



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**CONANP**  
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS  
NATURALES PROTEGIDAS



Al servicio  
de las personas  
y las naciones



## RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL CORREDOR ISLA MUJERES-PUERTO MORELOS



## RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL CORREDOR ISLA MUJERES-PUERTO

### MORELOS

#### Coordinación Institucional

Fernando Camacho Rico, CONANP  
Pilar Jacobo Enciso, CONANP  
Valeria Petrone Mendoza, CONANP  
María del Carmen García, CONANP  
Yadira Gómez, CONANP  
Sofía García, PNUD-Resiliencia  
Christian Alva Basurto, PNUD -Resiliencia.  
Vanessa Francisco Ramos, PNUD Resiliencia.  
Mauricio Santos Ochoa, PNUD -Resiliencia.

#### Con la colaboración de

CONBIODES, A.C. Programa de Apoyo a la Reducción de Riesgos de Desastres en México - PNUD

#### Agradecimientos

Este programa fue elaborado gracias a la participación activa de diversas instituciones y organizaciones. Se agradece a:

Personal técnico y administrativo del Parque Nacional Costa Occidental Punta Cancún y Punta Nizuc y del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. Quinta Región Naval, Capitanía de Isla Mujeres, Capitanía de Puerto Morelos, Capitanía Puerto Juárez, Tte. Corb. SAIN. T. INT-NAV,SEMA, Municipio de Isla Mujeres, Amigos de Sian Ka'an, A. C. Amigos de Isla Contoy A. C. Colegio de Biólogos, Biosilva, A.C. Asociación de Náuticos de Quintana Roo A.C. , GIZ-ADAPTUR, INEPESCA, CICY, UNAM, CEMDA, ECOSUR, Universidad La Salle, Cooperativa turística de Puerto Morelos, Centinelas del Agua A.C., Healthy Reefs for Healthy

People, Dirección General de Ecología Puerto Morelos, Dirección General de Ecología Benito Juárez, Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano, FONATUR, SEDETUR, CONAGUA, UNICARIBE, MUSA, TNC, Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C., Parley, Aguakan, APPROCREM, H. Ayuntamiento de Benito Juárez, Ejido Puerto Morelos, Náuticos de Puerto Morelos, CIIDES, Voces Unidas de Puerto Morelos, Cooperativa Zaazil Zazac, S.C. de R.L. de C.V

**Fotografías:** Christian Alva Basurto

#### Forma de citar:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2019. Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos. CONANP, PNUD. México.

El presente documento es una síntesis de los resultados del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres – Puerto Morelos. El documento en extenso presenta mayor detalle sobre las metodologías utilizadas para llegar a las conclusiones aquí expuestas.

Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos  
Derechos Reservados © 2019  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Montes Urales 440  
Col. Lomas de Chapultepec, Del. Miguel Hidalgo  
C.P. 11000, Ciudad de México.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Esta publicación fue realizada en el marco del proyecto 00087099 “Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático”. El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, ni de sus Estados Miembros.

El PNUD forja alianzas con todos los niveles de la sociedad para ayudar a construir naciones que puedan resistir las crisis; promueve y sostiene un tipo de crecimiento que mejora la calidad de vida de todos. Presentes sobre el terreno, en cerca de 170 países y territorios, ofrecemos una perspectiva global y un conocimiento local al servicio de las personas y las naciones.

## PRESENTACIÓN

La crisis climática que enfrentamos como humanidad, y la velocidad en que se presentan los efectos adversos de la misma, nos obligan a incrementar la coordinación para buscar e implementar acciones multipropósito y efectivas, que nos permiten avanzar de manera acelerada en esta carrera contra el cambio climático. La reducción de emisiones de gases efecto invernadero y el cumplimiento a los compromisos del Acuerdo de París deberán convertirse en la prioridad global para la estabilización de las economías, el deterioro ambiental y la calidad de vida humana. A pesar de los esfuerzos a los que se han comprometido los países, los efectos del cambio climático ya son visibles y se presentan de formas cada vez más inesperadas; es por ello que considerar los procesos de adaptación que reduzcan vulnerabilidades y promuevan la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos adquiere cada vez mayor importancia.

En este contexto, el gobierno de México, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), asume la responsabilidad compartida para atender los diversos compromisos internacionales en la materia, alineando su planeación a las prioridades nacionales e internacionales, como lo son el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Ante esta situación de urgencia, las áreas naturales protegidas (ANP) son revalorizadas por ser soluciones naturales de adaptación y mitigación al cambio climático, gracias a los servicios ecosistémicos que proveen y a que, con el trabajo de protección y manejo sustentable de ellas, procuran el bienestar para la sociedad. La importancia de estos servicios ecosistémicos en la mitigación y adaptación son reconocidos en el Acuerdo de París, la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), el Marco de Sendai, el Plan Estratégico de la Convención para la Diversidad Biológica, las Metas de Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Ante esta perspectiva, proponer soluciones para la adaptación con base en los ecosistemas de las ANP es el principal resultado de los Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) que propone la CONANP y los aliados que participaron en su elaboración, los cuales se han visto fortalecidos en sus aspectos teóricos, científicos y metodológicos, gracias a la colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del Proyecto GEF-Resiliencia. Este resumen ejecutivo del PACC busca ser un instrumento de planificación que sustenta y guía la implementación de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la población que habita en las ANP y sus zonas de influencia. El enfoque de adaptación basada en ecosistemas (AbE) es la principal característica de esta generación de PACC, lo cual los posicionan como la estrategia más accesible para el cumplimiento de la NDC de México.

A través de la implementación de los PACC, se procura la provisión de servicios ambientales que disminuirán la vulnerabilidad de las ciudades y comunidades, fomentará la seguridad alimentaria de la población a través de fungir como reservorios genético para los cultivos y permitiendo la retención de suelos y la polinización; asimismo, muchas de las especies de flora y fauna que habitan y transitan por las ANP son necesarias para la alimentación y las actividades económicas locales y, por sí mismo, el paisaje conservado provee de oportunidades para diversificación productiva y actividades como el ecoturismo. Por lo tanto, las ANP son nuestro mejor aliado para asegurar nuestra buena calidad de vida actual y de las generaciones venideras.

## INTRODUCCIÓN

El clima es producto de las interacciones entre la atmósfera, criósfera, los océanos, la dinámica de las distintas formas de vida en la Tierra y la cobertura de hielo y nieve que se dan en un determinado tiempo y espacio. Las condiciones climáticas pueden variar como resultado de la radiación solar, la inestabilidad atmosférica o incluso por actividades antropogénicas como el cambio de uso de suelo y la quema de combustibles fósiles.

Si bien existe un cambio climático atribuible a causas naturales, éste ocurre a una escala temporal mayor a los cambios observados actualmente que, por su alta velocidad, rebasan la capacidad de los sistemas naturales de recuperarse y adaptarse. Los indicadores del cambio climático, como el incremento del nivel del mar, el calentamiento y la acidificación de los océanos, así como la disminución de la cobertura de hielo en el mar y la tierra, hacen cada vez más evidente la influencia que ha tenido el humano en el incremento de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y, por ende, en el calentamiento global<sup>1</sup>.

Particularmente, el cambio climático repercute en la funcionalidad ecosistémica que, a su vez, puede provocar que se pierdan los servicios ecosistémicos y los medios de vida de los que dependemos como seres humanos. Por ello, este fenómeno se ha catalogado como una amenaza ambiental que incide a nivel global y local, por lo que surge la necesidad de implementar estrategias inmediatas con visión a largo plazo que permitan adaptarnos ante los impactos y mitigar el cambio climático.

Las áreas naturales protegidas (ANP) son herramientas que permiten conservar ecosistemas marinos, costeros y terrestres, y que facilitan la conectividad ecosistémica. Son territorios geográficamente delimitados que, además de asegurar la protección de biodiversidad y belleza paisajística, permiten el desarrollo de las comunidades locales a partir de los diferentes servicios ecosistémicos que brindan, como la producción de oxígeno, la filtración del agua, la captación de CO<sub>2</sub>, la retención del suelo y nutrientes, la polinización, así como la provisión de recursos que van desde alimentos hasta materiales de construcción y medicamentos. Además, las ANP tienen una gran importancia económica, ya que permiten el mantenimiento de medios de vida, como la producción de alimentos y artesanías, la pesca y el turismo, contribuyendo al desarrollo sostenible.

Asimismo, las ANP son aliadas para enfrentar al cambio climático a través de la captura y almacenamiento de carbono en suelos y vegetación, al brindar protección ante eventos hidrometeorológicos extremos y al facilitar la adaptación de socioecosistemas a los impactos potenciales del cambio climático. Por ello, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) impulsa el desarrollo e implementación de Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) para ANP, los cuales tienen la finalidad de implementar medidas de adaptación que permitan reducir la vulnerabilidad de los socioecosistemas ante el cambio climático mediante la vinculación de actores clave.

En este sentido, se presenta el PACC Corredor Isla Mujeres – Puerto Morelos (CIMPM), que fue diseñado con base en el enfoque de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE), fomentando el manejo sostenible, la conservación y restauración de los ecosistemas para facilitar que las personas y ecosistemas puedan adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, aumentando su resiliencia y reduciendo su vulnerabilidad<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, and J.-G. Winther, 2013: Introduction. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

<sup>2</sup> Lhumeau, A., y Cordero, D. (2012). Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2012-004.pdf>.

## VISIÓN DEL PACC CORREDOR ISLA MUJERES - PUERTO MORELOS

*Al 2030, el polígono del PACC y sus ANP aumentan su resiliencia, a partir del mantenimiento de los objetos de conservación socioambientales -acuifero, selva, manglar, playa-duna, pradera de pastos marinos y sistema arrecifal- como proveedores de medios de vida y de servicios ecosistémicos para la población local. Esto se cumple a través de la implementación de las 11 medidas de adaptación al cambio climático, cuyas acciones incluyen el manejo sostenible, la restauración, la prevención y atención oportuna de riesgos, las cuales, en conjunto, reducen la sensibilidad de los socioecosistemas e incrementan su capacidad adaptativa. Estas medidas atienden los sitios identificados como altamente vulnerables mediante la regulación de factores de presión no climático que pueden actuar en sinergia con los impactos del cambio climático.*

### OBJETIVOS

1. Sustentar y facilitar la toma de decisiones para la adaptación al cambio climático en el territorio del polígono, para contribuir a reducir la vulnerabilidad de objetos de conservación socioambientales y de las poblaciones humanas.
2. Sensibilizar sobre la relación entre el clima, los ecosistemas y el bienestar humano, en un contexto de cambio climático.
3. Proponer medidas de adaptación que puedan ser implementadas por los diversos usuarios del territorio, que conduzcan a un incremento de la resiliencia socioecosistémica, a mejores esquemas de gobernanza y a una gestión sostenible de los recursos naturales.

### PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PACC -CIMPM

El desarrollo del PACC CIMPM implicó alrededor de 35 meses de trabajo, en los que se involucraron 213 participaciones del sector académico, privado, gubernamental y comunitario. Su construcción se desarrolló a partir de tres etapas (Figura 1):

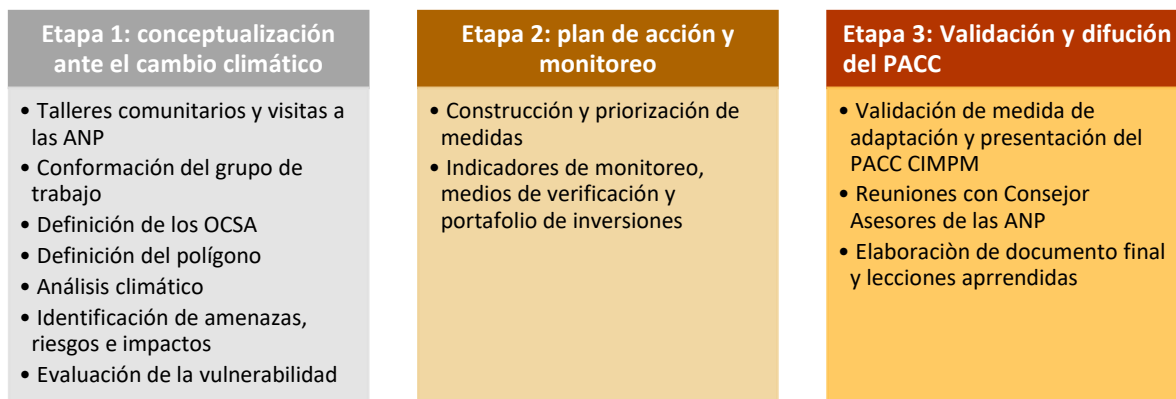


Figura 1. Etapas para el diseño del PACC-CIMPM.

## DELIMITACIÓN DEL COMPLEJO

El área de influencia del Polígono del PACC CIMPM se delimitó utilizando diversos criterios que integran información biótica y abiótica en unidades cartografiables con condiciones relativamente homogéneas, así como criterios de juicio de experto. Los elementos usados para la delimitación fueron: a) batimetría, b) ecorregiones marinas de Norte América, c) Unidades Ambientales Marinas -UAM-, d) Polígonos de distribución global de arrecifes de coral en regiones tropicales y subtropicales, y e) Polígonos de las ANP y sus zonas de influencia (Figura 2).

El Polígono PACC CIMPM tiene una superficie de 2,211.37 km<sup>2</sup>, de los cuales, 979.15 km<sup>2</sup> corresponden a la parte terrestre y 1,232.22 km<sup>2</sup> a la parte marina (Figura 2). Comprende los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos, integrando los polígonos del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (PNCOIMPCPN), el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté (APFFMN) y del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM).

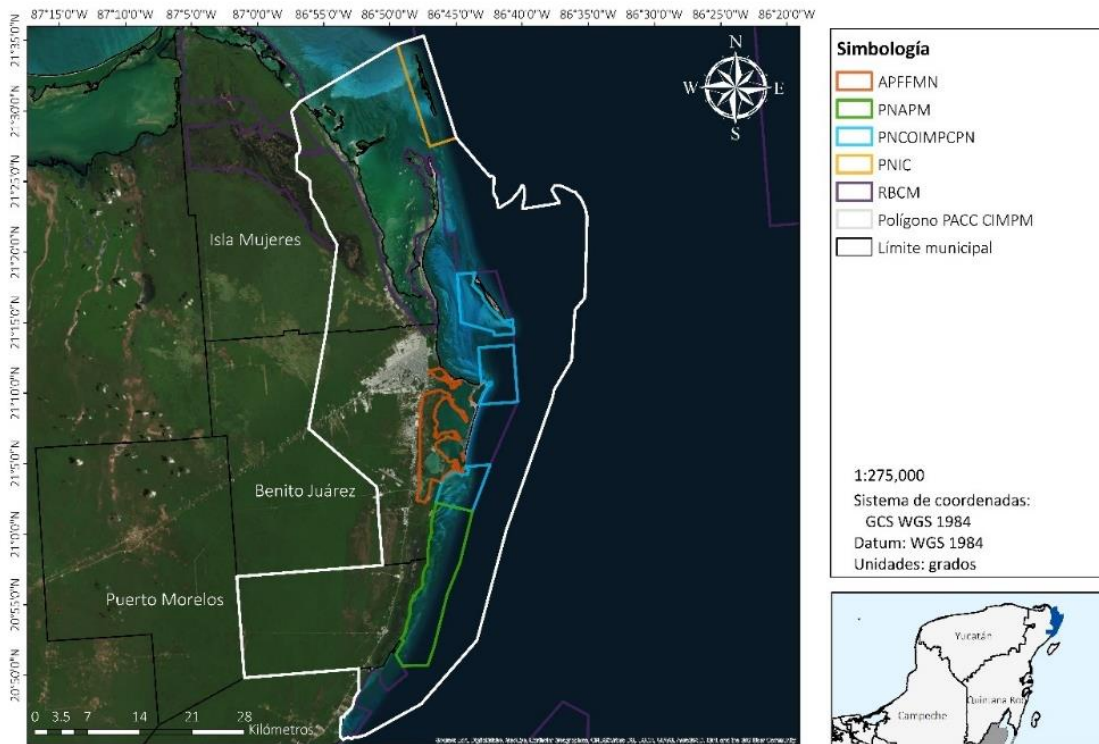


Figura 2. Polígono definido para el PACC Corredor Isla Mujeres – Puerto Morelos.

La sección marina se delimitó al sur respetando la isóbata de 200 m. Al este, el polígono coincide con los límites de las ecorregiones marinas 15.1.2. Cancunear Neritic y 15.1.1. Contoyan Neritic, que tienen orientación norte-sur. A ~21.22° N, la ecorregión 15.1.1. se amplía hacia el este, por lo que a partir de este punto el Polígono PACC CIMPM coincide con el polígono de la UAM, 19 hasta llegar casi al límite con la UAM 17. Bordeando la isóbata de 20 m, se extiende hacia el oeste siguiendo el contorno de la estructura de plataforma continental y se prolonga hacia el noroeste hasta coincidir con el polígono del Parque Nacional Isla Contoy (PNIC); de ahí se prolonga hasta la parte terrestre siguiendo la zona de influencia de esta ANP. Por la parte terrestre, el Polígono se prolonga al sur siguiendo segmentos del polígono del núcleo agrario Isla Mujeres, la zona de influencia del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (PNCOIMPCPN) y la zona ejidal de Puerto Morelos.

## ANÁLISIS CLIMÁTICO

Para identificar las tendencias climáticas en el polígono se usaron los datos de la estación meteorológica Puerto Morelos del Sistema Meteorológico Nacional (SMN), ya que es la única dentro del área que presenta al menos 30 años de datos continuos.

Las tendencias mensuales presentan una baja significativa en la temperatura promedio y la temperatura mínima. El mes más cálido es agosto con una temperatura máxima de 37.4 °C y las temperaturas más bajas se presentan en enero y febrero con temperaturas mínimas de 12.9 °C; en cuanto a precipitación, ésta ocurre en los meses de septiembre y octubre, alcanzándose en promedio 180.98 mm. Estos valores coinciden con la climatología de referencia de 1961 al 2000<sup>3</sup> para el área de influencia (Fig. 3).

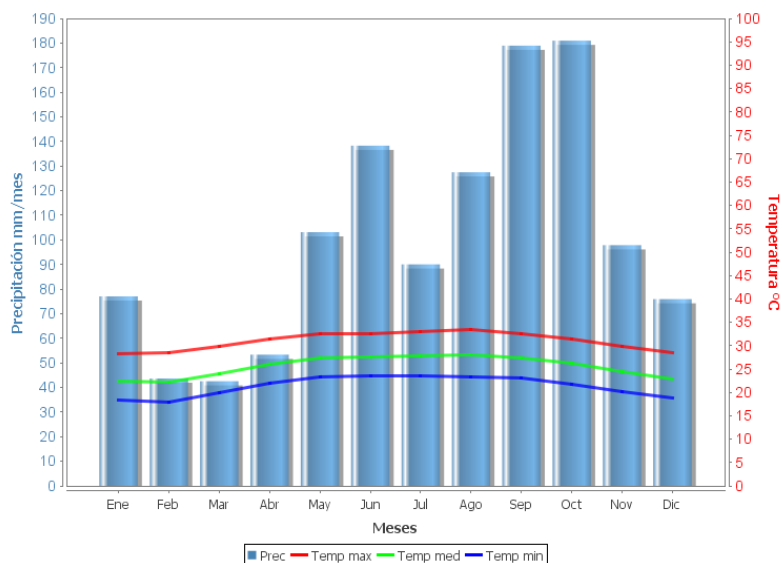


Figura 3. Climograma para la estación Puerto Morelos para el periodo 1962-1998.

### Ciclones tropicales

A partir de los datos sobre ciclones tropicales desde 1851 al 2017 del *Hurricane Research Division's Hurricane Re-Analysis Project*, se identificó que un total de 111 ciclones tropicales han impactado la costa de Quintana Roo desde 1851: 20 depresiones tropicales, 48 tormentas tropicales y 43 huracanes, de los cuales 26 ciclones intersecan el Polígono del PACC.

### Escenarios climáticos proyectados

Para entender el clima futuro del polígono del PACC CISP en condiciones de clima cambiante, se generaron 18 escenarios de cambio climático a partir de diferentes Modelos de Circulación General (generados por el Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), el Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI) y el Met Office Hadley Centre (HADGEM2-ES)), utilizando dos forzamientos radiativos dados por las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) 4.5 y 8.5 y ante tres horizontes temporales (2015-2039: cercano; 2045-2069: intermedio; 2075-2099: lejano).

Las proyecciones indican que el cambio en el promedio de la precipitación anual puede ir de un incremento de 3.68 mm a una disminución en 14.04 mm. El cambio proyectado en las temperaturas mínimas y máximas

<sup>3</sup> UNIATMOS-INECC (2014) Atlas climático digital de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/>.

promedio anuales del polígono indica un incremento de 0.84 a 4.4 °C para la temperatura mínima, de 0.86 a 4.36 °C para la temperatura máxima y de 0.85 a 4.38 °C para la temperatura media (Figura 4).

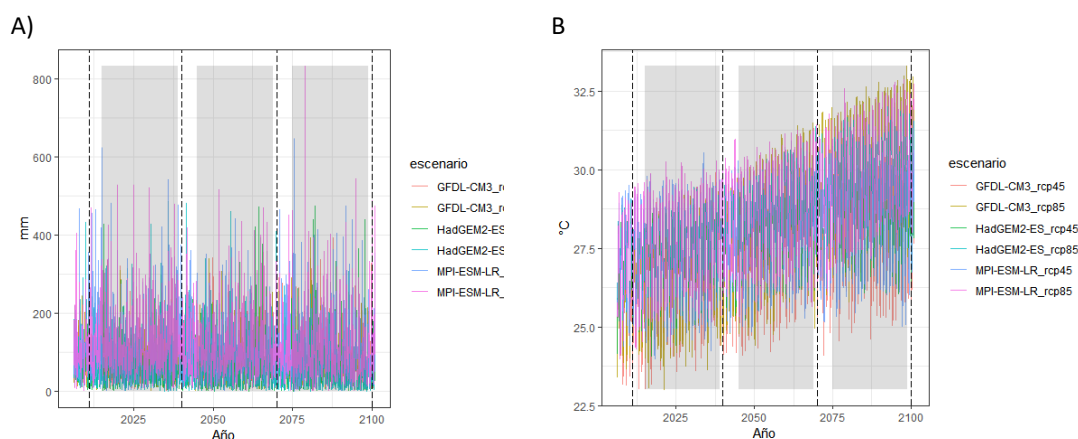


*Figura 4. Proyecciones en series de tiempo para el Polígono PACC CIMPM en relación a: A) Precipitación y B) Temperatura máxima para algunos MGC y RCP, elaborado a partir de datos de The Earth System Grid Federation (ESGF); las líneas verticales punteadas indican los intervalos de tiempo promediados en los horizontes temporales usados en el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático -PEACC en Quintana Roo, las barras sombreadas indican los horizontes temporales en los escenarios de cambio climático.*

El cambio en las variables ambientales marinas dentro del polígono se calculó para dos escenarios, a partir de las coberturas del repositorio Bio-ORACLE. El periodo actual, usado como referencia, se generó a partir de los promedios mensuales para el periodo 2000-2014. Las capas proyectadas a diferentes escenarios de cambio climático cubren los horizontes temporales 2040-2050 y 2090-2100; se generaron promediando los datos de tres modelos de circulación general atmósfera-océano (CCSM45, HADGEM2-ES5 y MIROC55), para cuatro Trayectorias de Concentración Representativas (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5). Las variables seleccionadas para identificar las tendencias en la región marina del Polígono fueron: a) temperaturas mínimas y máximas superficiales, a profundidad promedio; b) salinidad mínima y máxima superficial, a profundidad promedio; y c) mínimos y máximos de la velocidad de la corriente superficial, a profundidad promedio. Los escenarios considerados corresponden a los forzamientos radiativos 4.5 y 8.5 para el horizonte temporal 2040-2050.

Los valores proyectados de temperatura y salinidad presentan un aumento con relación a los valores actuales de referencia (2000-2014), de acuerdo con los dos escenarios; la velocidad de la corriente presenta una disminución, excepto para la velocidad máxima a profundidad promedio, que permanece sin cambio (Fig. 5).

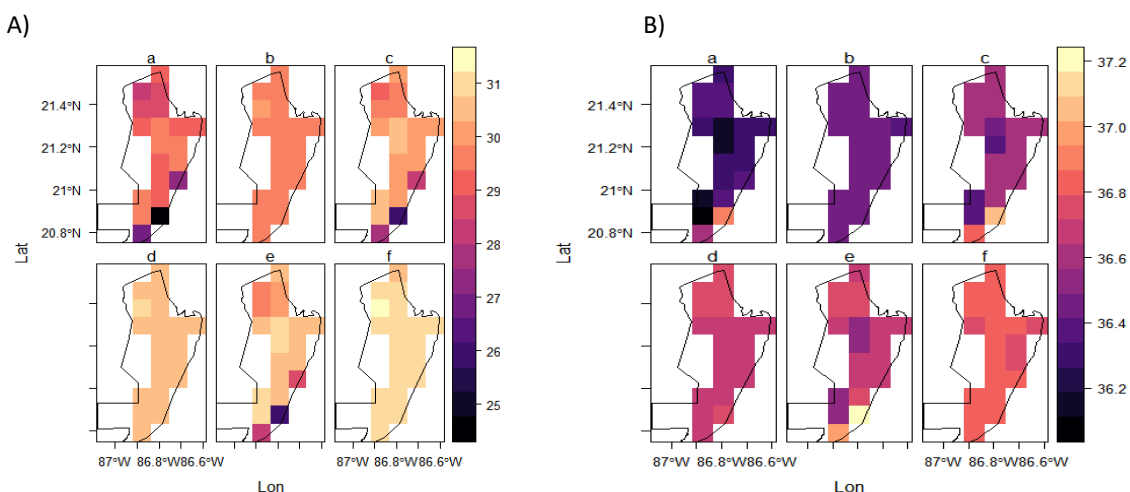


Figura 5. A) Valores máximos de temperatura (A) y salinidad (B) dentro del polígono para el periodo de referencia y dos escenarios de emisión con las Trayectorias de Concentración Representativas RCP 4.5 y 8.5  $W/m^2$ .

### OBJETOS DE CONSERVACIÓN SOCIOAMBIENTAL (OCSA)

Los Objetos de Conservación Socioambientales (OCSA) son elementos de importancia focal para la conservación (especies o ecosistemas), con una contribución relevante al funcionamiento de los ecosistemas o en la generación de servicios ecosistémicos prioritarios de los cuales se benefician las comunidades humanas, y que tienen un papel relevante en vulnerabilidades climáticas identificadas.

Los OCSA seleccionados para el PACC - CIMPM, por tanto, tienen estrecha relación con los medios de vida de las poblaciones que habitan en el complejo y con el bienestar ecosistémico; los OCSA se describen a continuación:

|                                                                                     |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | <b>Acuífero</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

La Península de Yucatán se encuentra sobre una plataforma caliza porosa que favorece la infiltración del agua, impidiendo su acumulación y favoreciendo la formación de complejas redes de ríos subterráneos.

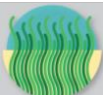
El sistema lagunar de Nichupté está compuesto por las lagunas Nichupté, Río Inglés, la Caleta, Somosaya y Bojórquez. También cuenta con varios manantiales subacuáticos que mantienen el balance hídrico para la vida acuática. El sistema cuenta con dos bocas: la norte correspondiente a Cancún y la sur, a Punta Nizuc. Puerto Morelos no cuenta con ríos superficiales, aunque sus humedales se recargan con la saturación del agua de lluvia.

Los principales factores de presión del OCSA son la contaminación por el mal manejo de las aguas residuales, lo que puede generar efectos negativos en la salud de la población humana y en la diversidad biológica de los sistemas hídricos. Por otro lado, la sobreexplotación del recurso para abastecer grandes complejos hoteleros y zonas habitacionales puede originar el desplazamiento tierra adentro de la interfase agua salada-agua subterránea, por lo que su disponibilidad podría verse afectada, a lo cual se suma la posibilidad de intrusión salina por el incremento del nivel del mar.

|                                                                                   |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | <b>Sistema arrecifal</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos ubicados en las cálidas aguas de la región intertropical, generalmente en la zona oriental de las vertientes continentales. El Caribe Mexicano forma parte del segundo sistema arrecifal más largo del mundo, cuya extensión es de más de 1000 km, brindando numerosos beneficios sociales, culturales e invaluable servicios ambientales: fungen como barrera de protección a la línea de costa ante huracanes y tormentas, proveen recursos para el consumo humano y, al ser un gran reservorio de diversidad biológica, proporcionan protección y alimento para la crianza de peces, moluscos, crustáceos y otros invertebrados.

Los macizos se distribuyen heterogéneamente a lo largo del polígono del PACC, destacando las tres barreras paralelas de Punta Nizuc y las formaciones Chitales, Aristos y Grampín, La Cadenita, Manchones Grande y Chico, los arrecifes de Tanchacté a Punta Maroma, y los de Punta Petempich a Tanchacté. En estos ecosistemas es posible encontrar diversas especies, como *Acropora palmata*, *A. cervicornis*, *A. prolifera*, *Porites porites*, *P. astreoides*, *Orbicella annularis*, *Agaricia lamarcki*, *Plexaura homomalla*, *Dichocoenia stokesii* y *Pseudodiploria clivosa*, corales blandos del orden *Alcyonaceae*. También se encuentran especies de corales y tortugas catalogadas en alguna categoría de la NOM-059 (SEMARNAT, 2010): *A. palmata*, *A. cervicornis*, *P. homomalla* y *Plexaurella dichotoma*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata*.

|                                                                                   |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | <b>Praderas marinas</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

Las praderas marinas se encuentran en 190.57 km<sup>2</sup> a lo largo del polígono y se han identificado como ecosistemas altamente productivos, pudiendo formar praderas muy densas con valores de hasta 4500 g de peso seco de biomasa al año para las especies más productivas. Se distribuyen de forma heterogénea entre las unidades y lagunas arrecifales.

A lo largo de casi todo el polígono, la zona de la orilla está formada por arena calcárea de poca extensión donde se pueden encontrar bancos de pastos del género *Syringodium* y *Halodule*. Algunas zonas, particularmente Punta Maroma, presentan asociaciones de *Thalassia testudinum* con el coral de dedos *Porites furcata*.

|                                                                                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|  | <b>Playa-duna</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

En la zona centro del polígono, en Cancún, se encuentran remanentes de crestas de dunas constituidas por arenas calcáreas de grano muy fino, depositadas cerca del borde externo de una terraza cárstica de 7.5 km de amplitud de 10 m. En Punta Nizuc, las dunas costeras superan los 20 m de altitud y son producto de la alta energía del oleaje, los sedimentos de la playa están compuestos por arena constituida por fragmentos de corales y, en menor cantidad, de moluscos, briozoarios, espículas de esponjas, alcionarios y equinodermos, microforaminíferos bentónicos; mientras que en Punta Cancún las playas se caracterizan por ser complejos de barreras paralelas al litoral, constituidas por arena y grava. Punta Cancún e Isla Blanca contiene en su totalidad fragmentos biógenos, principalmente de corales y espículas, en menor proporción briozoarios, espículas de equinodermos y micro foraminíferos planctónicos y bentónicos. Isla Mujeres está compuesto de remanentes de crestas dúnicas del pleistoceno; la playa denominada El Islote presenta arenas gruesas, mientras que la playa Bar Indio presenta arena fina. Ambas playas están compuestas por bioclastos de corales abundantes y en menor proporción macroforaminíferos bentónicos, moluscos, espículas de alcionarios, esponjas y ostrácodos. En la zona sur del polígono se encuentra el PNAPM, en donde las dunas costeras se distribuyen en el litoral costero, frente al mar abierto, sobre la barra arenosa y llegan a los 3 m s.n.m.

Las dunas costeras son habitadas por especies endémicas de la Península: yak't'eel (*Bonellia albiflora*), chak sik'iin (*Bonellia flammea*), cohete de mar costero (*Cakile lanceolata*), palma nakás (*Coccothrinax readii*), anilkab (*Chromolaena lundellii*), kamba-och-lob (*Crossopetalum gaumeri*), éck baalam (*Croton chichenensis*), pisit (*Diospyros tetrasperma*), biperol (*Echites yucateensis*), kabal-k'aak (*Hintonia octomera*), biznaga pol tsakam (*Mammillaria gaumeri*), boochín (*Dictyanthus yucatenensis*), pinta uña (*Neea choriophylla*), nopal zacam (*Nopalea gaumeri*), nopal zacam (*Nopalea inaperta*), pitayo viejo nekisin (*Pilosocereus gaumeri*), órgano kanzacam (*Pterocereus gaumeri*) y pitaya nocturna chohkan (*Selenicereus donkelarii*).



### **Manglar**

Dentro del Polígono PACCC CIMPM, los manglares se extienden en 92.26 km<sup>2</sup> y están representados por cuatro especies: mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle rojo (*Rizophora mangle*), todas estas especies catalogadas como amenazadas en la NOM-059- (SEMARNAT, 2010). Además, sobre sus costas se pueden identificar de manera general tres tipos de sistema de mangle: el mangle de cuenca baja, el de franja y de salitral.

En la zona centro del polígono se encuentra el APFFMN, es una de las ANP con mayor cobertura de este tipo de vegetación y es considerada como un relicto de los humedales del Sistema Lagunar Nichupté, aunque también puede encontrarse manglar en PNCOIMPCPN y PNAPM, donde puede estar asociado a tular, zacatal y formar ecotonos con la selva y la sabana.



### **Selva**

Dentro del polígono se encuentran tres tipos de selvas: la selva mediana subperennifolia, que ocupa mayor superficie dentro del polígono (524 678 499.46 km<sup>2</sup>), aunque cerca del 60% de ésta corresponde a vegetación secundaria arbustiva y arbórea; la selva baja subcaducifolia (30 552 802.71 km<sup>2</sup>), cuyo 57.4% es vegetación primaria; y la selva baja espinosa subperennifolia, que ocupa 4 473 264. 31 km<sup>2</sup> y el 100% corresponde a vegetación secundaria arbustiva y herbácea.

Dentro de estas selvas se pueden encontrar diferentes especies endémicas, nativas y bajo alguna categoría de riesgo. Las especies más representativas son la culebra labios blancos (*Symphimus mayae*), el huico de Rodeck (*Aspidocellis rodecki*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), el águila tirana (*Spizaetus tyrannus*), el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el loro yucateco (*Amazona xantholora*), el hocofaisán (*Crax rubra*), la pava cojolita (*Penelope purpurascens*), el gavián cabeza gris (*Leptodon cayanensis*), el gavián pico de gancho (*Chondrohierax uncinatus*), el gavián bidentado (*Harpagus bidentatus*), el mono araña (*Atelles geofroyii*), el mono aullador (*Alouatta pigra*), el viejo de monte (*Eira barbara*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el grisón (*Galictis vittata*), el mico de noche (*Potos flavus*) y el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*).

### **Análisis de vulnerabilidad**

Existe un marco teórico de vulnerabilidad establecido por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2007) que es adoptado por México a través del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Sin embargo, siguen existiendo variaciones en el uso del término de vulnerabilidad y sus tres dimensiones en distintas incitativas.

Para el caso de este PACC, la vulnerabilidad de los OCSA ante el cambio climático se calculó de forma espacialmente explícita, considerando tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa mediante la fórmula:

De acuerdo con los atributos de cada OCSA, las variables utilizadas para calcular su sensibilidad y exposición son distintas, mientras que las que conforman la capacidad adaptativa son las mismas para todos. En este sentido, se obtuvieron 12 mapas de vulnerabilidad para los OCSA manglar, playa-duna y selva, cuatro para el OCSA acuífero y dos para los OCSA sistema arrecifal y pradera de pastos marinos; cada mapa representa una posible vulnerabilidad futura. Para una visualización e interpretación más sencilla, se clasificaron los valores continuos de los mapas en tres clases –alta, media y baja vulnerabilidad- y se identificaron, para cada OCSA, los sitios de alta vulnerabilidad coincidentes para todos los escenarios.

**Top Map:** Shows Isla Mujeres and the northern part of the bay. The legend includes:   
 - Mangrove depth: 0.0 m (green), 1 m (yellow), 3 m (orange), 5 m (red).   
 - Bathymetry: PACIM (light blue), PACIMOPFN (dark blue), PACIM (dark blue).   
 - Administrative boundaries: Polígono PACI CIBIM (white outline), Límite municipal (black outline).   
 - Scale: 0 to 3 km.   
 - Coordinates: 19S 100W, Sistema de coordenadas: UTM, Datum: WGS 1984, Unidades: grados.

**Middle Map:** Shows the central part of the bay, including Puerto Juárez. The legend includes:   
 - Mangrove depth: 0.0 m (green), 1 m (yellow), 3 m (orange), 5 m (red).   
 - Bathymetry: PACIM (light blue), PACIMOPFN (dark blue), PACIM (dark blue).   
 - Administrative boundaries: Polígono PACI CIBIM (white outline), Límite municipal (black outline).   
 - Scale: 0 to 3 km.   
 - Coordinates: 19S 100W, Sistema de coordenadas: UTM, Datum: WGS 1984, Unidades: grados.

**Bottom Map:** Shows the southern part of the bay, including Puerto Morelos. The legend includes:   
 - Mangrove depth: 0.0 m (green), 1 m (yellow), 3 m (orange), 5 m (red).   
 - Bathymetry: PACIM (light blue), PACIMOPFN (dark blue), PACIM (dark blue).   
 - Administrative boundaries: Polígono PACI CIBIM (white outline), Límite municipal (black outline).   
 - Scale: 0 to 3 km.   
 - Coordinates: 19S 100W, Sistema de coordenadas: UTM, Datum: WGS 1984, Unidades: grados.

Figure 1 consists of three maps of the San Juan River basin, each showing the spatial distribution of a different plant species. The maps are arranged vertically. Each map includes a legend, a scale bar, and a north arrow. The legend for each map is as follows:

- Solanum:** Solanum (red), Pycnanthemum (orange), Pycnanthemum (yellow), Pycnanthemum (green), Pycnanthemum (blue).
- Solanum:** Solanum (red), Pycnanthemum (orange), Pycnanthemum (yellow), Pycnanthemum (green), Pycnanthemum (blue).
- Solanum:** Solanum (red), Pycnanthemum (orange), Pycnanthemum (yellow), Pycnanthemum (green), Pycnanthemum (blue).

The maps show the river network and surrounding land use. The scale bar for each map is 0 to 10 km. The north arrow is located in the top right corner of each map.

La vulnerabilidad de cada OCSA también pudo ser identificada espacialmente, ubicándose las zonas del territorio del polígono en que deben implementarse acciones para reducir dicha vulnerabilidad. En este documento se presentan sólo algunos ejemplos de los mapas generados.

## VULNERABILIDAD POR OCSA

### ACUÍFERO

La mayoría de la superficie de los acuíferos con valores de alta vulnerabilidad, es decir, donde coinciden las cuatro coberturas, se ubican dentro del APFFMN y en la porción terrestre de Punta Cancún y Punta Nizuc. Las zonas vulnerables restantes se presentan a lo largo de Isla Blanca, extendiéndose a la zona urbana de Cancún. Por otro lado, en el límite sur del Municipio de Benito Juárez, se encuentran una zona de alta vulnerabilidad. Finalmente, en el Municipio de Puerto Morelos se presentan zonas de alta vulnerabilidad desde Punta Caracol hasta el extremo sur del Polígono (Figura 8).

### SISTEMA ARRECIFAL

En el Polígono del PNCOIMPCPN, los arrecifes El Farito y Manchones Grande y Chico presentan valores de alta vulnerabilidad. Al este del polígono de Punta Cancún se ubican un par de sitios con alta vulnerabilidad. Por último, la mayor proporción de arrecifes altamente vulnerables se encuentran desde el sur del PNAPM a la altura del Hotel Marina El Cid hasta el extremo sur del polígono (Figura 9).

### PRADERA DE PASTOS MARINOS

Toda la región de pastos marinos del Sistema Lagunar Chacmochuch, los pastizales de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, así como la región norte del PNAPM son altamente vulnerables (Figura 10). Al sur del Polígono desde el Muelle Fiscal de Puerto Morelos hasta la playa Marlyn Azul, Playa del Carmen.

### PLAYA-DUNA

Todas las zonas de alta vulnerabilidad se encuentran en la región centro del Polígono desde Puerto Cancún y Puerto Juárez, el Puente Calinda hasta Punta Cancún, tres sitios en la zona hotelera ubicada entre Punta Cancún y Punta Nizuc y cinco en Punta Nizuc (Figura 11).

### MANGLAR

La mayoría de las zonas de alta vulnerabilidad se encuentran en la zona norte y sur de APFFMN y en Punta Nizuc, dos sitios cercanos al Boulevard Luis Donaldo Colosio. Particularmente, al norte hay un par de sitios identificados como vulnerables, en el Sistema Lagunar Chacmochuch y otros dos en la costa occidental de Isla Mujeres. En Puerto Morelos se presentan una superficie vulnerable en la región eólica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y otras zonas distribuidas en la línea de costa desde el norte del Municipio de Puerto Morelos hasta Punta Brava (Figura 12).

### SELVA

Se identifican varios puntos vulnerables dispersos alrededor de la zona urbana de Cancún, al oeste del Boulevard Luis Donaldo Colosio, a la altura del APFFMN. Dentro del ADVC Puerto Morelos se presenta otra zona de alta vulnerabilidad (Figuras 13).

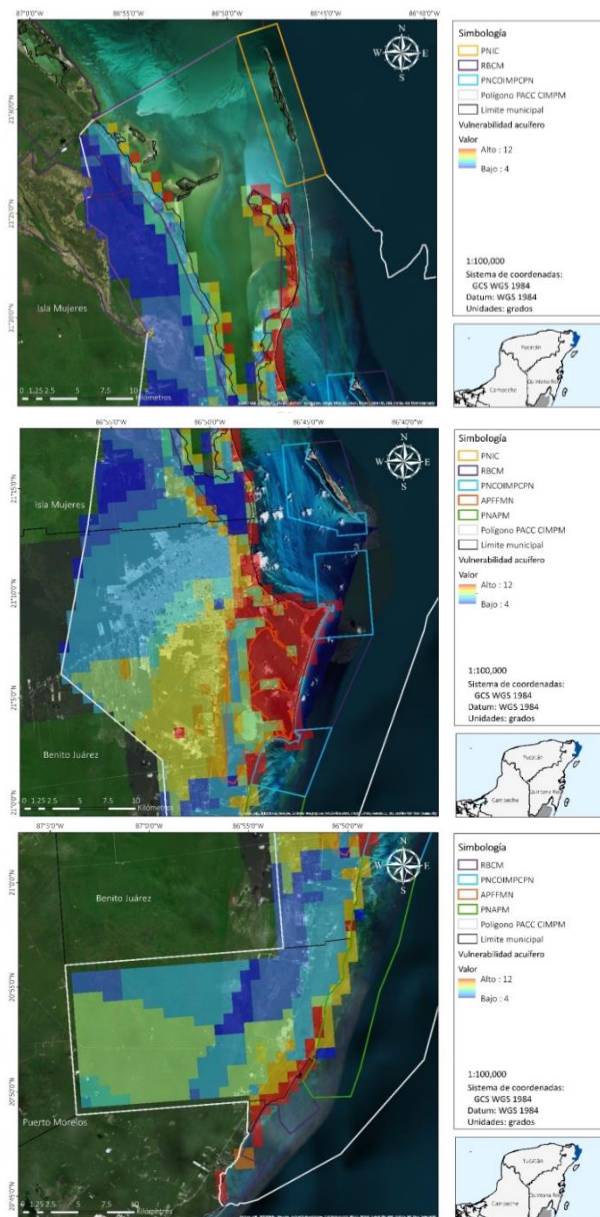


Figura 8. Sitios de alta vulnerabilidad ante el cambio climático del OCSA acuífero del Polígono PACC CIMPM. a) región norte, b) región centro y c) región sur.

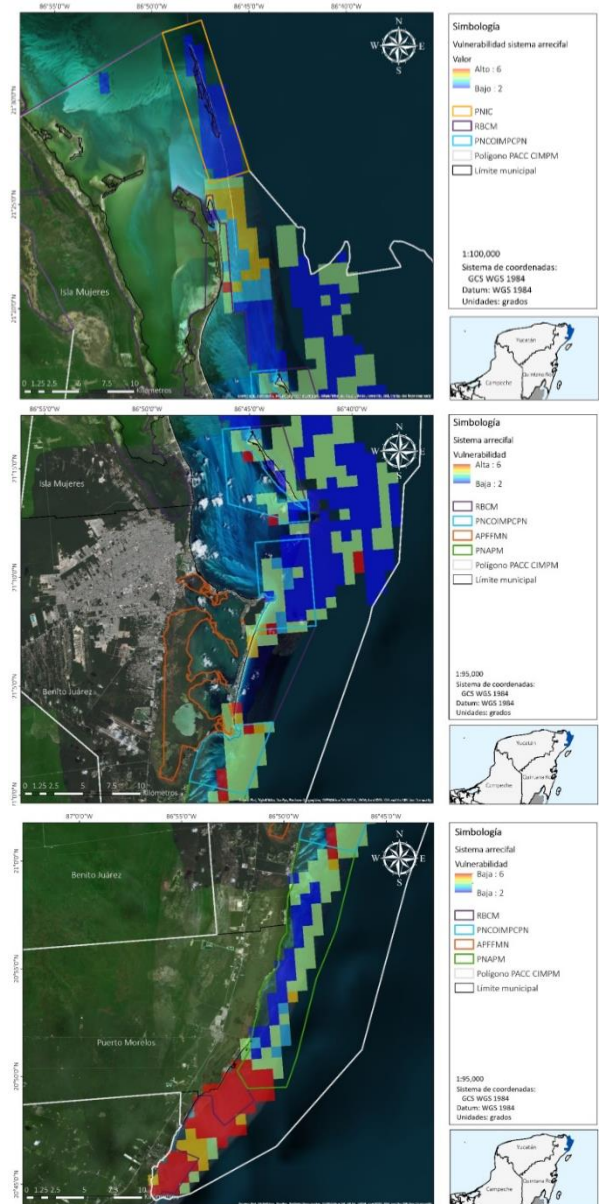


Figura 9. Sitios de alta vulnerabilidad ante el cambio climático del OCSA sistema arrecifal del Polígono PACC CIMPM.

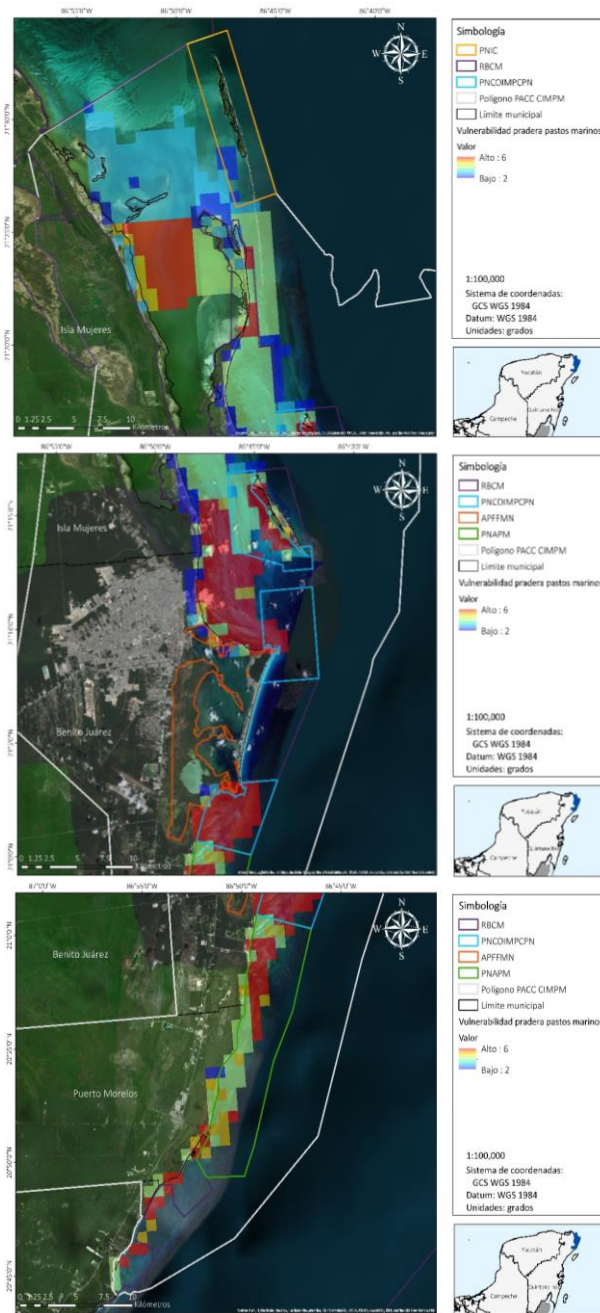


Figura 10. Sitios de alta vulnerabilidad ante el cambio climático del OCSA pradera de pastos marinos en el Polígono PACC CIMPM. a) región norte, b) región centro y c) región sur.

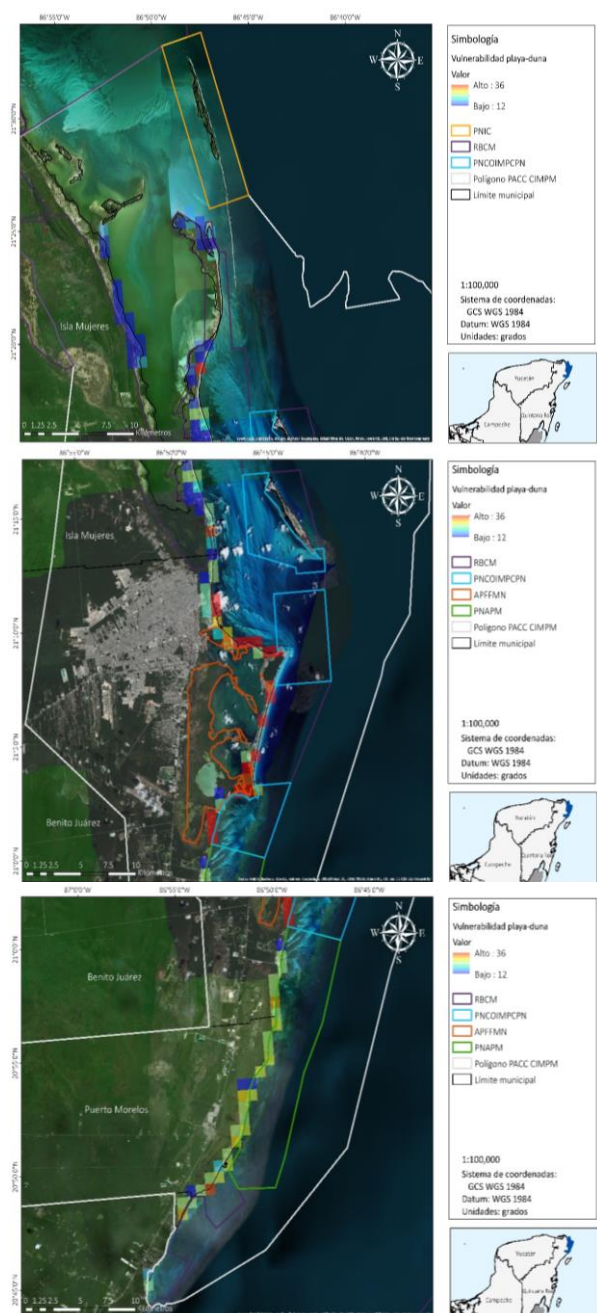


Figura 11. Sitios de alta vulnerabilidad ante el cambio climático del OCSA playa-duna en el Polígono PACC CIMPM. a) región norte, b) región centro y c) región sur.

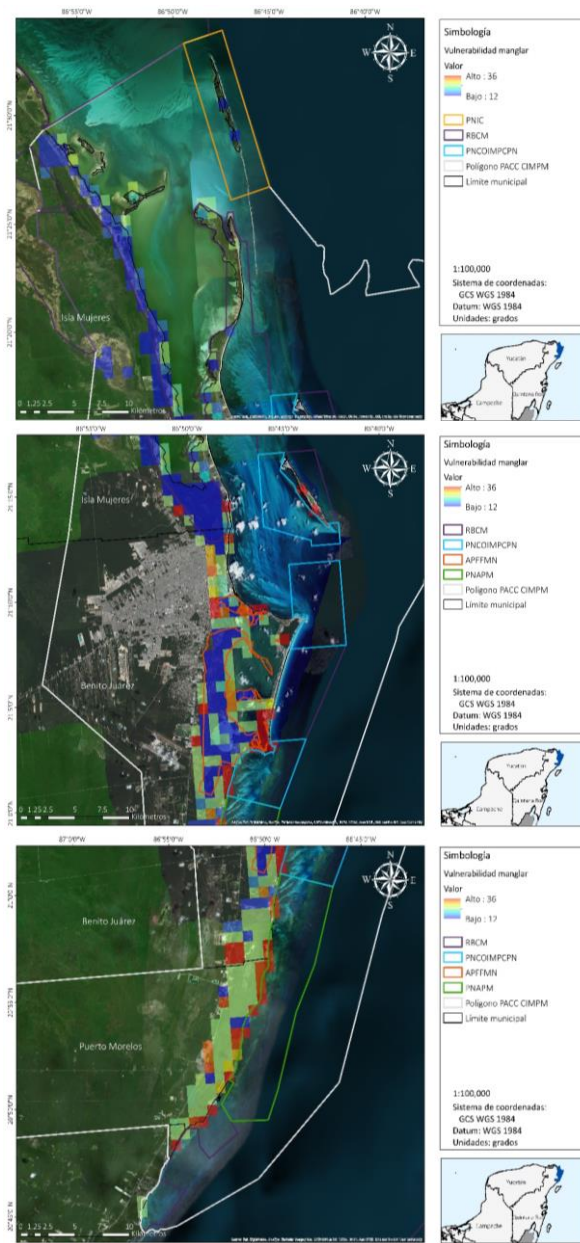


Figura 12. Sitios de alta vulnerabilidad ante el cambio climático del OCSA manglar en el Polígono PACC CIMPM. a) región norte, b) región centro y c) región sur.

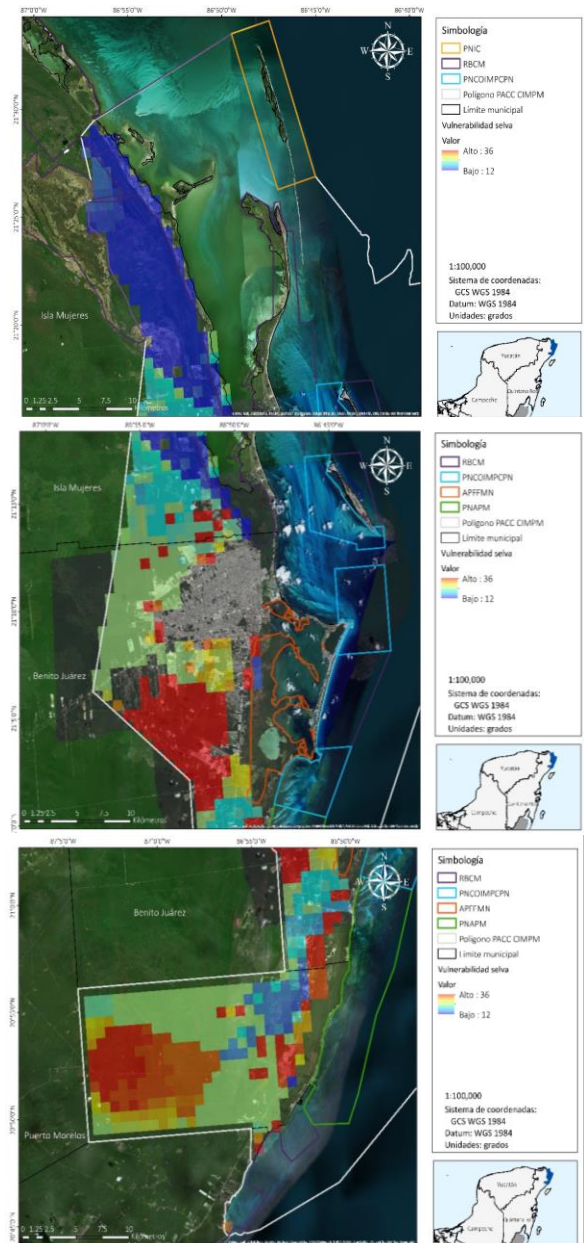


Figura 13. Sitios de alta vulnerabilidad ante el cambio climático del OCSA selva del Polígono PACC CIMPM. a) región norte, b) región centro y c) región sur.

## PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN

De acuerdo al panorama de vulnerabilidad que presentan los ecosistemas y en consecuencia las poblaciones humanas, es preciso identificar e implementar medidas que nos permitan adaptarnos ante los efectos del cambio climático. En este sentido, cuando hablamos de adaptación nos referimos a aquellas medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales y sus efectos que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos (DOF, 2012). Durante este proceso es fundamental la sensibilización, información y coordinación institucional, que promueva la participación de todas las personas, quienes a su vez sean las que deciden que hacer, permitiendo así la disminución de pérdidas económicas y reducción en los impactos en la salud y calidad de vida.

El PACC del Corredor Isla Mujeres Puerto Morelos propone 11 medidas de adaptación al cambio climático, que fueron desarrolladas de manera participativa a partir de la información recopilada en talleres comunitarios y contrastada con el análisis de vulnerabilidad climática de cada OCSA. Con un enfoque de adaptación basada en ecosistemas (AbE), estas medidas buscan reducir los factores de presión identificados para la región y la atención oportuna a los efectos del cambio climático. Este enfoque integra medidas AbE, como el manejo sostenible, conservación y restauración de los ecosistemas y en ocasiones complementa otras medidas de adaptación híbridas, relacionadas con el desarrollo de infraestructura de construcción brindando beneficios ambientales, sociales y económicos durante su implementación (Tabla 1). Además, se incorporó el enfoque de Reducción de Riesgos de Desastres basado en Ecosistemas (Eco-RRD) y se trabajó para incorporar la perspectiva de género. Todas las medidas fueron retroalimentadas y validadas por el grupo de trabajo y los paneles de expertos que lo integraron. Para mayores detalles sobre las medidas de adaptación generadas, consultar el Anexo 1.

*Tabla 1. Medidas de adaptación diseñadas para los OCSA del CIMPM y amenazas climáticas y no climáticas que atienden.*

| Nombre de la medida                                                                                                                                                   | OCSA que atiende                                                                    | Contrarresta                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                       |                                                                                     | Amenazas climáticas                                                                                                                                                     | Presiones antropogénicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Diseñar e implementar estrategias de educación para la conservación, dirigida a todos los sectores para la reducción de factores de presión ante el cambio climático. |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en las tendencias climáticas.</li> <li>• Incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de conocimiento sobre beneficios que aportan los ecosistemas a la sociedad.</li> <li>• Falta de comunicación entre sectores.</li> <li>• Desarrollo turístico costero no sostenible.</li> <li>• Construcción en zonas de riesgo.</li> <li>• Pérdida de ecosistemas costeros.</li> </ul> |
| Promover el manejo y conservación del pastizal marino y manglar como reservorio de carbono                                                                            |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la temperatura del mar.</li> <li>• Incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes.</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por fuentes terrestres.</li> <li>• Remoción local de pastos por desarrollo costero o turístico.</li> <li>• Fragmentación.</li> <li>• Desmonte y relleno de manglar.</li> </ul>                                                                                                    |
| Fomentar el manejo integrado de la costa como barrera ante el incremento de la                                                                                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la temperatura del mar.</li> <li>• Incremento del nivel del mar.</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo turístico costero no sostenible.</li> <li>• Construcciones sobre la duna.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 |

| Nombre de la medida                                                                                           | OCSA que atiende                                                                    | Contrarresta                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                               |                                                                                     | Amenazas climáticas                                                                                                                                                                                           | Presiones antropogénicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| intensidad y frecuencia de tormentas y huracanes.                                                             |                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes.</li> </ul>                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Restauración y conservación de la selva para favorecer la recarga del sistema acuífero.                       |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de la precipitación acumulada anual.</li> <li>Cambios en las tendencias climáticas.</li> <li>Aumento del nivel del mar/intrusión salina</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobreexplotación del recurso hídrico.</li> <li>Fragmentación y pérdida de hábitat por deforestación.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| Manejo integral que garantice la disponibilidad del recurso hídrico para los ecosistemas y el consumo humano. |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de la precipitación acumulada anual.</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobreexplotación del recurso hídrico.</li> <li>Carencia de tratamiento de aguas residuales.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        |
| Fortalecer la vinculación entre instituciones para atención integral ante efectos del cambio climático.       |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en las tendencias climáticas.</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Carencia de conocimiento de los efectos del cambio climático y sobre los beneficios que aportan los ecosistemas a la sociedad.</li> <li>Falta de comunicación entre sectores.</li> <li>Desarrollo turístico costero no sostenible.</li> <li>Carencia de plataforma para sistematización de datos climáticos de diferentes sectores</li> </ul> |
| Fortalecimiento y diversificación de prácticas de pesca sostenibles.                                          |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de infraestructura costera, urbana y turística.</li> <li>Pérdida de empleos.</li> <li>Efectos en la salud.</li> <li>Pérdidas económicas.</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Malas prácticas de pesca (comercial y deportiva)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Implementación de actividades turísticas de bajo impacto ecológico                                            |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la temperatura del mar.</li> <li>Incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Malas prácticas náuticas-recreativas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fortalecer el manejo integral de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la temperatura del mar.</li> <li>Disminución de la precipitación acumulada anual.</li> <li>Incremento en la frecuencia e intensidad de huracanes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación por fuentes terrestres.</li> <li>Contaminación del manto freático.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Plan integral de manejo del sargazo                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de la temperatura del mar.</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Malas prácticas en la recolección y disposición de sargazo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| Nombre de la medida              | OCSA que atiende                                                                  | Contrarresta                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                                                                   | Amenazas climáticas                                                                                                                                                                                                                                     | Presiones antropogénicas                                                                                                                                                                 |
|                                  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la dirección de corrientes.</li> </ul>                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aporte de altas concentraciones de nutrientes por aguas residuales.</li> <li>• Cambios fisicoquímicos por la acumulación de sargazo.</li> </ul> |
| Manejo y prevención de incendios |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en las tendencias climáticas.</li> <li>• Incremento de incendios forestales por incremento de temporadas de sequía y mayor disponibilidad de material combustible por el paso de huracanes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de uso de suelo, quema de tiraderos de basura, quemas no controladas.</li> </ul>                                                         |

Gran parte de los esfuerzos realizados durante el proceso de elaboración de las medidas de adaptación se plasmó finalmente a partir del análisis de vulnerabilidad de los OCSA, en la determinación de sitios para la implementación de las actividades específicas de las medidas, así como también en la identificación de los actores clave para la ejecución de estas. Además, se diseñó un portafolio de inversiones para la identificación de actores clave para la implementación y financiamiento de las medidas de adaptación, aunque se enfatiza que puede haber otros actores que hasta el momento no han sido identificados, y se asocian costos a las medidas generadas.

## CONCLUSIONES

El proceso de construcción del PACC arrojó varios hallazgos que permiten entender la complejidad dentro y fuera de las áreas naturales protegidas, tanto en los aspectos ambientales como en los sociales. Los OCSA del polígono del CIMPM presentan, en su mayoría, una alta vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. Esta situación debe ser atendida a la brevedad posible en tanto que las problemáticas asociadas no sólo amenazan la funcionalidad de los ecosistemas y la conservación de su biodiversidad, sino también los procesos ecológicos sobre los que se sustentan los medios de vida y el bienestar social.

Si bien el cambio climático alterará de manera inequívoca la ecología del territorio, una adecuada gestión de los recursos y ejecución de acciones de Adaptación basada en Ecosistemas y de Reducción de Riesgos de Desastres, supone el mecanismo más eficiente y oportuno para recudir los impactos negativos en el desarrollo humano. Las ANP del PACC – CIMPM, representan una oportunidad para reducir las vulnerabilidades identificadas y aumentar la resiliencia climática de las comunidades humanas y sus medios de vida.

Este documento es una guía en el proceso de toma de decisiones, desplegando un abanico de alternativas adaptativas desarrolladas a partir de bases científicas y sociales sólidas, que buscan generar resultados favorables ante los impactos negativos del cambio climático; a la vez que contribuye al desarrollo sustentable de la región, a través de la adopción de buenas prácticas culturales y modelos productivos más resilientes.

Una ruta crítica para su efectiva implementación es, en un primer término, su socialización entre las comunidades, actores gubernamentales y entre actores del medio productivo con miras a hacer del PACC un instrumento intersectorial de responsabilidad compartida. Otro hito importante será la consideración de las líneas programáticas del PACC en los Programas de Manejo de las ANP, programas de uso público y demás instrumentos regulatorios mandatorios. Un paso más allá implicaría su adopción en las políticas de desarrollo estatal y en los planes intersectoriales.

## Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres – Puerto Morelos (PACC CIMPM)

### Portafolio de medidas de adaptación

| Medida de adaptación                                                                                                                                                             | Línea de acción                                                                                                                                                                                                 | Actividad específica                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medida 1. Diseñar e implementar estrategias de educación para la conservación, dirigida a todos los sectores, para la reducción de factores de presión ante el cambio climático. | 1. Diseñar e implementar una estrategia de comunicación de las principales amenazas climáticas y factores de presión en el polígono.                                                                            | 1.1 Realización de ferias de difusión de instrumentos relacionados con la vulnerabilidad y el riesgo ante el cambio climático dirigido a poblaciones vulnerables.                                 |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 1.2 Elaboración y difusión de elementos gráficos y auditivos que cuenten con un concepto y estilo de acuerdo al público meta.                                                                     |
|                                                                                                                                                                                  | 2. Fortalecer las capacidades locales para la certificación de calidad de los principales operadores y prestadores de servicios turísticos, con criterios de conservación del ecosistema y su belleza escénica. | 2.1 Realizar talleres de evaluación y planeación con personal de la CONANP y ECOSUR para la definición de un esquema de capacitación a grupos prioritarios del sector turístico.                  |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 2.2 Implementación de una serie de capacitaciones a grupos prioritarios del sector turístico.                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                  | 3. Impulsar el monitoreo y conservación participativa ante los efectos del cambio climático.                                                                                                                    | 3.1 Capacitación a pobladores locales para la formación de brigadas de monitoreo marinas y terrestres que funjan como promotores.                                                                 |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 3.2 Vinculación de promotores comunitarios con turistas para el fomento de la ciencia ciudadana.                                                                                                  |
| Medida 2. Promover el manejo y conservación de praderas de pastos marinos, manglar y sistemas arrecifal, como reservorios de carbono.                                            | 1. Generar información acerca de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y almacenamiento del carbono azul de las praderas de pastos marinos, playa-duna, manglar y sistema arrecifal.                   | 1.1. Generar el modelo por GEI (CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> ) que incluya emisiones y captaciones, considerando la estacionalidad a lo largo de un año.                                     |
|                                                                                                                                                                                  | 2. Caracterizar y evaluar el estado de conservación de las praderas de pastos marinos.                                                                                                                          | 2.1. Desarrollar estudios biológicos y ecológicos con las metodologías existentes para caracterizar y evaluar el estado de salud de las praderas de pastos marinos en el Polígono del PACC CIMPM. |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 2.2. Elaboración de un documento rector para la implementación de acciones para la conservación de praderas de pastos marinos ante efectos del cambio climático.                                  |
|                                                                                                                                                                                  | 3. Mejorar la conectividad ecosistémica de los humedales urbanos.                                                                                                                                               | 3.1. Elaborar un diagnóstico de los humedales urbanos.                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 3.2. Elaborar un Plan de Manejo Integral de humedales urbanos.                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 3.3. Programa de ciencia ciudadana.                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 | 3.4. Impulsar el Plan de Manejo Integral de humedales urbanos, fomentando la infraestructura que asegure la conectividad de los flujos hídricos de los manglares                                  |

| Medida de adaptación                                                                                                                       | Línea de acción                                                                                                                              | Actividad específica                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | considerando el POEL, PDU y los reglamentos municipales.                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                            | 4. Impulsar la vigilancia en coordinación con PROFEPA y SEMAR para disminuir la remoción de cobertura vegetal en humedales.                  | 4.1. Coordinar acuerdos de colaboración para realizar programas de supervisión y uso de medios de comunicación (aplicaciones para actas y denuncias en tiempo real).                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 4.2. Capacitar brigadas comunitarias para vigilar humedales.                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 4.3. Informe de cobertura vegetal de humedales.                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                            | 5. Fortalecer el cumplimiento de la normatividad existente que permita cubrir los vacíos en conservación de playa-duna y humedales costeros. | 5.1. Identificar especies en riesgo de pastizales marinos, dunas costeras y humedales a partir de talleres con la población local y expertos en el tema, para la elaboración de una propuesta de inclusión a la NOM-059.                                                                             |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 5.2. Aplicación de ley a los servidores públicos de responsabilidad ambiental y actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial (POEL, PDU, POET y otros).                                                                                                                             |
|                                                                                                                                            | 6. Promover la protección de zonas de influencia para la migración del manglar.                                                              | 6.1. Realizar un diagnóstico para ubicar las zonas viables de migración para el manglar.                                                                                                                                                                                                             |
| Medida 3. Fomentar el manejo integrado de la costa como barrera ante el incremento de la intensidad y frecuencia de tormentas y huracanes. | 1. Fortalecimiento y difusión de los instrumentos normativos para la protección y conservación de ecosistemas costeros.                      | 1.1. Diseñar y elaborar un manual por municipio de buenas prácticas de construcción en zona costera que integre la información del POEL, PDU, códigos de construcción, programas de manejo y la norma NMX-AA-120-SCFI-2016, en función de proteger la costa como barrera ante huracanes y tormentas. |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 1.2. Capacitar planeadores de construcción, basada en la difusión del manual de buenas prácticas de construcción en zona costera. Enfocando las capacitaciones en los servicios ecosistémicos que brinda la playa-duna en beneficio de sus construcciones.                                           |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 1.3. Vincular alumnos de servicio social, de prácticas profesionales o residencias y tesis en las plataformas de las universidades para realizar la localización y levantamiento de construcciones irregulares.                                                                                      |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 1.4. Diseñar un programa de capacitación en autoconstrucción con enfoque AbE dirigido a la población local vulnerable coordinado por GIZ y actores expertos.                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                            | 2. Restauración de playa y duna.                                                                                                             | 2.1. Definir zonas prioritarias de restauración de playa-duna con base en las zonas con mayor vulnerabilidad a eventos meteorológicos extremos.                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                            |                                                                                                                                              | 2.2. Elaborar plan de restauración aplicando los lineamientos para el manejo de erosión de playas, la guía de restauración y rehabilitación de dunas costeras de Quintana Roo y como eje central el documento "The Adaptation of Climate Change for marine Turtles" (ACT).                           |

| Medida de adaptación                                                                              | Línea de acción                                                                                                                               | Actividad específica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   |                                                                                                                                               | 2.3. Restaurar playa-duna costera a partir de los lineamientos establecidos en el plan de restauración elaborado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                   | 3. Restaurar los manglares.                                                                                                                   | 3.1. Realizar un diagnóstico para definir zonas prioritarias de restauración de manglar.<br>3.2. Realizar acciones de restauración sitio-específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                   | 4. Restaurar los arrecifes.                                                                                                                   | 4.1. Evaluar el estado de salud del sistema arrecifal y causas de problemáticas, para implementar un Programa de restauración de corales con técnicas multitaxón.<br>4.2. Socializar los esfuerzos de restauración de arrecife de coral entre los distintos actores involucrados.<br>4.3. Diseño de un programa de voluntarios (población local, estudiantes, extranjeros, pasantes, pescadores, etc.) rotativos para la capacitación y realización de restauración del arrecife de coral. |
|                                                                                                   | 5. Establecer un mecanismo donde los beneficiarios contribuyan a la protección costera (playa-duna, manglar y arrecifes).                     | 5.1. Formar un fondo ambiental/fideicomiso a partir de un diagnóstico de la importancia de los OCSA costeros como protección. El fondo contará con certificación amigable para la conservación de los servicios ecosistémicos.                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                   | 6. Investigación para definir lineamientos en la restauración de arrecifes y playa-duna ante escenarios de cambio climático.                  | 6.1. Recopilación de trabajos y publicaciones sobre acciones de restauración de arrecifes y playa-duna en Quintana Roo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Medida 4. Restauración y conservación de la selva para favorecer la recarga del sistema acuífero. | 1. Restauración de la selva.                                                                                                                  | 1.1. Evaluar la factibilidad para la recuperación de sitios que perdieron su cubierta vegetal por cambio de uso de suelo (agricultura, ganadería, incendios o desarrollos habitacionales).<br>1.2. Elaboración de un protocolo de recuperación de la selva considerando las características y estado de conservación de la misma en los tres municipios (Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos).<br>1.3. Realizar acciones de recuperación de selva sitio-específicas.              |
|                                                                                                   | 2. Promover la diversificación de actividades productivas sostenibles.                                                                        | 2.1. Evaluar la factibilidad para implementar actividades alternativas como el ecoturismo y otras.<br>2.2. Aprovechar el valor intrínseco del ambiente a través de Pagos por Servicios Ambientales (PSA).<br>2.3. Impulsar la instauración de cooperativas de mujeres productoras que obtengan beneficios a partir de la diversificación de actividades sostenibles en la selva.                                                                                                           |
|                                                                                                   | 3. Impulsar la creación de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) y otros esquemas de conservación, que se reflejen en los | 3.1. Formar brigadas para el trabajo participativo comunitario para la protección de zonas forestales en coordinación con CONAFOR y el Grupo Técnico Operativo del PAR y Protección Civil para zonas forestales colindantes con zonas urbanas.                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                   |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                   |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                   |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Medida de adaptación                                                                                                    | Línea de acción                                                                                                                                                        | Actividad específica                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                         | programas de ordenamiento (i.e. POEL y PDU).                                                                                                                           | 3.2 Formar y capacitar una brigada de mujeres encargadas de la vigilancia, prevención y combate de incendios forestales por municipio.                                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 3.3. Vincular políticas ambiental de los instrumentos de gestión ambiental (POEL y PDU) para el registro público de propiedad de áreas de conservación.                                                   |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 3.4. Realizar talleres comunitarios para incentivar y apoyar en la elaboración de expedientes de certificación del ADVC en ejidos o predios priorizados para dicho fin.                                   |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 3.5. Apoyar en la adquisición de incentivos productivos, fiscales (PSA) y programas (REDD+).                                                                                                              |
|                                                                                                                         | 4. Fortalecer las capacidades de manejo forestal sostenible.                                                                                                           | 4.1. Realizar un encuentro de intercambio de tecnología, certificación y cadenas de valor entre los grupos de manejo forestal.                                                                            |
|                                                                                                                         | 5. Promover la investigación de la dinámica del sistema acuífero y posibles cambios por el aumento del nivel del mar.                                                  | 5.1 Establecer alianzas con organizaciones no gubernamentales y academia para orientar y coordinar los objetivos y esfuerzos.                                                                             |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 5.2 Presentar los resultados de investigación a tomadores de decisiones.                                                                                                                                  |
| Medida 5. Manejo integral que garantice la disponibilidad del recurso hídrico para los ecosistemas y el consumo humano. | 1. Monitoreo a largo plazo de la calidad del agua en los tres municipios.                                                                                              | 1.1. Elaborar un protocolo de monitoreo estandarizado con indicadores clave, que a su vez permita identificar fuentes de contaminantes del agua.                                                          |
|                                                                                                                         | 2. Determinar con base en investigaciones la capacidad de extracción del recurso hídrico sin la afectación de los ecosistemas.                                         | 2.1. Determinar los volúmenes de agua mediante métodos directos e indirectos en una escala espacial y temporal.                                                                                           |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 2.2. Estratificar las cuotas del servicio de agua potable y alcantarillado según su uso y volumen, considerando los costos indirectos de recarga del acuífero (conservación de selvas).                   |
|                                                                                                                         | 3. Impulsar normatividades estatales y municipales para el uso de baños de bajo consumo de agua en el sector turístico y urbano.                                       | 3.1. Plantear la problemática ante órganos competentes para impulsar una iniciativa de ley y se incluya en instrumentos jurídicos y de política pública locales y municipales.                            |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 3.2. Licitación de consultoría para la elaboración de una propuesta de modificación del reglamento de construcción.                                                                                       |
|                                                                                                                         | 4. Promover el saneamiento y reúso de las aguas residuales del sector público, urbano y de servicios.                                                                  | 4.1. Implementar y promover un manual digital de mejores prácticas que, considere la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia en los hoteles.                                               |
| Medida 6. Fortalecer la vinculación entre instituciones para atención integral ante efectos del cambio climático.       | 1. Identificar comités y espacios interorganizacionales de expertos en materia de cambio climático para la implementación de las medidas de adaptación del PACC CIMPM. | 1.1. Realizar búsquedas y entrevistas, para identificar las instituciones y/o actores clave que puedan formar parte del comité de expertos del cambio climático.                                          |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | 1.2. Promover la participación de la CONANP en los comités municipales de Protección Civil a partir de reuniones de trabajo, para implementar las medidas de adaptación a las poblaciones del PACC CIMPM. |

| Medida de adaptación                                                           | Línea de acción                                                                                                                                                                                                                                                                               | Actividad específica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | 2. Fortalecer el Sistema de Alerta Temprana e interpretación de datos meteorológicos, proyecciones y tendencias climáticas, a partir de la coordinación y vinculación entre la Academia, Instituciones de Gobierno, Autoridades Estatales y Municipales para facilitar la toma de decisiones. | 2.1. Reactivación e instalación de instrumentos de medición (estaciones meteorológicas), a través de un diagnóstico de funcionamiento de aparatos, sensores y estaciones y sistematización de la información colectada en la plataforma de CONABIO.<br>2.2. Vinculación interinstitucional que promueve mayor sustento técnico para la toma de decisiones de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y adecuación de los SAT para la elaboración del programa de alerta temprana y atención post-contingencias en los OCSA ante el crecimiento inusual del sargazo y otros fenómenos. |
|                                                                                | 3. Revisar que los Instrumentos de Ordenamiento Territorial tengan el enfoque de cambio climático.                                                                                                                                                                                            | 3.1. Solicitar a SEMARNAT la actualización del POEL, PDU y reglamentos municipales de Benito Juárez e Isla Mujeres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Medida 7. Fortalecimiento y diversificación de prácticas de pesca sostenibles. | 1. Implementar acciones de restauración en el sistema arrecifal.                                                                                                                                                                                                                              | 1.1. Capacitar en monitoreo biológico y restauración del arrecife a pescadores de los tres Municipios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.2. Realizar acciones de limpieza y restauración del arrecife en los tres municipios del PACC CIMPM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.3. Instalación de sombras/refugios para langosta y arrecifes artificiales para reclutar escama.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.4. Elaboración de un análisis de costo-beneficio de la instalación de sombras, refugios y arrecifes artificiales con respecto a la tasa de captura.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.5. Programa de incentivo a cooperativas para diversificar artes de pesca sostenibles en Puerto Morelos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                | 2. Impulsar el desarrollo de ordenamiento, regulación y refugios pesqueros en colaboración con CONAPESCA.                                                                                                                                                                                     | 2.1. Promover el reordenamiento de la pesca comercial y recreativa (deportivo) mediante un diagnóstico actualizado de los actores, artes de pesca, zonas de pesca y revisión de cuotas de captura.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2.2. Implementación de refugios pesqueros con rotación de áreas de repoblación de especies de interés comercial cada 5 años.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2.3. Implementación de registro de cuotas de captura y periodos de veda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2.4. Revisión y actualización del acuerdo de veda del mero ( <i>E. striatus</i> ) y otras especies de interés comercial con base en sus períodos reproductivos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                | 3. Diversificar el aprovechamiento de especies de interés comercial (por ejemplo, maricultura y acuicultura).                                                                                                                                                                                 | 3.1. Reunión de Intercambio de experiencias de pesca sostenible por las cooperativas y actores clave en pesca, coordinado por CONANP y CONAPESCA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3.2. Realizar investigaciones para identificar especies locales de interés comercial, viables para diferentes técnicas de pesca sostenibles.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                | 4. Fortalecer la vigilancia institucional y participativa para el control de la pesca comercial y deportiva.                                                                                                                                                                                  | 4.1. Implementar tecnología para mejorar la eficiencia del proceso de denuncia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4.2. Promover estímulos fiscales para las cooperativas y permisionarios que cumplan la normatividad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Medida de adaptación                                                          | Línea de acción                                                                                                                                                                                              | Actividad específica                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 4.3. Coordinar entre autoridades involucradas el programa de cambio de motores viejos a motores de cuatro tiempos.                                                                                                                                                                                                |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 4.4. Promover el mantenimiento y uso de nuevas herramientas para mejorar el funcionamiento, control y seguridad marítima de las embarcaciones.                                                                                                                                                                    |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 4.5. Fortalecer la relación entre las cooperativas y las nuevas Capitanías de Puerto y coordinación para la vigilancia.                                                                                                                                                                                           |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 4.6. Realizar operativos de vigilancia específicos para la pesca deportiva.                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                               | 5. Promover el consumo responsable de productos marinos.                                                                                                                                                     | 5.1. Realizar un taller dirigido al sector privado (hoteles, restaurantes y comercios) y cooperativas pesqueras sobre los beneficios económicos, ecológicos y sociales que ofrece consumir productos de pesca sostenible, para promover el consumo de productos pesqueros sostenibles y disminuir intermediarios. |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 5.2. Incentivar con certificación a empresas que consuman productos marinos sostenibles.                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                               | 6. Impulsar la inclusión de especies de importancia ecológica en la NOM-059-SEMARNAT-2010.                                                                                                                   | 6.1. Elaborar análisis de riesgo de extinción multicriterio para la inclusión de especies a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (particularmente tiburones).                                                                                                                                                                 |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 6.2. Formar y capacitar tres brigadas de monitores (una por Municipio) que colaboren en el registro de recuperación de especies amenazadas (incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010).                                                                                                                               |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 6.3. Elaborar un análisis de recuperación de especies amenazadas, a partir de los datos de monitoreo biológico realizado por las brigadas de cada Municipio.                                                                                                                                                      |
| Medida 8. Implementación de actividades turísticas de bajo impacto ecológico. | 1. Asegurar la aplicación y regulación de las actividades de acceso a zonas arrecifales.                                                                                                                     | 1.1 Realización del Programa de Uso Público bajo la metodología de Límites de Cambio Aceptable, el cual incluya el número de embarcaciones en tránsito y permitidas dentro de los polígonos de las ANP.                                                                                                           |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 1.2. Capacitar y fortalecer comités comunitarios e institucionales de vigilancia de actividades turísticas en el arrecife de las diferentes ANP de los municipios (Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos) del polígono del PACC CIMPM.                                                                     |
|                                                                               | 2. Realizar intercambios de experiencias con las comunidades de aprendizaje de los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos con relación a buenas prácticas turísticas y cambio climático. | 2.1. Capacitar a los distintos sectores turísticos de los tres municipios sobre las buenas prácticas de turismo y dar seguimiento de su Registro Nacional de Turismo.                                                                                                                                             |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              | 2.2. Coordinar logística y técnicamente el desarrollo de un encuentro de distintos sectores turísticos de los tres municipios, para el fomento de las buenas prácticas de turismo y la toma de conciencia.                                                                                                        |
|                                                                               | 3. Instaurar áreas alternas de visita turística para buzos principiantes, permitiendo la                                                                                                                     | 3.1. Desarrollar una propuesta para la implementación de sitios idóneos de atractivos como arrecifes artificiales, museos subacuáticos y barcos hundidos,                                                                                                                                                         |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Medida de adaptación                                                                              | Línea de acción                                                                                                                                                                            | Actividad específica                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   | reducción de visitas al sistema arrecifal.                                                                                                                                                 | en los tres municipios, siguiendo los lineamientos establecidos.                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 3.2. Realizar campañas de difusión en redes sociales sobre los beneficios de los sitios alternos para el desarrollo de actividades turísticas.                                                                                                            |
|                                                                                                   | 4. Fortalecer el sistema de señalización náutica compatible con la zonificación de las ANP y sus Programas de Manejo.                                                                      | 4.1. Gestionar los recursos y la coordinación institucional con base en el Programa de Manejo de cada ANP para la elaboración e instalación de señalización náutica.                                                                                      |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 4.2. Solicitar a la SEMAR la actualización de las cartas náuticas debido a la creación de ANP e incremento en las actividades náuticas.                                                                                                                   |
| Medida 9. Fortalecer el manejo integral de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales. | 1. Desarrollar e implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en los tres municipios (Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos).                       | 1.1. Contratar una consultora especializada en residuos sólidos urbanos, que elabore un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PMIRSU), considerando las características propias de cada región y los residuos generados en las mismas. |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 1.2. Identificación de sitios municipales adecuados para el almacenamiento, transferencia y disposición final de los residuos sólidos urbanos, los cuales se incluirán en los instrumentos de Ordenamiento ecológico territorial (PDU y POEL).            |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 1.3. Realizar una licitación anual para seleccionar empresas especializadas en el manejo de residuos sólidos urbanos por municipio.                                                                                                                       |
|                                                                                                   | 2. Revisar y asegurar la eficiencia y capacidad de carga de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en los tres municipios.                                                  | 2.1 Realizar reuniones con autoridades correspondientes y otros sectores para determinar el número, estado y capacidad de las plantas existentes por municipio.                                                                                           |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 2.2. Elaborar una propuesta de recuperación de plantas de tratamientos por municipio.                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 2.3. Realizar reuniones con las empresas operadoras de las PTAR (FONATUR y zona hotelera) y AGUAKAN (zona urbana de Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos) para crear un vínculo de colaboración para promover la eficiencia de las PTAR.          |
|                                                                                                   | 3. Impulsar una propuesta concertada para considerar las características del sistema kárstico y las aguas oligotróficas dentro del marco legal de la Ley de Aguas Nacionales y la NOM-001. | 3.1. Supervisar e implementar el monitoreo de calidad del agua de los acuíferos del sistema kárstico del PACC CIMPM a diferentes sectores.                                                                                                                |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            | 3.2 Revisar y fortalecer la propuesta que han trabajado Amigos de Sian Ka'an.                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                   | 4. Desarrollar un mecanismo de financiamiento o incentivos para garantizar la conexión de las viviendas a la red de drenaje municipal.                                                     | 4.1 Desarrollar una propuesta municipal para la conexión de viviendas a la red de drenaje, considerando viviendas más vulnerables a enfermedades gastrointestinales, costos de infraestructura y sostenibilidad.                                          |
|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Medida 10. Plan integral de manejo de sargazo.                                                    | 1. Promover la instauración de un comité único interinstitucional de atención integral del                                                                                                 | 1.1 Generar una convocatoria multisectorial de participantes, para la conformación del equipo de trabajo del comité.                                                                                                                                      |

| Medida de adaptación                                          | Línea de acción                                                                                                                                                                                                                                                                  | Actividad específica                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | sargazo, con sede en Quintana Roo y coordinado por los sectores gubernamentales (estatal, municipal y federal), instituciones académicas y el sector privado.                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                               | 2. Elaborar e implementar un plan integral de manejo del sargazo y sus efectos en todo el polígono del PACC-CIMPM (financiamiento, investigación, monitoreo, colecta, uso y disposición final).                                                                                  | 2.1 Generar información científica sobre las causas y modelos de tendencia de arribazón del sargazo a las playas del polígono.                                                                                                                                                                               |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.2 Formar y capacitar una brigada que realice limpieza de playas afectadas por el sargazo.                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.3. Generar información científica sobre la afectación de los ecosistemas por la presencia del sargazo.                                                                                                                                                                                                     |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.4. Realizar un monitoreo socioeconómico generado por un grupo del comité de atención integral del sargazo, dedicado a la gestión de recursos que facilite la tramitología y la obtención de estímulos fiscales.                                                                                            |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.5. Implementar el Plan Integral de Manejo del Sargazo en las playas de los tres municipios.                                                                                                                                                                                                                |
|                                                               | 3. Promover la inclusión de una Norma Oficial Mexicana para el manejo integral del sargazo.                                                                                                                                                                                      | 3.1 Elaborar una propuesta de NOM de manejo integral de sargazo, con ayuda de expertos en el tema y vinculación con SEMARNAT, a partir de reuniones y talleres con los sectores involucrados, población local y estudios del estado de conservación de los ecosistemas afectados.                            |
|                                                               | 4. Implementar una estrategia de educación y difusión a la población en general sobre la problemática del sargazo.                                                                                                                                                               | 4.1. Impartir talleres para informar a la comunidad sobre la problemática del sargazo y opciones de aprovechamiento de residuos del sargazo en los tres municipios del PACC CIMPM.                                                                                                                           |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4.2. Elaboración de atriles informativos sobre el sargazo para los turistas que visitan las playas del polígono del PACC CIMPM.                                                                                                                                                                              |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4.3. Campañas de difusión a través de medios de comunicación y redes sociales.                                                                                                                                                                                                                               |
| Medida 11. Prevención y manejo de incendios en el OCSA selva. | 1. Asegurar que las ANP y otros sitios de interés del Polígono cuenten con un Programa de Manejo del Fuego, de acuerdo con la Guía de Elaboración de Programas de Manejo del Fuego en Áreas Naturales Protegidas incluyendo basureros y rellenos sanitarios (sitios de interés). | 1.1. Elaborar un diagnóstico que permita identificar las características físicas, bióticas, de los combustibles, regímenes del fuego por ecosistema o tipo de vegetación y acciones realizadas, infraestructura y capacidades técnicas de las ANP y sitios de interés de los tres municipios del PACC-CIMPM. |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.2. Realizar talleres con la población local para identificar las características culturales, socioeconómicas y uso local del fuego de las ANP y sitios de interés del PACC.                                                                                                                                |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.3. Desarrollar la zonificación de las ANP y sitios de interés del Polígono del PACC, a partir del análisis de valores, riesgo, peligro y unidades de manejo de fuego.                                                                                                                                      |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.4. Realizar reuniones para desarrollar líneas estratégicas y actividades para el manejo del fuego en                                                                                                                                                                                                       |

| Medida de adaptación | Línea de acción                                                                                                                                                         | Actividad específica                                                                                                                                                        |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                         | las ANP y sitios de interés, mediante sinergias con la población local, OSC, gobierno, academia, etc.                                                                       |
|                      | 2. Implementar estrategias de prevención y atención de causas últimas de incendios en el Polígono del PACC CIMPM mediante la formación de brigadas de manejo del fuego. | 2.1. Formar y capacitar una brigada por municipio de atención a incendios.                                                                                                  |
|                      |                                                                                                                                                                         | 2.2. Integrar las acciones, criterios y comunicación de los comités estatales y municipales de atención a incendios en zonas urbanas utilizadas como tiraderos de residuos. |
|                      |                                                                                                                                                                         | 2.3. Fortalecer las labores de prevención, atención y respuesta ante incendios.                                                                                             |