabilidad}$$

Ec. (1). Ecuación para la estimación cuantitativa de la vulnerabilidad

Los posibles resultados corresponden a lo siguiente:

- Clase de vulnerabilidad > 5 = alta
 - Clase de vulnerabilidad ≥ 3 y ≤ 5 = media
 - Clase de vulnerabilidad < 3 = baja
- Posteriormente, se realizó el análisis de la resiliencia. La fórmula para el cálculo cuantitativo de la resiliencia está dada por:

$$\textit{Sensibilidad} + \textit{capacidad adaptativa} = \textit{resiliencia}$$

Ec. (2). Ecuación para la estimación cuantitativa de la Resiliencia

Por lo que se tomó el valor criterio (alto, medio o bajo) de la sensibilidad y capacidad adaptativa para aplicar la matriz mostrada en el **Anexo 24** y asignar el nivel o grado de resiliencia del ASP, en la cual:

- A= Alta (color rojo)
- M= Media (color amarillo)
- B= Baja (color gris)

4.3.3 Fase 3. Selección de medidas y elaboración del Plan

4.3.3.1 Etapa 4. Revisión de los objetivos y metas de conservación del Plan de Manejo vigente

- La revisión se enfocó en buscar objetivos, metas o acciones con una orientación hacia la reducción de amenazas que hayan sido identificadas como sinergias a aquellas que son

climáticas. Las observaciones derivadas de este apartado se comunicaron a la administración del ASP para su contemplación en actualizaciones futuras del Plan General de Manejo. Mediante esta revisión se pretende responder las siguientes preguntas:

- ¿Hay objetivo(s), estrategia(s) o actividad(es) relacionados con las amenazas al CC?
- ¿Qué cambios realizaría usted en el PGM para mantener uniformidad entre ambos planes (PGM-PECC)?
- ¿Requiere el PGM de una actualización?

4.3.3.2 Etapa 5. Identificación, evaluación y selección de opciones de acción climática

- Se ejecutó un taller participativo con los diferentes actores claves (**Anexo 25, 26 y 27**) establecidos en el Plan General de Manejo del Parque (**Anexo 28**), así como otros identificados para la validación de las propuestas. Como metodología para dicho taller se siguió la utilizada en otros Planes de Parques Nacionales (SINAC, 2015a). Su agenda se compuso de una bienvenida, la presentación de la metodología del taller y, seguidamente, la realización de un total de cinco etapas, las cuales se detallan en el **Anexo 29**.

- **El taller tuvo como objetivos:**

1. Detallar el proceso de construcción actual con respecto al Plan Específico de Cambio Climático y su importancia.
2. Comunicar la vulnerabilidad del Parque Nacional Isla San Lucas al cambio climático (**Anexo 30, 31 y 32**).
3. Validar líneas de acción estratégicas, formular y priorizar posibles medidas y acciones de adaptación al cambio climático (**Anexo 33, 34, 35 y 36**).
4. Conocer las experiencias de otras ASP en la aplicación de estos planes (**Anexo 37**).

- Se establecieron diversas líneas de acción estratégicas para la sistematización de las medidas conforme a los resultados principales y de mayor relevancia obtenidos de la caracterización del sitio y en el análisis de vulnerabilidad, las cuales fueron validadas posteriormente de manera participativa por los asistentes.
- Se identificó una amplia gama de acciones de manera participativa (**Anexo 38, 39, 40, 41**), donde se prestó especial atención al pensamiento creativo, considerándose los objetivos de gestión del área protegida para mantener en el largo plazo los elementos focales de manejo, teniendo en cuenta el enfoque SAM propuesto en el marco teórico.
- Cada opción o medida propuesta de manera participativa consideró las siguientes categorías:
 - **Estresor climático:** identifica uno o más de los factores de estrés climáticos claves descritos en el paso 2 y 3, que la opción de adaptación podría abordar.
 - **Objetivos de gestión adicionales:** hacia dónde se dirige la medida, indica las metas de gestión adicionales que la opción de adaptación puede ayudar a cumplir.
 - **Beneficios:** enumera algunos de los beneficios ambientales, económicos o de otra índole de la opción de adaptación.
 - **Restricciones:** enumera algunas de las limitaciones de la opción de adaptación-mitigación. Las restricciones se evalúan de manera más profunda por parte del sector planificación del ACOPAC, quién indicó, posterior al taller participativo, si dicha medida propuesta corresponde o no a los alcances de SINAC y cómo esta puede adaptarse.
- Posteriormente, se valoraron las diferentes medidas planteadas de manera participativa, así como las medidas propuestas mediante una evaluación de criterio experto sobre restricciones (**Anexo 42**) facilitada por la encargada de planificación estratégica del ACOPAC, Ana Patricia Mora Montero. Se consideraron criterios de efectividad, factibilidad técnica, financiera, logística, riesgo y complementariedad de cada medida propuesta, para priorizar las medidas definitivas (**Anexo 43**).
- Dichos resultados fueron comunicados a actores clave del taller para definir aliados estratégicos de cada medida seleccionada.

4.3.3.4 Etapa 6. Diseño del Plan Específico de Cambio Climático

Con base en los diferentes resultados obtenidos, se procedió a redactar el Plan Específico de Cambio Climático del Parque Nacional Isla San Lucas. El plan contempló, a su vez, un programa de monitoreo y seguimiento de la eficacia y respuestas de las medidas de adaptación, así como un plan de acción, una identificación de recursos necesarios y seguimiento de monitoreo para el cumplimiento de la medida. Finalmente, se presentó el Plan, mediante una exposición, ante los distintos actores involucrados, teniendo la validación y revisión previa del Comité Asesor, el ACOPAC y la administración del Parque.

5. Discusión y análisis de resultados

5.1 Caracterización del área de estudio

5.1.1 Información geográfica

El Parque Nacional Isla San Lucas (PNISL) se ubica en el Pacífico Central de Costa Rica, específicamente en el Golfo de Nicoya (**Figura 9**). De acuerdo con la división político-administrativa de Costa Rica, el Parque se localiza en el Cantón Central de la provincia de Puntarenas, entre las coordenadas $9^{\circ} 56' 20''$ N y $84^{\circ} 54' 18''$ O, específicamente 8 km al oeste de la ciudad de Puntarenas (SINAC, 2012) y posee una extensión de 472 hectáreas (SINAC, 2020).



Figura 9. Ubicación del PN Isla San Lucas para la identificación de amenazas. **Fuente:** SINAC, 2020.

5.1.2 Clima

El Parque Nacional Isla San Lucas se encuentra dentro de la Región Climática del Pacífico Norte, en la zona noroeste del país (IMN, s.f.a). Esta zona se caracteriza por tener un tipo de clima lluvioso con influencia monzónica y de sequía (IMN, s.f.b).

Lo anterior es respaldado por los entrevistados (**Anexo 1**) (O. Núñez et al., comunicación personal, 30 de agosto del 2021), quienes indican la tendencia reciente de periodos de lluvia sumamente cortos, pero muy torrenciales, provocando la caída de árboles de la especie Madero Negro, así como inundaciones en la infraestructura del Parque y comunidades aledañas. Además, ha ocasionado una mayor erosión de los sitios arqueológicos, especialmente el sitio arqueológico ubicado en la zona vigilante bajo, ya que, debido a las lluvias torrenciales, la quebrada cercana a este ha cambiado su caudal y dirección, afectándola directamente.

De acuerdo con la clasificación de zona de vida de Holdridge, la Isla se encuentra dentro de la zona de vida bosque seco tropical. Además, presenta dos estaciones climáticas diferenciadas. La estación seca se presenta desde mediados de noviembre hasta el mes de abril, mientras que la estación lluviosa se presenta del mes de mayo hasta noviembre (SINAC, 2020).

No obstante, entre julio y agosto, los vientos alisios vuelven a intensificarse y, como consecuencia, se presenta el veranillo del Pacífico o canícula. Por lo que las épocas lluviosas ocurren en dos periodos (**Figura 10**); el primero a finales del mes de mayo, mientras que el segundo se extiende desde setiembre hasta noviembre (IMN, s.f.b). Ante la estacionalidad indicada, cabe destacar que la mayoría de los actores clave no consideran significativas las lluvias, sino es hasta el mes de junio (O. Núñez et al., comunicación personal, 30 de agosto del 2021), lo cual difiere con la información del gráfico (**Figura 10**), esto se podría deber a un tema de percepción debido a que las precipitaciones que ocurren en la zona antes del mes de junio no son torrenciales y tan frecuentes como las que se presentan a partir del mes de junio.

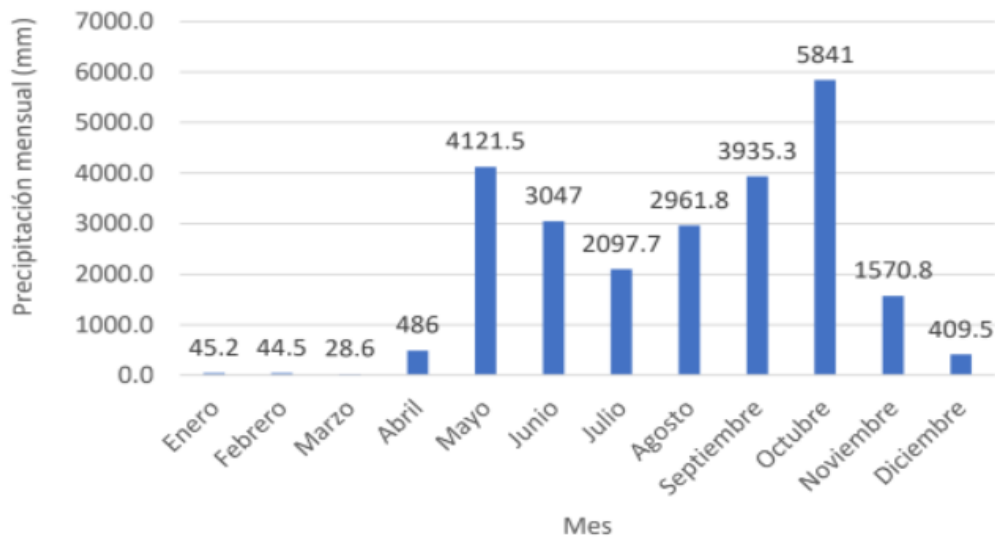


Figura 10. Precipitación mensual para el período 2001 – 2019, estación meteorológica 78021 Puntarenas. Fuente: Plan de Acción para la adaptación climática de Puntarenas 2022-2031 de la Municipalidad de Puntarenas (G. Brenes, comunicación personal, 2022).

La precipitación media anual registrada en la estación meteorológica más cercana, la cual se localiza en la Ciudad de Puntarenas, es de 1.596 milímetros por año en promedio (SINAC, 2020); mientras que el IMN (s.f.b) indica una mayor precipitación promedio anual en la zona peninsular, cercana a los 1900 mm, con montos mayores en la zona cercana a los Cerros de Nicoya y el extremo sur y sureste de la Península de Nicoya.

Es de especial interés la precipitación en este sector, ya que, de acuerdo con el análisis histórico de eventos asociados al clima de la plataforma Desinventar (s.f), para el periodo 1970 - 2021, las mayores pérdidas y daños se generan durante los meses de septiembre y octubre, es decir, la época de mayor precipitación.

La región se distingue por su temperatura, la cual va de moderada a alta, siendo una de las zonas más secas y cálidas del país. Con respecto a la temperatura ambiental media, según datos de la estación meteorológica más cercana, esta se encuentra entre los 25 °C y 30 °C, con una temperatura máxima entre los 30 °C y 35 °C y una temperatura mínima ubicada entre los 20 °C y 25 °C (SINAC, 2020).

Mientras que datos generales del IMN señalan que las temperaturas máximas durante el día pueden promediar 33°C, mientras durante la noche la temperatura puede ser de 22°C. Los datos recopilados en esta zona (**Figura 11**) muestran temperaturas más elevadas; debido a los extremos secos. Los meses de mayor variación son febrero, marzo y abril (IMN, s.f.b).

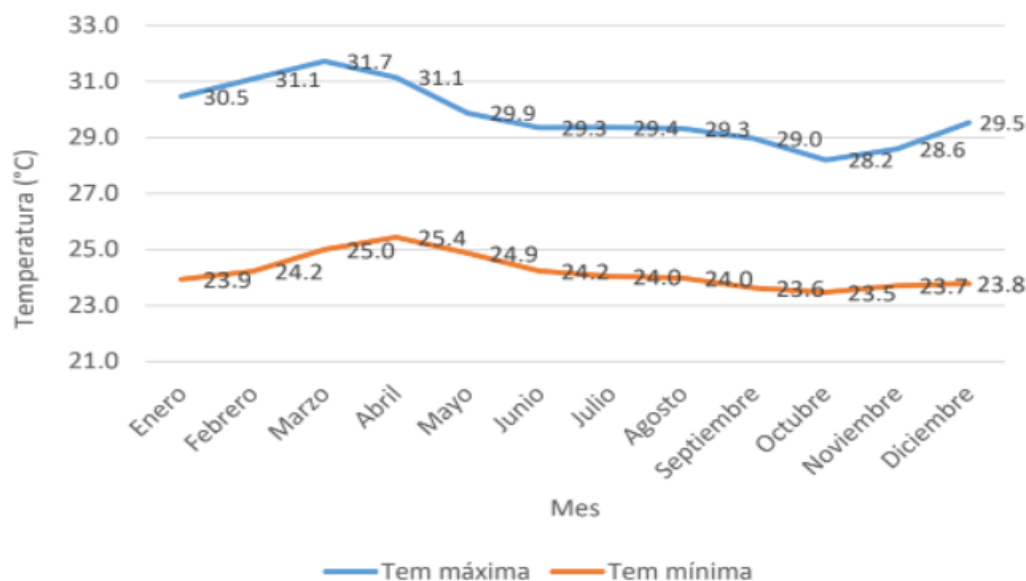


Figura 11. Temperatura mensual para el período 2001 – 2019, estación meteorológica 78021 Puntarenas. Fuente: Plan de Acción para la adaptación climática de Puntarenas 2022-2031.

Por otra parte, el 79 % de los eventos extremos secos están asociados con El Niño, mientras que la fase fría (La Niña) tiene un 60 % de probabilidad de producir un escenario lluvioso (IMN, s.f.b). Por lo tanto, se demuestra cómo, en la actualidad, el área de estudio se ve fuertemente influenciada por fenómenos de variabilidad climática como las fases de El Niño Oscilación Sur (ENOS), los cuales pueden hacer variar el comportamiento normal del clima regional y, adicionalmente, esta zona ya presenta tendencia a eventos extremos como sequías y altas temperaturas.

A pesar de que dichos fenómenos tienen un gran peso ponderado en las anomalías climáticas como sequías o inundaciones, existe un porcentaje significativo de la variabilidad climática en la zona que no puede ser explicado por dichos eventos. Por ejemplo, la sequía del año 2001, donde no hubo evento ENOS durante ese año (IMN, s.f.b).

En esta línea, el evento extremo más destacado por parte de los actores clave corresponde a la tormenta tropical Nate, el cual inclusive modificó el comportamiento usual de las quebradas estacionales presentes en el Parque (O. Núñez, comunicación personal, 30 de agosto del 2021).

Se tomó como referencia la estación meteorológica localizada en Puntarenas (**Figura 12**) (Número 78003, Latitud N 09° 59' 00" Y Longitud O 84° 46' 00" con una altura de 3 msnm) (datos del Instituto Meteorológico Nacional del periodo 1960-2000, comunicación personal, 28 de enero del 2022), analizando la precipitación durante 40 años, y calculando el percentil 90 y el percentil 10, entendiendo estos como el límite de eventos extremos, inundaciones y sequías.

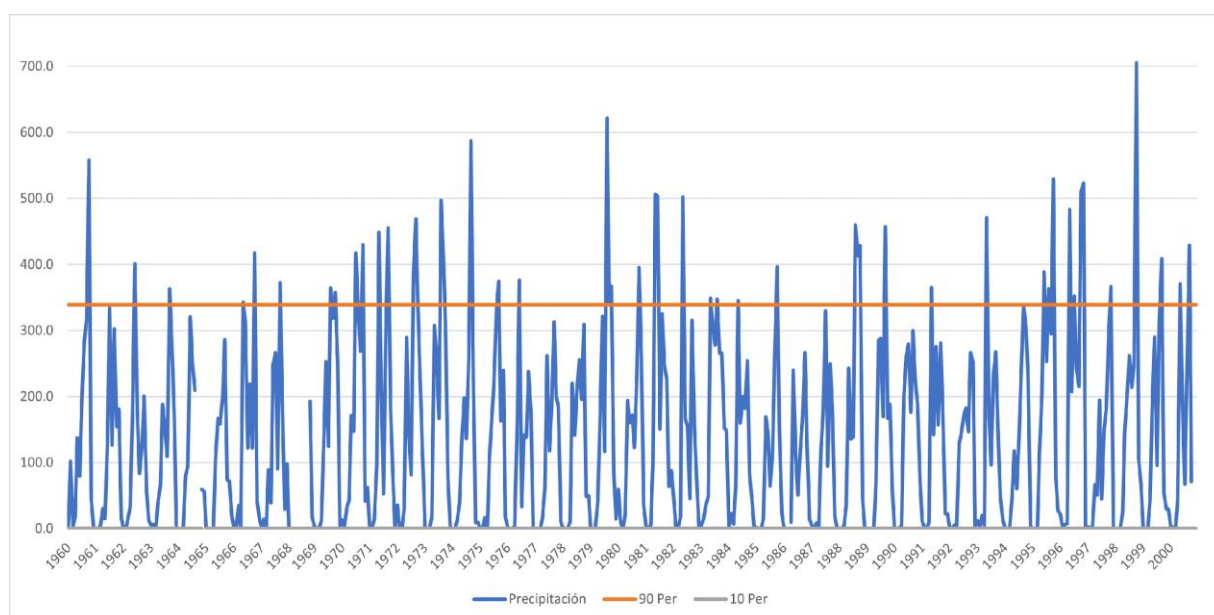


Figura 12. Eventos extremos según la cantidad de precipitación del cantón de Puntarenas, para el periodo 1960-2020.

Fuente: elaboración propia con datos de la estación 78003, 2022.

Así mismo, se tomaron los datos de la nueva estación meteorológica Puntarenas (**Figura 13**) (Número 78027, Latitud N 09° 58' 20" Y Longitud O 84° 49' 51,44" con una altura de 3 msnm) (datos del Instituto Meteorológico Nacional del periodo 2001-2021, comunicación personal, 28 de enero del 2022), para analizar la precipitación durante 20 años. Esta estación se encuentra en una ubicación muy cercana a la antigua o primera estación de Puntarenas, por lo que permite complementar la información de la **Figura 12**.

De los dos gráficos (**Figura 13 y 14**), se obtuvo una incidencia de eventos extremos de precipitación a lo largo del tiempo, no se observa una tendencia representativa, sin embargo, se observa en los gráficos cómo estos incrementan su frecuencia a partir de los años noventa y hasta la actualidad, mostrando un incremento de los eventos de precipitación intensos.

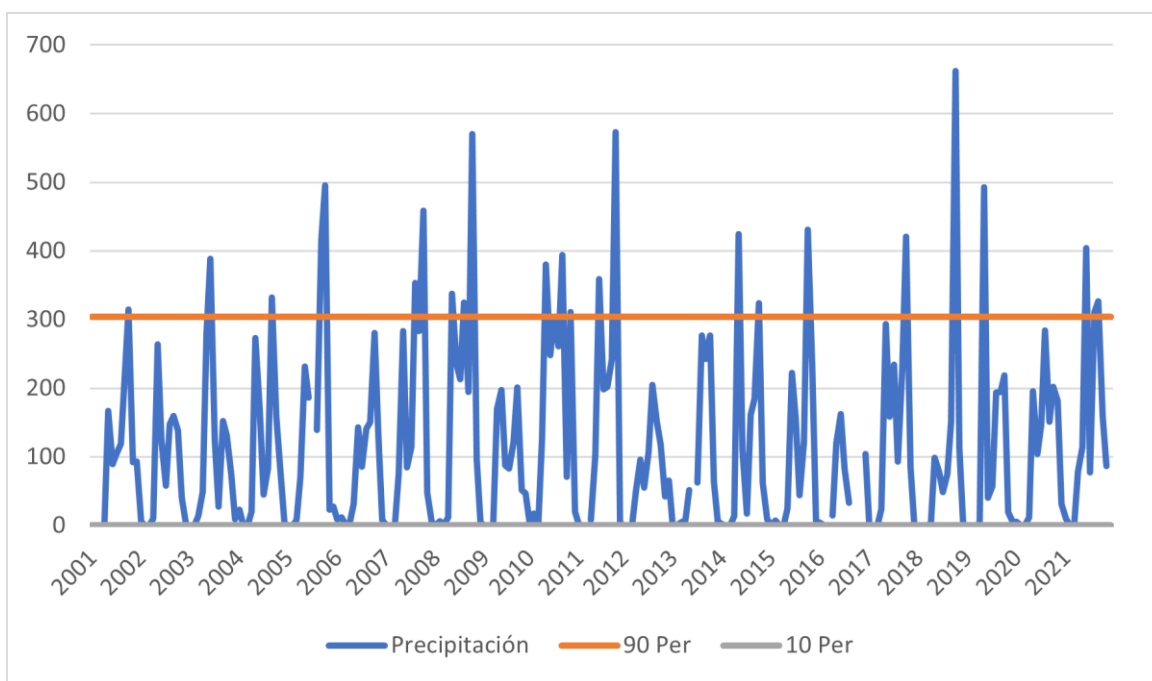


Figura 13. Eventos extremos según la cantidad de precipitación del cantón de Puntarenas, para el periodo 2001-2021.

Fuente: elaboración propia con datos de la estación 78027, 2022.

En la **Figura 14 y Figura 15**, se muestra la proporción de eventos que se ha tenido en el cantón a lo largo de los últimos 60 años. El límite inferior corresponde a la menor cantidad de precipitación existente en el periodo analizado. El límite superior corresponde a la máxima cantidad de precipitación y la línea gris representa la media o el escenario ideal para el cantón.

En estos se aprecia cómo el límite superior de precipitaciones (**Figura 14**) en las dos últimas décadas ha aumentado con respecto al siglo pasado (1960-2000) (**Figura 15**). Así mismo, se observan fluctuaciones muy marcadas en cuanto a la cantidad de precipitación

existente, por lo que la variabilidad climática que se ha presentado es de gran influencia en los sectores económicos, sociales y ambientales, y tiene afectaciones en el desarrollo de estos.

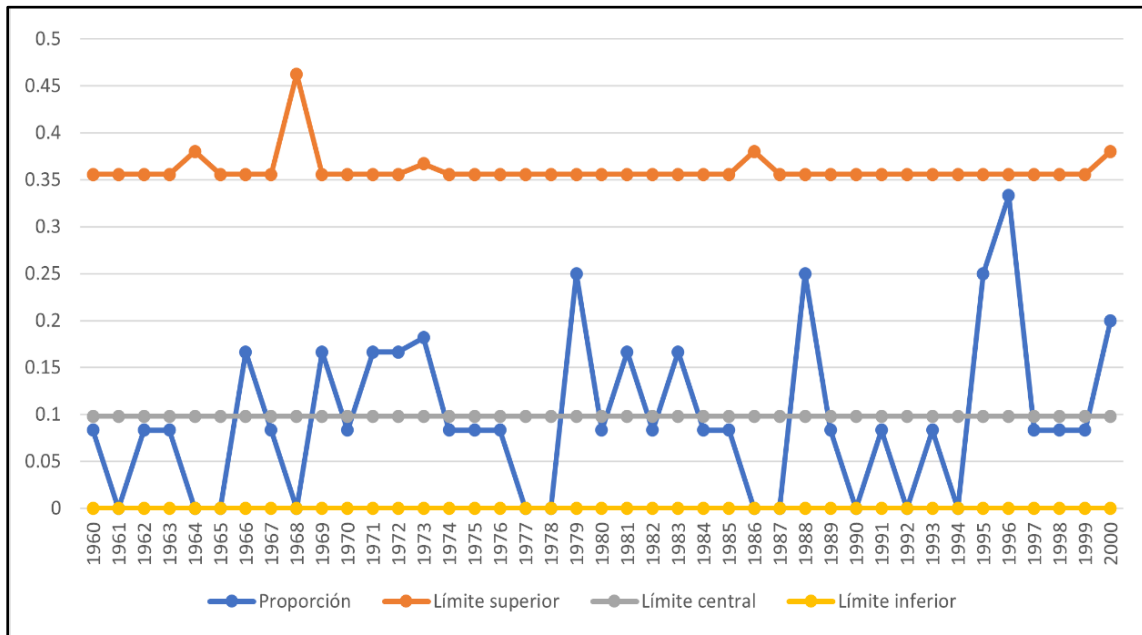


Figura 14. Control de eventos extremos durante el periodo 1960-2000.

Fuente: elaboración propia con datos de la estación meteorológica 78003, 2022.

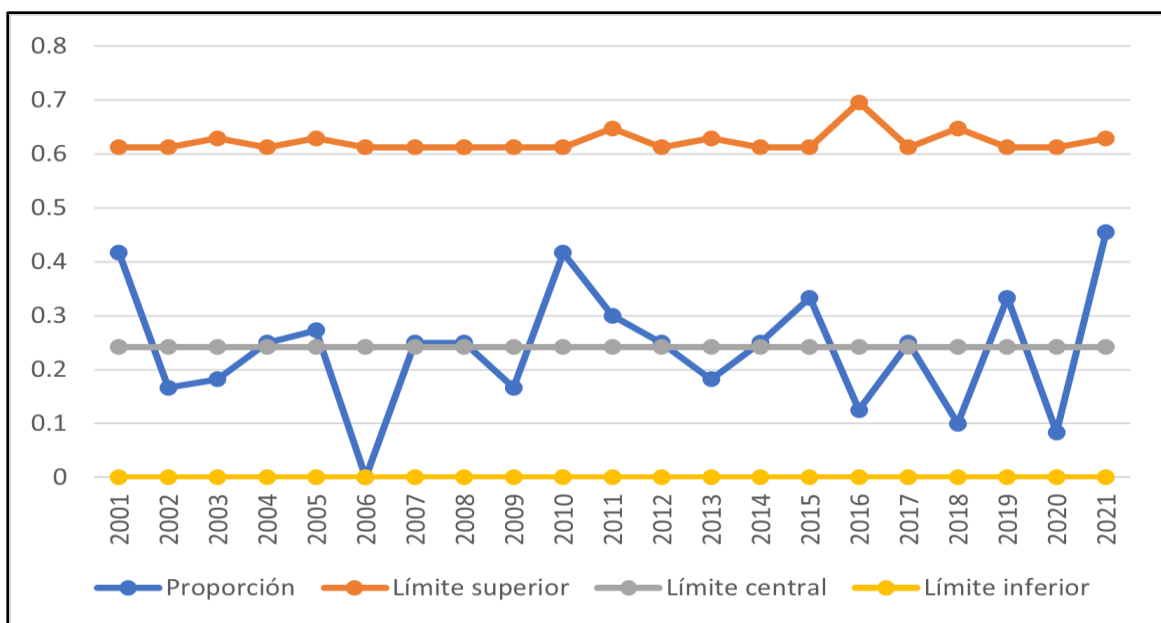


Figura 15. Control de eventos extremos durante el periodo 2001-2021.

Fuente: elaboración propia con datos de la estación meteorológica 78027, 2022.

5.1.3 Contexto ambiental

El PNISL posee importantes recursos biológicos, arqueológicos e históricos. Presenta una topografía de costas rocosas, playas arenosas y terrenos planos a muy pocos metros de elevación sobre el nivel del mar. Cabe destacar que, con respecto a su hidrografía y drenaje, esta no posee ríos de carácter permanente, y es drenada en mayor parte por tres quebradas intermitentes, las cuales poseen un caudal considerable durante la temporada de lluvias (Salazar, 2014).

5.1.3.1 Elementos focales de manejo

El Bosque Tropical Seco es uno de los principales elementos focales de manejo. Resguarda más de 382 especies diferentes de plantas: hierbas, bejucos, arbustos, palmas y árboles, la cual corresponde a una diversidad sorprendente tratándose de una isla tan pequeña, que se encuentra en regeneración natural apenas desde el año 1991. Cabe destacar que más del 40 % de las especies identificadas en la isla son de gran importancia maderable, las cuales son utilizadas y sobreexplotadas en otras áreas como en el bosque seco de Guanacaste y el bosque húmedo del Pacífico central, por lo que algunas de ellas se clasifican como especies amenazadas (Jiménez et al., 2010).

Dicho bosque también alberga en la isla alrededor de 10 mamíferos, entre los cuales se encuentran el venado cola blanca, el armadillo común, la guatusa, el mono congo, el mapache y el oso hormiguero. También se han identificado 17 especies de reptiles, incluidos cocodrilos, tortugas y serpientes. Con respecto a las aves, se registran 40 especies, de las cuales 9 son migratorias y 31 residentes, según el último informe de conteo disponible (Figuerola, 2010).

El recurso marino costero es otro elemento de prioridad, al contar con hábitats como playas arenosas, playas rocosas con arrecifes, islotes, acantilados y manglares. En los cuales se han identificado 63 especies de peces, de las cuales la mayoría son explotadas en la pesquería (Zanella y Pomareda, 2006).

Para la protección del recurso marino, se establece la prohibición de la pesca a menos de seis metros de profundidad alrededor de la isla, así mismo, alrededor del ASP, según

Monge (2013), se establecen áreas marinas de pesca responsable (AMPR), por lo que dicha restricción se vuelve parte de las herramientas ya establecidas en las zonas de influencia. No obstante, dicha restricción no se cumple en la mayoría de los casos, alcanzando profundidades de hasta los dos metros al pescar alrededor de la isla. Es decir, cuatro metros menos con respecto a lo permitido, sin recibir ningún tipo de advertencia o sanción (B. Mora, comunicación personal, 20 de agosto del 2021).

El componente arquitectónico distingue a este del resto de los Parques Nacionales. La infraestructura del antiguo presidio se encuentra declarada patrimonio, según el Decreto Ejecutivo 24520-C del 25 de agosto de 1995, y corresponde a otro de sus elementos prioritarios de conservación (SINAC, 2020; Sistema Nacional de Cultura de Costa Rica [SICULTURA], 2014). Actualmente, estas edificaciones cuentan con plan de mantenimiento intensivo a largo plazo.

Por último, se encuentran los sitios arqueológicos. Entre estos, se ubica un cementerio antiguo en el que se han encontrado nueve restos de cuerpos humanos, balas, botones y elementos de metal. Cabe destacar que los descubrimientos en este elemento siguen ampliándose. Inicialmente, se manejaban registros arqueológicos en la isla que databan del año 800 hasta el año 1500, pero actualmente han surgido descubrimientos que datan del año 300 (SINAC, 2020; O. Núñez, comunicación personal, 20 de agosto 2021). El aumento del nivel del mar, la erosión costera y las lluvias torrenciales en cortos periodos de tiempo son aspectos observados por la administración del Parque que afectan la integridad de este recurso (O. Núñez, comunicación personal, 20 de agosto 2021).

Los dos últimos elementos focales de manejo descritos muestran dinámicas antiguas de las comunidades del Golfo de Nicoya. Estos patrimonios conservan, materializan y socializan el pasado y la historia de las comunidades. Además, son una de las principales razones para visitar el Parque Nacional, generando importantes entradas económicas al área de conservación.

5.1.3.2 Cobertura de suelo dentro del Parque

Según Salazar (2014), la isla se puede clasificar en dos clases de suelos, el *Lithic Haplustolls* que representa el 87 % de la superficie de la isla (401 ha); y el *Typic Haplustolls*,

que ocupa el 9 % (41 ha). El área restante (20 ha, 4 %), se denominó *Tierras Misceláneas*, las cuales agrupan los humedales, arrecifes o conglomerados rocosos (Salazar, 2014).

El área protegida cuenta con un mapa de coberturas vegetales, el cual incluye ciertos tipos de usos (**figura 16**), dicha información se recopiló desde 1972 hasta el 2005 (SINAC, 2020). En este, se observa que la mayor parte del área se encuentra ocupada por el bosque en sus distintos tipos de clasificaciones, el cual hasta la fecha sigue aumentando su cobertura. Anteriormente, esta isla se utilizaba para actividades de ganadería manteniéndose de dicha forma durante todos los años de la operación del presidio. Esto se evidencia en el cambio que ha tenido su cobertura vegetal con respecto al año 1972 (**figura 17**), donde la mayor área de la isla estaba ocupada por pasto con árboles.

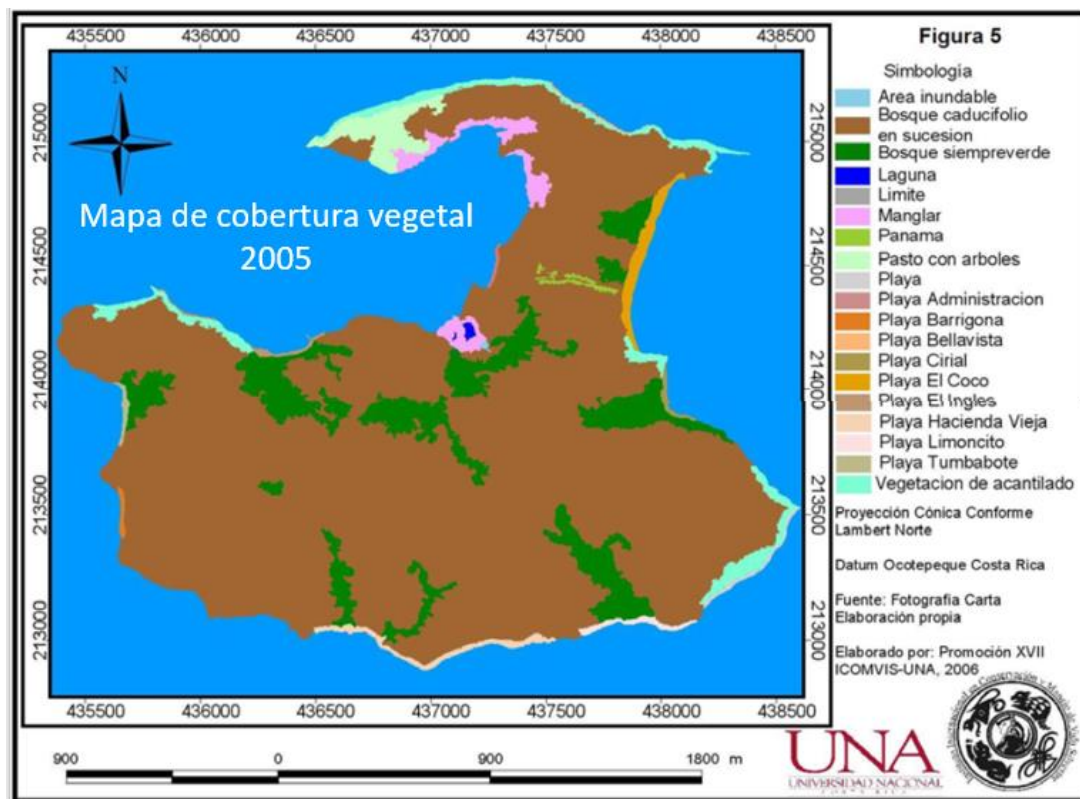


Figura 16. Mapa de cobertura vegetal del PNISL, año 2005. **Fuente:** Parque Nacional Isla San Lucas (O. Núñez, comunicación personal, 10 de febrero del 2021).

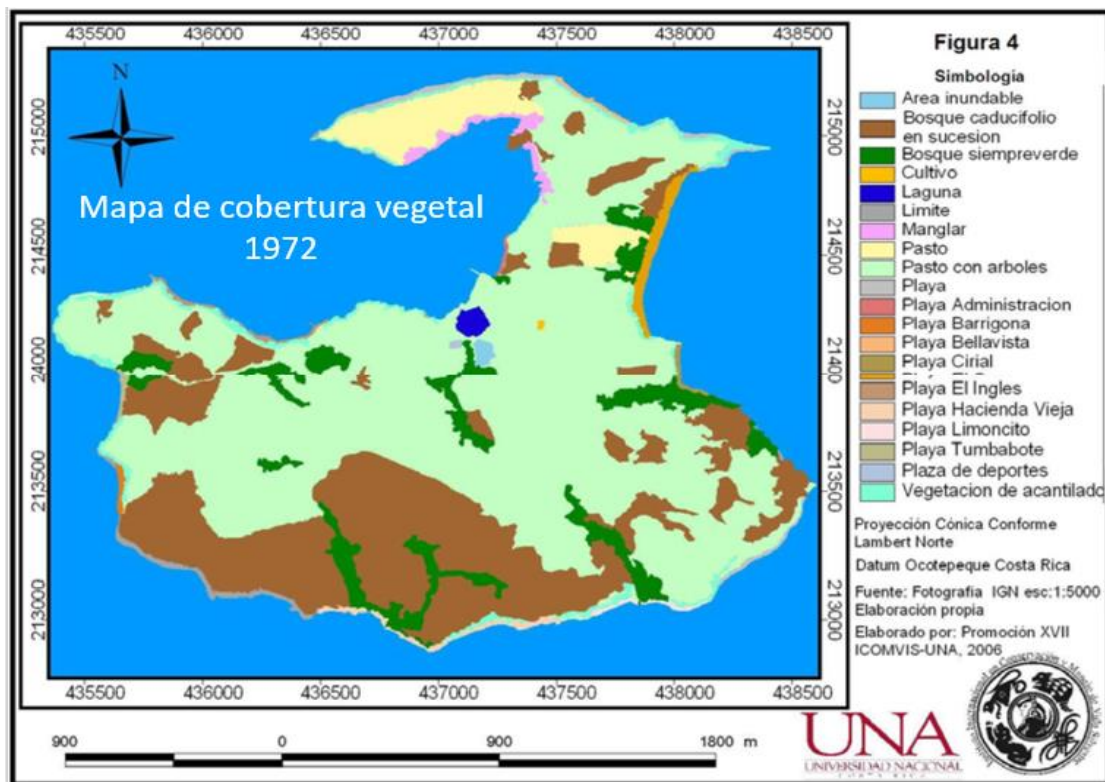


Figura 17. Mapa de cobertura vegetal del PNISL, año 1972. **Fuente:** ICOMVIS-UNA, 2006.

Datos más recientes indican que la isla se compone, según el clasificador Corine Land Cover, de seis usos actuales, los cuales corresponden a Bosque de mangle (5 ha), Bosque plantado (1 ha), Zona pantanosa (2 ha), Bosque natural fragmentado (446 ha), Playa (8 ha) e Infraestructura (0,5 ha) (Salazar, 2014). Cabe destacar que, desde su cierre como presidio, toda la isla se ha encontrado en un estado de regeneración natural y su recuperación vegetal en casi tres décadas ha sido exponencial.

5.1.3.3 Servicios ecosistémicos

Los ecosistemas del PNISL proporcionan una serie de beneficios importantes a las comunidades aledañas y al país en general, en él se identifican numerosos servicios de apoyo, aprovisionamiento, regulación y culturales (SINAC, 2020). Los cuales se detallan a continuación (**Figura 18**).

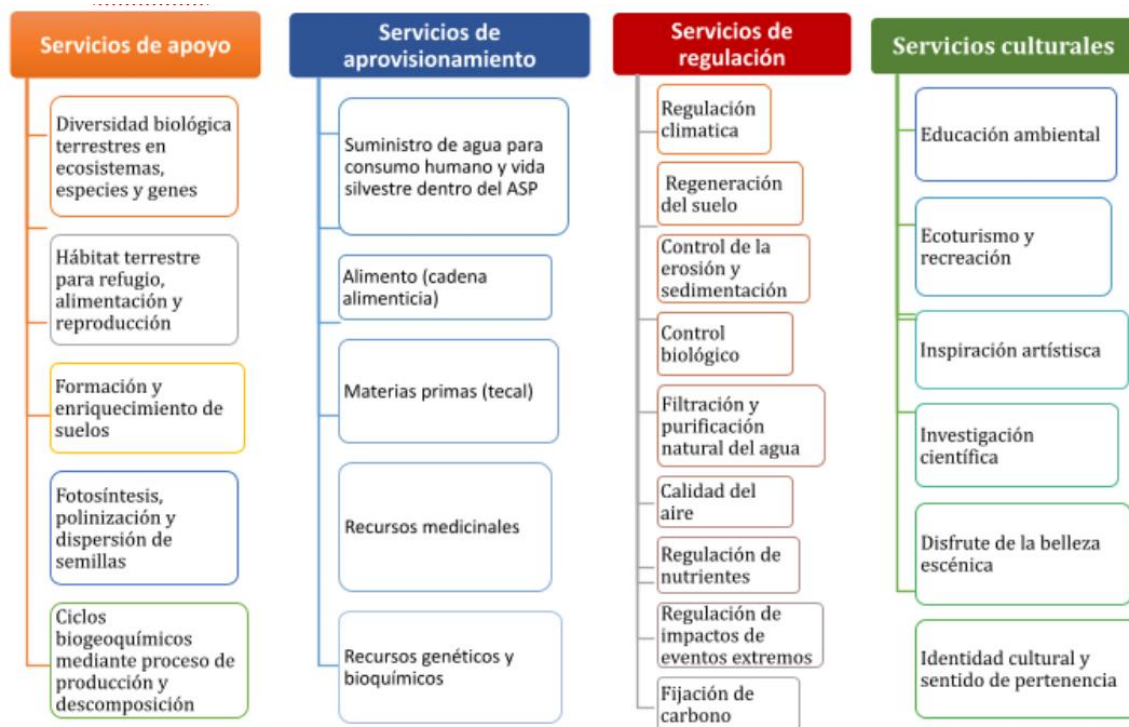


Figura 18. Servicios ecosistémicos del PNISL. **Fuente:** SINAC, 2020.

Estos son esenciales para la vida de las personas, ya que el bienestar humano se ve afectado, entre otros, por los cambios en la composición y el funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, de su flujo de servicios. Esto debido al vínculo dependiente entre la economía de un lugar y los servicios de apoyo, aprovisionamiento, de regulación y culturales que estén disponibles para su uso (McMichael et al., 2005).

El PNISL cuenta con la delimitación de sus zonas de influencia que, en este caso, corresponden a las comunidades aledañas, quienes son los actores inmediatos del Parque. Dichas áreas se encuentran conformadas por Isla Caballo, Isla Venado, Lepanto, Paquera y Puntarenas (**figura 19**), todas pertenecientes al cantón de Puntarenas (SINAC, 2020).

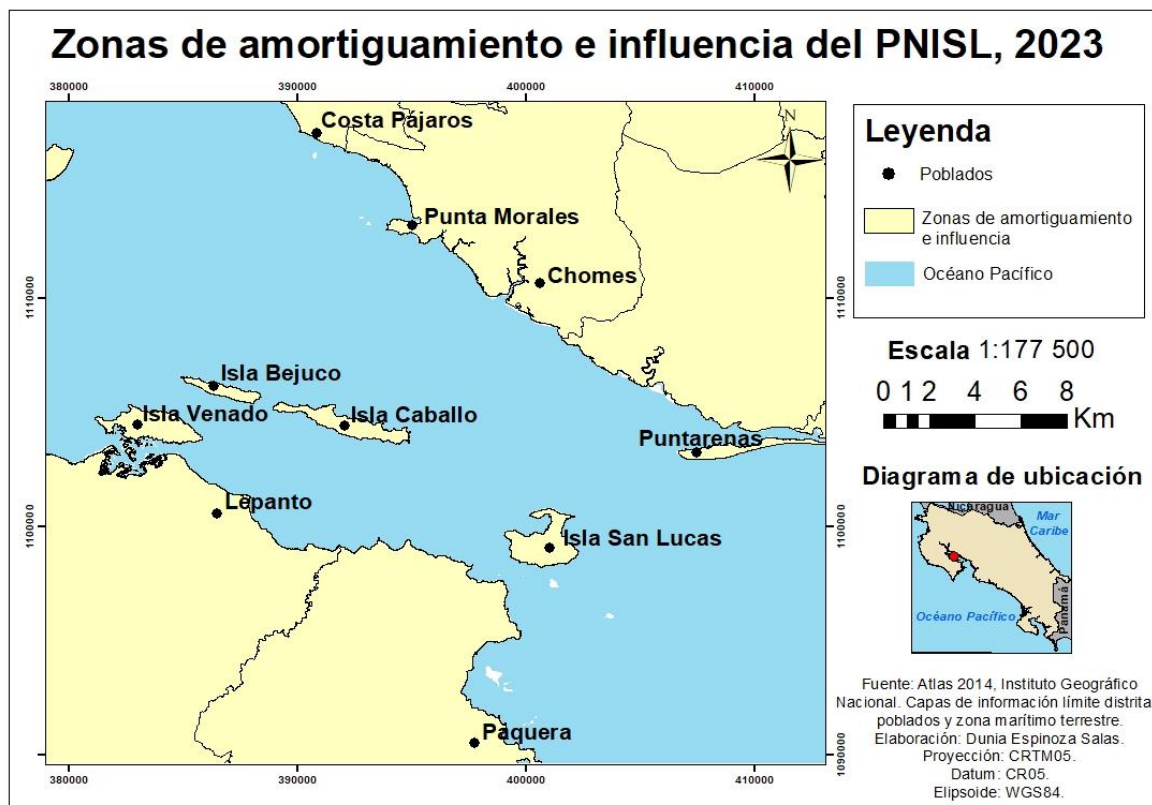


Figura 19. Zonas de amortiguamiento e influencia del PNISL. **Fuente:** Espinoza, 2023.

5.1.4.1 Población

Según censo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2011), el cantón de Puntarenas cuenta con una población de 115 019 habitantes en 47.46 km², de los cuales 57 246 son hombres y 57 773 mujeres; un 71.52 % de su población es urbana y 28.48 % es rural. Esta minoría que habita en condiciones rurales se ve representada en varias de las zonas de influencia del PNISL. Posee una densidad poblacional de 62 habitantes/km². La distribución de su población de manera distrital (INEC, 2011) indica que Lepanto posee la mayor parte de la población, la cual cabe destacar es de carácter rural, seguido de Puntarenas, el cual posee la mayor densidad poblacional de carácter urbano.

Con respecto al rango etario de esta población, un 23 % se encuentra entre los 0 y 12 años, un 39 % entre los 13 y 35 años; mientras que un 31 % se ubica en la fase adulta desde los 36 hasta los 64 años y tan solo un 7 % corresponden a adultos de la tercera con edades iguales o mayores a los 65 años (INDER, 2015).

5.1.4.2 Educación

El nivel de escolaridad promedio de la zona es de 8.3% para personas entre los 25 y 49 años; mientras que este disminuye a 6.4% cuando se trata de personas de 50 años o mayores (INEC, 2013). Esto concuerda con el porcentaje de asistencia a la educación de tan solo 7.3 % para edades iguales o superiores a los 25 años. De manera general, el nivel educativo de la población se muestra, a continuación (**figura 20**), en el cual se aprecia que la mayor parte de la población del cantón solo cuenta con primaria completa y el porcentaje se reduce exponencialmente en cuanto a la participación en los estudios secundarios y universitarios (INEC, 2013).

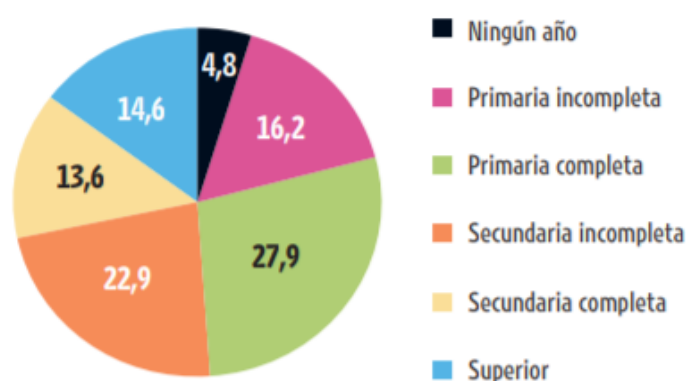


Figura 20. Nivel educativo de la población del cantón de Puntarenas. **Fuente:** INEC, 2013.

Autores como Zarrintaj y Sharifah (2011) y Meyer (2015) señalan que los niveles de educación tienen un efecto en el aumento de conciencia ambiental, provocando que las personas se preocupen más por el bienestar social y, en consecuencia, adopten posiciones más respetuosas hacia el medioambiente, con respecto a personas con niveles de educación mínimos. Por lo que niveles de escolaridad bajos, en combinación con una población que en su mayoría depende de ecosistemas vulnerables al cambio climático, así como a presiones externas por el uso intensivo al que se ve sometido, podrían derivar en la generación de diversas prácticas conductuales o laborales que afecten dichos ecosistemas.

5.1.4.3 Aspectos sociales, infraestructura y salud

En el caso de los distritos de Puntarenas, Lepanto y Paquera, el índice de desarrollo social muestra un nivel clasificado como medio en el caso de Puntarenas y bajo para las

comunidades de Lepanto y Paquera; las cuales, a diferencia de Puntarenas, son zonas en su mayoría rurales. Por otra parte, el Índice de Competitividad Cantonal ubica a esta zona en la posición 36 de un total de 83 cantones (Universidad de Costa Rica [UCR], 2017). El Índice de Desarrollo Humano corresponde a 0.807 para el año 2018, el cual es un valor considerado como medio con respecto al resto de cantones del país (PNUD, 2020a).

Dichos índices señalan, entonces, deficiencias en dimensiones como la económica, participación social, salud, seguridad y educación y, por ende, una baja satisfacción de las necesidades de las personas desde un punto de vista integral, el cual se magnifica a una mayor escala en las zonas de influencia rurales en comparación con las urbanas.

Para el periodo 2011, el INEC estima que, en el cantón, apenas un 51.1 % de las viviendas se encontraban en buen estado y que un 7.9 % se encontraban en condiciones de hacinamiento (INEC, 2013). Con respecto al acceso a servicios básicos, un 99 % de la población del cantón de Puntarenas cuenta con electricidad, 94 % posee servicio sanitario y un 93 % tiene acceso al agua potable. En el caso de los pobladores de Isla Caballo, estos son parte del 7 % de la población que no posee acceso al agua potable, por lo que el AYA entrega diariamente agua potable trasladada en pangas desde el distrito de Puntarenas. Recientemente, un proyecto de la UNA logró mejorar esta situación a través de cosecha de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable (Núñez, 2021). Lo anterior puede jugar un factor importante en aspectos de seguridad alimentaria, nutrición, saneamiento, enfermedades y en general, limitaciones y escasez.

En el caso del acceso a las TIC, un 80.5 % cuenta con teléfono celular, 55.7 % posee teléfono residencial, mientras que, de manera decreciente, solo un 31.0 % cuenta con computadora y tan solo un 19.6 % con acceso al internet (INEC, 2013), lo cual repercute directamente en aspectos como la educación y oportunidades laborales competitivas, en una sociedad cada vez más globalizada, intercomunicada, tecnificada y digitalizada; aspectos que se han hecho aún más relevantes desde el COVID-19 y las nuevas necesidades existentes en todos los ámbitos de la sociedad, lo cual podría generar un rezago más importante en aquellas comunidades con brechas de acceso a las TIC.

Según el porcentaje de carencias, el 17 % de hogares cuentan con insuficiencia de recursos, 6 % por encima del promedio nacional (INEC, 2013). En esta línea, la región del

Pacífico Central presenta el nivel más alto de pobreza, incrementando desde 29.8 % en el año 2019 a 34.7 % en el 2020, a su vez, la pobreza extrema alcanzó el 11.3 % en el 2020, creciendo en 2.2 % con respecto al 2019 (PNUD, 2020b).

En este sentido, la pobreza podría ocasionar que se ejerza una mayor presión relativa sobre el medioambiente, por ejemplo, mediante familias más numerosas y una inadecuada disposición de diferentes residuos; lo cual conduce a condiciones de vida más inseguras y poco saludables, así como más presión sobre ecosistemas frágiles para satisfacer sus necesidades mediante la sobreexplotación o prácticas inadecuadas, debido a la falta de conocimiento, conciencia ambiental, o bien, debido a sus necesidades de satisfacer condiciones básicas de vida como la alimentación.

Desde otro punto de vista, el cambio climático empeora las condiciones de vulnerabilidad de poblaciones en estado de pobreza (IPCC, 2019), a través de altas exposiciones a los riesgos climáticos, como inseguridad alimentaria, pérdida de servicios ecosistémicos de los cuales usualmente dependen por el desarrollo mayoritario de actividades productivas primarias, abastecimiento de agua, problemas de salud y pérdidas económicas, especialmente en regiones que ya enfrentan desafíos de desarrollo como es el caso de Puntarenas.

Debido a lo anterior, la limitación del cambio climático facilitaría el logro de muchos aspectos del desarrollo sostenible y sus objetivos (ODS), el cual tiene un gran potencial de reducción de las desigualdades (ONU, 2018). En cuanto a temas de salud, un 14.2 % de la población del cantón de Puntarenas no se encuentra asegurada (INEC, 2013); sin embargo, la cobertura de clínicas y EBAIS es satisfactoria, inclusive en las Islas Venado y Caballo (Rojas, 2009). Entre los principales problemas de salud, destacan la violencia intrafamiliar, el dengue, la desnutrición e intoxicaciones agudas por plaguicidas (Ministerio de Salud de Costa Rica [MINSAL], 2018).

Con respecto al dengue, Tran et al. (2020) evidencian que el cambio climático es uno de los principales factores de aumento en la intensidad de transmisión del dengue, especialmente en regiones con temperaturas cálidas, debido a la relación directa de la temperatura ambiental, la humedad relativa y precipitaciones con el crecimiento de las larvas y la propiciación de sus vectores. La contaminación por residuos también forma uno de los

principales problemas de salud del cantón que, a su vez, agrava otras problemáticas como el dengue y las plagas.

En esta misma línea, la dinámica en la gestión de los residuos varía dependiendo de la zona de influencia. Actualmente, el cantón cuenta con el Reglamento Municipal para la gestión integral de los residuos sólidos, aprobado en julio del 2019. Sin embargo, la complejidad que implica esta labor para un único encargado del Departamento de Gestión Ambiental en el cantón más grande de todo el país, con condiciones geográficas muy variadas y un presupuesto limitado, generan una deficiencia notoria en cuanto a la gestión de residuos en las periferias (L. Brenes, comunicación personal, 2019).

En el distrito de Puntarenas, la población emplea el servicio de recolección brindado por la municipalidad, mientras que, en el distrito de Lepanto, algunas personas utilizan el servicio del camión recolector, sin embargo, muchos aplican prácticas como la quema de residuos. Por otra parte, en las islas del golfo es muy común la práctica de enterrar los residuos, quemarlos o, por último, almacenar los valorizables hasta que puedan ser llevados al distrito de Puntarenas para su adecuado tratamiento (Rojas, 2009). Al igual que en otras regiones, es visible que las periferias son las más afectadas en cuanto al servicio de accesos básicos.

Con respecto a la seguridad pública, la pobreza, el desempleo y la vulnerabilidad infantil son los temas primordiales de resolver en el cantón. Así mismo, la criminalidad ha aumentado considerablemente en los últimos años; un reflejo de ello es la triplicación de la tasa de homicidios con respecto a hace cinco años. Así mismo, los delitos como robos, venta de drogas y presencia de habitantes de calle son algunos de los delitos y factores priorizados por parte del Ministerio de Seguridad Pública (2019).

Lo anterior podría ocasionar más afectaciones con respecto a las actuales en cuanto a la gestión ambiental por parte del Gobierno local. Ya que su presupuesto y atención prioritaria podría enfocarse, por ejemplo, a atender necesidades y problemáticas de la población de otras índoles, como es el caso de la recién mencionada seguridad pública.

Con respecto a sus principales problemáticas ambientales, se destaca la mala gestión de residuos, lo cual se evidencia con la presencia de numerosos botaderos clandestinos y residuos en espacios públicos. Lo anterior se magnifica con los residuos que son depositados por las corrientes marinas en las diferentes playas del cantón, los cuales provienen principalmente del GAM y su desembocadura en ríos como el Grande de Tárcoles (Castro, 2017). Esto implica un arduo trabajo y grandes costos para el gobierno local, el cual utiliza maquinaria pesada para

limpiar los principales sectores de la Playa Puntarenas (L. Brenes, comunicación personal, 27 de marzo del 2021).

El tratamiento de las aguas residuales ha sido foco de atención desde hace muchos años, ya que en el distrito de Puntarenas y las otras zonas de influencia no se cuenta con sistemas modernos de tratamiento sanitario. Las casas utilizan principalmente tanques sépticos, sin embargo, se han identificado numerosas tuberías directas al manglar. Encontrándose altas concentraciones de coliformes fecales en estos ecosistemas, producto del desecho de aguas residuales provenientes de la red de cloacas de la ciudad de Puntarenas (UNED, 2011).

Otra de sus principales problemáticas corresponde a la pérdida y degradación del estuario de Puntarenas, el cual es uno de los más importantes del Pacífico Central de Centroamérica. Durante los años setenta, este ecosistema contaba con una franja de cuatro kilómetros tierra adentro, mientras en la actualidad son franjas de 200 a 500 metros. Lo anterior, debido a un aumento de la población en zonas aledañas, invasiones de viviendas ilegales y una presión ejercida por actividades como el cultivo y la quema de caña, granjas de cultivo de camarón y salineras, las cuales eliminan cientos de hectáreas de manglar, en muchos casos, sin autorización (UNED, 2011).

La sobreexplotación pesquera es, a su vez, una de las problemáticas más relevantes debido a la repercusión socioeconómica que implica para cientos de familias que encuentran su sustento alimentario y económico en dicha actividad. No se cuenta con datos exactos sobre la sobreexplotación, pero sí se reconoce la problemática debido a la escasez actual del recurso atribuida a prácticas de pesca ilegal y poca regulación. Una de las estrategias ante esta situación ha correspondido al establecimiento de áreas de pesca responsable en algunos sectores del Golfo (Arroyo y Umaña, 2021).

La identificación de sus principales problemáticas ambientales, como la sobreexplotación, contaminación y destrucción de ecosistemas, resulta en presiones externas significativas que deriva en la pérdida de servicios ecosistémicos vitales para pescadores, molusqueros y *tour* operadores. Así como la pérdida de servicios de regulación para una comunidad entera, ya que esta situación se encuentra directamente ligada a la pérdida de capacidades del ecosistema en cuanto a capacidad de mitigación y adaptación frente a los efectos del cambio climático (Pörtner et al., 2021).

5.1.4.4 Aspectos económicos

El porcentaje de la población activa en la fuerza de trabajo corresponde a un 48.2 %, del cual el 67.1 % corresponde a hombres y el 29.9 % a mujeres, evidenciando una brecha laboral en temas de género para el cantón. Lo anterior se puede corroborar con más seguridad, ya que del 51.8 % de la población fuera de la fuerza de trabajo, un 39,2 % se dedica a oficios domésticos (INEC, 2013).

La población ocupada por sector económico se encuentra distribuida, principalmente, en el sector terciario (66.6 %), seguido del sector primario (17.2 %) y, por último, el sector secundario (16.1 %) (INEC, 2013). Al igual que en la caracterización de las condiciones sociales, las principales actividades productivas difieren al hacer un análisis en cada uno de los distritos que son considerados como zona de influencia del PNISL.

Para el distrito de Puntarenas, las actividades productivas corresponden a actividades de Industria, Servicios, Comercio y Turismo (INDER, 2015). Por otra parte, en las islas Caballo y Venado, la actividad económica más importante corresponde a la pesca artesanal y turismo rural (UNED, 2010); mientras que en las comunidades de Lepanto y Paquera seguida de la actividad de pesca artesanal sobresalen actividades agropecuarias como la apicultura, la agricultura de arroz, frijol, maíz, mango, guayaba, entre otros, así como la ganadería (INDER, 2014).

5.1.4.5 Riesgo ante eventos extremos

Como se mencionó anteriormente, la zona de estudio incluyendo sus zonas de influencia se caracterizan por precipitaciones con influencia monzónica y, a su vez, altas temperaturas y sequías. Dentro de las comunidades que presentan riesgos medios y altos por las sequías (**Figura 21**), se encuentran Isla Caballo, Isla Venado, Lepanto y Puntarenas. Las cuales, según Retana et al. (2021), a excepción de Puntarenas, presentan, a su vez, riesgos medios y altos en el caso de eventos extremos de lluvias (**Figura 22**).

No obstante, aunque dicha investigación indica un riesgo bajo para la comunidad de Puntarenas, en la actualidad, esta se presenta muy afectada con tan solo recibir episodios cortos e intensos de lluvia, reflejándose en la saturación del sistema pluvial y de alcantarillado, inundaciones de viviendas, comercios y modificación de infraestructura por estos impactos.

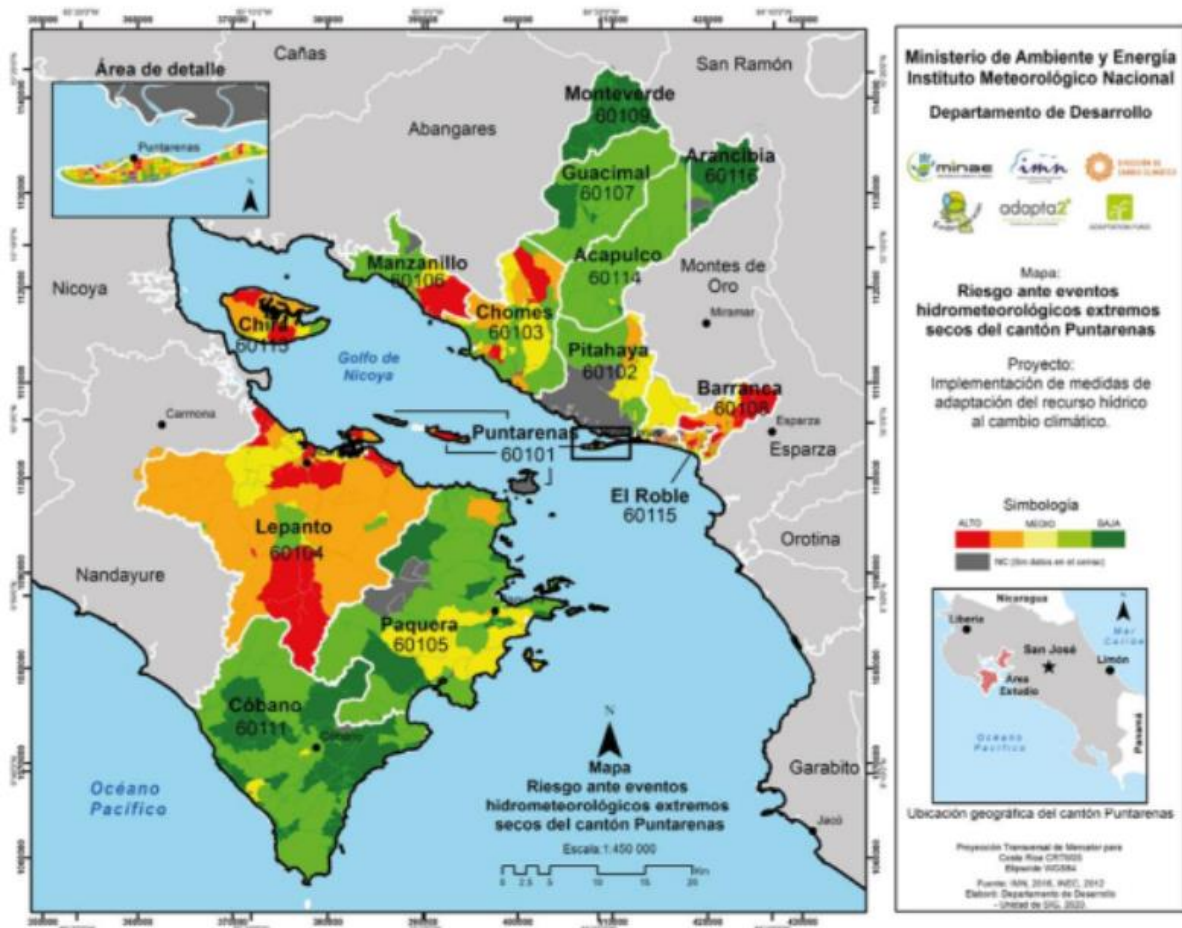


Figura 21. Índice de Riesgo ante eventos extremos secos para el cantón de Puntarenas.

Fuente: Retana et al. (2021).

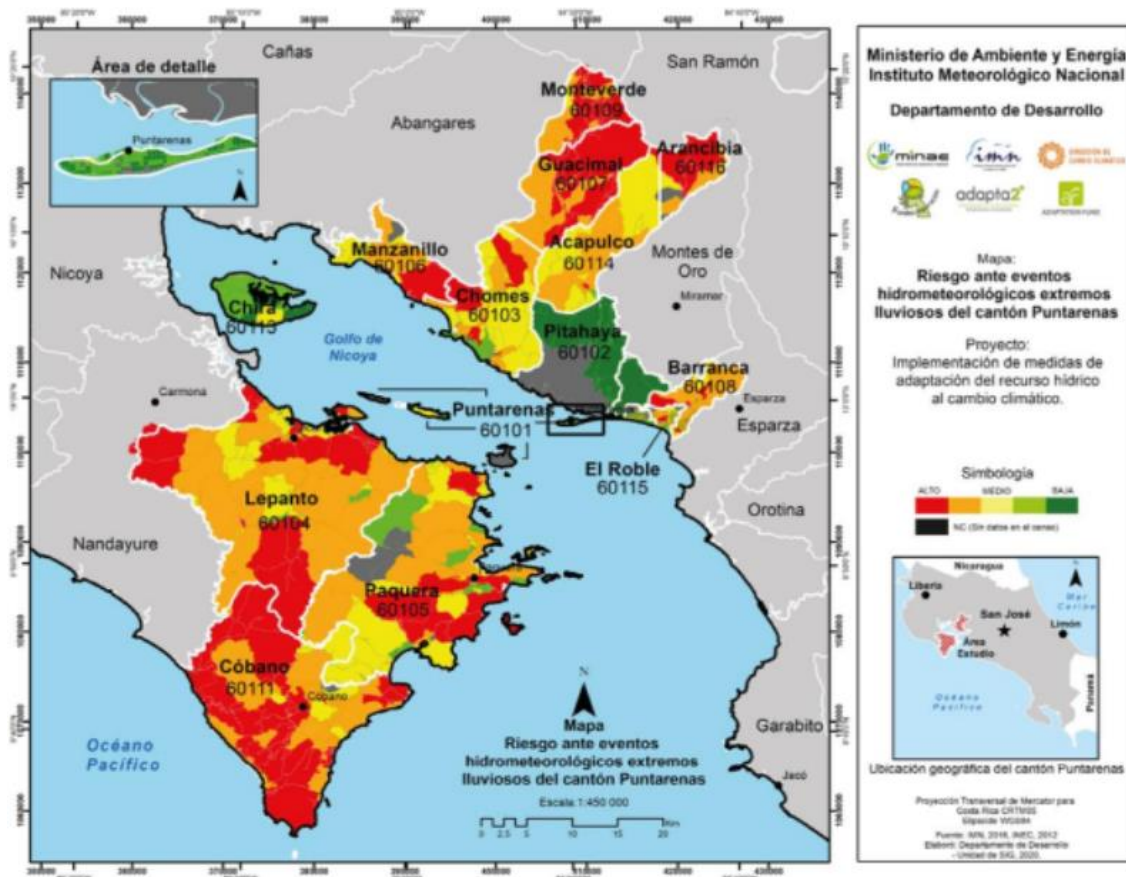


Figura 22. Índice de Riesgo ante eventos extremos lluviosos para el cantón de Puntarenas.

Fuente: Retana et al. (2021).

5.1.4.6 Género

Como se especificó en apartados anteriores, las mujeres poseen una menor tasa de ocupación en el sector laboral y productivo de las zonas de interés; así mismo, en las zonas rurales, las cuales conforman la mayoría de las zonas de influencia del ASP, las mujeres tienen una tendencia más exacerbada a presentar una menor ocupación con respecto a la tasa de ocupación promedio de una región. Lo anterior sugiere que estas dependen, principalmente, de otros ingresos familiares, o bien, de actividades primarias como la extracción de moluscos y la pesca artesanal (International Labour Organization, 2020), siendo un pilar clave en la cadena de valor de las pesquerías no solo en el proceso de la captura, sino de su procesamiento para la venta como limpieza y descabezado, el cual por mucho tiempo ha sido invisibilizado (FAO, 2018).

Según Alston (2013) y Pearse (2017), estas disparidades exponen a las mujeres y niños a riesgos desproporcionados para la salud y aspectos económicos, debido a desventajas estructurales, que se manifiestan en malas condiciones laborales o normas culturales, lo que reduce el acceso de información y toma de decisiones de este grupo, agravando la vulnerabilidad de las mujeres al cambio climático. Un ejemplo claro es la ausencia de mujeres en el primer taller participativo como parte de los actores clave comunales del ASP, debido a que las diferentes dinámicas sociales de la zona han generado una brecha de interacción de este sector con el ASP en los últimos 30 años.

Por otra parte, Prakash et al. (2022) señalan que no se debe omitir la relevancia de la contribución de género en la acción climática y la adaptación en las comunidades; existen ejemplos puntuales en las zonas de influencia que reflejan la contribución directa de estos grupos de manera organizada e independiente; especialmente mediante asociaciones de mujeres tanto rurales como de pesca, las cuales incursionan en alternativas sostenibles del sector primario; fomentan la capacitación, organización comunitaria y contribuyen a iniciativas gubernamentales para el aprovechamiento sostenible de los recursos marino costeros y la acción climática, entre las que destacan la Asociación local de pescadoras y pescadores de Florida, Isla Venado y Puntarenas, Asociación Mujeres Izcande Isla Venado, Asociación Mariposas del Golfo, Asociación Marinos de San Luis, entre otras.

Finalmente, es importante considerar que ignorar la dimensión de género en procesos de adaptación puede invisibilizar y agravar aún más las problemáticas actuales (Musunguzi et al., 2018), por lo que la dinámica de género debe ser no solo analizada, sino tomada en cuenta dentro de los ejes de acción, que permita generar indicadores y datos para identificar sus mayores amenazas y visibilizar sus contribuciones a la adaptación costera.

5.1.4.7 Organización local

La organización en Puntarenas se puede dividir en cuatro grupos principales; el primero de ellos denominado sector local, conformado por entidades no gubernamentales, como es el caso de diversas asociaciones de pescadores artesanales y de mujeres; destacándose Asociaciones como Mariposas del Golfo, Asociación Marinos de San Luis,

Asociación de Mujeres Izcande de Isla Venado. Así mismo, destacan las asociaciones de desarrollo integral, comités de bandera azul, colectivos comunales, entre otros.

El segundo corresponde al sector turismo, el cual representa una de las más relevantes actividades productivas de la zona de Puntarenas y, por ende, ha motivado la formación de asociaciones, empresas, alianzas de *tour* operadores, cámaras de turismo, entre otros.

Finalmente, se encuentra el sector institucional representado por organizaciones del Estado que cumplen no solo con una función de regulación y control dentro de la zona, sino también actividades de extensión. Estos han logrado alianzas importantes como la Red Interinstitucional y Comunal Pro-Puntarenas, para el mejoramiento del PNISL y sus zonas de influencia desde perspectivas ambientales, culturales y de seguridad. Entre estos se encuentran la Academia, en la que destacan UTN, UNA, UNED y UCR, así mismo Ministerio de Salud, Gobierno Local, Parque Marino del Pacífico, Cruz Roja, Fuerza Pública, El Benemérito cuerpo de Bomberos, Guardacostas, entre otros.

En cuanto al Gobierno local, este ha presentado importantes avances en materia de cambio climático junto con la colaboración de la Academia, principalmente, la UTN y la UNA. Actualmente, cuenta con un Inventario Distrital de Gases de Efecto Invernadero y un Plan de Acción para la Adaptación Climática del Cantón de Puntarenas 2022-2031, el cual representa un elemento clave y de importancia para el incremento de la resiliencia y capacidad adaptativa de la comunidad. Así mismo, este puede ser vinculado a acciones en conjunto con el presente Plan, creando sinergias, alianzas e intercambiando experiencias.

Sin embargo, en cuanto a la articulación de capacidades tangibles de las comunidades, planes de prevención de emergencias ante amenazas hidrometeorológicas y climáticas, el trabajo del Comité Municipal de Emergencias presenta aún importantes proyectos laborales que ejecutar, especialmente en las comunidades ubicadas en las periferias de la Ciudad de Puntarenas. Así mismo, existe un aporte externo importante de organizaciones no gubernamentales que han logrado vincularse con las organizaciones locales para trabajar en conjunto, principalmente con comunidades organizadas y asociaciones de pescadores.

Entre estas destacan organizaciones como Costa Rica Por Siempre, MarViva y PNUD en cuanto a capacitación sobre buenas prácticas pesqueras, aspectos administrativos y

de colocación de productos de pesca responsable en el mercado, específicamente en el sector de la pesca artesanal. Otros sectores como INCOPECA, la UNA y el Parque Marino han trabajado exhaustivamente en la capacitación enfocada a la maricultura, fomentando modelos más sostenibles en la región; mientras que el sector molusquero se ha visto apoyado por instituciones como PNUD, INCOPECA, la FAO y otras ONG (R. Granados, comunicación personal, 05 de diciembre de 2021).

5.1.5 Contexto histórico del área protegida

Como se mencionó anteriormente, el patrimonio histórico de este Parque Nacional no se compara a ninguno otro en el país y es un componente clave en su visitación, a su vez, este contexto a lo largo de los años ha determinado el desarrollo de muchos acontecimientos de importancia ambiental, social y administrativa del área, los cuales han tenido impactos positivos y negativos tanto en los ecosistemas como socioeconómicos en las comunidades de influencia. A continuación (**Tabla 2**), se muestran los principales eventos de importancia histórica del PNILS.

Tabla 2

Resultados de línea del tiempo Parque Nacional Isla San Lucas

Año o período	Eventos
1873	La isla fue utilizada como centro de reclusión, se practicaba en ella la ganadería de forma extensiva y existía una pequeña comunidad. Fin de la utilización de la isla como centro penitenciario, la pequeña comunidad que había en ella desapareció.
1991	Luego de su fin como centro penitenciario, la isla queda bajo la administración de la Municipalidad de Puntarenas, que no hace mucho por la isla. Inicia la regeneración natural de la cobertura forestal, la cual ahora es percibida por los actores como un avance sumamente importante en la ecología de la isla, ya que antes era potrero. Se pierde la mayor población de venados por metro cuadrado en Costa Rica, la cual se encontraba en la Isla, aproximadamente 800 cabezas de venado, debido a la falta de vigilancia del territorio y cacería ilegal.
1995	La infraestructura de la isla es declarada como patrimonio arquitectónico. Sin embargo, la infraestructura comienza a deteriorarse visiblemente, situación que permanece por aproximadamente veinte años más.

2001	Declarada Refugio de Vida Silvestre bajo Decreto Ejecutivo 29277 – MINAE.
2017	Tormenta tropical Nate azota fuertemente a la isla impactando inclusive en el caudal de sus quebradas durante muchos meses después. Actos de vandalismo provocan la quema de infraestructura del antiguo presidio, se da el robo de la estación meteorológica colocada en la isla.
2019	Se oficializa la permanencia de Fuerza Pública en la Isla.
2020	Declarada Parque Nacional y de interés económico y cultural mediante la Ley No. 9892, lo cual propició un financiamiento importante para la restauración del Patrimonio arquitectónico y construcción de infraestructura. Esto ha elevado la visitación de manera exponencial tanto nacional como extranjera, en cifras nunca registradas para esta área, generando impactos positivos para el turismo local y comunidades aledañas.

Fuente: elaboración propia con datos del primer taller participativo, 2021.

5.1.6 Desarrollo estacional de eventos y actividades de interés

Con respecto al desarrollo de eventos climáticos, turísticos y otras actividades de interés a lo largo del año dentro del PNISL, así como en sus zonas de influencia, se destacan las siguientes observaciones a partir de la información ubicada en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Calendario estacional del Parque Nacional Isla San Lucas

Mes	Eventos o características importantes
Enero	<ul style="list-style-type: none"> • Época seca • Fuertes vientos norte y oleaje peligroso
Febrero	<ul style="list-style-type: none"> • Temporada alto turismo • Época más propensa a incendios forestales
Marzo	<ul style="list-style-type: none"> • Época seca
Abril	<ul style="list-style-type: none"> • Época seca • Época más propensa a incendios forestales • Fuertes vientos norte y oleaje peligroso • Temporada de alto turismo por semana santa
Mayo	<ul style="list-style-type: none"> • Época seca

Junio	<ul style="list-style-type: none"> ● Usualmente inicio de lluvias ● Época de veda
Julio	<ul style="list-style-type: none"> ● Época lluviosa ● Temporada de alto turismo por vacaciones de medio año ● Época de veda
Agosto	<ul style="list-style-type: none"> ● Época lluviosa ● Mayor tendencia a mareas rojas ● Época de veda
Septiembre	<ul style="list-style-type: none"> ● Temporada de fuertes lluvias ● Mayor contaminación por residuos sólidos
Octubre	
Noviembre	<ul style="list-style-type: none"> ● Temporada alta de turismo ● Época seca
Diciembre	<ul style="list-style-type: none"> ● Fuertes vientos norte y oleaje peligroso

Fuente: elaboración propia con datos del primer taller participativo, 2021.

En el caso de la información referente al clima, las entrevistas extienden alrededor de tres meses más la época seca con respecto a las fechas establecidas por el IMN (s.f.), las cuales van de diciembre a marzo, indicando que es hasta el mes de junio cuando comienza a ser visible la transición a la época lluviosa. Mientras que la percepción sobre las épocas de mayor intensidad de lluvias y vientos es coincidente con la información del IMN para esta región.

Algunas de las observaciones sobre las tendencias de estacionalidad climática por parte de los actores clave indican que, durante el 2021, han ocurrido comportamientos atípicos en la época lluviosa, caracterizados por lluvias aisladas, pero muy intensas, lo cual ha ocasionado situaciones de riesgo como la inundación de la casa de los guardaparques y la caída de árboles, principalmente de la especie Madero Negro.

Es importante señalar que los vientos norte o vientos alisios se asocian a un oleaje peligroso importante de considerar para las actividades turísticas, económicas y sociales. Con respecto a la pesca artesanal, la cual es una de las principales actividades para personas de comunidades aledañas, las épocas de veda corresponden a los meses de junio, julio y agosto, periodo en el cual suplen sus necesidades económicas básicas mediante un subsidio del Estado.

Así mismo, se indica que la época de mayor intensidad de lluvias tiene relación directa con la presencia de contaminación por residuos sólidos en las playas del Parque Nacional, debido a la fuerte cantidad de material que desemboca de ríos como Barranca y el Grande de Tárcoles. Finalmente, una actividad *in situ* relevante que no fue mencionada en la **Tabla 3**, ya que no responde a un evento fijo, pero que se mantendrá por un periodo de tiempo prolongado, corresponde a la restauración y construcción de infraestructura dentro del Parque.

Lo anterior contempla la construcción del nuevo muelle, cafetería y centro de visitantes, reconstrucción de la antigua comandancia, y restauración del patrimonio arquitectónico; este proceso se desarrolla gradualmente desde mayo del 2020 y se tiene previsto que finalice aproximadamente hasta el año 2024. Las obras mencionadas se realizan bajo el cumplimiento legal y ambiental correspondiente, exclusivamente dentro de la zona de alta intervención del PNISL (O. Núñez, comunicación personal, 09 de febrero del 2022).

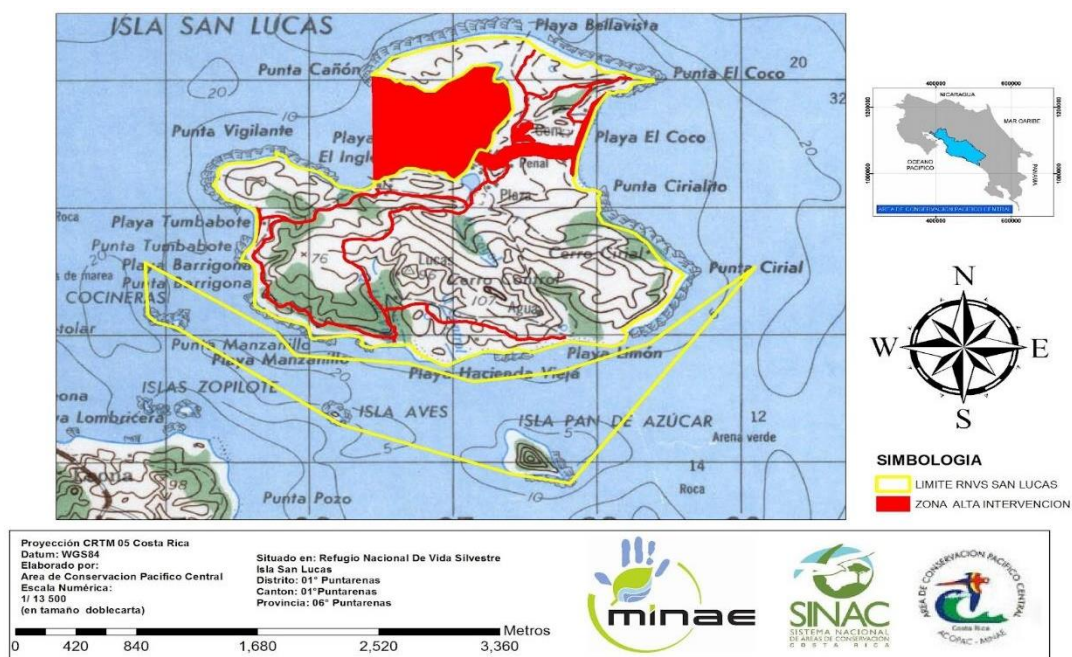


Figura 23. Zona de alta intervención en Parque Nacional Isla San Lucas. Fuente: SINAC, 2020.

5.1.7 Contexto administrativo y económico del ASP

El contexto económico y administrativo del ASP define en gran medida la viabilidad de las medidas elegidas para el plan de acción del presente plan específico, debido a que sus condiciones y capacidades actuales determinan las posibilidades de gestión técnica y económica que representan ciertas propuestas.

A continuación, se presenta el desglose de los costos mensuales y anuales de administración del Parque Nacional Isla San Lucas (**Tabla 4**), incluyendo rubros como planilla, viáticos, combustible, material de oficina, mantenimiento de equipo e infraestructura, administración de la plataforma SICORE, materiales de limpieza y cualquier otro rubro relacionado con la gestión propia del área silvestre protegida. Cabe destacar que, para el año 2023, se proyecta un aumento en el rubro de rondas corta fuego con respecto a la inversión actual de un 50%.

Tabla 4

Costos mensuales y anuales de administración del Parque Nacional Isla San Lucas

Servicio	Monto anual
Electricidad	60 000,00
Telefonía, Internet	2 198 056,00
Agua	NA
Viáticos	400 000,00
Combustible	1 500 000,00
Artículos de limpieza	450 000,00
Suministros de oficina	325 000,00
Planilla	35 646 537,00
Rondas corta fuego	1 750 000,00
Total	42 329 593,00

Fuente: SINAC, 2021.

Así mismo, se presenta el desglose de los ingresos mensuales por concepto de visitación que se han generado en el Parque Nacional Isla San Lucas (**Tabla 5**) desde su reapertura al público en agosto del 2020 hasta la fecha. Este rubro es especialmente importante, ya que financieramente se espera una visitación cuyos ingresos cubran los costos

de administración del ASP. En este caso, los ingresos por visitación no igualan los costos incurridos por la administración del ASP.

Tabla 5

Ingresos anuales por concepto de visitación del PNISL desde agosto 2020

Subtotal colonizado	IVA colonizado	Total colonizado
18 907 432.47	2, 418, 392.06	21, 325, 824.53

Fuente: SINAC, 2021.

Adicionalmente, el personal necesario para la gestión del PNISL es de 16 personas en total. En la actualidad, cuenta con tan solo 4 funcionarios y se requiere de 12 personas más para el cumplimiento de objetivos, acciones y metas propuestas para el ASP.

Cabe destacar que, a pesar de las distintas limitaciones del PNISL, se desarrollan importantes acciones de adaptación y mitigación al cambio climático como parte de su gestión cotidiana, entre estas se destaca la cosecha de agua para el resto de consumos que no involucren consumo humano, acciones de uso eficiente de los combustibles y estrategias para la disminución en su consumo, mantenimiento de rondas cortafuego como medida ante los incendios forestales y protocolos de monitoreo de residuos en playas arenosas en conjunto con acciones de voluntariado en el Parque (O. Núñez, comunicación personal, 25 de febrero del 2022).

5.2 Evaluación y análisis de vulnerabilidad al cambio climático

5.2.1 Cadenas de impactos

A continuación, se presentan las cadenas de impacto donde se identifican el desencadenamiento y propagación de impactos de los elementos focales de manejo seleccionados. La descripción sobre estas cadenas de impactos se abordan en el punto 5.3.2 Caracterización de impactos, amenazas y afectaciones actuales.

Figura 24. Cadena de impacto en el ecosistema de bosque tropical seco en el Parque Nacional Isla San Lucas.

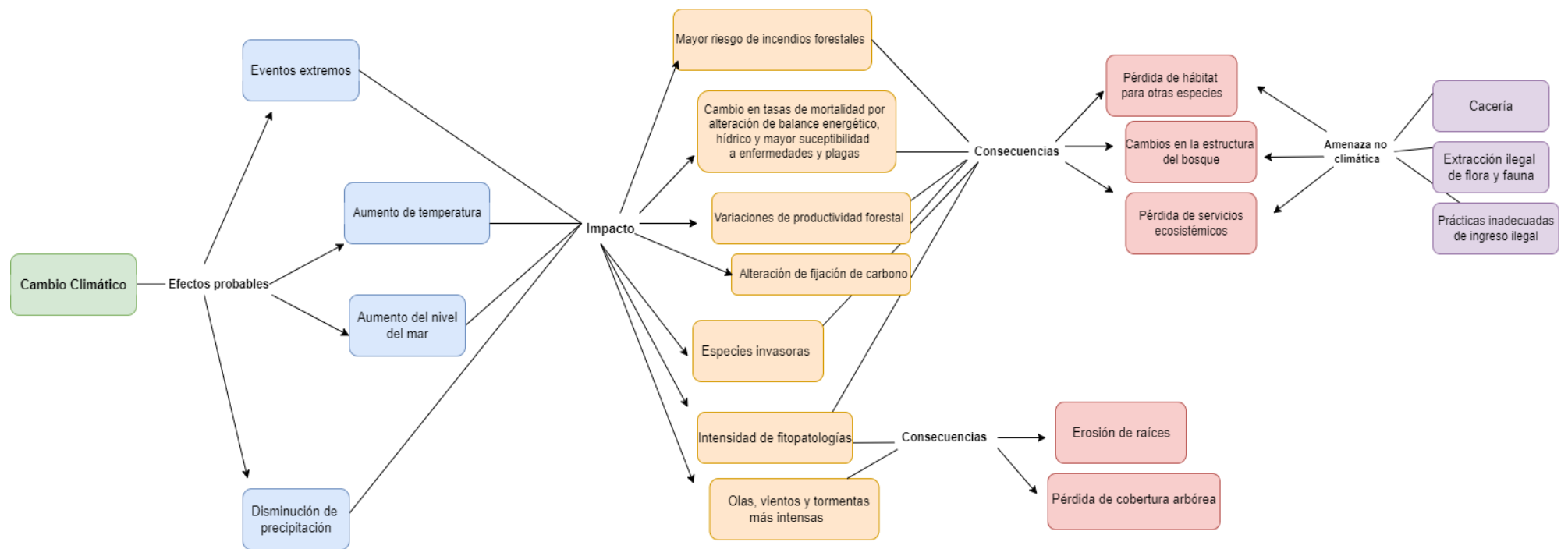


Figura 25. Cadena de impacto en el ecosistema de manglar en el Parque Nacional Isla San Lucas.

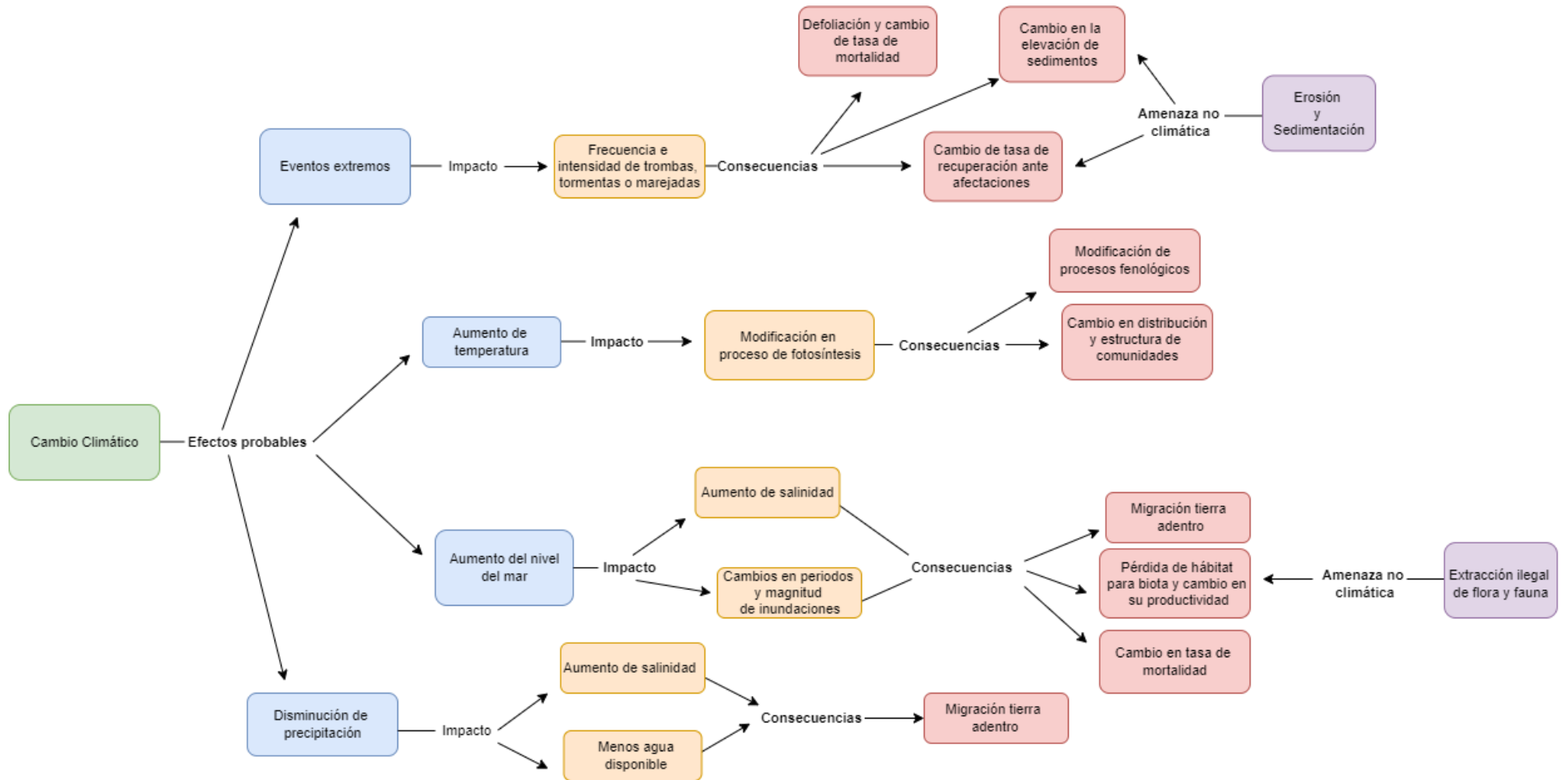


Figura 26. Cadena de impacto en el ecosistema de playas en el Parque Nacional Isla San Lucas.

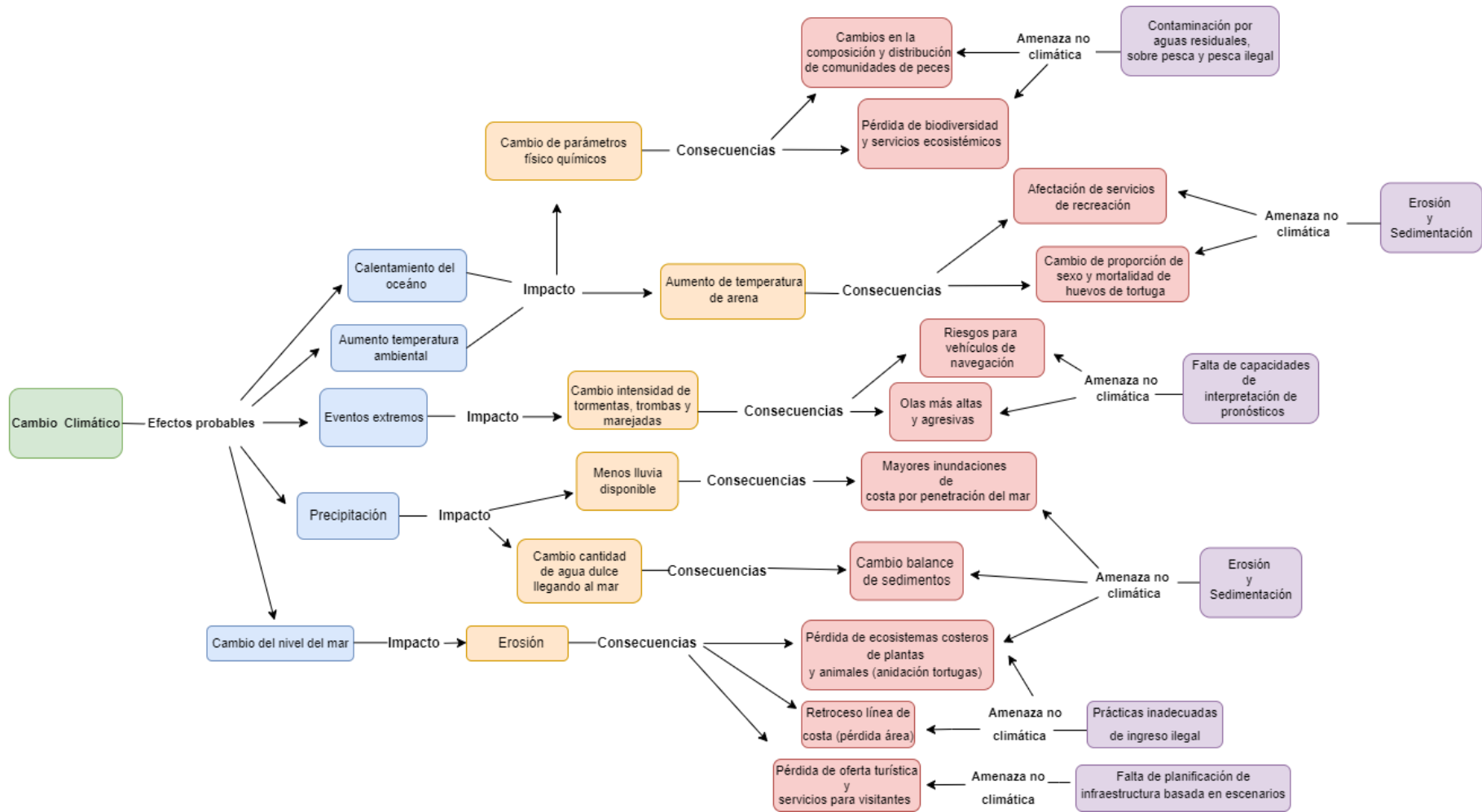
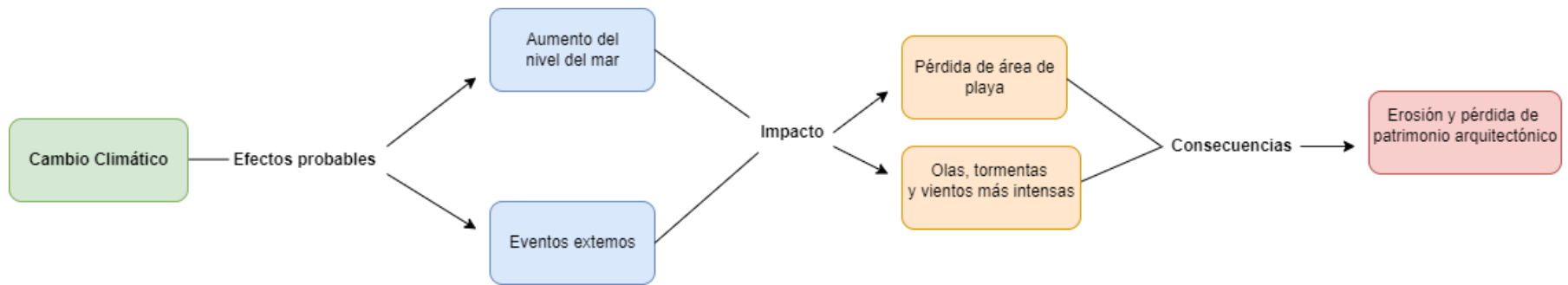


Figura 27. Cadena de impacto en el patrimonio arqueológico en el Parque Nacional Isla San Lucas.



5.3.2 Caracterización de impactos, amenazas y afectaciones actuales

Con respecto a las amenazas antropogénicas, climáticas y afectaciones actuales, se establecen los siguientes cuadros valorativos (Tabla 6, 7, 8, 9, 10 y 11) elaborados con base en información procedente del Plan General de Manejo, un análisis realizado con los funcionarios del ASP, un taller realizado con actores clave y mediante una visita de campo (Figura 28).

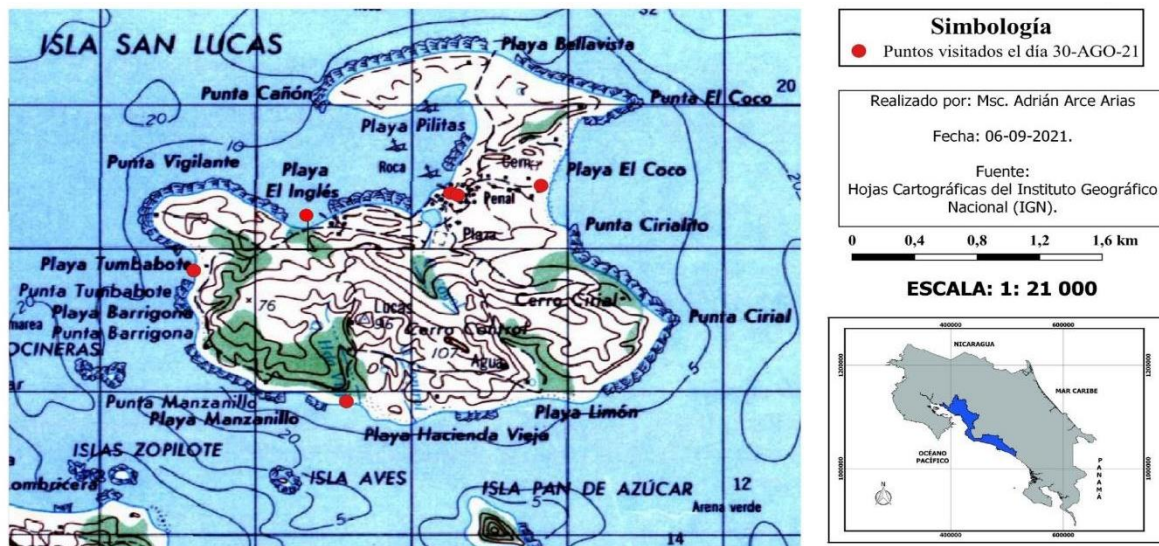


Figura 28. Sitios visitados durante el primer taller participativo, Parque Nacional Isla San Lucas. **Fuente:** SINAC (A. Arce, comunicación personal, 2021).

Tabla 6*Amenazas antropogénicas en Parque Nacional Isla San Lucas*

Categoría	Amenaza	Descripción
Antropogénica	Cacería y uso de vida silvestre	Esta actividad se desarrolla en toda el ASP para la extracción de especies que por su valor de carne son vendidas. Las poblaciones de venados han desaparecido casi por completo, cuando esta era una de las zonas del país con mayor población por área.
	Contaminación	Debido a los residuos sólidos que los turistas ilegales dejan en los alrededores, así como los que arrastran las corrientes marinas (Figura 12 y 13) y son incorporados al ASP. Estos causan pérdida de hábitat para especies, y en los manglares provocan alteraciones en sus flujos hidrológicos por la acumulación de materiales que impiden el flujo normal de agua salada y dulce.
	Extracción ilegal de recursos	Ingreso a la isla por lugares de acceso no permitidos, la principal extracción es de pianguas.
	Introducción de especies	Especies ajenas al hábitat de la isla, que provoca sobrepoblaciones no controladas. Especies de flora como la teca y de fauna como perros y gatos.
	Invasión	Ocupación de tierras del Estado por parte de particulares.
	Pesca ilegal	Actividad que agota las poblaciones de peces, destruye el hábitat marino y fragiliza a la comunidad costera, se da en todos los alrededores de la ASP.
	Turismo ilegal	El irrespeto a las regulaciones y controles de acceso al ASP. La apertura de senderos o trochas en sectores no autorizados aumenta la presencia de actividades tales como extracción de plantas, piedras y fogatas, aumentando las presiones sobre los EFM del ASP y poniendo en riesgo su integridad ecológica.
	Vandalismo	Acciones destructivas contra la propiedad pública, dada en numerosas ocasiones en el ASP provocando pérdidas materiales.

Manejo político del
ASP

Este ha sido considerado por las comunidades de influencia como una amenaza, debido a que lo largo del tiempo las diferentes decisiones de índole político y administrativo sobre la Isla han ocasionado la pérdida y degradación de diferentes recursos dentro de esta.

Actualmente (Poder Ejecutivo, 2022), el proyecto de ley denominado “Fortalecimiento de Competencias del Ministerio de Ambiente y Energía” propone modificar la forma de administración el Parque Nacional Isla San Lucas, mediante la eliminación de la Junta Directiva y la reforma a los artículos 1,5,15 y 16 de Ley de Creación del Parque Nacional Isla San Lucas, Ley N.º 9892 del 24 de agosto del 2020.

Fuente: SINAC, 2020; O. Núñez et al., comunicación personal, 15 de septiembre del 2021; A. Arce et al., comunicación personal, 30 de agosto del 2021; Torrealba, 2021.



Figura 29. Residuos en Playa Cocos. **Fuente:** elaboración propia, 2021.



Figura 30. Residuos en Playa Hacienda Vieja. **Fuente:** elaboración propia, 2021.

Con respecto a las principales fuentes de presión de las amenazas antropogénicas, se identifican las siguientes, las cuales son clave para la valoración de líneas de acción que disminuyan su incidencia en el PNISL y zonas de influencia.

Tabla 7

Principales fuentes de presión de amenazas antropogénicas en PNISL

Amenaza antropogénica	Fuentes de presión
Vandalismo	Desempleo, pobreza, falta de personal y oficiales de seguridad.
Incendios forestales	Acumulación de materiales combustibles, residuos sólidos, fogatas y camping, poco mantenimiento de rondas.
Invasión	Desconocimiento, falta de rotulación, camping y cacería.
Contaminación	Costumbres, corrientes marinas que arrastran residuos, aguas residuales sin tratamiento adecuado y agroquímicos de actividades agrícolas aledañas.

Extracción de flora y fauna (pianguas)	Comercio y trasiego ilegal, desconocimiento, costumbres.
Introducción de especies (teca, perros, gatos)	Desconocimiento y costumbres, debido a que, antes de ser declarado RNVS, estas especies se encontraban en la isla, abandono animal.
Ingreso ilegal	Poco apoyo de instituciones competentes. Evasión de control y permisos de navegación y traslado de turistas. Promoción de actividades ilegales.
Cacería ilegal	Falta de información, costumbres arraigadas, comercio ilegal de carne y pieles.
Manejo político-administrativo	Ideologías políticas y metas de diferentes gobiernos sobre la administración y gestión de esta isla.
Pesca Ilegal	Zona de desove y semillero, uso de artes de pesca ilegales en otras zonas, falta de vigilancia de instituciones competentes.

Fuente: O. Núñez et al., comunicación personal, 15 de septiembre del 2021

Con respecto a la ubicación puntual de algunas de las amenazas identificadas en la **Tabla 7**, se presenta el siguiente mapa (**Figura 31**), el cual permite georreferenciar los principales sitios afectados, entre los cuales destacan Playa El Coco, Tumba Botes y Hacienda Vieja.

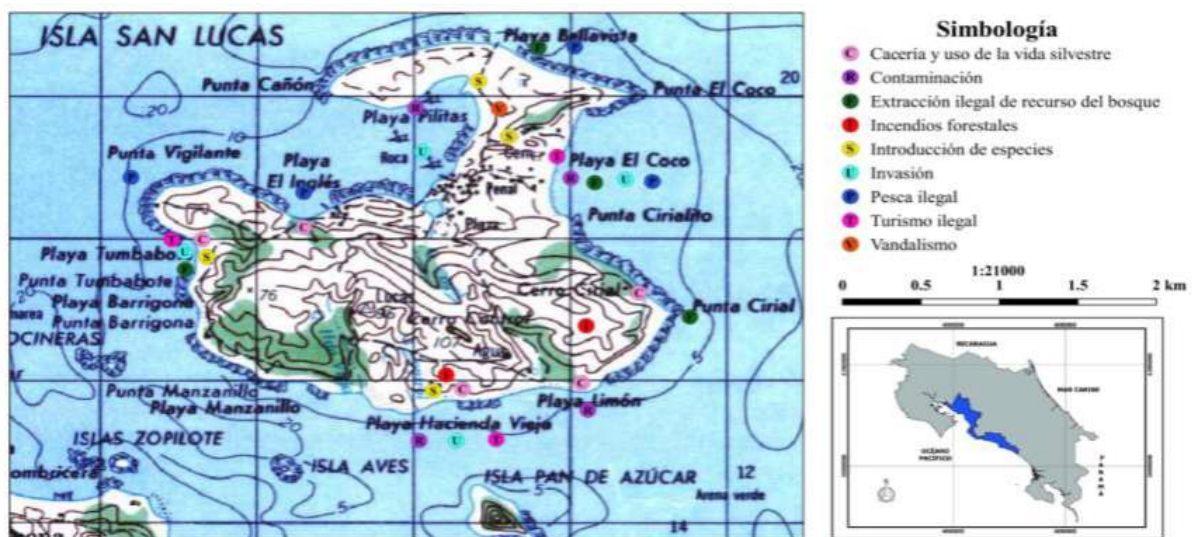


Figura 31. Ubicación de amenazas antropogénicas de la Isla San Lucas. **Fuente:** Parque Nacional Isla San Lucas (O. Núñez, comunicación personal, 10 de febrero del 2021).

El desarrollo de opciones de adaptación requiere la revisión por elemento focal de manejo seleccionado donde se contemplen los efectos probables del cambio climático expresados como amenazas climáticas (**Tablas 8, 9, 10 y 11**), sus impactos y consecuencias, tomando en cuenta las amenazas no-climáticas (**Tabla 6 y 7**), así como fuentes de emisión (**Tabla 8**) del PNISL, los impactos que pueden generar, cuáles ecosistemas o especies son sensibles a la fuente de emisión, y cuáles servicios ecosistémicos tienen el potencial de ser afectados.

Con respecto a las amenazas climáticas, se determinó, según percepción, una mayor afectación con respecto a ecosistemas como el manglar y bosque, mientras que, basado en evidencia e información bibliográfica, la mayor cantidad de impactos potenciales se ubican en ecosistemas marinos y bosque, coincidiendo así con la información de percepción.

Con respecto a las fuentes de emisión, se identifican unas pocas (**Tabla7**) como la inadecuada gestión de residuos orgánicos debido a la presencia de mapaches e inexistencia de infraestructura para este fin; así mismo, emisiones por uso de tanque séptico mejorado. No obstante, esta es tecnología muy nueva instalada en el ASP hace dos años, la cual cuenta con un plan de mantenimiento, por lo que no se consideran aspectos de contaminación del ecosistema marino costero; así mismo, se identifica el uso de hidrocarburos para acciones de prevención y control, acciones de alerta temprana para prevención de incendios forestales, bombeo de agua y generación de energía eléctrica en días de poca radiación solar, ya que el parque cuenta con paneles solares para este fin (O. Núñez, comunicación personal, 22 de agosto de 2022).

Tabla 8

Principales fuentes de emisión de gases efecto invernadero identificadas en el PNISL

Fuentes de emisión	Impactos potenciales	Ecosistemas o especies afectadas	Servicios ecosistémicos afectados
Tanque séptico mejorado	Emisión GEI	Flora y fauna	

Residuos orgánicos	Emisión de GEI (contaminación del aire), aumento del calentamiento global y vinculación con cambio climático.	Mamíferos como mapaches y monos	Aumento de enfermedades, ciclo de nutrientes, calidad de alimentos y fuentes de agua disponibles
Uso de hidrocarburos	Contaminación de agua y aire	Flora y fauna	
Hidrocarburos asociados a la visitación (tour operadores)	Ocasional contaminación de recurso marino por malas prácticas	Ecosistemas marino-costeros en general	Servicios de aprovisionamiento (calidad de agua) y culturales (recreación/turismo)

Fuente: elaboración propia, 2022; SINAC, 2021.

Tabla 9

Posibles impactos del cambio climático a recursos arqueológicos

Estresor climático	Impactos potenciales	Efectos probables
Variabilidad de lluvias (aumento de intensidad y reducción de los periodos de precipitación), aumento de eventos extremos, incremento de velocidad de vientos.	Erosión	Mayores escorrentías, pérdidas de suelos ligadas a cantidades de lluvias con una gran intensidad en periodos de tiempo cortos.
Aumento del nivel del mar	Erosión costera	Aumento de marejadas e inundaciones, pérdida y retroceso de la línea de costa, por ende, pérdida paulatina de los recursos arqueológicos cercanos a la misma.

Fuentes: Reeder-Myers (2015); Ellis (2019).

Tabla 10*Posibles impactos del cambio climático a playas y otros ecosistemas marinos*

Estresor Climático	Impactos potenciales	Efectos probables
Acidificación del océano	Alteración de la cadena trófica	Afectación de muchas especies marinas, ligado a su capacidad de desarrollo y supervivencia, lo cual conlleva consecuencias severas en el suministro de alimentos para seres humanos.
Aumento del nivel del mar	Erosión costera	Pérdida y retroceso de línea de costa, pérdida hábitats y, por ende, de especies o migración de estas, incluyendo especies de flora (Figura 14y 15). Inundación de zonas someras, aumento de los daños por tormentas, modificación de los estuarios (manglares), modificación de los niveles freáticos e intrusión salina en los cauces fluviales y aguas subterráneas. Se esperan afectaciones en los lugares de desembarque para productos pesqueros, embarcaciones y sistemas de cultivos marinos, así como en la infraestructura en la línea de costa en las aguas costeras.
	Pérdida de servicios	Pérdida de servicios de recreación para visitantes y de oferta turística.
Disminución de la precipitación	Disminución de flujo de agua dulce	El flujo y la calidad del agua dulce son insumos para los hábitats marinos y costeros.
Aumento de la temperatura del mar	Reducción de la densidad de la capa superficial del océano y aumento de la estratificación vertical.	Reducción de la disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica (alumbrada) ocasionando disminución de producción primaria y secundaria.

Variación en la concentración de clorofila de fitoplancton.

Aumento de la razón metabólica y crecimiento de clorofila, lo que conlleva una disminución del oxígeno disponible.

Menor solubilidad del oxígeno en agua más caliente y un aumento en la estratificación oceánica en la capa superficial

Muerte de especies y afectación de crecimiento.

Aumento de la velocidad del viento

Repercusión en las corrientes marinas y a mayor escala cambios en la cadena trófica.

Modificación en el transporte y supervivencia de los estadios larvarios y juveniles. marinos. La producción marina, primaria y secundaria puede verse afectada y con ello los alimentos disponibles para las larvas de peces, lo que determinará el grado de éxito del reclutamiento, y a mediano plazo el tamaño de las poblaciones.

Aumento de la energía del oleaje

Olas más altas y fuertes.

Afectación de obras marítimas como muelles, embarcaciones y sistemas de cultivos marinos, así como infraestructura en la línea de costa.

Fuentes: Garrad y Beaumont, 2014; Lizano, 2019.



Figura 32. Raíces expuestas como consecuencia de erosión costera en Playa Cocos, PNISL. **Fuente:** elaboración propia, 2021.



Figura 33. Raíces expuestas como consecuencia de erosión costera en Playa Cocos, PNISL. **Fuente:** elaboración propia, 2021.

Con respecto a la siguiente tabla (**Tabla 11**), cabe destacar que el efecto del cambio climático sobre los manglares no es una discusión agotada, porque no es un fenómeno simple de correlación lineal (Yáñez et al., 2014); muchos aspectos actúan interconectados ecológicamente y por ello continúan siendo hipótesis en desarrollo, sin embargo, se emplean la mayor cantidad de estudios y evidencias de carácter local posibles.

Tabla 11*Posibles impactos del cambio climático al ecosistema de manglar*

Estresor Climático	Impactos potenciales	Efectos probables
Aumento de las temperaturas	Pérdida de cobertura debido a temperaturas superiores a las que se encuentran adaptadas las especies.	Reducción de la viabilidad de semillas por sobreexposición térmica, reducción de la tasa de supervivencia de propágulos, reducción de la supervivencia de adultos e inhibición de la tasa fotosintética.
Cambios en el régimen de lluvias	Concentración de intensidad y tiempo en eventos lluviosos.	Mayor sensibilidad del ecosistema, mayores periodos de inundación en la época lluviosa, dando como resultado una alta mortalidad de propágulos y de adultos.
	Retroceso de línea ribereña	Influencia en la zonación del bosque, transgresión de la línea ribereña hasta una nueva posición de equilibrio en escenarios optimistas.
Aumento del nivel del mar		Derrumbe de paredes de sustrato que sostienen los árboles provocando la caída de estos, inicialmente en zonas ribereñas y dependiendo de la inundación también en zonas más profundas.
	Procesos erosivos y aumento de la zona de inundación	Mortalidad de los propágulos por largos períodos de inundación, imposibilidad de fijación de matóforos inundados (lo que imposibilita el intercambio gaseoso), reducción de la capacidad de las raíces de fijarse al suelo y pérdida del follaje que permanece constantemente inundado en árboles adultos.

Pérdida de fauna asentada en sus raíces. En los manglares la salinidad extrema del sustrato induce fallas hidráulicas y toxicidad por exceso de iones, reduciendo el crecimiento y supervivencia.

<p>Intensidad de eventos extremos (tormentas y sequías)</p>	<p>Intrusión salina</p>	<p>Muerte de los manglares provocados por tormentas que depositan enormes cantidades de sedimentos.</p>
	<p>Sedimentación</p>	<p>En muchos sitios las sequías propician una disminución del dosel y área del manglar, así mismo, se propicia la embolia del xilema inducida por déficit hídrico, lo que genera la mortalidad de plantas.</p>
<p>Aumento en las concentraciones de CO₂</p>	<p>Cambio en el dosel y área del manglar</p>	<p>Respuestas muy específicas y relacionadas estrechamente con otras variables, la mayoría de las especies responderán positivamente al incremento de CO₂ en la atmósfera, pero algunas especies responderán negativamente o exhibirá poco o ningún cambio. El PNISL cuenta con <i>Rhizophora mangle</i>, <i>Laguncularia racemosa</i>, <i>Avicenia germinans</i> y <i>Conocarpus erectus</i>.</p>

Fuente: Piedra y Piedra (2007); Gilman et al.. (2008); Méndez et al. (2016); Alongi (2022); Gauthey y Choat (2019); Mafi-Gholami et al. (2017), SINAC (2019).

Al igual que en el ecosistema de manglar, no todos los bosques secos responderán de la misma manera a los estresores climáticos (**Tabla 12**). Estudios recientes han enfatizado la variación en la composición de especies arbóreas, la biogeografía, los suelos, la topografía y la estacionalidad de las lluvias en estos bosques y sus respuestas (Powers, 2019). Cabe destacar que, a pesar de la enorme importancia ecológica y de subsistencia de estos ecosistemas, están muy amenazados por el cambio climático; sin embargo, han recibido mucha menos atención de las intervenciones de investigación y desarrollo en comparación con los bosques tropicales húmedos (Siyum, 2020).

Tabla 12*Posibles impactos del cambio climático al Bosque Tropical Seco*

Estresor Climático	Impactos potenciales	Efectos probables
	Distribución espacial y abundancia de organismos	Cambio en el número de individuos presentes con tendencias a la reducción del tamaño poblacional de varios grupos taxonómicos, en especial las especies (flora y fauna) más vulnerables.
Aumento de temperaturas / Disminución y variabilidad de precipitaciones	Pérdida de hábitat	Reemplazo de las zonas de vida y consecuentemente de los ecosistemas y sus dinámicas internas.
	Cambios en dinámica forestal interna	Disminución del crecimiento arbóreo, reclutamiento de plántulas y mortalidad arbórea.
	Pérdida de especies	Disminución o pérdida de especies (flora y fauna) más susceptibles y vulnerables.
	Reservas de carbono	Disminución de reservas de carbono.
Aumento de eventos extremos	Sequías	Incendios forestales por exceso de biomasa seca debido a un déficit hídrico.
	Pérdida de especies	Mortalidad de especies más susceptibles a cambios de temperatura o precipitación.
	Cambios en regímenes de perturbación	Posibles afectaciones en servicios ecosistémicos y resiliencia del bosque.

Fuente: Powers, 2019; Syum, 2020; Barquero, 2016; BIOMARCC et al., 2013a; MINAE y IMN (2014).

5.3.3 Exposición

Para la evaluación de la variable de temperatura (**Tabla 13**), se utiliza el escenario RCP8.6 regionalizado por el IMN (2021), en el cual establece una temperatura para finales de siglo en la Región Pacífico Norte de 30,4 °C.

Para el caso de la evaluación de la precipitación (**Tabla 14**), se toma en cuenta las indicaciones del IMN (2021) en su documento titulado como *Proyecciones de cambio climático regionalizadas para Costa Rica*. Este sugiere valorar los alcances y resultados de la investigación de Méndez et al. (2020), debido a que los resultados de precipitación presentados en el documento en cuestión no pudieron ser sujetos a un análisis de corrección de sesgos, procedimiento que se hace necesario en vista de la baja habilidad predictiva que en general muestran los modelos climáticos con la simulación de la precipitación del periodo histórico de referencia (1961-1990).

Tabla 13

Evaluación de exposición de la variable temperatura promedio, escenario RCP8.5 regionalizado por el IMN

Periodo	Promedio de la región (°C)
1970-2000	26,0
2070-2099	30,4
Cambio en la temperatura (°C)	4,4

Fuente: IMN, 2021.

Tabla 14

Evaluación de exposición de la variable precipitación, escenario RCP8.5

Periodo	Promedio de la región (mm)
1960-2000	1575
2070-2099	1381
Cambio en la precipitación (mm)	194

Fuente: elaboración propia con datos del IMN, 2022; Méndez et al. 2020.

Se tiene, entonces, una exposición climática denominada como **Media** para el PNISL (**Tabla 15**), por lo que ese es el grado en el que las personas y sus medios de vida, la infraestructura, la biodiversidad y los activos sociales y culturales podrían verse afectados de forma negativa.

Tabla 15
Exposición climática en el Parque Nacional Isla San Lucas

Variable	Cambio en las variables	Calificación exposición	Clase
Temperatura (°C)	4,4 °C	5	Alta
Precipitación (mm)	194 mm	1	Baja
Calificación promedio exposición climática		3	Media

Fuente: elaboración propia, 2022.

5.3.4 Sensibilidad

A continuación (**Tabla 16**), se muestran las alteraciones humanas que afectan la resiliencia ecológica mapeadas en el Plan General de Manejo del PNISL, así como las amenazas climáticas principales, las cuales determinaron la sensibilidad climática promedio del área protegida como Media, por lo que es prioritaria la creación y articulación de capacidades y planes de acción por parte de la ASP para atender aquellas que actualmente se encuentran calificadas como altas y medias, mitigando así sus efectos sobre ecología del sitio y, por ende, disminuyendo su sensibilidad ante estresores climáticos.

Tabla 16
Sensibilidad climática en el Parque Nacional Isla San Lucas

Amenaza	Tipo	Calificación de la amenaza	Grado de sensibilidad
Ingreso ilegal	Antropogénica	5	Alta
Cacería Ilegal	Antropogénica	3	Media
Pesca Ilegal	Antropogénica	3	Media

Introducción de especies	Antropogénica	1	Baja
Extracción de flora y fauna	Antropogénica	3	Media
Contaminación	Antropogénica	5	Alta
Invasión	Antropogénica	3	Alta
Vandalismo	Antropogénica	1	Baja
Aumento de la temperatura	Climática	5	Alta
Incendios forestales	Climática	5	Alta
Aumento del nivel del mar	Climática	5	Alta
Variación en precipitaciones	Climática	4	Alta
Calificación promedio de sensibilidad climática			3.6 (Media)

Fuente: elaboración propia con datos del SINAC, 2022.

5.3.5 Capacidad adaptativa

5.3.5.1 Gestión del territorio

A partir de la herramienta de efectividad de manejo, la cual es un instrumento de evaluación de la gestión interna del ASP, cuyo objetivo principal permite a los administradores mejorar la conservación y manejo del área protegida; se contempla la evaluación (**Tabla 17**) de distintos ámbitos, como el social, el administrativo, recursos naturales y culturales. La calificación obtenida para el PNISL es considerada como Media.

El resultado de la evaluación de efectividad de manejo para el Parque Nacional Isla San Lucas es mayor al período anterior, pero aun manteniéndose dentro del rango de Poco Aceptable (SINAC, 2021). Por lo que el grado en que esta ASP está protegiendo sus valores y logrando sus objetivos y metas tiene importantes oportunidades de mejora (SINAC, 2017).

Tabla 17

Evaluación de la Gestión del territorio a partir de la herramienta de efectividad de manejo PNISL

Ámbito	Calificación
Social	3
Administrativo	4
Recursos naturales y culturales	2
Calificación promedio	3

Fuente: elaboración propia con datos del SINAC, 2022.

En este caso, destaca la baja calificación de la gestión de los recursos naturales y culturales debido al bajo cumplimiento de los avances en cuanto a los planes de protección, investigación, PECC y de integridad ecológica.

5.3.5.2 Gestión de los elementos del territorio

Según la información recopilada por entrevistas aplicadas al personal del ASP, actores clave y comunidad, las instituciones públicas son quienes muestran un mejor nivel de conocimiento y capacitaciones acerca del cambio climático y sus impactos, específicamente academia, MINAE y MINSAs.

Se hace excepción de instituciones que demostraron poco conocimiento o ningún tipo de capacitación como el Ministerio de Seguridad Pública y Museo Nacional. Con respecto a las comunidades y poblaciones locales, el nivel de conocimiento general sobre este fenómeno es nulo o muy bajo.

Se destacaron como principales organizaciones capacitadoras en el tema el MINAE, la academia y organizaciones como PNUD, las cuales son externas a la zona. Sin embargo, el proceso de capacitación es dirigido en la mayoría de las ocasiones a otras instituciones y no a las comunidades, asociaciones u grupos organizados.

Con respecto al nivel de inclusión del componente de cambio climático en el ASP, tomando en cuenta diversos planes, como el de investigación, monitoreo, manejo de recursos naturales, entre otros, este es nulo; pues se carece de dichos planes específicos y la administración se encuentra en una etapa previa de acercamiento con la academia para elaborar dichas herramientas. Así mismo, no se cuenta con otras investigaciones orientadas en esta línea dentro del ASP (O. Núñez, comunicación personal, 30 de marzo del 2022).

Entre los aspectos por destacar, se cuenta con una revisión a lo interno del ASP de la zonificación del ASP considerando el componente de cambio climático, específicamente orientada a los senderos, para que estos funcionen como rondas corta fuego en caso de un incendio forestal y se pueda intervenir con maquinaria en caso de una eventual emergencia. Así mismo, desde hace algunos años, en el ASP se realizan rondas corta fuego de manera periódica, para prevenir los incendios forestales (O. Núñez, comunicación personal, 30 de marzo del 2022).

Otras actividades ejecutadas que contribuyen a la mitigación y adaptación en la isla corresponden a la cosecha de agua, generación de energía eléctrica con paneles solares, numerosos monitoreos periódicos de residuos en las playas con distintos actores clave y medidas para la reducción y uso racional de combustibles fósiles (O. Núñez, comunicación personal, 30 de marzo del 2022).

Por lo anterior, y la puntuación de los distintos indicadores, se determinó una calificación denominada como baja (**Tabla 18**) para la Gestión de los elementos del territorio en el PNISL. En esta se destaca la exclusión del tema de cambio climático en los planes de investigación y monitoreo del PNISL.

Tabla 18

Evaluación de la gestión de los elementos del territorio

Indicadores de la gestión	Calificación
1. Nivel de conocimiento del personal, actores y poblaciones locales acerca de los principales impactos del cambio climático en el entorno	3.5

2. Nivel de conocimiento del personal, actores y poblaciones locales para la adaptación al cambio climático	2.5
3. Nivel de inclusión de temas relacionados con el cambio climático y adaptación en los planes de manejo, investigación y monitoreo	1
4. Manejo de ecosistemas que mitigan amenazas no climáticas (por ejemplo: contaminación)	3
5. Revisión de límites y zonificación del territorio considerando aspectos de adaptación al cambio climático.	2
Promedio total	2.4

Fuente: elaboración propia, 2022.

5.3.5.3 Conectividad entre ASP

Las islas son conocidas como sitios con una baja conectividad para la migración de especies debido, entre otros, a que la mayoría de las especies como anfibios, reptiles y mamíferos se encuentran en aislamiento, con excepción de las aves y, en este caso, de las especies marinas. Por ello, las islas son sitios catalogados como sitios de baja dispersión (Itescu, 2018), estas, entre otros, actúan como reservorios genéticos de las especies continentales (CBD, 2009).

Es importante destacar, en este caso, que cuando la conectividad en un sitio es alta, cumple la función de facilitar el intercambio genético, regulación de microclimas y la conservación de las especies, entre otros (Hilty et al, 2021).

En este caso, el Parque Nacional Isla San Lucas contiene dentro de su zona de influencia el Corredor Biológico Peninsular, el cual se extiende desde los 0 msnm hasta los 700 msnm, abarcando una extensión aproximada de 64.218 hectáreas. Este corredor biológico se encuentra en la provincia de Puntarenas, sobre los distritos de Lepanto, Paquera y Cóbano, incluyendo las islas aledañas. Posee una baja fragmentación y un índice de resistencia que contribuye al paso de las especies (SINAC, 2017). Actualmente, este corredor posee un Plan

de Gestión Local (2017-2022), con estrategias y responsables claramente definidos, los cuales se encuentran activos en el ejercicio de sus funciones (SINAC, 2017).

Por otra parte, se identifica el Corredor Biológico del Pájaro Campana, el cual se extiende desde los 0 msnm hasta los 1800 msnm, abarcando una enorme cantidad de ecosistemas distintos en 78.000 hectáreas terrestres y 10.000 hectáreas marinas, siendo el único corredor en el país que tiene como objetivo conectar ecosistemas de bosque nuboso con ecosistemas marino-costeros del Golfo de Nicoya, abarcando, entre otros, todo el cantón de Puntarenas (Municipalidad de Puntarenas, 2022).

Sin embargo, la gestión de este corredor, si bien muestra avances importantes, ha presentado muchos retos para su adecuada y formal gestión, debido a la complejidad socioeconómica, ambiental y geográfica que representan las distintas comunidades involucradas, por lo que, a nivel de gestión del corredor, existen deficiencias importantes (Welch et al., 2011).

Así mismo, se identifica el Estero de Puntarenas y manglares asociados, ubicado en el cantón de Puntarenas y distribuidos en seis distritos, el cual cuenta con un Plan General de Manejo reciente; sin embargo, es conocido que la situación actual de este ecosistema sigue siendo compleja debido a las actividades productivas que se desarrollan en sus límites, los cuales hasta la fecha no han sido modificados, como sugiere el mencionado Plan (SINAC, 2018).

Así mismo, dichos límites han sido irrespetados a lo largo de los años por distintas actividades productivas y asentamientos urbanos, ocasionando la pérdida exponencial de este ecosistema. Actualmente, las limitaciones de capacidades que recaen sobre las autoridades encargadas de prevención, protección y control siguen propiciando la tasa de pérdida de manglar y el deterioro de los recursos de interés para el aprovechamiento, debido al irrespeto de las regulaciones y la falta de implementación de acciones efectivas de control por parte de las autoridades competentes (SINAC, 2018).

Actualmente, la fragmentación de este Estero, el cual también está vinculado dentro del CB Pájaro campana, es alta, resultando en una baja conectividad con otros ecosistemas continentales, pero con una alta tasa de biodiversidad y especies en peligro de extinción presentes en este ecosistema (SINAC, 2018).

Ahora, con respecto a la conectividad de las áreas marinas, actualmente, se identifica a los alrededores del ASP, el Área Marina de Manejo Cabo Blanco, la cual posee una extensión de 82071,25 hectáreas marinas y se encuentra ubicado al sur de la Península de Nicoya, en el área marina que abarca gran parte de la línea de costa (pleamar ordinaria) del distrito de Cóbano, en la provincia de Puntarenas, desde Punta Cocoloco hasta Playa Manzanillo (SINAC, 2017b).

Se identifican, a su vez, tres Áreas Marinas de Pesca Responsable, ubicadas en Isla Venado, Isla Caballo y Paquera-Tambor, Golfo de Nicoya, la cual incluye el ASP (Umaña y Arroyo, 2021). Cabe destacar que esta limita con el Área Marina de Manejo Cabo Blanco, brindando continuidad a la gestión de los recursos marinos.

No obstante, en estas áreas se identifica como principal amenaza la pesca ilegal y el uso de artes poco selectivas; en el caso del Área Marina de Manejo Cabo Blanco, se señala que esto ocurre por parte de personas provenientes de otros sectores del Golfo de Nicoya y Guanacaste (SINAC, 2017b). Mientras en las otras tres áreas marinas de pesca responsable se indica, según actores clave, que esto ocurre por personas de la misma comunidad, por lo que los esfuerzos de dichas áreas podrían estar siendo limitados ante la falta de control.

Con respecto a los mamíferos, reptiles, anfibios y aves presentes en la isla y contemplados dentro del respectivo Plan General de Manejo, la lista no es muy amplia (SINAC, 2020) y son especies características del bosque seco. Sin embargo, se identifican algunas especies catalogadas como en peligro de extinción por el SINAC y algunos por la IUCN como el mono congo (*Alouatta palliata*), la lora nuca amarilla (*Amazona auropalliata*) y perico catano (*Aratinga canicularis*) (SINAC, 2017c). En cuanto a especies marinas, destaca la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), la cual se encuentra, a su vez, catalogada como en peligro de extinción (SINAC, 2017c).

Referente a la gestión ambiental de los ecosistemas aledaños, destacan importantes proyectos como la restauración de 300 hectáreas y conservación de 3000 ha de manglares en el Humedal Estero Puntarenas y Manglares Asociados, ubicadas en el cantón central de Puntarenas, el cual es liderado SINAC con apoyo de la Fundación Tierra Pura junto con Conservación Internacional y el CATIE (Fundación Tierra Pura, 2021).

El subproyecto del Corredor Biológico Pájaro Campana llevado a cabo por la Asociación Mariposas del Golfo busca promover el desarrollo turístico sostenible y las condiciones de calidad de vida de las comunidades aledañas al Corredor mediante la integración y aprovechamiento de actividades productivas y la protección de los recursos naturales (ACICAFOC, 2019).

Destacan proyectos como Trees for seas ubicados en Punta Morales, Puntarenas, trabaja en la restauración de bosques secos tropicales y manglares, asociándose con esfuerzos de conservación establecidos en las montañas para aumentar la conectividad de los bosques del Corredor Biológico del Pájaro Campana. El proyecto, además, apoya el desarrollo económico en una comunidad con altos índices de pobreza al brindar oportunidades de empleo formal mediante la plantación de árboles y su cuidado para la construcción de barcos de carga libres de emisiones, mediante un modelo de economía regenerativa y desarrollo sostenible, capacitando a las comunidades. Una de sus fincas más importantes de bosque seco posee 12 hectáreas destinadas a reforestación donde la meta es plantar 3000 árboles nativos (Astillero Verde, s.f.).

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, en colaboración de criterio experto, el resultado de la calificación de los distintos indicadores ha resultado en una conectividad medio baja del Parque Nacional Isla San Lucas para la migración de especies, dado la naturaleza biogeográfica del área de estudio y el contexto actual de sus zonas de influencia.

Tabla 19

Indicadores actuales de conectividad entre ASP para la migración de especies

Indicadores de conectividad entre ASP para la migración	Justificación	Calificación
1. Las características del corredor biológico contribuyen a la migración de especies de aves ante el cambio climático: tamaño, rango altitudinal, punto de mayor altitud.	Consideraciones de conectividad entre hábitats naturales (que tan fragmentados se encuentran, uso de suelos en zonas aledañas). Presencia y calidad de corredores biológicos aledaños vinculados con la avifauna de la isla.	2
2. Las características del	Existencia de áreas marinas	

<p>corredor biológico contribuyen a la migración de especies marinas ante el cambio climático.</p>	<p>protegidas absolutas, áreas marinas de pesca responsable y áreas marinas de uso múltiple que facilite la dispersión y conservación de especies marinas. Consideraciones de conectividad entre estos hábitats (que tan fragmentados o afectados por el humano se encuentran).</p>	2
<p>3. Características de las especies terrestres presentes en la isla.</p>	<p>Se consideran aspectos de endemismo, así como el tipo, la abundancia y la categoría de amenazas de especies terrestres presentes en la isla, así mismo se considera la presencia de las especies en cuestión en corredores biológicos y áreas protegidas cercanas.</p>	3
<p>4.El ASP cuenta con uno o más corredores biológicos aledaños cuyo diseño facilita la dispersión de biota bajo las condiciones cambiantes del clima.</p>	<p>Se considera la sensibilidad de las especies presentes en la isla a cambios en las condiciones climáticas.</p> <p>Cantidad de corredores biológicos aledaños vinculados con el PNISL.</p> <p>Los corredores biológicos aledaños deben contar con un diseño adecuado que facilite los movimientos de una mayoría de la biota presente bajo condiciones climáticas actuales y futuras. Es importante considerar el nivel de representatividad de ecosistemas de la región y la gradiente altitudinal que el territorio abarca.</p>	3
<p>5.Cantidad de proyectos actuales para mejorar las</p>	<p>Se considera la realización de proyectos relevantes (reforestaciones, planes de</p>	

condiciones de ecosistemas	manejo, áreas marinas	3
aledaños que faciliten la migración de especies (avifauna y marítima) cambiantes del clima.	protegidas) en cuanto a la conservación de ecosistemas aledaños que contribuyan a la conservación y migración de especies afectadas por el cambio climático.	
Promedio total		2.6

Fuente: elaboración propia, adaptado de Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016), con información de SINAC (2017), Marra et al. (2006), Gao et al. (2020), Dunn et al. (2019), Samayoa (2014), Hilty (2021).

5.3.5.4 Capacidad adaptativa de las poblaciones locales

Se ha determinado (**Tabla 20**) que la capacidad de las poblaciones locales para aprovechar las oportunidades y enfrentar los impactos ocasionados por el cambio climático es Baja, lo que sugiere, entre otros, la necesidad de un fuerte enfoque hacia las comunidades, el fortalecimiento de sus capacidades, conocimientos y sus medios de vida.

Lo anterior, con base en los resultados de la caracterización previa del área de estudio. Aunado, a su vez, a la capacidad de las comunidades de influencia para hacerle frente a las amenazas y posibles impactos derivados del cambio climático, las cuales actualmente son deficientes, debido a que no existe un comité local de emergencias o forma organización comunitaria similar, en ninguna de las comunidades en cuestión para accionar ante posibles eventos. Sin embargo, la Comisión Municipal de Emergencias de Puntarenas se encuentra trabajando en una estrategia para promover la conformación de dichos comités en todos los distritos que actualmente no lo poseen (A. Rodríguez, comunicación personal, 18 de abril del 2022).

Tabla 20

Indicadores de la capacidad adaptativa al cambio climático de las poblaciones locales y aspectos sobre la obtención de información

Indicadores	Calificación
Proporción de grupos humanos demográficamente vulnerables que requieren más apoyo para la adaptación al cambio climático.	3

Proporción de la población que depende de los recursos naturales/servicios ecosistémicos más sensibles al CC para sostener sus medios de vida.	2
Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima por parte de los pobladores.	2
Capacidad de organización de la comunidad frente a los impactos potenciales del CC.	3
Acceso equitativo a los recursos y servicios que permiten una mayor capacidad adaptativa a los pobladores locales.	2
Calificación promedio	2

Fuente: elaboración propia, 2022.

En consecuencia, se identifican pocas acciones de carácter comunal enfocadas a la disminución de emisiones, monitoreo de cambios, prevención de riesgos, movilización de recursos y actividades de sensibilización en torno al cambio climático. Una de las oportunidades de mejora más importantes reside en la baja cantidad de comités locales de emergencia, los cuales eventualmente podrían ser una plataforma importante de vinculación con el aspecto de la adaptación y mitigación al cambio climático.

Se tiene, entonces, a partir de los diferentes indicadores analizados, una capacidad adaptativa denominada como baja para el PNISL (**Tabla 21**), lo que determina como baja la capacidad actual de las poblaciones locales a aprovechar las oportunidades y enfrentar los impactos ocasionados por el cambio climático, teniendo mayor influencia en este resultado un bajo acceso equitativo a recursos y servicios que permiten una mayor capacidad adaptativa a los pobladores locales, grandes porcentajes de la población que dependen de los recursos naturales que se ven afectados por el cambio climático, deficiente organización comunitaria ante riesgos y poco conocimiento sobre el tema de cambio climático.

Tabla 21*Capacidad adaptativa en el Parque Nacional Isla San Lucas y zonas de influencia*

Indicador	Calificación
Gestión del territorio (herramienta de efectividad de manejo)	3
Gestión de los elementos del territorio	2.4
Conectividad para la migración de especies	2.6
Capacidad adaptativa de poblaciones locales	2
Calificación promedio capacidad adaptativa	2.5

Fuente: elaboración propia, 2022.

5.3.5.5 Vulnerabilidad y resiliencia

De la utilización de la *Ec. (1)* en la cual se emplean los resultados globales obtenidos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, se calcula el valor cuantitativo de la vulnerabilidad del ASP, lo cual da como resultado el valor cuantitativo de 4.7, lo que indica una vulnerabilidad media del ASP y sus comunidades de influencia. El resultado anterior, indica que el valor del impacto potencial (resultado de la suma de la sensibilidad más exposición) es medio, mientras que la capacidad adaptativa es baja, por lo que el valor cuantitativo de la vulnerabilidad arroja un resultado medio, el cual casi alcanza los límites de alto (valor cuantitativo de 5 o más).

Ahora, derivado de la aplicación de la *Ec. (2)* y el **Anexo 24**, los cuales emplean los resultados del parámetro de sensibilidad y capacidad adaptativa, se diagnosticó que la resiliencia, es decir, la capacidad del PNISL para absorber las perturbaciones y reorganizarse, mientras se somete a cambios para conservar aún la misma función, estructura, identidad y experimentar las retroalimentaciones ante el cambio climático y sus posibles impactos, este caso, es media. Lo anterior, debido a una capacidad adaptativa baja y una sensibilidad media (**Anexo 24**).

El resultado anterior, el cual sugiere una vulnerabilidad media del PNISL, así como de sus comunidades aledañas, se ve influenciado, principalmente, por una deficiente capacidad

adaptativa de las poblaciones locales, el poco conocimiento por parte de actores clave sobre los impactos y formas de adaptación y mitigación del cambio climático en la zona de estudio; la gran cantidad de presiones antropogénicas que disminuye la capacidad de respuesta ecológica ante los impactos climáticos y, finalmente, una exposición considerable con base en las proyecciones futuras de temperatura y precipitación que se experimentarán en la zona de estudio para el mediano y largo plazo.

Por lo que se determina la existencia de un potencial real de organización y capacidad del ASP y sus comunidades aledañas para hacer frente a los cambios e impactos que el cambio climático trae consigo. Sin embargo, es necesario una planificación estratégica adecuada, así como una integración y compromiso comunitario para lograrlo, lo cual incluye el fortalecimiento de las capacidades actuales de todas las partes involucradas.

5.4 Plan Específico de Cambio Climático para el Parque Nacional Isla San Lucas

5.4.1 Objetivos y metas de conservación del Plan de Manejo vigente

La guía para la elaboración de los planes específicos de cambio climático en las ASP del país indica que primero se requiere hacer una revisión del Plan General de Manejo del ASP, que permite una comprensión profunda de las metas y objetivos de la herramienta de gestión vigente del ASP, para así identificar aciertos y proponer aspectos de mejora que logre una integración del Plan Específico de Cambio Climático (PECC) con los otros planes estratégicos que posee el ASP.

Esta se ejecuta basada en los resultados de amenazas, posibles impactos y cambios esperados debido al cambio climático. A continuación, se describen los aciertos encontrados y oportunidades de mejora del Plan General de Manejo del Parque Nacional Isla San Lucas 2020-2030 (SINAC, 2020) (**Tabla 22 y 23**).

Tabla 22

Acierto(s), objetivo(s), estrategia(s) o actividad(es) relacionados con las amenazas al CC presentes en el Plan General de Manejo del Parque Nacional Isla San Lucas 2020-2030

Apartado del Marco Estratégico para la gestión del ASP	Acierto (s), objetivo(s), estrategia(s), actividad(es) relacionados con las amenazas al CC
Introducción	<ul style="list-style-type: none"> ● El plan de manejo busca orientar y fortalecer la gestión del ASP y reducir o eliminar las amenazas que afectan de forma negativa a los elementos focales de manejo (EFM). Se desarrollan las estrategias de conservación, considerando la inversión de recursos y las capacidades institucionales.
Análisis FODA	<ul style="list-style-type: none"> ● En el apartado de Amenazas se contempla al cambio climático como una de ellas, las cuales se han identificado de forma participativa.
Análisis FODA	<ul style="list-style-type: none"> ● Se identifican debilidades relacionadas de manera directa e indirecta con el CC como: la falta del reglamento de uso público para regular la actividad turística, inexistencia de demarcación física del área marina del refugio, falta de definición técnica de la normativa (6 metros en el área marina no inmersa dentro del área marina protegida), limitado conocimiento del recurso marino del refugio, carencia de recursos, sitios de fácil acceso que dificultan el monitoreo del recurso natural.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Se contempla la propiciación de las condiciones para la adaptación de los sistemas marino-costeros y terrestres al cambio climático. Así como la promoción de la sensibilización de los visitantes y pobladores locales hacia la conservación de la biodiversidad marino-costera y terrestre presente en el Refugio y los bienes y servicios que se obtienen.
Planes Específicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Para efectos del presente trabajo de graduación destacan: Plan específico de delimitación del área marina, de equipo e infraestructura, manejo de residuos, voluntariado, educación ambiental, turismo

sostenible, de prevención, protección y control, investigación, adaptación y mitigación al cambio climático, de manejo de recursos naturales, de recursos culturales y arqueológicos, de integridad ecológica y de emergencias.

Programas de manejo	<ul style="list-style-type: none">● Presencia de programas de manejo en función de las necesidades del ASP para lograr sus metas y objetivos planteados en el PGM.
Elementos focales de manejo	<ul style="list-style-type: none">● El elemento focal de manejo de Bosque identifica al cambio climático como una de sus amenazas específicas
Actores clave	<ul style="list-style-type: none">● Identificación preliminar de actores y sectores asociados para generar alianzas, las cuales contribuirían directa o indirectamente con el presente Plan
Líneas Estratégicas	<ul style="list-style-type: none">● Dirigidas hacia la reducción de amenazas, restauración, incremento de capacidades, mejora de la sostenibilidad de los recursos y generación de información.● En todas las líneas estratégicas existe al menos un objetivo que contribuye con la mitigación de las amenazas identificadas, especialmente antropogénicas que aumentan la sensibilidad del ASP al CC.● Las debilidades identificadas en el FODA se ven reflejadas dentro de las metas y actividades propuestas en cada una de las líneas estratégicas con el fin de priorizar las amenazas existentes lo que a su vez disminuirá las amenazas en el ASP.
Programas de Manejo	<ul style="list-style-type: none">● La presencia de programas de manejo en distintas líneas de acción en función de las necesidades del ASP para lograr sus metas y objetivos planteados en el Plan General de Manejo y por ende de manera directa con aspectos del presente Plan.

Ahora, con el fin de mantener uniformidades en el Plan de General de Manejo (PGM) del ASP y el Plan Específico de Cambio Climático, se realiza una revisión y análisis que

permita identificar oportunidades de mejora (**Tabla 23**), y las medidas de adaptación que se pueden vincular con el PGM (**Anexo 28**), esto con el objetivo de buscar la integración de los instrumentos de planificación del Parque.

Tabla 23

Oportunidades de mejora relacionadas con las amenazas ante el CC del Plan General de Manejo del Parque Nacional Isla San Lucas 2020-2030

Apartado del Marco Estratégico para la gestión del ASP	Oportunidades de mejora relacionadas con las amenazas ante el CC del ASP
Línea Estratégica de recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> ● Se sugieren estudios específicos en la línea de CC enfocados en los EFM seleccionados en el presente Plan, así como en sus diferentes componentes, sus estados actuales y posibles respuestas ante impactos potenciales por el CC
Planes de Manejo	<ul style="list-style-type: none"> ● La integración del componente del cambio climático en los objetivos de los planes de manejo, ya que las distintas actividades realizadas en los programas podrían afectar de una u otra forma los aspectos de mitigación y adaptación e inclusive afectar a corto, mediano o largo plazo las acciones, proyectos o inversiones realizadas en algunos de estos programas. Así mismo, al contemplar el cambio climático, se pueden potenciar las distintas estrategias planteadas para estos programas específicos generando sinergias positivas.
Actores clave	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar de manera muy prioritaria la caracterización profunda de los diferentes actores clave, contemplando grupos organizados de las comunidades de influencia. Así como la identificación de convenios y alianzas más urgentes con cada uno de ellos para el cumplimiento de metas y objetivos.
Plan de Turismo Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> ● Generar líneas de acción orientadas a la integración de los principales <i>tour</i>

	operadores dentro del Plan de Turismo Sostenible para generar alianzas que logren la capacitación de estos actores en el tema.
Elementos focales de manejo	<ul style="list-style-type: none"> ● El recurso marino costero no identifica como una de sus amenazas el cambio climático, lo mismo sucede con el recurso arqueológico. Se recomienda incluirlas.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> ● Mucha alusión a amenazas antropogénicas, pero existe una fuerte necesidad de exponer las amenazas debido al cambio climático. ● La severidad del aumento del nivel del mar como amenaza natural debe ser sumamente considerada, la cual además es interseccional con todos los EFM presentes en la Isla, las poblaciones aledañas y sus medios de vida, así como el equipo de trabajo del ASP.
Plan específico de prevención, protección y control	<ul style="list-style-type: none"> ● En la propuesta de este Plan, se sugiere enfocar el monitoreo e investigación en la línea del CC, así mismo, se sugiere vincular algunas medidas de control sobre amenazas reales o potenciales con los resultados de análisis de vulnerabilidad al CC.
Plan específico de investigación	<ul style="list-style-type: none"> ● En el momento de la elaboración de este plan, se sugiere definir y sistematizar el CC como uno de los tópicos de investigación requeridos en la gestión del ASP.
Plan de educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ● En el momento de la elaboración de este plan, se sugiere la creación de una línea de contenidos que contemplen los distintos perfiles de poblaciones a las que irán dirigidos para su respectiva adaptación de formato, lenguaje y temas. ● En dicha línea de contenidos será primordial la inclusión del CC y su relación con las amenazas naturales y antropogénicas, los servicios ecosistémicos, la mitigación y adaptación.

Gobernanza

- Sistematizar las diferentes acciones que implican el alcance de las metas para cada uno de los programas, bajo un procedimiento documental, con la finalidad de poseer registros, evidencias, indicadores, una línea base, entre otros.
 - Crear alianzas para la capacitación del personal que labora en el PNISL con respecto al cambio climático, permitiéndoles tener una preparación con bases técnicas para el abordaje del presente plan.
 - Creación de un comité de cambio climático con actores clave de los diferentes planes específicos del ASP para analizar periódicamente el cumplimiento de las distintas metas con el enfoque de CC.
 - Generar un anexo en el Plan General de Manejo en donde se evidencie que acciones en concreto se han realizado para otorgar el porcentaje de cumplimiento anual dentro del Plan de implementación del monitoreo del ASP.
-

5.4.2 Identificación, evaluación y selección de medidas ante el cambio climático

5.4.2.1 Líneas estratégicas

Tomando en cuenta los principales resultados de caracterización del sitio de estudio y la evaluación del análisis de vulnerabilidad, los cuales tienen incidencia directa con la integridad de los elementos focales de manejo analizados y se encuentran dentro de la capacidad de la administración del Parque Nacional Isla San Lucas (PNISL) de abordar, se establecen las líneas de acción estratégicas por desarrollar en el periodo 2023-2028, las cuales fueron validadas en un Taller participativo con la asistencia de diferentes actores sociales claves del PNISL:

- 1. Fomento de comunidades resilientes ante el cambio climático**

2. Investigación y monitoreo sobre cambio climático y biodiversidad
3. Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC
4. Educación y sensibilización sobre cambio climático y la gestión del PNISL

5.4.2.2 Evaluación y selección de medidas

A continuación, se presenta la sistematización de la labor participativa para la validación, construcción y priorización de medidas (**Anexos 38-41**).

5.4.2.2.1 Restricciones y consideraciones

Las medidas propuestas por los diferentes actores clave fueron analizadas en su totalidad por el criterio experto del sector planificación del ACOPAC, lo cual resulta en el descarte o modificación de algunas de estas, debido a los alcances y competencias legales del SINAC y la naturaleza de ciertas medidas propuestas (**Anexo 42**).

5.4.2.2.2 Evaluación y selección

Las medidas presentadas, a continuación, se consideran factibles como posibles medida de adaptación ante el cambio climático, estas son medidas sencillas y, a su vez, adecuadas técnica y logísticamente para el contexto actual del PNISL; así como culturalmente apropiadas a raíz de su componente participativo que involucró desde representantes comunales, empresa privada, gobierno local, academias y SINAC, entre otros. Sin embargo, se aplica el **Anexo 43** para evaluar otros criterios de factibilidad con base en el criterio de investigadora, así como criterio experto por parte de la administración del PNISL y, principalmente, de planificación del ACOPAC.

Con respecto a la línea estratégica de “Fomento de comunidades resilientes ante el cambio climático” (**Tabla 24**), destacan las primeras tres medidas. Inicialmente, la capacitación de los *tour* operadores sobre la legislación para realizar turismo científico y de voluntariado en la isla es técnica y logísticamente alcanzable, en cooperación con funcionarios del SINAC expertos en la materia que se desplace a la zona a ejecutar dicha capacitación, así mismo la logística es común (**Anexo 43**) de las actividades participativas del PNISL. Mientras que, con respecto a la factibilidad financiera, la medida implicaría un

presupuesto moderado para la alimentación necesaria para su desarrollo y ejecución considerado como moderado y gestionables mediante alianzas de cooperación con actores clave.

Por otra parte, la medida no presenta riesgos considerables (**Anexo 43**) para su ejecución, aunque depende de la anuencia y disponibilidad de altos funcionarios del SINAC. Por último, la medida se podría complementar con los planes específicos de turismo sostenible, investigación, voluntariado, manejo de residuos y educación ambiental, los cuales aún no se encuentran desarrollados, sin embargo, se encuentra debidamente identificados para esta ASP; y la mayoría se encuentran en proceso de realización, representando la medida con una mayor complementariedad en la presente línea estratégica.

Esta opción resulta de gran importancia porque la eventual realización de turismo de esta índole (voluntariado y científico) generaría información y recurso humano de gran importancia para el PNISL y el cumplimiento de objetivos de acción climática, a la vez que refuerza la actividad turística de la zona; aumenta los ingresos por concepto de visitación del ASP y genera actividades económicas más orientadas a la sostenibilidad y educación ambiental, las cuales pueden convertirse en acciones importantes para la vigilancia de los recursos del PNISL y sus alrededores.

Ahora, la segunda medida propuesta (**Tabla 24**) en esta línea estratégica surge de su modificación, debido a conflictos de alcances y competencias del SINAC con respecto a la medida original propuesta (**Anexo 42**); por lo que la medida actual, enfocada a facilitar un resumen ejecutivo de los resultados del análisis de vulnerabilidad al Gobierno local, INCOPECA, MAG e INDER que exprese la importancia de capacitación a sectores agropecuarios de la zona sobre la adaptación y resiliencia de sus actividades ante el CC, es altamente factible en la mayor parte de ámbitos evaluados (técnico, logístico, financiero y riesgo). Sin embargo, presenta un bajo nivel de complementariedad porque no se relaciona de manera directa con ninguno de los otros planes específicos identificados para el parque; aunque a nivel de comunidad y zona de influencia, es muy relevante por su vínculo con la economía y aspectos sociales de la zona.

La tercera medida, enfocada a la realización de un conversatorio con los pescadores artesanales del golfo de Nicoya y Puntarenas, se visualiza como una gran oportunidad de acercamiento, difusión de información y educación con uno de los actores clave más involucrados con el uso, vigilancia y protección de los recursos y servicios ecosistémicos

generados por el PNISL. Su ejecución es factible desde aspectos logísticos y financieros, a su vez se relaciona indirectamente con los planes específicos de educación y de protección y control.

La última medida propuesta (**Tabla 24**) se basa en dar seguimiento a la labor del Comité Municipal de Emergencias para favorecer y propiciar la conformación de comités locales de emergencia y mejorar el conocimiento de la gestión de estos comités, así como su vinculación con la adaptación ante el cambio climático. Esta surge de los resultados del análisis de vulnerabilidad que demuestra el bajo nivel de capacidad adaptativa de las poblaciones locales.

Ahora, la factibilidad técnica y financiera de la medida es alta, puesto que no implica habilidades o conocimientos ajenos a la función actual, tampoco implica inversiones monetarias directas fuera del presupuesto actual del parque. Sin embargo, ser parte de este comité de emergencias resulta finalmente en una acción voluntaria por parte de la administración del parque, que podría implicar diversas complejidades logísticas para participar de las sesiones del comité, así como riesgos que apunten a que las actividades no se logren ejecutar, debido al aspecto opcional de la integración a dicho comité y las diversas responsabilidades que esto conlleva; adicional a las distintas responsabilidades que actualmente posee la administración del PNISL.

Tabla 24*Evaluación de medidas propuestas para la línea estratégica: Fomento de Comunidades resilientes ante el Cambio Climático*

Medida	Factibilidad técnica	Factibilidad financiera	Factibilidad logística	Riesgo	Complementariedad	Promedio
1. Capacitar a <i>tour</i> operadores del PNISL sobre la legislación correspondiente para la ejecución de turismo de voluntariado/ científico y buenas prácticas para el uso de combustibles.	5	3	5	5	5	4.6
2. Facilitar un resumen ejecutivo de los resultados del análisis de vulnerabilidad al Gobierno local, INCOPECA, MAG e INDER que exprese la importancia de capacitación a sectores agropecuarios de la zona sobre la adaptación y resiliencia de sus	5	5	5	5	2	4.4

actividades ante el
CC.

3. Elaboración de conversatorio con pescadores durante periodos de veda sobre CC, la importancia de los servicios ecosistémicos del PNISL y buenas prácticas en el uso de combustibles.	5	4	5	3	3	4
4. Dar seguimiento a la labor del Comité Municipal de Emergencias para favorecer y propiciar la conformación de comités locales de emergencia y mejorar el conocimiento de la gestión de estos comités y su vinculación con la adaptación ante el cambio climático.	5	5	3	2	3	3.2

Para la línea “Fomento de comunidades resilientes ante el cambio climático”, se decide, por lo tanto, incluir dentro del plan de acción, la primera, segunda y tercera medida evaluada. Ahora, la línea estratégica denominada “Investigación y monitoreo sobre cambio climático y biodiversidad” evalúa un total de tres medidas (**Tabla 25**); la primera de ellas basada en la aplicación de monitoreos oficiales en el PNISL, como es el caso del Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas (PRONAMEC) estos aplican para la parte marina y terrestre, y algunos de los protocolos se encuentran enfocados al cambio climático. Estos monitoreos tienen como objetivos evaluar, coleccionar y analizar datos muy importantes que permitirán tener información científica para la toma de decisiones en cuanto al manejo del área silvestre a mediano y largo plazo, así como medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático y hacer partícipes a actores sociales cercanos al área silvestre (SINAC, 2016).

Por lo cual contemplando, la integración de ciencia ciudadana en los monitoreos recién mencionados, la medida posee una factibilidad muy alta en todos los ámbitos evaluados, ya que estos protocolos implican metodologías sumamente sencillas de aplicar durante actividades de patrullaje. Así mismo, la integración de voluntarios en la ejecución de estos monitoreos genera una alta complementariedad con otros planes del PNISL como es el caso del plan específico de voluntariado y de educación ambiental.

La segunda medida alineada a establecer alianzas en las diferentes líneas de investigación que poseen las academias locales, ejecutando un enfoque de biodiversidad y tomando como base las investigaciones del Instituto de conservación y manejo de vida silvestre (ICOMVIS) del año 2005, la cual posee una alta factibilidad técnica, así como una alta complementariedad; logística y financieramente, presenta algunos retos asociados a la naturaleza de las investigaciones, como transporte, estadía, alimentación, entre otros; no obstante, estos podrían gestionarse mediante cooperación interinstitucional.

Como última medida propuesta se encuentra aplicar la evidencia fotográfica en senderos, bosque, playas y manglar para crear un repositorio de evidencias, la cual, por su sencillez, obtiene una de las puntuaciones más altas de factibilidad en esta línea estratégica. El objetivo de esta medida es documentar periódicamente los estados de los elementos focales de manejo, identificando de manera fidedigna y no basado en percepción, eventuales cambios y afectaciones que puedan estar vinculadas al cambio climático.

Finalmente, en la línea de “Investigación y monitoreo sobre cambio climático” (**Tabla 25**), se consideran como implementables las tres medidas evaluadas para su integración dentro del plan de acción, ya que son de fácil ejecución y, a su vez, generan un apoyo importante para el ASP en cuanto al plan específico de investigación.

Tabla 25

Evaluación de medidas propuestas para la línea estratégica: Investigación y monitoreo sobre cambio climático y biodiversidad

Medida	Factibilidad técnica	Factibilidad financiera	Factibilidad logística	Riesgo	Complementariedad	Promedio
1. Aplicar monitoreos oficiales (PRONAMEC) marinos y terrestres en el PNISL, contemplando la integración de ciencia ciudadana.	5	5	5	5	4	4.8
2. Establecer alianzas en las diferentes líneas de investigación que poseen las academias locales, ejecutando un enfoque de biodiversidad y tomando como base las investigaciones del ICOMVIS 2005.	5	4	4	3	4	4

3. Aplicar la evidencia fotográfica en senderos, bosque, playas y manglar para crear un repositorio.	5	5	5	5	3	4.6
--	---	---	---	---	---	-----

En cuanto a la tercera línea estratégica, denominada como “Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC” (Tabla 26), las cuatro medidas evaluadas poseen la máxima puntuación en cuanto a factibilidad técnica, económica y logística, sin embargo, poseen una puntuación deficiente en cuanto a complementariedad pues se vinculan principalmente con el presente Plan, sin embargo, estas medidas pretenden facilitar herramientas, conocimientos y estrategias a los colaboradores del PNISL que sean igualmente aplicables en otros ámbitos del ASP; todas medidas son consideradas como aplicables al plan de acción.

Tabla 26

Evaluación de medidas propuestas para la línea estratégica: Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC

Medida	Factibilidad técnica	Factibilidad financiera	Factibilidad logística	Riesgo	Complementariedad	Promedio
1. Capacitar a los colaboradores del ASP sobre el Cambio Climático	5	5	5	5	3	4.6
2. Capacitar a los colaboradores del ASP sobre la revisión de bases de datos, información disponible para la toma de decisiones sobre el CC	5	5	5	5	1	4.2

3. Retroalimentación de experiencias con otras ASP para la implementación de estrategias en cuanto al patrimonio arquitectónico y arqueológico y el CC	5	5	5	5	3	4.6
4. Capacitar a colaboradores del ASP sobre la elaboración de talleres participativos	5	5	5	5	3	4.6

En cuanto a la última línea estratégica (**Tabla 27**), enfocada a la educación y sensibilización sobre cambio climático y la gestión del PNISL, se evalúa un total de tres posibles medidas a ejecutar.

La primera medida se basa en el diseño y elaboración de material didáctico e informativo para diferentes actores clave como los tour operadores, visitantes y comunidades aledañas. Esta puede ser asumida por estudiantes universitarios de academias locales dentro de proyectos finales de cursos, TCU, prácticas profesionales, no obstante, su principal limitación se encuentra en el recurso financiero para hacer físico todo este material didáctico, tomando en cuenta la ruralidad de la mayoría de los *tour* operadores y la necesidad de colocar este material didáctico en el muelle turístico del Instituto Costarricense de Turismo (ICT) para que pueda llegar a todos los visitantes que se dirigen al PNISL. Lo que, a su vez, implica una coordinación con el Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y la Cámara de Turismo de Puntarenas, no obstante, ambos entes consideran esto como una necesidad dentro de la oferta turística de la zona y se encuentran anuentes para la posible articulación de recursos.

Aspectos logísticos de coordinación interinstitucional se consideran realizables y su complementariedad se vincula con diversos planes como el de educación y comunicación. Su riesgo de ejecución de la manera deseable es un poco alto por el tema financiero, no obstante, se puede modificar a material didáctico e informativo de carácter digital.

La segunda medida se basa en la rotulación sobre acción climática dentro del PNISL, señalética considerada como de alta necesidad por la administración del ASP para comunicar a las personas visitantes no solo aspectos educativos sobre la acción climática, sino también aspectos regulatorios y su razón de ser. Esta medida presenta altos índices de factibilidad, debido al apoyo de estudiantes de la academia local, se requiere de financiación externa para ciertos insumos; no obstante, es un bajo presupuesto que puede ser cubierto por la academia o alianzas estratégicas, su complementariedad es alta y su nivel de riesgo bajo.

Finalmente, incentivar la conformación de grupos COVIRENAS en zonas de influencia se propone como respuesta ante la gran cantidad de amenazas antropogénicas que afectan la resiliencia ecológica del sitio, como una herramienta para que las comunidades aledañas expongan sus principales preocupaciones en este ámbito, identifiquen sus mayores amenazas, comprendan la legislación afín y los mecanismos correctos de actuación, y se organicen en torno a sus capacidades siempre de la mano con SINAC.

Posee una alta factibilidad en todos los elementos analizados e implica un prepuesto para alimentación externo a los recursos del PNISL, a su vez, uno de los mayores riesgos se vincula a la convocatoria y participación y las posibles respuestas negativas en torno a la asistencia de comunidades aledañas, debido a temas ideológicos, económicos (transporte hasta el sitio de ejecución del taller) y laborales (horarios laborales que interfieren en su participación).

Para un periodo de cinco años de desarrollo para el presente plan, todas las medidas son consideradas como factibles e incluidas dentro del plan de acción.

Tabla 27

Evaluación de medidas propuestas para la línea estratégica: Educación y sensibilización sobre cambio climático y la gestión del PNISL

Medida	Factibilidad técnica	Factibilidad financiera	Factibilidad logística	Riesgo	Complementariedad	Promedio
1. Diseño y elaboración de material didáctico para uso de diferentes actores clave	5	3	4	3	5	4
2. Elaboración de rotulación sobre acción climática dentro del PNISL	5	4	5	4	4	4.2
3. Incentivar la conformación de grupos COVIRENAS en zonas de influencia	5	4	4	4	5	4.4

5.5 Plan de acción del PECC

A continuación, se sintetizan los principales productos del Plan Específico de Cambio Climático del PNISL 2023-2028 (**Tabla 28, 29, 30 y 31**), en forma de medidas concretas e indicadores de control, monitoreo y seguimiento. En el Plan de Acción Climática, se utiliza el formato y apartados requeridos por parte del SINAC para este tipo de planes específicos; se encuentra disponible en el **Anexo 44**.

A cada medida se le asigna una ficha de indicador con el fin de registrar el avance de las actividades realizadas, lo que permitirá sistematizar los logros alcanzados a lo largo de los cinco años de su ejecución (2023-2028); así mismo, la información que sea recopilada servirá de insumos para otras comunidades de aprendizaje sobre cambio climático. El responsable de su ejecución y registro de avances corresponde al PNISL no obstante, parte del objetivo del segundo taller participativo fue identificar capacidades y recursos de los actores clave para establecerlos como aliados vitales para el desarrollo y ejecución de ciertas medidas, así como de la difusión y comunicación de avances en la comunidad.

Para definir el respectivo plan de ejecución de cada medida, se utiliza una simbología de colores, en la cual el color rojo significa alta prioridad; el color amarillo una prioridad media y el color verde una prioridad baja. La selección de su prioridad, por ejemplo, alta (color rojo) se basa principalmente en si la actividad es crítica o no, es decir, que la postergación en el tiempo de realizar esta actividad va a tener como posible consecuencia en que el resto de las otras actividades (prioridad media y baja) no se ejecuten.

También se incluye el período anual en el cual se va a realizar dicha actividad, ya que en algunos casos el desarrollo de una actividad está condicionada a la estación seca o lluviosa, o a fechas específicas, en el **Anexo 45**, se especifican los distintos periodos seleccionados.

Tabla 28

Medida 1. Fomento de comunidades resilientes ante el cambio climático

Objetivo: Generar acercamientos con actores claves para la facilitación de información que propicie la resiliencia de las actividades productivas más vulnerables ante el CC en las zonas de influencia del PNISL

Actividad	Tareas	Línea base	Meta	Responsable	Aliados	Recursos para la ejecución	Indicador	Vinculación con otro instrumento	Plazo				
									A	A	A	A	A
1.1 Capacitar a tour operadores del PNISL sobre la legislación correspondiente para la ejecución de turismo de voluntariado/científico y buenas prácticas para el uso de combustibles	1.1.1 Identificación de tour operadores	0 cantidad de capacitaciones realizadas	Al 2026 se ha incrementado al menos en un 100% las capacitaciones realizadas con actores externos	PNISL	SINAC	Viáticos del Expositor	Anexo 46	Plan específico de comunicación	A	A	A	A	A
	1.1.2 Identificación de expositor especialista y de contenidos para la capacitación					Proyector			Plan específico de turismo sostenible				
	1.1.3 Coordinación logística de la actividad					Alimentación de invitados			Plan específico de voluntariado				
	1.1.4 Ejecutar al 2025 la capacitación					Préstamo de espacio para la realización de capacitación			Plan específico de investigación				
						Aproximado de 10 horas de trabajo de administración del PNISL							

1.2 Facilitar un resumen ejecutivo de los resultados del análisis de vulnerabilidad al Gobierno local, INCOPECA, MAG e INDER que exprese la importancia de capacitación para los sectores agropecuarios de la zona sobre la adaptación y resiliencia de sus actividades ante el CC	1.2.1 Identificación de funcionarios responsables en las instituciones competentes	0 cantidad de solicitudes de capacitación realizadas	Al 2025 se han establecido los 3 diálogos con los aliados indicados (MAG, INCOPECA, INDER)	INCOPECA	Aproximado de 5 horas de trabajo de la administración del PNISL	Plan específico de comunicación	S 2	S 1
	1.2.2 Elaboración de resumen ejecutivo			MAG		Plan específico de investigación		
	1.2.3 Al 2024 establecer diálogo con aliados identificados para facilitar el resumen y solicitar eventuales capacitaciones			INDER				
	1.2.4 Continuar seguimiento de solicitud							

1.3
Elaboración de conversatorio con pescadores durante periodos de veda sobre CC, la importancia de los servicios ecosistémicos del PNISL y buenas prácticas en el uso de combustibles

1.3.1
Preparación de contenido y materiales del conversatorio

1.3.2
Identificación de invitados al conversatorio

4.3.3
Coordinación logística del conversatorio

4.3.4
Ejecutar el conversatorio

0 cantidad de conversatorios realizados

Al 2028 se ha ejecutado 1 conversatorio con pescadores de las zonas de influencia

PNISL

SINAC

Viáticos de expositor

Proyector

Cantidad variable de horas de funcionarios PNISL

Anexo 46

Plan específico de educación ambiental



**S
1**

Tabla 29

Medida 2. Investigación y monitoreo sobre cambio climático y biodiversidad

Objetivo: Gestionar el conocimiento sobre la incidencia del cambio climático sobre los elementos focales de manejo del PNISL para desarrollar a largo plazo estrategias de adaptación y mitigación que respondan a la evidencia científica, indicadores y datos del área protegida.

Actividad	Tareas	Línea base	Meta	Responsable	Aliados	Recursos	Indicador	Vinculación con otro instrumento	Plazo				
2.1 Implementar un sistema de monitoreo de los diferentes sistemas marino-costeros y terrestres en el PNISL, utilizando los protocolos de PRONAMEC	2.1.1 En el 2024 se definen los protocolos a implementar, su cronograma y aliados para su ejecución	Un protocolo implementado para el monitoreo de residuos marinos	Al 2025 se aplican al menos 3 tipos de protocolos de monitoreo	PNISL	Academia	Al menos 10 horas cada cuatro meses por parte de un colaborador del PNISL para la ejecución de los monitoreos y la realización del informe	Anexo 47	Plan específico de voluntariado	A1	A2	A3	A4	A5
	2.1.2 Al 2024 se capacita a los colaboradores y aliados clave en la aplicación de los monitoreos y generación de informes y su documentación				ONG			Plan específico de investigación	T2	T2	T2	T2	
					Estudiantes y vecinos de zona de influencia			Plan específico de comunicación	T4	T4	T4	T4	
2.1.3 Aplicar como mínimo dos veces al año los protocolos de monitoreo					Viáticos								

2.2 Propiciar el desarrollo de investigaciones mediante el establecimiento de alianzas con academias, que permita visualizar la afectación del cambio climático a la biodiversidad, ejecutando un enfoque de biodiversidad y CC, tomando como base las investigaciones del ICOMVIS 2005,

2.2.1 Identificar universidades interesadas en el tema de cambio climático e investigaciones sobre elementos focales de manejo del PNISL

2.2.2 Definir líneas de investigación potenciales y perfiles adecuados de carreras universitarias

2.2.3 Establecer comunicación con los diferentes coordinadores de carrera para el establecimiento de potenciales alianzas y convenios de investigación

0 convenios o alianzas para la realización de estudios sobre CC y biodiversidad en el PNISL

9 estudios realizados por la UNA

Al 2026 se cuenta con al menos una alianza o convenio para la realización potencial de estudios en el PNISL y al 2028 se ha incrementado la cantidad de estudios en un 22%

PNISL

Academia

Cantidad variable de horas de colaborador del ASP para la elaboración de oficios, comunicación personal y coordinación de estudios.

Estudiantes especializados

Viáticos

Anexo 47

Plan específico de investigación

Programa de Manejo de recursos naturales

T1 T1 T1
T4 T4 T4

2.2.4
 Dar seguimiento
 y coordinar
 con
 academias y
 organizaciones
 la elaboración
 de estudios
 técnicos

2.3 Aplicar
 evidencia
 fotográfica en
 senderos, bosque,
 playas y manglar
 para crear un
 repositorio que
 facilite la
 identificación de
 cambios en los
 elementos focales
 de manejo

2.3.1 Definir
 sitios y periodos
 clave para
 recopilación de
 evidencia
 fotográfica

2.3.1
 Establecimiento
 de responsables
 y cronograma
 de recopilación
 de evidencias

2.3.2
 Creación del
 repositorio y
 capacitación
 sobre proceso
 de
 documentación
 de evidencias

0
 evidencia
 fotográfica
 sobre
 cambios
 en
 elementos
 focales de
 manejo

Al 2025
 se
 increment
 a la
 evidencia
 mediante
 un
 repositori
 o
 fotográfic
 a de sus
 elementos
 focales de
 manejo,
 al 2028 se
 cuenta
 con al
 menos 40
 fotografías
 s

PNISL

PNISL
 Tour
 operador

Cantidad
 variable de
 horas de
 colaborador
 del ASP

Anexo 47

Plan específico de
 investigación

 Programa de
 Manejo de
 recursos naturales

T1 T1 T1
T3 T3 T3

Tabla 30

Medida 3. Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC

Objetivo: Fortalecer las capacidades y las condiciones del recurso humano del PNISL para facilitar su integración en el desarrollo de actividades y tareas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Actividad	Tareas	Línea base	Meta	Responsable	Aliados	Recursos	Indicador	Vinculación con otro instrumento	Plazo					
									A1	A2	A3	A4	A5	
3.1 Capacitar a los colaboradores del ASP en temas del CC	3.1.1 Coordinar con especialistas en el tema capacitaciones sobre CC 3.1.2 Al 2023 generar las capacitaciones	0 capacitaciones vinculadas al CC	Al finalizar el primer año se dispone de un equipo de trabajo 100% capacitado para ejecutar el PECC	PNISL	SINAC DCC Academia ONG	Viáticos de expositor Proyector Horas variables de trabajo de todo el equipo de trabajo del PNISL	Anexo 48	Programa de Manejo Administrativo	A1					
									T1					

<p>3.2 Capacitar a los colaboradores del ASP sobre la revisión de bases de datos, información disponible para la toma de decisiones sobre el CC</p>	<p>3.2.1 Coordinar con especialistas en el tema</p> <p>3.2.2 Dar continuidad a las primeras capacitaciones a modo de segunda fase</p> <p>3.2.3 Al 2023 generar la capacitación</p>							<p>T2</p>
<p>3.3 Intercambio de experiencias con otras ASP para la implementación de estrategias en cuanto al patrimonio arquitectónico, arqueológico y su relación con el CC</p>	<p>3.3.1 Identificación de otras ASP clave</p> <p>3.3.2 Establecimiento de comunicación y convenios para compartir información</p> <p>3.3.3 Identificación de información</p>	<p>0 intercambios de experiencias vinculadas con CC y patrimonio arquitectónico y arqueológico con otras ASP</p>	<p>Al finalizar el 2024 el PNISL incrementó en un 100% su intercambio de experiencias sobre CC y patrimonio arquitectónico y arqueológico</p>	<p>PNISL</p> <p>PNMG</p>	<p>PNMG</p>	<p>Horas variables de trabajo de colaboradores del PNISL</p>	<p>Plan específico de recursos culturales y arqueológicos</p>	<p>T3</p>

Anexo 48

Anexo 48

de interés, situación actual y panorama futuro del patrimonio arquitectónico y arqueológico del PNISL vinculado al CC

3.3.4
Al 2024 se establecen periodos para el intercambio de información clave entre ASP

3.4
Capacitar a colaboradores del ASP sobre la elaboración de talleres participativos

3.4.1
Coordinación con especialista en el tema

0 capacitaciones vinculadas a la planificación y ejecución de talleres

Al finalizar el primer año se dispone de un equipo de trabajo 100% capacitado para planificar y ejecutar talleres

PNISL

SINAC
DCC

Academia
ONG

Viáticos
Proyector

Horas variables de trabajo de todo el equipo de trabajo del PNISL

Programa de Manejo Administrativo

T3



Tabla 31

Medida 4. Educación y sensibilización sobre cambio climático y la gestión del PNISL

Objetivo: Sensibilizar a los visitantes, comunidades, organizaciones y turismo local, sobre la problemática del cambio climático, la necesidad de tomar medidas de adaptación y la gestión que realiza el PNISL, para propiciar la generación de alianzas, la consecución de actividades y un aumento en el nivel de conocimiento de la comunidad sobre este fenómeno.

Actividad	Tareas	Línea base	Meta	Responsable	Aliados	Recursos para la ejecución	Indicador	Vinculación con otro instrumento	Plazo					
									A1	A2	A3	A4	A5	
4.1 Diseño y elaboración de material didáctico e informativo para uso de diferentes actores clave	4.1.1 Identificación de temas clave sobre la gestión del PNISL y el CC	0 material con información sobre la gestión del PNISL y el CC	Al año 2027 se ha elaborado, comunicado, y facilitado al menos cinco materiales informativos sobre el PNISL y el CC con actores clave	PNISL	Academia	Cantidad variable de horas de funcionarios PNISL	Anexo 49	Plan específico de voluntariado	A1	A2	A3	A4	A5	
	CATUP				Plan específico de turismo sostenible									
	INCOP				Plan específico de comunicación									
	Estudiantes de carreras como diseño gráfico o afines				Plan específico de educación ambiental									
4.1.2 Desarrollo de información a incluir														
4.1.3 Comunicación y convenio con academias locales						Presupuesto (opcional) para la impresión de ciertos materiales elaborados								
4.1.4 Definición de los materiales														

gráficos
requeridos en
conjunto con el
ASP y
academias

4.1.5
Elaboración y
revisión de los
materiales

4.1.6
Búsqueda de
financiación
para la
impresión de
materiales
elaborados

4.1.7
Comunicación
y facilitación
de materiales
digitales a
actores clave

4.2 Elaboración de
rotulación
(señalética) sobre
acción climática y
elementos focales
de manejo dentro
del PNISL

4.2.1
Comunicación
y convenio con
academias
locales

4.2.2
Identificación
de señalética
necesaria

0 señalética
sobre acción
climática y
elementos
focales de
manejo
en el PNISL

Al año 2025
se
incrementó
en al menos
un 500% la
señalética
del PNISL
vinculada a
CC y sus
elementos
focales de
manejo

PNISL

Academia

Estudiante
s
voluntarios

Rótulos de
Madera

Pinturas

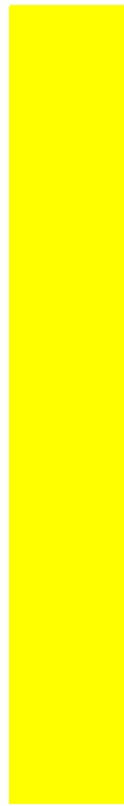
Pinceles

Anexo 49

Plan específico
de voluntariado

Plan específico
de turismo
sostenible

Plan específico
de
comunicación



S1
S2

	4.2.3 Elaboración de señalética					Herramientas como palas y clavos.		Plan específico de educación ambiental	
	4.2.4 Coordinación de visita de estudiantes al PNISL para la colocación de señalética					Viáticos para el transporte de estudiantes a la isla			
						Cantidad variable de horas de funcionarios PNISL			
4.3 Incentivar la conformación de grupos COVIRENAS en zonas de Influencia	4.3.1 Identificación de líderes comunales y grupos organizados	0 conversatorios realizados	Al 2028 se ha ejecutado 1 conversatorio con vecinos de las zonas de influencia sobre los COVIRENAS	PNISL	SINAC	Cantidad variable de horas de funcionarios PNISL	Anexo 49	Plan específico de educación ambiental	
	4.3.2 Coordinación con especialista en el tema					Viáticos de expositor			
	4.3.3 Coordinación del conversatorio sobre los COVIRENAS					Proyector			S1

6. Conclusiones

- De la caracterización del territorio se destaca una numerosa cantidad de elementos y servicios naturales de interés en un territorio relativamente pequeño. En el ámbito socioeconómico se destacan problemáticas ambientales serias que generan presiones directas sobre muchos de los elementos naturales de la zona, por otra parte, se destacan condiciones de desarrollo social y económicas complejas que priorizan otras medidas enfocadas a servicios básicos, seguridad y desarrollo económico por parte de gobierno y la misma comunidad.
- En cuanto al análisis cruzado de información sobre percepción, la mayor parte de la información brindada por actores clave, concordó con la evidencia encontrada en la bibliografía o respaldada por criterio experto de la administración del ASP, haciendo de la integración de las comunidades un elemento de valor para el análisis de información, fomentando a su vez la ciencia ciudadana.
- Cabe destacar, que, como resultado de la caracterización de la zona de estudio y socialización del plan, se extrae información valiosa que brinda respuesta a varios de los indicadores empleados en el análisis de vulnerabilidad, conduciendo a resultados más acercados a la realidad de la zona.
- A partir de la ejecución del análisis de vulnerabilidad, se obtiene un resultado catalogado como medio para el PNISL y sus zonas de influencia. El elemento que influye en mayor medida a dicho resultado corresponde a la baja capacidad adaptativa de las comunidades. Lo anterior, evidencia la importancia del análisis de vulnerabilidad integral que conduzca el diseño de opciones de adaptación basado en los contextos específicos actuales de las zonas de influencia.
- El resultado de una vulnerabilidad catalogada como media, nos indica, entre otros, que los cambios potenciales en variables climáticas como temperatura y precipitación son considerables, así mismo, que se ejerce una cantidad y

magnitud importante de presiones antropogénicas y climáticas al PNISL y sus zonas de influencia y finalmente, que su capacidad y las de sus comunidades cercanas para enfrentar los impactos y consecuencias del cambio climático es baja.

- Se determinó una mayor afectación potencial de los elementos focales de manejo marino costeros y de bosque seco, debido a la proyección de variables oceánicas y de aumento de temperatura. Ambos elementos focales de manejo poseen vinculaciones considerables con respecto a los servicios ecosistémicos de abastecimiento y recreación. Actualmente, estos elementos focales de manejo presentan afectaciones visibles, debido al aumento del nivel del mar, una de las amenazas más importantes que enfrenta la isla.
- Los elementos focales de manejo con mayor potencial de afectación por el cambio climático a su vez poseen, la mayor cantidad de amenazas no climáticas asociadas, lo que sugiere una intensificación de las consecuencias ocasionadas por los impactos probables del cambio climático, mostrando la vinculación directa entre las amenazas climáticas y antropogénicas dentro de un sistema.
- En el caso del PNISL, la totalidad de los elementos focales de manejo del PNISL se ven directa o indirectamente afectados por los efectos del cambio climático, sin embargo, son escasos los datos provenientes de investigaciones en el sitio que respalden la bibliografía regional; generando incertidumbre considerable en los resultados obtenidos.
- Es evidente como las guías oficiales para la elaboración de estos planes han sido elaboradas desde diferentes enfoques, los cuales continúan evolucionando inclusive en la propuesta actual. Cabe destacar, que la nueva guía permite identificar un producto más simple y accesible para los colaboradores del ASP. Estas mejoras constantes han ocasionado que el presente trabajo de graduación integre elementos de ambas guías.
- Mediante el intercambio de experiencias con otras ASP, se evidenció como el componente participativo y un análisis socioeconómico de las zonas de influencia, así

como de la propia ASP, influye en gran medida para el logro y éxito de las medidas planteadas.

- La elaboración del presente plan mantuvo una naturaleza participativa desde la sistematización de información previa hasta la propuesta de opciones de adaptación, lo cual facilitó procesos de análisis de información bibliográfica de escala más regional, ya que, al realizar un análisis de información cruzada, la información científica, así como la percepción coincidían en gran medida. Lo cual demuestra la relevancia de la integración de las comunidades para la valoración de afectaciones e impactos por el cambio climático, considerando la participación ciudadana como un factor clave en el proceso de diagnóstico y planificación.
- Una gran parte de las amenazas no climáticas que contribuyen a exacerbar las consecuencias del cambio climático no pudieron ser abordadas desde las medidas de este plan, dado a que recaen, principalmente, en otras instituciones como policía, guardacostas, Ministerio de Salud y MINAE.
- Una de las principales amenazas, la cual no se contempla dentro del plan general de manejo del área y tampoco es contemplada por los actores clave a pesar de la evidencia científica y percepción, corresponde a variables oceánicas, la cual influye de manera negativa en muchos de los servicios que brinda la isla.
- La realización de estos planes de una manera participativa facilita y promueve alianzas que son necesarias para la ejecución de una cantidad importante de medidas debido a que por sí solo los recursos del SINAC para la implementación de estos planes es muy escasa. Así mismo, el nivel de participación por parte de distintos actores claves dentro del proceso evidenció el interés y la relevancia que da la comunidad con respecto a esta ASP y, por ende, el impacto positivo que este PN posee en la zona.
- Las capacidades disponibles del PNISL desde su contexto económico y de recurso humano fueron una de las principales justificantes para la elección de medidas a ejecutar, velando principalmente por un cumplimiento y avance real de las mismas.

- De la valoración de factibilidad de las medidas, todas las líneas de acción presentan una alta factibilidad técnica, financiera y logística, al ser acciones poco complejas y de bajo presupuesto. No obstante, hay algunas medidas que presentan mayores riesgos en su alcance, estas corresponden a aquellas que poseen elementos que no dependen por completo del ASP para alcanzar su éxito, mientras que algunas de las líneas con más baja complementariedad corresponden a Fomento de Comunidades resilientes ante el Cambio Climático y Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC no obstante, son las medidas mayormente priorizadas debido a que generan las capacidades iniciales básicas para abordar el resto del plan.
- Se destacan como prioritarias en su ejecución, las medidas que desarrollan capacidades y conocimientos en los colaboradores con respecto al cambio climático y este plan específico, así como las que generan información, datos o evidencias sobre los elementos focales de manejo marino costeros y de bosque seco.
- El presente trabajo final de graduación aporta a los esfuerzos de mejora de las áreas silvestres protegidas del país ante uno de sus principales riesgos y retos actuales para su conservación, el cambio climático. En un sistema geográfico no abarcado y de relevancia socio económica para comunidades vulnerables, como lo son las comunidades pesqueras y turísticas.

7. Recomendaciones

- Es necesario un fortalecimiento sustancial del componente de investigación, especialmente sobre los elementos marino costero y el bosque tropical seco, los dos elementos que sufrirán una mayor afectación potencial debido al aumento de la temperatura y nivel del mar.
- Es importante contar con datos locales sobre las variables climáticas analizadas, en especial datos sobre el nivel del mar, los cuales se encuentran disponibles de forma global o regional con un alto grado de incertidumbre.

- Con respecto a la guía actualizada de elaboración de Planes Específicos de Cambio Climático, es prudente la contemplación y mejora de la metodología de análisis de la vulnerabilidad del ASP ante el cambio climático, principalmente, al hacer uso de información más actualizada y de fácil comprensión para el análisis de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, como se decide ejecutar en la presente investigación. Se sugiere a su vez, contemplar un análisis socioeconómico de la zona de influencia, visibilizar información de percepción y realizar un intercambio de experiencias con otras ASP sobre este PECC; lo cual podría corresponder a las mayores oportunidades de mejora integradas a la guía actualizada oficial para facilitar la construcción y la aplicación del presente plan.
- Es vital mejorar el enfoque de género al momento de ejecutar las medidas del plan de acción, el cual deberá reflejarse en listas de asistencia e integración de enfoques y propuestas brindadas por mujeres ya que, como consecuencia de la inseguridad de la isla durante su funcionamiento como presidio y su contexto histórico-cultural, así como los roles de género en comunidades costeras, ha incitado a lo largo del tiempo baja participación por parte de las mujeres con respecto a la gestión y actividades que se desarrollan en el PNISL. Por lo cual, a su vez se deberían idear medios y acciones para poder incluir su perspectiva dentro de estos procesos restantes, ya que para efectos de este proyecto de investigación, su participación fue muy relevante en número y aporte principalmente en el segundo taller participativo, sin embargo, fue muy deficiente durante el primero de estos talleres.
- Se recomienda, un seguimiento bimensual de los indicadores facilitados para el monitoreo más eficiente del avance del plan de acción.
- Antes de iniciar con la ejecución de las medidas es indispensable una fuerte capacitación del equipo de trabajo sobre el cambio climático y la importancia de este plan específico, así mismo, es indispensable la definición de responsables de seguimiento o bien de apoyo para el cumplimiento de la medida mediante un compromiso u oficio interno expreso y claro, con el fin de asegurar una mayor

probabilidad de su cumplimiento.

- Se propone la ejecución de las medidas según el cronograma establecido, ya que se considera que dicho orden propicia los pasos necesarios para generar los primeros avances ante los impactos del cambio climático.
- Otro aspecto por tomar en cuenta antes de la ejecución del plan es la comunicación clara y entrega del plan a los aliados involucrados desde la academia hasta los medios de comunicación locales, y el establecimiento de un cronograma de reuniones de seguimiento y difusión de avances.

8. Bibliografía

- Acebedo, H. (2020). *Recomendaciones a la guía del plan de mitigación y adaptación de las áreas silvestres protegidas al cambio climáticos (avance)*. REDD.
http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/informa_final_fortalecimiento_de_capacidades_de_las_asp_en_redd-heiner_acevedo.pdf
- Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). (2021a). *Global Temperature*. Recuperado el 12 de octubre de 2021 de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). (2021b). *Sea Level*. Recuperado el 12 de octubre de 2021 de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>
- Alongi, D. M. (2022). Impacts of Climate Change on Blue Carbon Stocks and Fluxes in Mangrove Forests. *Forests*, 13(2), 149. <https://doi.org/10.3390/f13020149>
- Alston, M. (2013). Introducción de género y cambio climático: investigación, política y acción. En *Investigación, acción y política: abordar los impactos de género del cambio climático* (Dordrecht: Springer), 3–14.
- Arroyo, M. y Umaña, V. (2021). Identificación de servicios de los ecosistemas en comunidades asociadas a tres áreas marinas de pesca responsable del Golfo de

Nicoya, Costa Rica. *Revista ABRA*, 41(62), 63-80.

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/abra/article/view/13351/22412>

Astillero Verde. (s.f). *Trees for Seas*.

<https://static1.squarespace.com/static/5c5f12df92441baf8b8e71a0/t/606b72b1aec3ee323c3d5e49/1617654547953/%28esp%29+TreesForSeas+papel+blanco.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y Dirección de Desarrollo Curricular (DDC). (2015). *Estrategia y plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático (2015-2025)*. https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/PDF/Costa_Rica/estrategia-de-adaptacion-al-cambio-climatico.pdf

Barquero, M. (2016). Revisión de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad de los trópicos. *Journal of tropical Engineering*. 26(1). Doi.10.15517/jte.v26i1.24497

Bermúdez, F. (2010). Refugio de Vida Silvestre Isla San Lucas: Oportunidad para el desarrollo sostenible en el golfo de Nicoya. *Revista Ambientico*, (206), 11-13. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/21389/206_11-13.pdf

Berry, P. M., Brown, S., Chen, M., Kontogianni, A., Rowlands, O., Simpson, G. y Skourtos, M. (2015). Cross-sectoral interactions of adaptation and mitigation measures. *Climatic Change*, 128(3), 381-393. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1214-0>

BIOMARCC, Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). (2013a). *Estimación de los posibles cambios en la distribución de especies de flora arbórea en el Pacífico Norte y Sur de Costa Rica en respuesta a los efectos del cambio climático*. SINAC. <http://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Estudio%20Cient%20ADfeco%20ST05%20Distribucion%20Arborea%20Pac.%20Norte%20y%20Sur%20Cambio%20Clim%20Alticos%20BIOMARCC%202013.pdf>

BIOMARCC, Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). (2013b). *Evaluación de las pesquerías en la zona*

media y externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. SINAC.

<http://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Estudio%20Cient%20C3%ADfco%20ST10%20P esquierias%20Golfo%20Nicoya%20BIOMARCC%202013.pdf>

Brooks, N. (2003). *Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper, 38.*

https://www.researchgate.net/publication/200032746_Vulnerability_Risk_and_Adaptation_A_Conceptual_Framework

Care Climate Change. (2019). *Manual para el Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática.* <https://careclimatechange.org/wp-content/uploads/2020/07/CARE-CVCA-Handbook-SP-v0.4.pdf>

Castro, A. (11 de enero del 2017). *Tárcoles: A la espera de un milagro. Seminario Universidad.* Recuperado el 12 de setiembre de 2022 de

<https://semanariouniversidad.com/pais/httpsemanariouniversidad-ucr-crtarcoles/>

Cifuentes, M. (2010). *ABC of Climate Change in Mesoamerica. CATIE.*

<http://www.sidalc.net/repdoc/A3718i/A3718i.pdf>

Cifuentes, M., Brenes, C., Manrow, M, y Torres, D. (2014). *Dinámica de uso de la tierra y potencial de mitigación de los manglares del Golfo de Nicoya. REDD.*

http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/cifuentes_et_al_2014_-_dinamica_de_uso_de_la_tierra_y_potencial_de_mitigacion_de_los_manglares_del_golfo_de_nicoya.pdf

Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2015). *Política Nacional de Biodiversidad 2015-2030, Costa Rica. GEF, PNUD.*

<https://www.conagebio.go.cr/Conagebio/public/documentos/POLITICA-NACIONAL-DE BIODIVERSIDAD-2015.pdf>

Convention on Biological Diversity. (2009). *Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation.* <https://www.cbd.int/doc/publications/ahteg-brochure-en.pdf>.

- Delgado, D., Finegan, B., Martin, M., Acosta, M., Carrillo, F., Hernández, T., Bejarano, L., Nieto, V., Lara, D. y Ribalaygua, J. (2016). *Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de bosques de montaña en Latinoamérica: un punto de partida para su gestión adaptativa*.
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8496/Analisis_de_la_vulnerabilidad.pdf
- DesInventar. (s.f.). *DesInventar.org*. Recuperado el 2 de setiembre de 2022 de <https://www.desinventar.org/>
- Dinerstein, E., Vynne, C., Sala, E., Joshi, A., Fernando, S., Lovejoy, T., Mayorga, J., Olson, ... Wikramanayake, E. (2019). A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*, 5, eaaw2869.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw2869>
- Dodman, D. y Mitlin, D. (2013). Challenges for Community-Based Adaptation: Discovering the Potential for Transformation. *Journal of International Development*, 25(5), 640-659. <https://doi.org/10.1002/jid.1772>
- Duguma, L., Minang, P. y Noordwijk, M. (2014). *Climate Change Measures From Complementarity to Sinergy*.
https://www.researchgate.net/publication/264511266_Duguma_et_al_2014_Climate_Change_Measures-From_Complementarity_to_Synergy
- Dunn, D. C., Harrison, A.-L, Curtice, C., DeLand, S., Donnelly, B., Fujioka, E.,...Halpin, P. (2019). The importance of migratory connectivity for global ocean policy. *The Royal Society*, 286(1911). <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1472>
- Echeverría, Y. (2012). *Cadenas de Impactos Climáticos (GIZ-CIFOR) para realizar autodiagnósticos de vulnerabilidad*. https://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/Cadenas-de-impactos-clim%C3%A1ticos_Saltillo_Yven-Echeverr%C3%ADa_CIFOR_GIZ.pdf
- Ellis, L. (11 de diciembre de 2019). *How Climate Change Affects Archaeology*. Medium. Recuperado el 14 de setiembre de 2022 de <https://medium.com/@lindaellisphd/how-climate-change-affects-archaeology-aca03fc3f840>

- Figuerola, J. (2010). Un Bosque en medio del Golfo. *Revista Ambientico*, (206), 3-4.
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). (2012). *Adaptación al cambio climático en proyectos de conservación*.
http://awsassets.wwf.es/downloads/adaptacion_al_cc_en_proyectos_conservacion.pdf.
- Fundación Tierra Pura. (2021). *Proyecto Manglar Estero de Puntarenas*.
<https://www.tierrapura.com/manglares#:~:text=Las%20obras%20de%20ejecuci%C3%B3n%20para,directa%20en%20zonas%20de%20mayor>
- Fung, E., Imbach, P., Corrales, L., Vilchez, S., Zamora, N., Argotty, F., Hannah, L. y Ramos, Z. (2017). Mapping conservation priorities and connectivity pathways under climate change for tropical ecosystems. *Climatic Change*, 141(1), 77-92.
<https://doi.org/10.1007/s10584-016-1789-8>
- Füssel, H. (2005). Vulnerability in Climate Change Research: A Comprehensive Conceptual Framework. *UC Berkeley: University of California International and Area Studies*.
<https://escholarship.org/uc/item/8993z6nm>
- Gao, B., Hedlund, J., Reynolds, D.R., Zhai, B. y Chapman, J. (2020). The ‘migratory connectivity’ concept, and its applicability to insect migrants. (2020). *Mov Ecol* 8,(48). <https://doi.org/10.1186/s40462-020-00235-5>
- Gauthey, A. y Choat, B. (2019). *Effects of drought on mangroves: dieback and recovery in the Gulf of Carpentaria, Australia*.
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AGUFM.H54C..07G/abstract>
- Garrard, S. L. y Beaumont, N. J. (2014). The effect of ocean acidification on carbon storage and sequestration in seagrass beds; a global and UK context. *Marine Pollution Bulletin*, 86(1-2), 138-146. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.032>
- Gilman, L., Ellison, J., Duke, N. y Field, C. (2008). *Amenazas para los manglares a partir del cambio climático y las opciones de adaptación: revisión*. Recuperado el 10 de setiembre de 2022 <https://mangroves.elaw.org/es/node/72>

- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030*. <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2017/12/final-politica-adaptacion-24-abril.pdf>
- Gross, J., Watson, J., Woodley, S., Welling, L. y Harmon, D. (2016). *Adapting to Climate Change: Guidance for protected area managers and planners*. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-024.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). McGraw-Hill.
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J. y Quesada-Montano, B. (2017). Observed (1970–1999) climate variability in Central America using a high-resolution meteorological dataset with implication to climate change studies. *Climatic Change*, 141(1), 13-28. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1786-y>
- Hilty, J., Worboys, G.L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R. y Tabor, G.M. (2020). *Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors*. IUCN.
- Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2014). *Caracterización Básica Territorio Paquera-Cóbano-Lepanto-Chira*. <https://www.inder.go.cr/territorio-peninsular/Caracterizacion-Paquera-Cobano-Lepanto-Chira.pdf>
- Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2015). *Caracterización del territorio: Puntarenas-Montes de Oro- Monteverde*. <https://www.inder.go.cr/terpumm/Caracterizacion-Puntarenas-Montes-de-Oro-Monte-Verde.pdf>
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). (2009). *Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Biodiversidad y Cambio Climático en Costa Rica*. Dirección de cambio climático. <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/Segunda-Comunicacion-Nacional-Convencion-Marco-Naciones-Unidas-Cambio-Climatico.pdf>

Instituto Meteorológico Nacional. (2008). *El Clima, su variabilidad y el cambio climático en Costa Rica*.

<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/CambioClimatico/climaVariabilidadCambioClimaticoCR.pdf>

Instituto Meteorológico Nacional. (2017). *Escenarios de Cambio Climático*.

<http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/cambio-climatico/escenarios-de-cambio-climatico/>

Instituto Meteorológico Nacional. (2021). *Proyecciones de Cambio Climático Regionalizados para Costa Rica*.

<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/ProyeccionesEscenariosClimaticos/offline/ProyeccionesEscenariosClimaticos.pdf>

Instituto Meteorológico Nacional. (s.f.a). *Pacífico Norte*.

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/31165/PacificoNorte.pdf/4a0e8960-8c51-4390-8a8d-73d9d825d59b>

Instituto Meteorológico Nacional. (s.f.b). *Regiones y Subregiones climáticas de Costa Rica*.

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Regionalizaci%C3%B3n+clim%C3%A1tica+de+Costa+Rica>

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (INEC). (2011). *Censo poblacional 2011*. Recuperado el 3 de setiembre de 2022 de <https://inec.cr/documento/censo-2011-resultados-generales-censo-2011>

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (INEC). (2013). *Indicadores cantonales Puntarenas*. <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reindicadorcantonalpuntarenas.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Cambio Climático Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change (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*.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Framework for hazard-specific vulnerability assessment under climate*.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_es-1.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021a). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021b). *IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Advanced)*. <https://interactive-atlas.ipcc.ch>

International Labour Organization. (2020). *Día Internacional de la Mujer Rural: La búsqueda inacabada de un trabajo decente para todos*.

<https://ilostat.ilo.org/es/international-day-of-rural-women-the-unfinished-quest-for-decent-work-for-all/>

Itescu, Y. (2018). Are island-like systems biologically similar to islands? A review of the evidence. *Ecografy*, 42, 1298-1314. <https://doi.org/10.1111/ecog.03951>

Jiménez, Q., Poveda, L. y Jiménez, J. (2010). Plantas del Refugio de Vida Silvestre Isla San Lucas. *Revista Ambientico*, (206), 9-10.

Lizano, O. (2019). El calentamiento global y su relación con el impacto en la pesquería en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *InterSedes*, 20(41), 192- 208.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582019000100192

MacKinnon, K. Smith, R. Dudley, N. Figgis, P. Hockings, M. Keenleyside, K. Laffoley, D. Locke, H. Sandwith, T. Woodley, S. y Wong, M. (2020). Strengthening the global system of protected areas post 2020: a perspective from the IUCN world commission on protected areas. *Parks Stewardship Forum*, 36(2). ISSN:2688-187X

Mafi-Gholami, D., Mahmoudi, B. y Zenner, E. K. (2017). An analysis of the relationship between drought events and mangrove changes along the northern coasts of the Persian Gulf and Oman Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 199, 141–151. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.10.008>

Marcos, C., Díaz, D., Fietz, K., Forcada, A., Ford, A., García-Charton, J. A.,... Pérez-Ruzafa, A. (2021). *Reviewing the Ecosystem Services, Societal Goods, and Benefits of Marine Protected Areas*. *Frontiers Media S.A.* <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.613819>

Marra, P., Norris, R., Haig, S., Webster, M. y Royle, J. (2006). *Migratory connectivity*. https://www.researchgate.net/publication/216769966_Migratory_connectivity/citation/download

Marshall, N., Marshall, J., Tamelander, D., Obura, D., Malleret-King y J. Cinner. (2010). *A Framework for Social Adaptation to Climate Change Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries*, Gland. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2010-022.pdf>

McMichael, A., Scholes, R., Hefny, M., Pereira, E., Palm, C., Foale, S., Norgaard, R. y Wilbanks, T. (2005). *Linking Ecosystem Services and Human Well-being*. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.341.aspx.pdf>

Méndez-Alonzo, R., López-Portillo, J., Moctezuma, C., Bartlett, M. K. y Sack, L. (2016). Osmotic and hydraulic adjustment of mangrove saplings to extreme salinity. *Tree physiology*, 36(12), 1562–1572. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpw073>

Meyer, A. (2015). Does education increase pro-environmental behavior? *Evidence from Europe*. *Ecological economics*, 116, 108-121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.018>

- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2014). *Tercera Comunicación Nacional: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Dirección de Cambio Climático. <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2020/10/Tercera.pdf?x76782>
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica de Costa Rica (Mideplan). (2017). *Índice de desarrollo social 2017*. UCR. <https://accionesocial.ucr.ac.cr/sites/default/files/general/archivos/2019-10/Resumen%20IDS%202017.pdf>
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2018). *Análisis de la situación de salud*. https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/memorias/memoria_2014_2018/memoria_institucional_2018.pdf
- Ministerio de Seguridad Pública. (2019). *Análisis Cantón de Puntarenas*. https://www.seguridadpublica.go.cr/cronograma_de_implementation/sembremos_seg/informes/sembremos_seguridad/2019/puntarenas/inf_final_puntarenas.pdf
- Monge, A. (2013). *Informe de consultoría: Diagnóstico Socio Ambiental del Sitio de Importancia para la Conservación Chira – Tempisque*. https://enbcr.go.cr/sites/default/files/mg20_mn81_sic_chiratempisque.pdf
- Municipalidad de Puntarenas. (2019). *Reglamento Municipal para la gestión integral de los residuos sólidos del Cantón Central de Puntarenas*. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89137&nValor3=116900&strTipM=TC
- Musinguzi, L., Natugonza, V., Efitre, J. y Ogutu-Ohwayo, R. (2018). The role of gender in improving adaptation to climate change among small-scale fishers. *Clim. Dev.*, 10, 566–576. doi: 10.1080/17565529.2017.1372262
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2021). *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/data.html>
- National Wildlife Federation. (2014). *Climate-Smart Conservation: Putting Adaptation Principles into Practice*. [https://www.nwf.org/~media/PDFs/Global-Warming/2014/Climate-Smart Conservation-Final_06-06-2014.pdf](https://www.nwf.org/~media/PDFs/Global-Warming/2014/Climate-Smart%20Conservation-Final_06-06-2014.pdf)

- Norden, N. (2014). On the reasons that natural regeneration is important for species coexistence in tropical forests. *Colombia forestal*, 17(2), 247-261.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n2/v17n2a09.pdf>
- Núñez, J. (12 de marzo de 2021). *Proyecto universitario lleva agua potable a isla Caballo y Brasilito*. Oficina de Comunicación de la Universidad Nacional. Recuperado el 14 de setiembre de 2022 de <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/marzo-2021/3389-proyecto-universitario-lleva-agua-potable-a-isla-caballo-y-brasilito>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). *Sustainable development impacts of climate change and natural disaster*. https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/SDO_BP_Koubi.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). *Pescadora costarricense comparte experiencias del sector pesquero artesanal en Brasil*. Recuperado el 28 de agosto de 2022 de <https://www.fao.org/costarica/noticias/detail-events/es/c/1141845/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *Fisheries Management*. Recuperado el 28 de agosto de 2022 de <https://www.fao.org/3/i2090e/i2090e00.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2019). *Accelerating Climate Action: Refocusing Policies through a Well-being Lens*.
<https://www.oecd.org/environment/accelerating-climate-action-2f4c8c9a-en.htm>
- Pearse, R. (2017). Gender and climate change. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change* 8, e451.
doi: 10.1002/wcc.451
- Pérez, A. García, J. y Campos, M. (2017). North East Atlantic vs. Mediterranean Marine Protected Areas as Fisheries Management Tool. *Frontiers in Marine Science*, 4, 245.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2017.00245/full>
- Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PODAAC). (2007). *GHRSSST Nivel 4 AVHRR_AMSR_OI Análisis global de temperatura de la superficie del mar mezclado*. https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/NCDC-L4LRblend-GLOB-AVHRR_AMSR_OI

- Piedra, K. y Piedra, L. (2007). Previsible impacto del cambio climático en el manglar de Guacalillo, Costa Rica. *AMBIENTICO*, (165) .31-35.
- Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. (2008). *Decreto N° 34433-MINAE. Reglamento a la Ley de Biodiversidad*. Sistema Costarricense de Información Jurídica.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?nValor1=1&nValor2=62838&nValor3=124841¶m2=1&strTipM=FN&lResultado=2&strSim=simp
- Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneeth, A., Bai, X... Ngo, H.T. (2021). *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4659159>
- Powers, J. (2019). ¿Serán vulnerables los bosques tropicales secos a los cambios climáticos, y cuáles serán sus efectos sociales? *Cuadernos de investigación UNED*, 11(1).
- Prakash, A., McGlade, K., Roxy, MK., Roy, J., Some, S. y Rao N. (2022). Climate Adaptation Interventions in Coastal Areas: A Rapid Review of Social and Gender Dimensions. *Front. Clim.* 4:785212. doi: 10.3389/fclim.2022.785212
- Presidencia de la República de Costa Rica. (2020). *Isla San Lucas recibirá nueva inversión de ₡1.452 millones*. Recuperado el 4 de setiembre de 2022 de <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2020/09/isla-san-lucas-recibira-nueva-inversion-por-%E2%82%A11-452-millones/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Universidad de Costa Rica (UCR). (2020). *Atlas de Desarrollo Humano Cantonal*.
<https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/library/notas-tecnicas-y-archivos-en-excel--atlas-de-desarrollo-humano-c.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020a). *Excel Índice de desarrollo humano cantonal*. Recuperado el 5 de setiembre de 2022 de <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/library/indice-de-desarrollo-humano--idh-.html>

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020b). *Mujeres de Puntarenas contarán con financiamiento e iniciativas productivas*. Recuperado el 5 de setiembre de 2022 de <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/presscenter/pressreleases/2020/mujeres-de-puntarenas-contaran-con-financiamiento-e-iniciativas-.html>
- Ramírez, J. (2014). *Hacia una adecuada gestión de los recursos arqueológicos presentes en el área protegida del Parque Nacional Carara, Costa Rica* [Tesis de grado, Universidad de Costa Rica, Costa Rica]. Repositorio institucional. <https://www.antropologia.fcs.ucr.ac.cr/images/sampled/data/documentos/investigacion/ramirez%20j%20tesis.pdf>
- Reeder-Myers, L. A. (2015). Cultural heritage at risk in the twenty-first century: A vulnerability assessment of coastal archaeological sites in the United States. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 10(3), 436-445. <http://dx.doi.org/10.1080/15564894.2015.1008074>
- Retana, J., Calvo, M., Carvajal, K. y Sanabria, N. (2021). *Descripción de riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos en los cantones de Puntarenas, San Carlos, Sarapiquí y Pococí*. Programa de Cambio Climático. <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/descripcion-de-riesgo-ante-eventos-hidrometeorologicos-extremos-en-los-cantones-de-puntarenas-san-carlos-sarapiqui-y-pococi/>
- Roberts, C. M., O’Leary, B. C., McCauley, D. J., Cury, P. M., Duarte, C. M., Lubchenco, J., Pauly, D., Sáenz-Arroyo, A., Sumaila, U. R., Wilson, R. W., Worm, B., y Castilla, J. C. (2017). Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6167-6175. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701262114>
- Rojas, S. (2009). *Análisis de las capacidades de gestión de las comunidades costeras en los procesos de desarrollo autogestionario, el caso de Isla Venado*. Universidad Nacional.
- Salazar, E., O. Lizano Rodríguez, D. Chacón Chaverri & M. Castro Campos. (2018). *Estudio de caso: adaptación de las comunidades costeras vulnerables ante las amenazas*

inminentes del cambio climático en el área de Paquera, Puntarenas. Fundación MarViva. ISBN: 978-9930-9599-3-0

Salazar, C. (2014). San Lucas: Una isla con suelos para ser protegidos. *Alcances Tecnológicos*, 10(1), 35-44. ISSN-1659-0538.

Samayoa, D. (2014). *Lineamientos para el diseño de procesos de planificación efectiva y monitoreo en corredores biológicos que apoyen a la consolidación de Sistemas de Áreas Protegidas*.

https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7134/Lineamientos_para_el_diseño_de_procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2011). *Políticas para las Áreas Silvestres Protegidas del Sistema Nacional de Áreas de Conservación*.

<https://dochub.com/dunia-espinoza-salas/dbnaAMqK9dn6EQORGNXJm0/pol%C3%ADticasaspsinac2011-pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2013a). *Análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas terrestres*.

<https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-final-1.pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2013b). *Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*.

<http://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Gu%C3%ADa%20dise%C3%B1o%20y%20formulaci%C3%B3n%20Plan%20Manejo%20ASP%202013.pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2015a). *Guía para la elaboración del plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*.

<https://chmcostarica.go.cr/recursos/documentos-y-publicaciones/guia-para-la-elaboracion-del-plan-de-adaptacion-y-mitigacion-al>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2015b). *Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Parque Nacional Cahuita*.

<https://chmcostarica.go.cr/sites/default/files/content/final%20PACCPCahuita.pdf>

- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de playas arenosas ante el cambio climático: estudio de caso Refugio Nacional Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala*.
<https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC%20CambioClimatico.pdf.pdf>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017). *Plan de Gestión del Corredor Biológico Peninsular, 2017-2022. Área de Conservación Tempisque*.
http://biocorredores.org/corredoresbiologicos/sites/default/files/docs/Plan%20de%20Gesti%C3%B3n%20Local%20Corredor%20Bio%C3%B3gico%20Peninsular_2017_FINAL1.pdf
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017b). *Plan General de Manejo del Área Marina de Manejo Cabo Blanco. Área de Conservación Tempisque*.
[https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACT/Area%20Marina%20de%20Manejo%20Cabo%20Blanco%20\(2017\).pdf](https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACT/Area%20Marina%20de%20Manejo%20Cabo%20Blanco%20(2017).pdf)
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017c). *R-SINAC-CONAC-092-2017 Establece la lista oficial de especies en peligro de extinción y con poblaciones reducidas y amenazadas*.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=84908&nValor3=109703&strTipM=TC
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2019). *Estrategia Regional para el Manejo y Conservación de los Manglares en el Golfo de Nicoya-Costa Rica 2019-2030. San José-Costa Rica*.
http://www.sinac.go.cr/ES/docu/Inventario%20Nacional%20Humedales/Estrategia%20Regional%20para%20el%20manejo%20y%20conservacion%20de%20los%20manglares%20del%20Golfo%20de%20Nicoya%20VF_13022019.pdf
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2020). *Plan General de Manejo Parque Nacional Isla San Lucas*.
[https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACOPAC/Refugio%20Nacional%20de%20Vida%20Silvestre%20Isla%20San%20Lucas%20\(2020\).pdf](https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACOPAC/Refugio%20Nacional%20de%20Vida%20Silvestre%20Isla%20San%20Lucas%20(2020).pdf)

- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2021). *Guía actualizada para la elaboración del plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*.
<https://www.sinac.go.cr/ES/docu/Cambio%20Climtico/Guia%20PlanEspecificoCambioClimaticoASP%202021.pdf>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2022). *Índice de Gestión de Amenazas del Parque Nacional Isla San Lucas*.
- Sistema Nacional de Cultura de Costa Rica (SICULTURA). (2014). *Antiguo Presidio - Isla San Lucas*. Recuperado el 14 de setiembre de 2022 de
<https://si.cultura.cr/infraestructura/antiguo-presidio-isla-san-lucas>
- Siyum, Z. (2020). Dinámica del bosque seco tropical en el contexto del cambio climático: síntesis de impulsores, lagunas y perspectivas de gestión. *Ecological Processes* 9, (25). <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00229-6>
- SNIT. (2022).**
- Summers, J. Smith, L. Fulford, R. y Crespo, R. (2018). The Role of Ecosystem Services in Community Well-being. *Ecosystem services and global ecology*, 145, 13.
<https://www.intechopen.com/chapters/59518>
- Thomas, C. y Gillingham, P. (2015). The performance of Protected Areas for biodiversity under climate change. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115, 718-730.
<https://doi.org/10.1111/bij.12510>
- Torrealba, A. (2021). *Contaminación reduce capacidad de manglares para lidiar con cambio climático*. Ojo al clima. Recuperado el 2 de setiembre de 2022 de
<https://ojoalclima.com/contaminacion-reduce-capacidad-de-manglares-para-lidiar-con-cambio-climatico/>
- Tran, B. L., Tseng, W. C., Chen, C. C. y Liao, S. Y. (2020). Estimating the threshold effects of climate on dengue: a case study of Taiwan. *International journal of environmental research and public health*, 17(4), 1392. <https://doi.org/10.3390%2Fijerph17041392>

- Umaña, V. y Arroyo, M. (2021). Identificación de servicios de los ecosistemas en comunidades asociadas a tres áreas marinas de pesca responsable del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista ABRA*. 41(62). <https://doi.org/10.15359/abra.41-62.4>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). (2012). *The role of protected areas in Regard to Climate Change*.
https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/pa_cc__scoping_study_eng_final.pdf
- Universidad de Costa Rica. (2017). *Índice de competitividad cantonal Costa Rica 2011-2016*.
<https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2017/icc-odd-2006-2016.pdf>
- Universidad Estatal a Distancia. (2010). *Proyecto turístico en Isla Caballo*. Recuperado el 30 de agosto de 2022 <https://www.uned.ac.cr/acontecer/opinion/articulos/573-proyecto-turistico-en-la-isla-caballo>
- Universidad Estatal a Distancia. (2011). *Destrucción del estuario y humedal de Puntarenas*. Recuperado el 30 de agosto de 2022
<https://www.uned.ac.cr/acontecer/opinion/articulos/966-destruccion-del-estuario-y-humedal-de-puntarenas>
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1
- Vallejo, C., Chacón, M. y Cifuentes, M. (2016). *Sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático (SAM) en los sectores agrícola y forestal*.
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8249/Sinergias_entre_adaptacion_y_mitigacion.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Veron, S., Mouchet, M., Govaerts, R., Haevermans, T y Pellens, R. (2019). Vulnerability to climate change of islands worldwide and its impact on the tree of life. *Scientific Reports*, 9(14471), 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51107-x>
- Watson, J., Rao, M., Ai-Li, K., y Xie, Y. (2012). Climate Change Adaptation Planning for Biodiversity Conservation: A Review. *Advances in Climate Change Research*, 3, 1-11. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1248.2012.00001>

- Welch, J., Chavarría, A., Crespo, R. Bolaños, J., Brenes, W., Feoli, S... Oduber, J. (2015). *Plan Estratégico Corredor Biológico Pájaro Campana*.
<https://www.uvm.edu/~lkutner/CBPC%20Plan%20Estrategico%202011%20lk.pdf>
- World Meteorological Organization (WMO). (20 de mayo del 2021). *Frequently Asked Questions*. Recuperado el 14 de setiembre de 2022 de
<https://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>
- Yáñez-Arancibia, A, Day, J., Twilley, R. y Day, R. (2014). Manglares: ecosistema centinela frente al cambio climático, Golfo de México. *Madera y bosques*, 20(spe), 39-75.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712014000500003&lng=es&tlng=es
- Young, R. y Foden, W. (2016). *IUCN SSC Guidelines for Assessing Species' Vulnerability to Climate Change*. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ssc-op-059.pdf>
- Zamora, N. (2008). Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica. *Revista Recursos Naturales y Ambiente*, (54), 14-20.
<http://hdl.handle.net/11554/7310>
- Zanella, I. y Pomareda, E. (2006). Abundancia y riqueza de peces en isla San Lucas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 32(1), 14-15. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.32-1.4>
- Zarrintaj, A. y Sharifah, Z. (2011). Influence of Age and level of education on environmental awareness and attitude: Case Study on Iranian Students in Malaysia Universities. *The Social Sciences*, 6(1), 15-19.
<https://medwelljournals.com/abstract/?doi=sscience.2011.15.19>

9. Anexos

Anexo 1. Actores que asistieron al primer taller participativo.

Número	Nombre	Organización/Grupo	Relación con el parque y sus recursos
1	Benedicto Mora	Comunidad Playa Blanca	Pescador y vecino de comunidad más cercana
2	Manuel Mora Rodríguez	Comunidad Playa Blanca	Pescador, vecino de comunidad más cercana y ex funcionario del Presidio

3	Erick Agüero	Tour operador	Tour operador desde hace más de 20 años y vecino de Puntarenas
4	Ronald Montero	Tour operador	Tour operador desde hace más de 20 años y vecino de Puntarenas
5	Adrián Arce	SINAC	Director del Área de Conservación Pacífico Central
6	Miguel Lobo Montero	Ministerio de Justicia y Paz	Pensionado, ejerció en el presidio
7	Olger Núñez	SINAC	Guardaparque y administrador del PNISL
8	Dunia Espinoza	Academia	Líder e investigadora del proceso de construcción del Plan de Adaptación y Mitigación al CC en PNISL

Fuente: Elaboración propia con datos del primer taller participativo, 2021.

Anexo 2. Agenda del taller

- **Fecha:** lunes 30 de agosto del 2021.
- **Hora de inicio:** 8:00 a.m.
- **Hora final:** 12:00 p.m. - 12:30 p.m.

Actividad	Responsables	Hora
Transporte Muelle Turístico - PN Isla San Lucas	Erick Agüero	8:00 a.m. - 8:15 a.m.
Bienvenida y presentación de invitados	Olger Núñez Adrián Arce	8:15 - 8:30 a.m.
Mapa de riesgo y matriz de vulnerabilidades	Dunia Espinoza	8:30 - 9:00 a.m.
Recorrido Playa Hacienda vieja	Olger Núñez	9:00 - 9:15 a.m.
Recorrido Sendero Cocos bosque/manglar	Olger Núñez	9:15 - 9:35 a.m.
Recorrido Playa Tumba	Olger Núñez	9:35 - 9:50 a.m.

Botes

Calendario Estacional	Dunia Espinoza	9:50 a.m. - 10:15 a.m.
Recorrido playas con acceso por mar (dependerá de las mareas y el tiempo)	Olger Núñez Erick Agüero	10:15 a.m. - 11:00 a.m.
Línea estacional	Dunia Espinoza	11:00 a.m. - 11:25 a.m.
Agradecimiento/Cierre	Olger Núñez Adrián Arce	11:25 a.m. - 11:35 a.m.
Refrigerio	Dunia Espinoza	11:35 a.m. - 11:45 a.m.
Regreso Transporte de vuelta a Muelle Turístico	Erick Agüero	11:45 a.m. - 12: 00 p.m.

Fuente: elaboración propia, 2021.

Anexo 3. Playa Tumba Botes, Parque Nacional Isla San Lucas.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 4. Playa Hacienda Vieja, Parque Nacional Isla San Lucas.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 5. Ejecución de Herramientas durante el primer taller participativo.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 6. Antiguo dispensario San Lucas.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 7. Antigua Capilla y Obras de mantenimiento al fondo.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 8. Rotulación de senderos PNISL.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 9. Recorrido por playa Cocos.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 10. Recorrido por Playa Cocos.



Fuente: Primer taller participativo, 2021.

Anexo 11. Herramienta de registro de campo para la recopilación de indicios de afectación en el ASP.

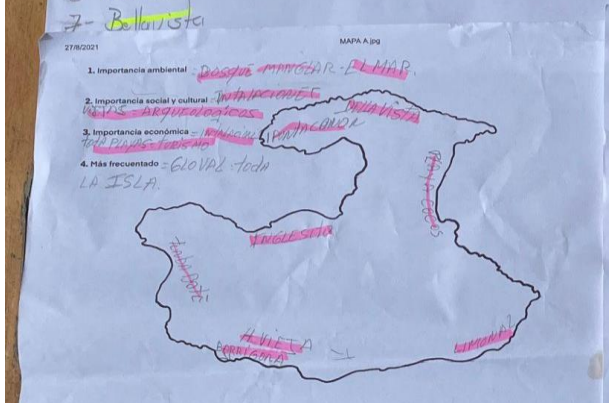
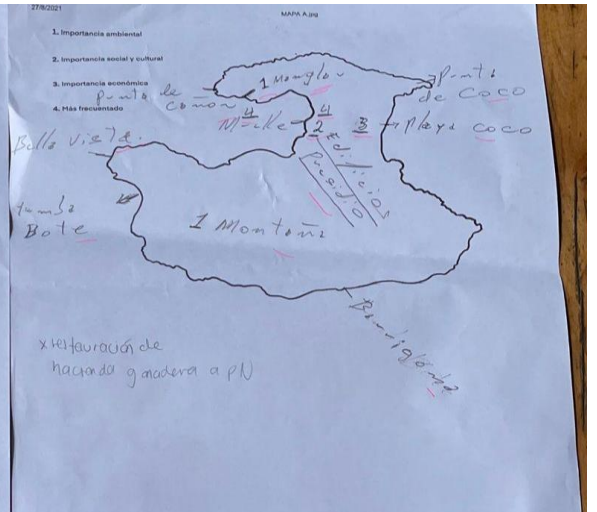
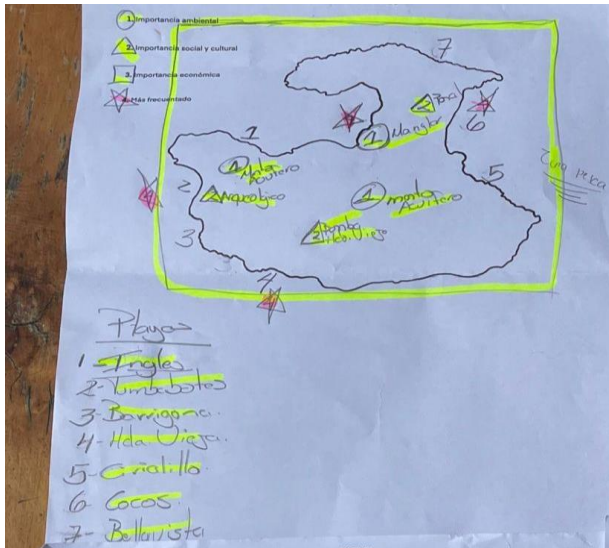
Objetivo: Establecer los aspectos que deberán ser identificados durante la visita al ASP mediante la elaboración de una herramienta de registro de campo, conduciendo así las observaciones mínimas necesarias en la recopilación de indicios de afectación.

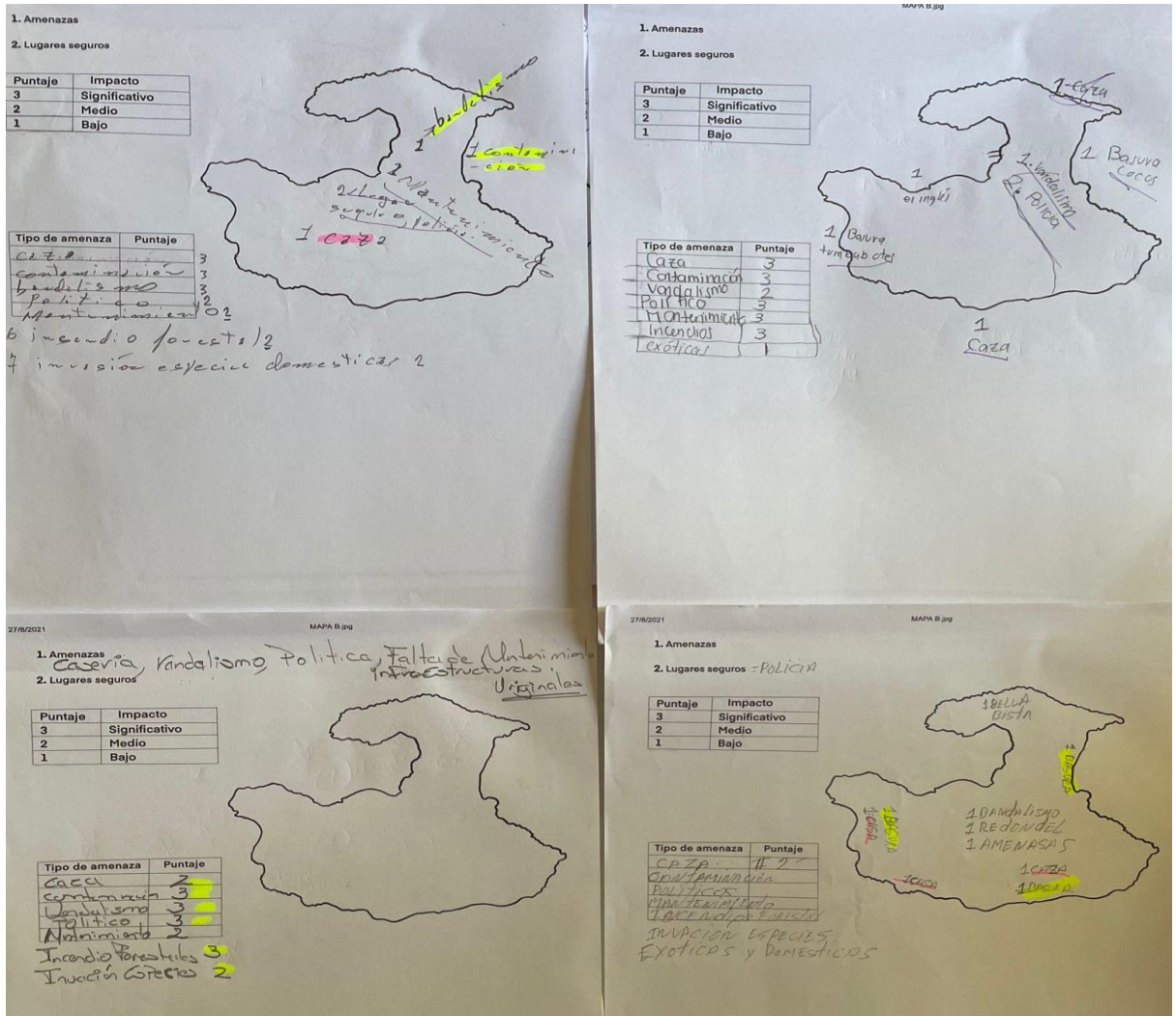
Identificación de sitios visitados por mar	<ul style="list-style-type: none">● Playa el Inglés● Playa Tumba botes● Playa Hacienda Vieja
Identificación de sitios visitados por tierra	<ul style="list-style-type: none">● Infraestructura habitacional de guardaparques y zonas aledañas● Arquitectura del antiguo presidio● Sendero Cocos a través del bosque● Playa Cocos
Herramientas o insumos necesarios	<ul style="list-style-type: none">● Cámara

	<ul style="list-style-type: none"> ● Grabador de voz ● Material para apuntes ● Compañía de actores clave ● GPS
<p>Aspectos por considerar durante el mapeo de indicios de afectaciones en cada sitio visitado</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Toma de coordenadas con el GPS ● Toma de evidencia fotográfica ● Análisis sobre los cambios percibidos en la playa por parte de los actores clave, con especial énfasis en la línea de costa y el incremento del nivel del mar ● Identificación de contaminación por residuos y procedencia ● Identificación de erosión costera ● Identificación del estado de la vegetación ● Identificación de presencia de fauna y su estado ● Identificación de indicios de vandalismo, sectores de acampar, caza ilegal

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 12. Evidencia de herramienta de cartografía social utilizada durante la ejecución de la primer gira de campo y primer taller participativo.





Fuente: Primer taller participativo, Propuesta de un Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en el PNISL, 2021.

Anexo 13. Descripción de la herramienta Mapa de riesgo y matriz de vulnerabilidades

- **Objetivo:** El Mapa de riesgo y la matriz de vulnerabilidades le provee una presentación a la comunidad de sus alrededores, los riesgos que le afectan y su grado de impacto en los recursos naturales y sus medios de vida.
- **Los pasos de aplicación se resumen a continuación:**
 - Facilitar los mapas mostrados en las **figuras A y B**, los cuales utilizan el método de cartografía social para que los actores identifiquen y asocien de forma individual mediante simbología los distintos sitios, las principales amenazas y recursos que se encuentran dentro del Parque Nacional, es

decir, que construyan su propio mapa.

- Aplicar las preguntas mostradas, a continuación, mediante la herramienta de cartografía social mostrada en la **figura A y B**:
 - ¿Cuáles son los sitios con los que identifican más al parque según su importancia económica, social y ambiental? Para esto, señalarán en el mapa con un 1, 2 o 3 respectivamente (**figura A**)
 - ¿Cuáles son las áreas que más frecuentan y a que se debe? Para esto, señalarán con un 4 en el mapa (**figura B**)
 - ¿Cuáles consideran que son las principales amenazas no climáticas y climáticas dentro de las distintas áreas del mapa? Para ello, señalarán con un 1 en la **figura B**
 - ¿Quiénes son los miembros de la comunidad que están en mayor riesgo por las diferentes amenazas? ¿Por qué?
 - ¿Consideran que existen lugares seguros (dentro o fuera de la isla) a donde pueden ir en caso de amenazas y si estos lugares seguros pueden ser utilizados por todos?
 - ¿Cuáles consideran que son las amenazas identificadas que tienen el mayor impacto en sus medios de vida y los bienes de la isla?, Utilizando la siguiente escala de puntaje: significativo (3), mediano (2), bajo (1). Antes de realizar la puntuación individual, se dará un periodo de 10 minutos para discutir y debatir los puntajes de cada amenaza. Para ello, completaron el cuadro mostrado en la **figura B**. En el **Anexo 14** se muestra la evidencia de las **figuras A y B** completadas durante la ejecución del primer taller participativo.

1. Importancia ambiental

2. Importancia social y cultural

3. Importancia económica

4. Más frecuentado

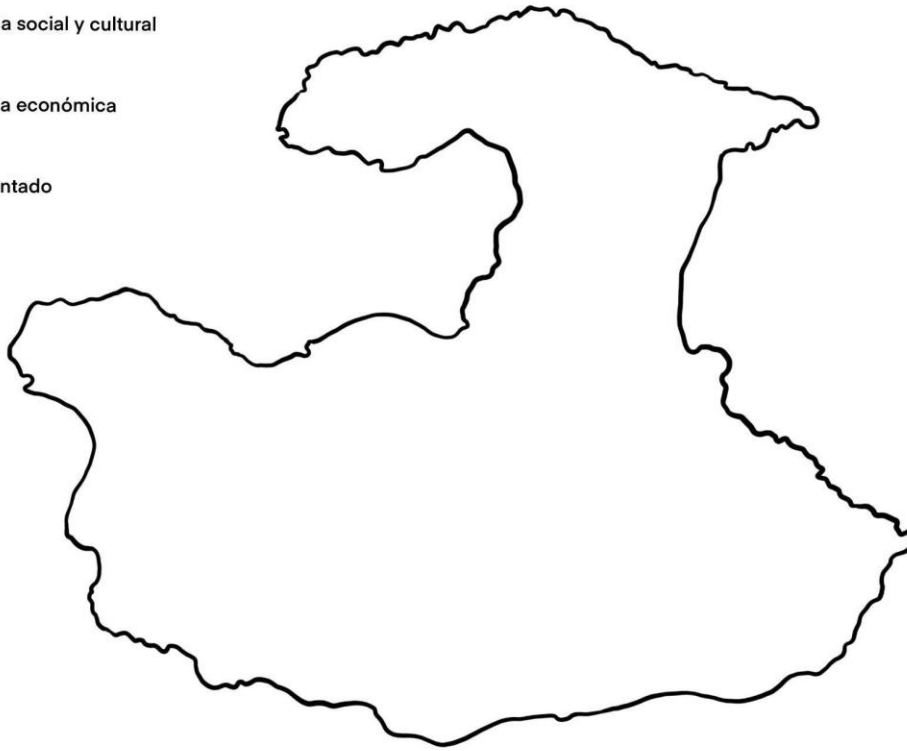


Figura A. Herramienta de cartografía social PN Isla San Lucas. **Fuente:** elaboración propia, 2021.

1. Amenazas

2. Lugares seguros

Puntaje	Impacto
1	Significativo
2	Medio
3	Bajo

Tipo de Amenaza	Puntaje

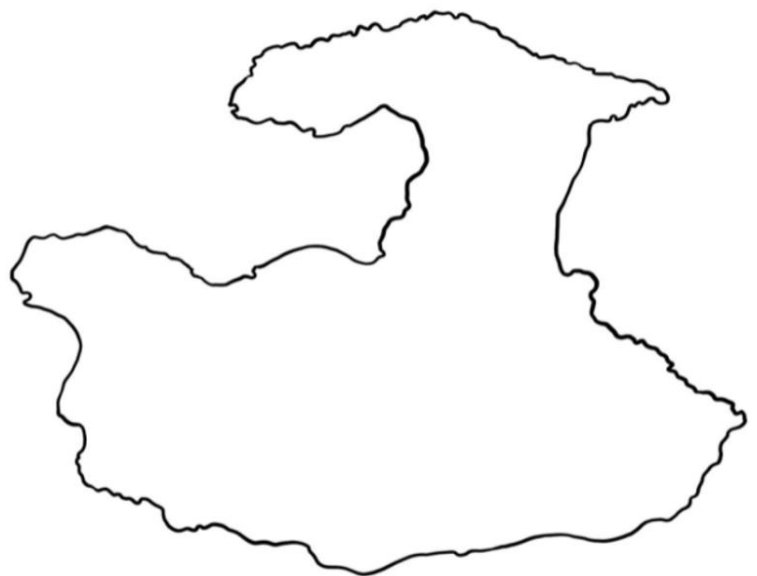


Figura B. Herramienta de cartografía social PN Isla San Lucas para la identificación de amenazas. **Fuente:** elaboración propia, 2021.

Anexo 14. Descripción de la herramienta línea histórica del tiempo

Objetivo: Proveer una visión general de los eventos importantes en la comunidad, facilitando el análisis de las tendencias de riesgo y de los cambios basados en las percepciones de las comunidades.

○ **Consideraciones y pasos de aplicación:**

En este caso, por limitaciones de tiempo, no se utilizó la herramienta de forma estricta, es decir, no se procuró tener información año a año desde hace 30 años, sino, únicamente los eventos mayores y cambios más representativos observados a lo largo de ese periodo de tiempo con respecto a los eventos climáticos mayores, tomando nota de la gravedad en donde sea posible, así como sobre los cambios en el uso de la tierra, cobertura forestal, ancho de la línea de costa, erosión, entre otros, eventos de desarrollo importantes.

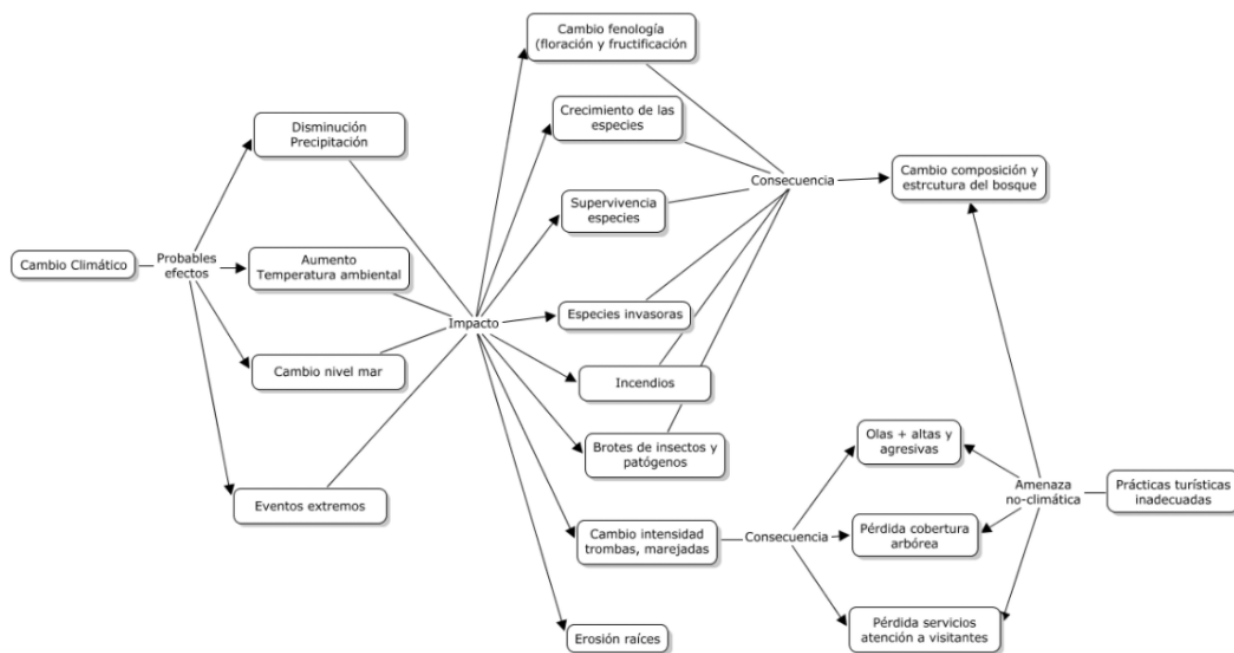
Cuando se hayan terminado las ideas anteriores, se preguntará a los participantes:

1. ¿Hay tendencias o cambios en la frecuencia de los eventos climáticos a lo largo del tiempo y si ellos han cambiado la forma en que se preparan para/o responden a estos eventos como resultado de la tendencia cambiante?
2. ¿Estos cambios son útiles o no en la gestión de riesgos asociados con estos eventos? Si es así, ¿cómo? Si no, ¿por qué?
3. ¿Han tenido acceso a información del tiempo o climática para informar su toma de decisiones? De ser así, ¿ha cambiado esto la forma en que ellos responden a eventos potenciales

Anexo 15. Cadena de impacto climático en el sistema de humedales del Parque Nacional Cahuita.

Objetivo: Representar de manera gráfica los efectos, impactos, consecuencias y amenazas

ligadas a un sistema ecológico en específico, debido al cambio climático, mediante la construcción de cadenas de impacto, conduciendo así el análisis de la vulnerabilidad de los elementos focales de manejo del ASP.



Fuente: SINAC, 2015b.

Anexo 16. Herramienta de registro para potenciales impactos del cambio climático en sistemas específicos del ASP.

Objetivo: Caracterizar los potenciales impactos según el estresor climático y el objeto de conservación tentativamente afectado, mediante el establecimiento de relaciones entre los elementos anteriormente mencionados, conduciendo así el análisis de vulnerabilidad de los objetos de conservación del ASP.

Estrés climático	Objeto de conservación	Potenciales impactos

Fuente: SINAC, 2015a.

Anexo 17. Herramienta del componente de exposición para la evaluación de la vulnerabilidad

Objetivo: Identificar la calificación promedio de la exposición climática mediante la evaluación cuantitativa de las variables de temperatura y precipitación, conduciendo así el resultado del grado de vulnerabilidad climática del ASP.

Evaluación de exposición de la variable temperatura

Periodo	Valores de la precipitación (mm)	Promedio de la región (mm)
1950-2000		
2071-2100		
Cambio en la precipitación (mm)		

Evaluación de exposición de la variable precipitación

Periodo	Valores de la precipitación (mm)	Promedio de la región (mm)
1950-2000		
2071-2100		
Cambio en la precipitación (mm)		

Evaluación promedio de exposición climática

Variable	Cambio en las variables	Calificación exposición	Clase
Temperatura (°C)			
Precipitación (mm)			
Calificación promedio exposición climática			

Anexo 18. Herramienta del componente de sensibilidad para la evaluación de la vulnerabilidad

Objetivo: Identificar la calificación promedio de la sensibilidad climática y antropogénica mediante la calificación de las amenazas conduciendo así el resultado del grado de vulnerabilidad climática del ASP.

Amenaza	Tipo	Calificación de amenaza	Grado de sensibilidad
Calificación promedio de sensibilidad			

Anexo 19. Herramienta de efectividad de manejo del Parque Nacional Isla San Lucas (adjunto al documento).

Anexo 20. Instrumento de la gestión del territorio como parte de la herramienta de evaluación sobre la capacidad adaptativa.

Objetivo: Evaluar el grado de la efectividad en la gestión del territorio mediante la ponderación de los ámbitos establecidos en la herramienta de efectividad de manejo del Parque Nacional Isla San Lucas, conduciendo así el resultado del grado de capacidad adaptativa del ASP.

Ámbito	Calificación
Social	
Administrativo	
Recursos Naturales	
Calificación promedio del criterio	

Anexo 21. Indicadores de la gestión de elementos en los territorios de las ASP y aspectos sobre la obtención de información.

Objetivo: Evaluar el grado de la gestión de los elementos en el territorio del ASP mediante la aplicación de indicadores y sus respectivas herramientas para justificar su cumplimiento, conduciendo así el resultado del grado de capacidad adaptativa del ASP.

Indicadores de la gestión	Justificación/aspectos a considerar	Herramientas para la obtención de información
<p>Nivel de conocimiento del personal, actores y poblaciones locales acerca de los principales impactos del cambio climático en el entorno</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Conocimiento de actores clave sobre impactos del CC en el territorio ● Eventos de capacitación realizados en temas de CC y sus impactos 	<p>Entrevista mediante aplicación de cuestionarios y criterio experto: https://forms.gle/L7uLiPTPBJFEq2mPA</p>
<p>Nivel de conocimiento del personal, actores y poblaciones locales para la adaptación al cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Organizaciones encargadas de realizar 	<p>Entrevista mediante la aplicación de cuestionarios y criterio experto:</p>

capacitaciones en tales actividades

<https://forms.gle/Z8gUvaCqf1jGW9E6A>

Nivel de inclusión de temas relacionados con el cambio climático y adaptación en los planes de manejo, investigación y monitoreo

- Revisión de planes de manejo y verificación de inclusión de temas relacionados con el CC en los planes de investigación, monitoreo y manejo.
- Organizaciones que realizan investigación y monitoreo del CC en el territorio

Manejo de ecosistemas que mitigan amenazas no climáticas (por ejemplo: contaminación)

- Revisión de planes de manejo en (áreas protegidas, parques nacionales, corredores biológicos) en cuanto a temas de control y mitigación de impactos por contaminación, manejo sostenible, etc.
- Existencia de planes de manejo de contaminantes, manejo forestal sostenible, etc. y su efectiva aplicación en el territorio

Criterio experto:
<https://forms.gle/vLP3Jw2W7b35F3cx9>

- Valoración general del manejo que se ejecuta (de recursos naturales, contaminantes)

Revisión de límites y zonificación del territorio considerando aspectos de adaptación al cambio climático.

- Modificaciones a los límites y zonificación del ASP y sus componentes, con el fin de impulsar la adaptación.

Fuente: adaptado de Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016).

Anexo 22. Indicadores actuales de conectividad entre ASP para la migración de especies.

Objetivo: Evaluar el grado de conectividad entre ASP para la migración de especies mediante la aplicación de indicadores, conduciendo así el resultado del grado de capacidad adaptativa del ASP.

Indicadores de conectividad entre ASP para la migración de especies

Justificación/aspectos a considerar

- | | |
|---|---|
| <p>1. El diseño del corredor biológico facilita la dispersión de biota bajo las condiciones cambiantes del clima.</p> | <p>Los corredores biológicos deben contar con un diseño adecuado que facilite los movimientos de una mayoría de la biota presente bajo condiciones climáticas actuales y futuras. Es importante considerar el nivel de representatividad de ecosistemas de la región y la gradiente altitudinal que el territorio abarca.</p> |
|---|---|

2. Las características del corredor biológico contribuyen a la migración de especies ante el cambio climático: encuentran, tamaño, rango altitudinal, punto de mayor altitud. Consideraciones de conectividad entre hábitats naturales (que tan fragmentados se encuentran, proporción de usos de suelo, tamaño del corredor).

Fuente: Adaptado de Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016).

Anexo 23. Indicadores de la capacidad adaptativa al cambio climático de las poblaciones locales y aspectos sobre la obtención de información.

Objetivo: Evaluar el grado de la capacidad adaptativa al cambio climático de las poblaciones locales, mediante la aplicación de indicadores, conduciendo así el resultado del grado de capacidad adaptativa del ASP.

Indicadores de la capacidad adaptativa de las poblaciones locales	Justificación/aspectos a considerar	Herramientas para la obtención de información
1. Proporción de grupos humanos demográficamente vulnerables que requieren más apoyo para la adaptación al cambio climático	¿Cuál es la porción de grupos vulnerables al cambio climático que necesitan mayor atención?	Información demográfica detallada proveniente del INEC
2. Proporción de la población que depende de los recursos naturales/servicios ecosistémicos más sensibles al	¿Qué proporción de las poblaciones humanas depende de recursos naturales y/o servicios ecosistémicos	Información demográfica detallada proveniente del INEC, herramienta de

CC para sostener sus medios de vida.	particularmente sensibles al CC?	efectividad de manejo del PN, criterio experto
3. Acceso y uso de conocimientos relacionados con el clima por parte de los pobladores	¿Cuál es la capacidad de acceso a conocimientos relacionados con el clima por parte de los pobladores? (información meteorológica, publicaciones científicas, planes de manejo)? ¿En qué medida apoyan a la toma de decisiones en el territorio los conocimientos relacionados con el CC?	Entrevista mediante cuestionarios a comunidades cercanas y gobierno local
4. Capacidad de organización de la comunidad frente a los impactos potenciales del CC	¿Está la comunidad preparada para afrontar impactos provocados por el CC? ¿Cuál es el nivel de organización que actualmente tienen? ¿Es suficiente para mitigar esos impactos?	Criterio experto y acercamiento con comunidades cercanas, gobierno y comité locales de emergencias
5. Acceso equitativo a los recursos y servicios que permiten una mayor capacidad adaptativa a los pobladores locales	¿Qué tan equitativo es el acceso a recursos y servicios que permiten una mayor capacidad de adaptación al cambio climático? (crédito, educación, capacitación, distribución de la red vial, etc.)	Criterio experto

Fuente: Adaptado de Delgado et al (2016) y Young y Foden (2016).


Anexo 24. Matriz para el establecimiento del grado de resiliencia del ASP.

Objetivo: Establecer el grado de resiliencia del ASP, mediante la aplicación de una matriz según los resultados de los componentes de capacidad adaptativa y sensibilidad, identificando así la capacidad del ASP mantener sus funciones a pesar de las perturbaciones climáticas.

Capacidad Adaptativa ↑	← Sensibilidad		
	AA Bajo	AM Media	AB Alta
	MA Baja	MM Media	MB Media
	BA Baja	BM Media	BB Media

Fuente: Adaptado de Delgado et al. (2016) y Young y Foden (2016).

Anexo 25. Lista de asistencia oficial del segundo taller participativo



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN PACÍFICO CENTRAL
DIRECCIÓN REGIONAL

LISTA DE ASISTENCIA


Actividad: 2 Taller de Formulación de Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Parque Nacional Isla San Lucas.
Lugar: Parque Marino del Pacífico Fecha: martes 28 de junio del 2022

Nombre Completo	Dependencia	Firma	Correo Electrónico
NAUUCO ARIAS KUMBADO	SE-SINAC-PAC	<i>[Firma]</i>	NAUUCO.ARIAS@SINAC.GOV.CR
Anci Gabriela Espinoza	UTN-DEAS	<i>[Firma]</i>	aspinoza@utn.ac.cr
Odalys Centeno Pluvinet	UTN-DEAS	<i>[Firma]</i>	ocenteno@utn.ac.cr
Danyla Vega Mojica	UTN-DEAS	<i>[Firma]</i>	dvega@utn.ac.cr
Yamileth Cibero Campos	ENUSPH-PM	<i>[Firma]</i>	yamileth.cibero@sinac.gov.cr
Natalia Corrales Gómez	Parque Marino del Pacífico	<i>[Firma]</i>	direccion@parquemarinopac.org
Yonhey Ortega Perri	DAP-Accipac	<i>[Firma]</i>	yonhey.ortega@sinac.gov.cr
Lilliana Robi Simónez	DAP-Accipac	<i>[Firma]</i>	lilliana.robi@sinac.gov.cr
Patricia Mora Montero	RTE+CI-ACCIPAC	<i>[Firma]</i>	patricia.mora@sinac.gov.cr
Adrián Ara Arias	PEV-Moravia ACCIPAC	<i>[Firma]</i>	adrian.ara@sinac.gov.cr

1/4
Dirección San Rafael de Porcía, 1.8 kilómetros al sur de la Ronda Delta en Santiago de Porcía
Tel. Central: (506)2416-7088 / ext. 111
Fax: (506)2416-2017 - Adj.: 18485
San José, Costa Rica
www.sinac.gov.cr

Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 26. Lista de asistencia oficial del segundo taller participativo



**SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN PACÍFICO CENTRAL
DIRECCIÓN REGIONAL**

LISTA DE ASISTENCIA

Actividad: 2 Taller de Formulación de Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Parque Nacional Isla San Lucas.
Lugar: Parque Marino del Pacífico Fecha: martes 28 de junio del 2022

Nombre Completo	Dependencia	Firma	Correo Electrónico
Berry Azofeifa Miranda	Fuerza pública Dirección Regional	<i>[Signature]</i>	berry.azofeifa@fuerzapublica.go.cr
Juan Carlos Vargas Guerrero	Guardacostas	<i>[Signature]</i>	juvargasg@msp.go.cr
GRETHEL VALE GARITA	UNA	<i>[Signature]</i>	gretzel.vale.garita@una.cr
Stephanie Joto Charco	INCOF	<i>[Signature]</i>	consultoria.jsc@incof.go.cr
Cassandra Costa Fieda Molina	UNED	<i>[Signature]</i>	kcasmol@uned.cr
Ramón Montero Rodríguez	COPIA.F.I.	<i>[Signature]</i>	ramonmontero@copiafi.com
Enrique Aguilar	U.T. OSIRIS	<i>[Signature]</i>	enriqueaguilar@osiris.com
Polanda Hoffmeister S.	Consultor. Amb.	<i>[Signature]</i>	thoffmeister@gmail.com
Adriana Rodríguez Umaniz	Municipalidad	<i>[Signature]</i>	adriana.rodruiguez@municipalidad.go.cr
Mario Vinuesa Araya	CATUP	<i>[Signature]</i>	mariovinuesa@hotmail.com

COSTA RICA
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

1/4
 Dirección: San Rafael de Puriscal, 1.8 kilómetros al suroeste de la Bomba Delta en Santiago de Puriscal
 Tel. Central: (506)2416-7000 Fax: 111 -
 Fax: (506)2416-2017 • Apdo.: 10405
 San José, Costa Rica
 www.sinac.ac.cr

Escaneado con CamScanner

Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 27. Lista de asistencia oficial del segundo taller participativo



LISTA DE ASISTENCIA

Actividad: 2 Taller de Formulación de Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Parque Nacional Isla San Lucas.

Lugar: Parque Marino del Pacífico

Fecha: martes 28 de junio del 2022

Nombre Completo	Dependencia	Firma	Correo Electrónico
Jhonessa Valente Adli	UNA		jvalente@una.ac.cr
Liliana Delgado M	Parionada UCR		liliana06@gmail.com
Josua Arquedas Quiros	UCR		sarqued@gmail.com
Javier Medinel Córdoba	UCR		javier.medinel@ucr.ac.cr
LUIS FIDEL SANCHEZ	PROY ISLA SAN LUCAS		lfs@proyisla.org
Grietal Ureano Volverde	MSP		grietal.ureano@financiapublica.gob.cr
Emmanuel Castro Alvarez	Proyecto Marino		emmanuel@proyisla.org



Dirección: San Rafael de Puriscal, 1.8 kilómetros al suroeste de la Bomba Delta en Santiago de Puriscal.
 Tel. Central: (506) 2416-7068 / ext. 1117
 Fax: (506) 2416-8017 - Apto. 101-C
 San José, Costa Rica
 www.sinac.or.cr

Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 28. Plan General de Manejo del Parque Nacional Isla San Lucas

Se adjunta como anexo externo en conjunto con el presente trabajo de graduación.

Anexo 29. Agenda del taller comunitario para la selección de opciones de adaptación.

- Fecha: martes 28 de junio del 2022
- Lugar: Parque Marino del Pacífico
- Hora: 8:00 a.m.- 1:00 p.m.
- Facilitadores: Ing. Dunia Espinoza - Universidad Nacional, Olger Núñez - SINAC
- Enfoque: Teórico – Práctico
- Objetivos:
 - Detallar el proceso de construcción actual con respecto al Plan Específico de Cambio Climático y su importancia.
 - Comunicar la Vulnerabilidad del Parque Nacional Isla San Lucas al cambio climático.
 - Validar líneas de acción estratégicas, formular y priorizar posibles medidas y acciones de adaptación al cambio climático.
 - Conocer las experiencias de otras ASP en la aplicación de estos planes.

Actividad	Horario	Descripción
Contexto de los Planes Específicos de Cambio Climático	8:00 a.m.-8:15 a.m.	Antecedentes, Problema y Justificación de los PECC
Metodología del taller	8:15 a.m.- 8:25 a.m.	Descripción de etapas del taller
Conociendo los Resultados	8:25 a.m. – 08:55 a.m.	Conocer la vulnerabilidad del Parque Nacional y sus Amenazas
Líneas estratégicas	08:55 a.m. – 9:15 a.m.	Validar las líneas estratégicas para la propuesta de medidas
Contexto actual del Parque Nacional	9:15 a.m. -09:30 a.m.	Contextualizar las capacidades actuales del ASP (humano, técnico, económico)
Sondeo de posibles recursos y capacidades de actores clave	9:30 a.m. – 09:50 a.m.	Conocer el contexto de diferentes tipos de recursos que los distintos actores pueden aportar para ser aliados de las posibles medidas de este plan
Receso	09:50 a.m. – 10:00 a.m.	Tiempo de Descanso
Experiencias y aprendizajes de otras ASP con el PECC	10:00 a.m. – 10:20 a.m.	Retroalimentación de experiencias en otros Parques Nacionales
Mesas redondas	10:20 a.m. - 11:00 a.m.	Mesas de trabajo grupales para la validación y construcción de medidas
Presentación de resultados de mesas de trabajo	11:00 a.m. - 11:30 a.m.	Los moderadores de cada mesa de trabajo presentan los principales resultados
Discusión sobre 3 o 4 medidas prioritarias	11:30 a.m. – 12:00 p.m.	Discusión en plenaria sobre las posibles opciones prioritarias de adaptación
Agradecimiento y descripción de pasos a seguir	12:00 p.m. - 12:10 p.m.	Cierre de la actividad e indicaciones sobre la sistematización y valoración de los resultados obtenidos
Almuerzo	12:10 p.m. - 1:00 p.m.	Almuerzo

Fuente: SINAC, 2015a.

Anexo 30. Resultados de conectividad como parte del análisis de vulnerabilidad del PNISL.



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 31. Proyecciones de precipitación como parte de los resultados de vulnerabilidad del PNISL.



Fuente:
2022.

Segundo taller participativo,

Anexo 32. Resultados de capacidad adaptativa de poblaciones locales como parte de los resultados de vulnerabilidad del PNISL.



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 33. Presentación y validación de líneas estratégicas



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 34. Mesas de trabajo grupales para la formulación de posibles medidas de adaptación.



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 35. Mesas de trabajo grupales para la formulación de posibles medidas de adaptación.



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 36. Discusión en plenaria y priorización de posibles medidas de adaptación.



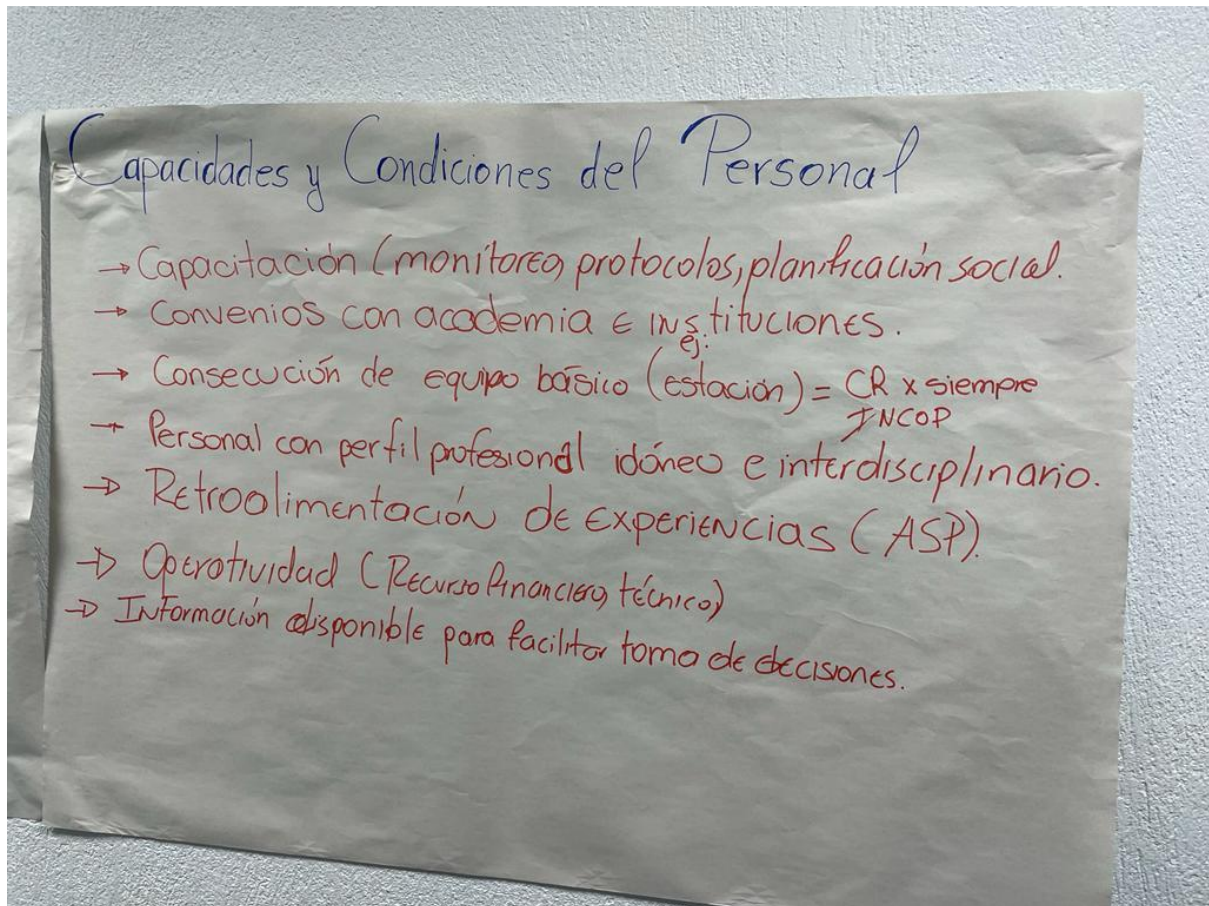
Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 37. Experiencias de Cambio Climático del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala.



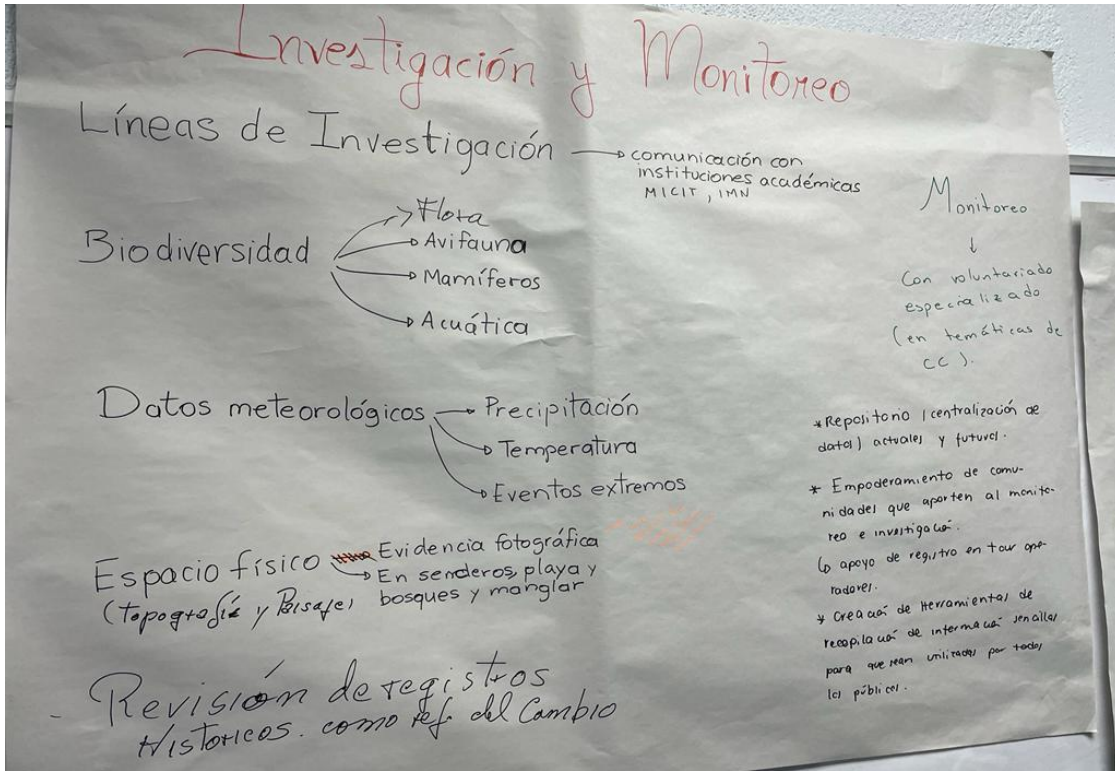
Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 38. Resultados de mesas redondas, línea estratégica: Capacidades y condiciones del Personal



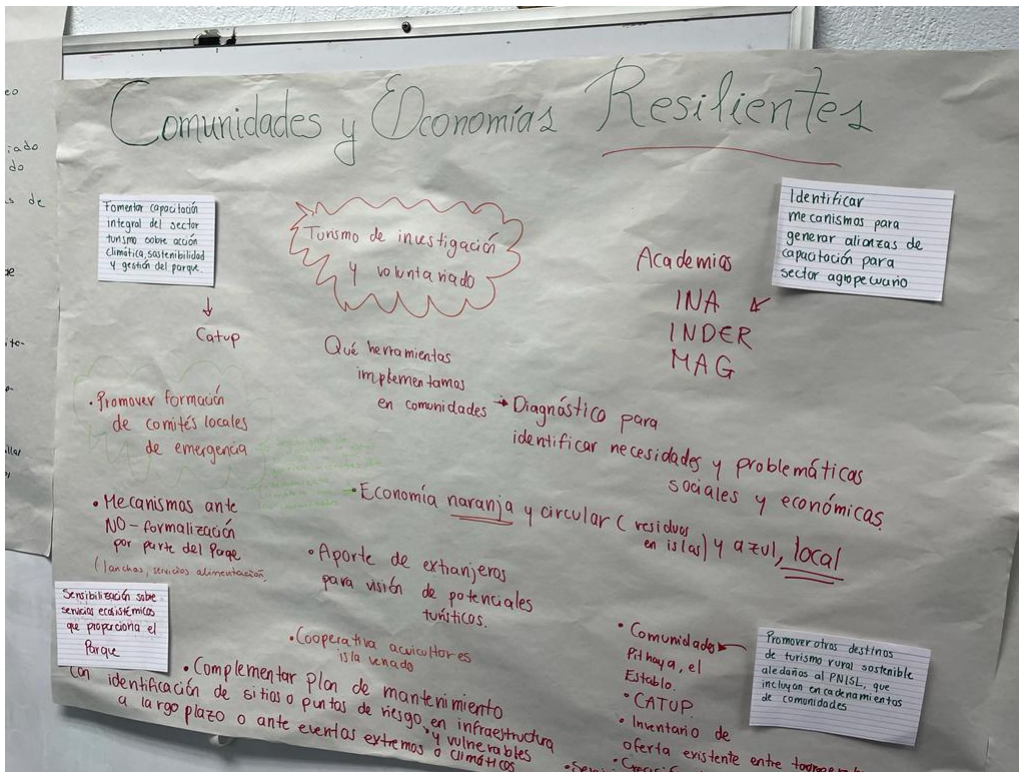
Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 39. Resultados de mesas redondas, línea estratégica: Investigación y Monitoreo



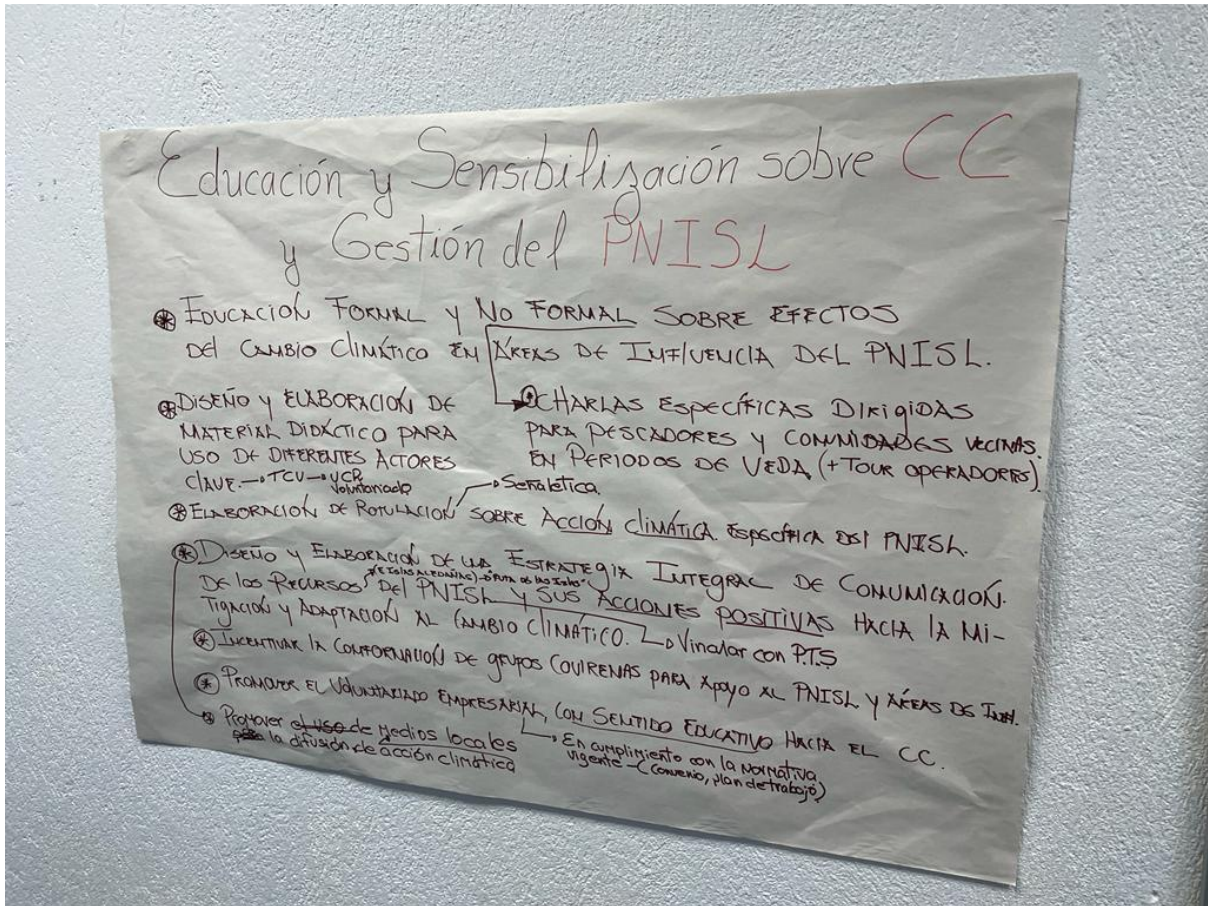
Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 40. Resultados mesas redonda, línea estratégica: Comunidades y Economías Resilientes.



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 41. Resultados mesas redonda, línea estratégica: Educación y sensibilización sobre el cambio climático y Gestión del PNISL.



Fuente: Segundo taller participativo, 2022.

Anexo 42. Herramienta para el análisis de restricciones de posibles medidas obtenidas en el taller participativo

Objetivo: Evaluar la factibilidad promedio de las distintas medidas de adaptación propuestas para el PNISL, mediante la asignación de puntajes a los criterios de factibilidad, con base en el criterio experto de encargados del ACOPAC, el contexto específico del PNISL y sus zonas de influencia, para priorizar la selección de medidas.

Medida sugerida	Restricciones	Modificaciones	Observaciones

En el siguiente enlace podrá acceder a los resultados derivados del uso de este anexo:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QWBXL7h1XUZ_i0ITNaAjdW5klu5HIOAMC7oLBBQE4lg/edit?usp=sharing

Anexo 43. Herramienta para la evaluación de criterios de factibilidad en la selección de medidas de adaptación

Objetivo: Evaluar la factibilidad promedio de las distintas medidas de adaptación propuestas para el PNISL, mediante la asignación de puntajes a los criterios de factibilidad, con base en el criterio experto de encargados del ACOPAC, el contexto específico del PNISL y sus zonas de influencia, para priorizar la selección de medidas.

Escalas de puntaje:

- Factibilidad técnica:

Puntaje	Descripción
1 - 2	Según el contexto actual del PNISL y sus actores clave, no se dispone con facilidad de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos, funciones o métodos involucrados en esta medida.
3 - 4	Según el contexto actual del PNISL y sus actores, se dispone con facilidad relativa de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos,

funciones o métodos involucrados en esta medida.

5	Según el contexto actual del PNISL y sus actores, se dispone con mucha facilidad de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos, funciones o métodos involucrados en esta medida.
---	---

- Factibilidad financiera:

Puntaje	Descripción
1 - 2	La medida podría implicar un presupuesto estimado para viáticos y otros insumos necesarios para su desarrollo y ejecución considerados como onerosos, así como financiación externa al presupuesto del ASP y una difícil alianza externa con actores claves para su consecución
3 - 4	La medida podría implicar un presupuesto estimado para viáticos y otros insumos necesarios para su desarrollo y ejecución moderados, gestionables desde la financiación interna del ASP o gestionables mediante alianzas de cooperación con actores clave
5	La medida podría implicar un presupuesto estimado para viáticos y otros insumos necesarios para su desarrollo y ejecución muy bajos o nulos y son fácilmente gestionables mediante alianzas de cooperación con actores clave

- Factibilidad logística:

Puntaje	Descripción
1 - 2	La medida presenta muchos aspectos logísticos distintos a tomar en cuenta para su ejecución según el contexto actual del PNISL
3 - 4	La medida presenta algunos aspectos logísticos a tomar en cuenta para su ejecución según el contexto actual del PNISL

5

La medida presenta aspectos logísticos comunes a tomar en cuenta para su ejecución según el contexto actual del PNISL. Dichos aspectos comunes implican la planificación de actividades participativas que no requieren muchos insumos o recursos materiales, económicos o tecnológicos para su ejecución, identificación de actores clave, elaboración de invitaciones, convocatoria y solicitud de préstamo de instalaciones.

● Riesgo:

Puntaje	Descripción
1 - 2	La medida presenta más de dos riesgos (ejemplo: solo un actor clave podría ser el facilitador de la acción, implica aspectos logísticos fuera del campo de conocimiento del equipo de trabajo del parque nacional o bien implica una carga de trabajo grande que no es factible de asumir para el equipo de trabajo, requiere de un alto recurso económico para ejecutarse), considerables en su ejecución que dificultan su cumplimiento
3 - 4	La medida presenta dos riesgos posibles en su ejecución que dificultan su cumplimiento
5	La medida presenta uno o ningún riesgo considerado como muy probable que dificulten su ejecución

● Complementariedad:

Puntaje	Descripción
1 - 2	La medida propuesta se relaciona o vincula con uno o ningún otro de los planes específicos identificados para el PNISL
3 - 4	La medida propuesta se relaciona o vincula con dos o tres planes específicos identificados para el PNISL

- **Promedio:** Finalmente, se promedian los distintos puntajes, las medidas con mayores escalas de puntuación se priorizarán como las medidas a ejecutar en el plan de acción, debido a que su panorama general muestra una mayor probabilidad de que se cumplan de manera exitosa.

Anexo 44. Plan Específico de Cambio Climático del Parque Nacional Isla San Lucas 2023-2028.

En el siguiente enlace podrá acceder al Plan Específico de Cambio Climático del Parque Nacional Isla San Lucas 2023-2028:

<https://docs.google.com/document/d/17WY65-k0mCtAZ2rb24UiUru47vhzzAsCvx1xjHfRXJ4/edit?usp=sharing>

Anexo 45. Plazos de ejecución de actividades para el Plan de Acción del PECC del PNISL

Acrónimo	Definición
S1	Primer semestre
S2	Segundo semestre
T1	Primer trimestre
T2	Segundo trimestre
T3	Tercer trimestre
T4	Cuarto trimestre

Anexo 46. Ficha metodológica del indicador: Fomento de comunidades resilientes ante el CC

Ficha metodológica del indicador			
Medida a evaluar: Fomento de comunidades resilientes ante el CC			
Número de indicador	01	Fecha de actualización	21-08-22
Tipo de indicador	Efecto	Tipo de medida	Sinergia
Nombre del indicador	Número de acciones de alcance comunitario realizadas		
Desagregaciones	Temáticas de capacitaciones		
Descripción	Se requiere generar un acercamiento, espacios y sinergias que propicien la capacitación de los sectores socioeconómicos más vulnerables ante el CC en las zonas de influencia del PNISL, respetando siempre las competencias del SINAC.		
Unidad de medida	Cantidad		
Forma de cálculo	Cantidad de acciones realizadas		
Línea base	Cero acciones realizadas dirigidas en específico a tour operadores, pescadores o sector agro de las zonas de influencia.		

Interpretación	Se logró realizar/incentivar las capacitaciones/acciones relacionadas a CC previamente planificadas	
Características	Periodicidad	Anual
	Fuente de información	Informes de acciones realizadas/listas de asistencia
	Responsable	Asignado por administración del ASP
	Forma de representación	Resumen ejecutivo
	Usos	Planificación
Valor por conseguir	Parámetros aceptables	<p>Al 2026, se ha incrementado al menos en un 100% las capacitaciones realizadas con actores externos</p> <p>Al 2025. Se han establecido los 3 diálogos con los aliados indicados (MAG, INCOPECA, INDER)</p> <p>Al 2028, se ha ejecutado un conversatorio con pescadores de las zonas de influencia</p>

Anexo 47. Ficha metodológica del indicador: Investigación y monitoreo sobre cambio climático y biodiversidad

Ficha metodológica del indicador			
Medida a evaluar: Investigación y monitoreo sobre cambio climático y biodiversidad			
Número de indicador	02	Fecha de actualización	20-08-22
Tipo de indicador	Impacto	Tipo de medida	Adaptación
Nombre del indicador	Cantidad de estudios científicos/técnicos y protocolos de monitoreo realizados		
Desagregaciones	Temáticas de los estudios y protocolos ejecutados		
Descripción	Cantidad de información generada, relacionada a la biodiversidad, elementos focales de manejo y el impacto del cambio climático sobre estos.		
Unidad de medida	Cantidad		
Forma de cálculo	Cantidad de estudios y protocolos de monitoreo ejecutados		
Línea base	<p>Un protocolo para el monitoreo de residuos aplicado (Indicador número cinco del protocolo para el Monitoreo de la Dinámica de las Playas Arenosas ante el Cambio Climático)</p> <p>Nueve estudios realizados en el 2005 por la UNA sobre identificación de vegetación, moluscos, peces, mamíferos, anfibios, reptiles y aves.</p>		
Interpretación	Se logró realizar investigaciones y protocolos de monitoreo relacionados a CC		
Características	Periodicidad	Cada cuatro meses (varía según actividad) para protocolos de monitoreo y bianual para estudios técnicos o científicos	
	Fuente de información	Reportes de datos de campo recopilados mediante la generación de informes, resultados de investigaciones publicados	
	Responsable	Administración ASP	

	Forma de representación	Informe/Tabla/Resumen ejecutivo
	Usos	Comunicación/Toma de decisiones
Valor por conseguir	Parámetros aceptables	<p>Al menos tres indicadores de protocolos de monitoreo aplicados en el año de manera cuatrimestral.</p> <p>Al menos dos investigaciones técnicas o científicas afines a la biodiversidad y cambio climático realizadas durante los cinco años de implementación PECC logradas mediante un convenio o alianza con la academia establecido como máximo a inicios del 2026.</p> <p>Al 2025, se incrementa la evidencia fotográfica del PNISL mediante el establecimiento un repositorio para evidencia fotográfica de sus elementos focales de manejo, al 2028 se cuenta con al menos 40 fotografías en el repositorio.</p>

Anexo 48. Ficha metodológica del indicador: Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC

Ficha metodológica del indicador			
Medida a evaluar: Fortalecimiento de capacidades y condiciones del personal del PNISL para la implementación del PECC			
Número de indicador	03	Fecha de actualización	21-08-22
Tipo de indicador	Producto	Tipo de medida	Adaptación
Nombre del indicador	Número de capacitaciones sobre CC y afines a las y los colaboradores del PNISL		
Desagregaciones	Temáticas de capacitaciones		
Descripción	Se requiere que el 100% de los funcionarios del PNISL poseen un nivel similar de comprensión sobre el cambio climático		
Unidad de medida	Cantidad		
Forma de cálculo	Cantidad de capacitaciones realizadas		
Línea base	Promedio de notas de evaluaciones sobre las capacitaciones efectuadas Cero capacitaciones en conjunto como equipo de trabajo PNISL sobre este tema		
Interpretación	Para el final del 2023 se han realizado todas las actividades de capacitación planificadas		
Características	Periodicidad	Bimensual/Trimestral	
	Fuente de información	Lista de asistencia a capacitaciones	
	Responsable	Administración ASP	
	Forma de representación	Gráfico de barras	
	Usos	Planificación	
Valor por conseguir	Parámetros aceptables	Al 2024, se ha sensibilizado al 100% de los colaboradores del PNISL sobre la misma cantidad de temas sobre CC y afines.	

		<p>Al 2025, el promedio de las evaluaciones de conocimientos de los funcionarios del PNISL sobre el cambio climático es mayor a 70.</p> <p>Al finalizar el 2024, el PNISL incrementó en un 100% su intercambio de experiencias sobre CC y patrimonio arquitectónico y arqueológico</p>
--	--	--

Anexo 49. Ficha metodológica del indicador: Educación y sensibilización sobre CC y la gestión del PNISL

Ficha metodológica del indicador			
Medida a evaluar: Educación y sensibilización sobre CC y la gestión del PNISL			
Número de indicador	04	Fecha de actualización	20-08-22
Tipo de indicador	Efecto	Tipo de medida	Sinergia
Nombre del indicador	Educación y sensibilización		
Desagregaciones	Cantidad de grupos meta alcanzados		
Descripción	Es necesario la ejecución de acciones de educación, sensibilización e información que promueva la educación formal y no formal, dirigidas a los diferentes tipos de actores clave para que conozcan sobre el CC y la gestión del PNISL, fortalecer el acercamiento con estos para mitigar amenazas identificadas, fomentar su participación y vinculación en las respuestas del PNISL ante el CC.		
Unidad de medida	Cantidad		
Forma de cálculo	Número de actividades de sensibilización/educación realizadas		
	Número de grupos meta alcanzados		
Línea base	Grupos meta seleccionados: Tour operadores, visitantes, pescadores y vecinos de zonas de influencia.		
	Para el año 2028 se han realizado diferentes actividades de sensibilización o educación no formal con el 100% de los grupos meta seleccionados		
Características	Periodicidad	Anual (según actividad)	
	Fuente de información	Informes de actividades realizadas	
	Responsable	Asignado por la administración ASP	
	Forma de representación	Tabla/Gráfico de grupos sensibilizados	
	Usos	Comunicación/Planificación	
Valor por conseguir	Parámetros aceptables	Al 2025, se ha sensibilizado al 20% de los grupos meta identificados, al 2026 al 60% y al 2028 al 100%.	

		Lo anterior implica un alcance de los grupos meta identificados mediante la rotulación del parque con el apoyo de la academia, una charla sobre los COVIRENAS y material gráfico para uso de actores clave.
--	--	---