



PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL COMPLEJO CUATROCIÉNEGAS



PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO **COMPLEJO CUATROCIÉNEGAS**

Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cuatrociénegas

Primera Edición, 2014

D.R. 2014 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Camino al Ajusco 200, Col. Jardines en la Montaña
C.P. 14210. Delegación Tlalpan. México, D.F.
www.conanp.gob.mx

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.
Damas 49, Col. San José Insurgentes
C.P. 03900, Delegación Benito Juárez. México, D.F.
www.fmcn.org

Coordinación Institucional

Mariana Bellot Rojas, CONANP
Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Carlos Sifuentes Lugo, CONANP
Juan Carlos Ibarra Flores, CONANP
Juan Manuel Frausto Leyva, FMCN

Autores

Juan Carlos Ibarra Flores, CONANP
Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Édgar González Godoy, CONANP
Fernando Camacho Rico, CONANP
Cristina Argudín Violante, CONANP
Juan Manuel Frausto Leyva, FMCN
Paola Bauche Pettersen, Consultora independiente

Coautores

Rogelio Carrera Treviño, UANL
Leticia Gómez Mendoza, UNAM
Víctor Magaña Rueda, UNAM

Cartografía

Alma Maya, Consultora independiente

Coordinación editorial

Dirección de Comunicación y Cultura para la Conservación

Agradecimientos

Este Programa de Adaptación fue elaborado a través del Proyecto de Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático en la Región Noreste y Sierra Madre Oriental ejecutado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en coordinación con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. (FMCN) y con financiamiento de la agencia Parks Canada.

Se agradece la contribución de las siguientes personas: Miriam Teresa Núñez López, Martín Cadena Salgado, Genoveva Trejo Macías, Benjamín Ornelas Borrego y Gustavo Chávez Flores de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Vanessa Valdez del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.

Agradecemos también a la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila, a su titular la Biól. Eglantina Canales y a la M. en C. Alejandra Carrera. Asimismo, a la Dirección Regional Noreste y Sierra Madre Oriental de la CONANP.

Al Ejido Cuatrociénegas, Ejido Antiguos Mineros del Norte, Ejido La Vega y Ejido San Lorenzo por su participación en los talleres comunitarios.

Producción

SAKBE Comunicación para el Cambio Social
Alexis Bartrina
Alejandro García Vázquez

Créditos fotográficos

Archivo fotográfico CONANP

Forma de citar

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2014. Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cuatrociénegas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	7
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y POLÍTICAS PÚBLICAS	9
1.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS COMO INSTRUMENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	10
2. OBJETIVO Y ALCANCES	11
3. MODELO DE ATENCIÓN DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	12
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	13
4.1. LA REGIÓN NORESTE Y SIERRA MADRE ORIENTAL (RNEYSMO)	13
4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RNEYSMO	13
4.1.2. PRINCIPALES ECORREGIONES DE LA RNEYSMO	15
4.1.3. ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN EN LA RNEYSMO	20
4.2. COMPLEJO CUATROCIÉNEGAS	21
4.2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES EN EL COMPLEJO	21
4.2.2. CARACTERÍSTICAS, AMENAZAS Y ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN EN EL COMPLEJO	23
5. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	26
5.1. VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AL CAMBIO CLIMÁTICO	28
5.1.1. LA AMENAZA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	28
a) INFORMACIÓN CLIMÁTICA	28
b) ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO	29
5.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA RNEYSMO	32
5.1.3. ESTIMACIONES DE RIESGO	34
5.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO EN EL MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO	36
5.2.1. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN	36
5.2.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN EN EL COMPLEJO	37
5.2.3. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN	39
5.2.4. HIPÓTESIS DE CAMBIO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORITARIOS	41
5.3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LAS COMUNIDADES DEL COMPLEJO	42
6. RESULTADOS	48
6.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL COMPLEJO	48
6.2. LÍNEAS DE ACCIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	52
6.3. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN	53
7. MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	55
8. CONCLUSIONES	57
9. REFERENCIAS	58
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	61
ANEXO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR TIPO DE ESTRATEGIA Y NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	63

PRESENTACIÓN

A nivel internacional son muchos los esfuerzos que se realizan para reducir los impactos provocados por el calentamiento global, sin duda una de las amenazas más importantes a las que se enfrenta nuestra civilización. Uno de los esfuerzos más decididos es la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, que en su más reciente Conferencia de las Partes, la COP20 en Perú, consideró que la conservación y restauración de los ecosistemas es una de las estrategias más eficientes, no sólo para evitar las emisiones por deforestación y degradación, sino como estrategia de reducción de la vulnerabilidad de las comunidades humanas que dependen de ellos.

Atendiendo a lo anterior, el gobierno de México, publicó en el 2012 la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual constituye el documento rector para las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en el país. Derivado de la LGCC, se desprende la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), donde se establecen las prioridades nacionales en esta materia y se identifican las líneas de acción prioritarias para su atención. Con el fin de implementar la ENACC, el Gobierno de la República publicó el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014-2018). Estos documentos señalan que las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen una oportunidad para aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y de las poblaciones humanas que habitan en ellas.

En el ámbito de la CONANP, se elaboró la Estrategia de Cambio Climático desde las ANP (ECCAP, 2014), la cual reconoce que desde estas áreas podemos asegurar y ampliar las acciones de conservación y restauración de los paisajes naturales y, por lo tanto, ampliar los servicios ambientales en beneficio de la población rural y urbana para la reducción de la vulnerabilidad, contribuyendo a la adaptación y mitigación del cambio climático a distintas escalas.

A partir de este marco normativo, surge la necesidad de elaborar Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (RNEYSMO), una de las regiones más vulnerables del país ante este fenómeno. Los PACC fueron elaborados para distintos Complejos de ANP que incluyen: el Complejo Cuatrociénegas, el Complejo Cuenca Mapimí, el Complejo Cuenca del Río Bravo y el Complejo Cumbres de Monterrey- Sierra de Arteaga- Zapalinamé. Con este esfuerzo conjunto se espera reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las poblaciones humanas con un enfoque regional.

Los PACC son instrumentos que apoyan a los programas de manejo de las ANP en su componente de cambio climático; siendo además, de gran utilidad para que sus manejadores identifiquen las medidas de adaptación y líneas de acción que deben implementarse a corto, mediano y largo plazo para responder a los efectos del cambio climático.

La instrumentación de los PACC busca la participación de los diversos actores que inciden en el territorio. La fortaleza de estos programas reside en permitir, desde el ámbito de las distintas atribuciones institucionales, identificar las medidas de adaptación prioritarias e implementarlas, bajo el entendido que únicamente junto con la sociedad civil organizada, la academia, los distintos órdenes de gobierno y los legítimos poseedores del territorio, se podrá reducir la vulnerabilidad de las ANP, sus ecosistemas y de las comunidades humanas que dependen de ellos.

De esta manera, la CONANP invita a sus socios y a la población en general a colaborar no sólo en la instrumentación de las medidas propuestas en los PACC, sino en formar parte de los procesos de diseño de otros programas en las diferentes ANP del país contribuyendo a la conservación del Capital Natural de México.

Luis Fuego Macdonald

Comisionado Nacional

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Los efectos del cambio climático se presentan de forma cada vez más evidente, afectando a todos los sectores de la sociedad. Cada día son más las voces que solicitan la implementación de acciones ante este fenómeno que impacta a todas las escalas. En este sentido, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) protegen ecosistemas de alto valor que contribuyen a reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático y mitigar las emisiones de bióxido de carbono. Desde las ANP es posible crear nuevas pautas para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural.

Es por ello que la CONANP, en alianza con la Secretaría de Medio Ambiente del estado de Coahuila y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN), a través de la colaboración con la Agencia de Parques de Canadá (Parks Canada), elaboró el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) del Complejo Cuatrociénegas.

Este documento integra información sobre escenarios climáticos y sus posibles efectos en los objetos de conservación prioritarios, así como en las actividades productivas que se realizan en el Complejo. A través de procesos participativos que involucraron a la comunidad científica, a tomadores de decisiones y a las comunidades rurales, se identificaron medidas de adaptación y líneas de acción que permitirán reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las comunidades humanas del Complejo Cuatrociénegas.

El visualizar la conservación de los ecosistemas como una estrategia de adaptación, está alineado con lo establecido en la Ley General de Cambio Climático y en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, por lo que el PACC debe ser considerado como un elemento más para poder alcanzar las metas propuestas en la Estrategia Nacional y para el cumplimiento de la ley.

El PACC pretende brindar a los tomadores de decisión información oportuna sobre los impactos del cambio climático en las ANP, así como ayudar en los procesos de planeación y ejecución de actividades de mitigación y adaptación.

Durante la elaboración del PACC se identificó que los sistemas de humedales y su biota, los peces endémicos y las comunidades de pastos halófitos y su biota son los objetos de conservación más vulnerables al cambio climático. Para lograr su conservación en un ambiente cambiante, se propone que se deben recuperar los niveles originales de los cuerpos de agua, restaurar aquellos sistemas de humedales degradados, así como impulsar la alineación de políticas públicas e instrumentos de manejo como medidas prioritarias para adaptación al cambio climático en esta porción del territorio estatal.

Este documento es una convocatoria al trabajo conjunto entre los actores que viven y dependen de los ecosistemas de las ANP, para lograr la reducción a la vulnerabilidad al cambio climático, considerando la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sustentable como eje principal. Asimismo, sienta un precedente a nivel nacional e internacional, esperando que pueda ser implementado por distintas instituciones de los tres órdenes de gobierno.

Eglantina Canales Gutiérrez
Secretaría de Medio Ambiente
Estado de Coahuila

RESUMEN EJECUTIVO

El gobierno de México reconoce al cambio climático como un problema ambiental global que tiene impactos sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad, los procesos productivos, la infraestructura, la salud pública y, en general, sobre los diversos componentes que configuran los procesos de desarrollo. Lo anterior, aunado a procesos de cambio de uso de suelo, así como de deforestación y degradación, incrementa la presión y los efectos adversos sobre los ecosistemas. Así resulta necesario contar con instrumentos de planificación a diferentes escalas que sirvan de ayuda para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de los ecosistemas y de las actividades de las comunidades humanas.

Surge así la necesidad de conocer los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas incluidos en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las actividades productivas de las comunidades humanas que las habitan. Es por ello que, la CONANP en reconocimiento a la importancia de las ANP como respuestas naturales para la adaptación y mitigación al cambio climático, elaboró la *Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas* (ECCAP), la cual señala la elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en ANP.

El presente PACC fue construido con un enfoque de paisaje y anidamiento que integra información pertinente sobre escenarios del clima y sus posibles efectos en la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (RNEySMO), específicamente en la región Cuatrociénegas, en donde identifica, los objetos de conservación prioritarios de cada una de las ANP incluidas y propone medidas de adaptación y líneas de acción para enfrentar los efectos del cambio climático e incrementar la resiliencia en los ecosistemas y la población humana.

Las ANP que se incluyen en el presente PACC son el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cuatrociénegas y el Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, en lo respectivo a las subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres.

Este PACC es un instrumento de planeación que complementa los programas de manejo de las ANP y sirve como base para la toma de decisiones para implementar medidas y líneas de acción para la adaptación al cambio climático. Parte de un análisis de vulnerabilidad integral de amenazas climáticas y no climáticas en la RNEySMO, ante los objetos de conservación y las actividades productivas que ahí se realizan.

Los ecosistemas de la RNEySMO son amenazados actualmente por procesos de cambio de uso de suelo, deforestación y degradación, producto de actividades humanas no sustentables como la ganadería extensiva, la agricultura y la extracción de recursos naturales no reguladas. Si estos procesos continúan al ritmo que hasta hoy han tenido, los bienes y servicios que proveen los ecosistemas podrían verse afectados, lo que conllevaría el incremento de la vulnerabilidad de los sistemas naturales, las especies y las comunidades humanas.

Las proyecciones del clima al futuro cercano indican que la región noreste de México, como la mayor parte del país, podría experimentar incrementos en su temperatura media anual, muy probablemente asociados con mayor frecuencia de episodios de temperatura máxima extrema (por encima de los 40°C) e incluso valores que superen los 50°C (Magaña, 2013). Respecto a la precipitación, las proyecciones señalan poca variación a las condiciones actuales. Sin embargo, bajo un escenario de cambio climático la disponibilidad de agua podría disminuir, pues una superficie más caliente conduce a una mayor evapotranspiración, por lo que los escurrimientos e infiltraciones disminuirían. Esto generaría efectos negativos sobre los ecosistemas, los objetos de conservación y las actividades productivas, lo que incrementaría la presión sobre los recursos naturales, y por ende, podría conducir a tendencias de sobreexplotación, degradación e incluso pérdida permanente.

Las medidas de adaptación y las líneas de acción propuestas en este PACC están enfocadas al manejo sustentable de los recursos naturales, la conservación, rehabilitación y restauración de los ecosistemas, así como la creación y fortalecimiento de las capacidades técnicas de los equipos de las ANP y las comunidades humanas.

El PACC fue construido bajo un enfoque participativo que involucra a actores clave de diferentes sectores y disciplinas en el marco de una colaboración público-privada con el apoyo de la cooperación internacional.

Este ejercicio técnico e institucional incorpora, a manera de innovación, un portafolio de inversión que da a conocer las necesidades de recursos para llevar a cabo las actividades prioritarias identificadas en este documento.

La primera aproximación arroja una demanda de recursos para las medidas de adaptación prioritarias en el Complejo Cuatrociénegas (tabla 1), por lo que el trabajo no está concluido a partir de la publicación de este documento, por el contrario, inicia un proceso de aprendizaje, retroalimentación y construcción de sinergias que permitan reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las poblaciones humanas que dependen de ellos en las ANP de esta región.

**TABLA1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORITARIAS PARA EL COMPLEJO CUATRO CIÉNEGAS
E INVERSIÓN NECESARIA PARA ADOPTAR LAS MEDIDAS (CIFRAS EN PESOS MEXICANOS).**

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORITARIAS	INVERSIÓN (\$MX)
Recuperar los niveles originales de los cuerpos de agua	\$ 17,744,000
Restaurar aquellos sistemas de humedales degradados	\$ 12,118,500
Impulsar la alineación de políticas públicas e instrumentos de manejo como medidas prioritarias para la adaptación al cambio climático en esta porción del territorio estatal.	\$ 2,800,000
Gran total	\$ 32,662,500

1. INTRODUCCIÓN



1.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y POLÍTICAS PÚBLICAS

El cambio climático representa una de las principales amenazas ambientales del presente siglo para el capital natural y humano. En los últimos años el gobierno de México ha considerado el cambio climático como un problema de seguridad nacional, lo que nos obliga a realizar esfuerzos de mitigación y adaptación ante los cambios previsibles (ENACC, 2013).

Diversos escenarios de cambio climático indican que la temperatura podría aumentar en gran parte del planeta; se prevé que los grandes cambios ocurrirán potencialmente en latitudes medias y altas, principalmente sobre las regiones continentales (CONANP, 2010). Los resultados de investigaciones científicas han avanzado en identificar las tendencias de cambio climático, con el objeto de motivar que los gobiernos lo consideren como una prioridad en sus planes de desarrollo.

De acuerdo a Magaña y colaboradores (2012), en México los sectores agua, agricultura y bosques son los más vulnerables a las variaciones del clima. El aumento de temperatura en las zonas áridas del país puede hacer que, hacia mediados del presente siglo, la disponibilidad de agua se reduzca hasta en un 30% debido a una mayor evapotranspiración, condición que llevaría a gran parte de la vegetación a un estado de estrés hídrico.

Debido a lo anterior, México se ha dado a la tarea de abordar el tema de cambio climático de una forma prioritaria y participativa. Para ello, publicó en el año 2012 la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual constituye el principal instrumento jurídico que establece las bases que regularán las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático a largo plazo en el país. Como instrumento de planeación, la LGCC ordena la elaboración de la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (ENACC), instrumento rector y orientador de la política nacional en materia de cambio climático, la cual define una ruta a largo plazo y establece prioridades nacionales de atención para combatir el cambio climático en materia de adaptación y mitigación. La ENACC señala que debido a la amenaza que el cambio climático representa para el capital natural, es inminente identificar cómo estos cambios podrían impactar a los ecosistemas y las comunidades que los habitan, así como emprender las medidas de adaptación necesarias que permitan hacerles frente.

LA ENACC, publicada en el año 2013, establece como pilar el contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes. Asimismo, plantea una visión a 40 años, y metas a alcanzar cada diez años. En

su eje estratégico A3: “Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen”, se mencionan las líneas de acción que enmarcan la elaboración del presente PACC y resaltan la importancia de este esfuerzo:

- **A3.2 Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, desiertos, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.**
- **A3.6 Generar o modificar instrumentos jurídicos y de gestión del territorio que reduzcan la vulnerabilidad de los ecosistemas y comunidades biológicas ante el cambio climático, a partir de la implementación de medidas de adaptación.**
- **A3.7 Desarrollar programas de adaptación para mantener e incrementar la disponibilidad del agua superficial y subterránea, con un enfoque de manejo integral de cuencas hidrográficas.**

A partir de la ENACC se elabora el *Programa Especial de Cambio Climático* (PECC), el cual concreta y desarrolla las orientaciones contenidas en la Estrategia y señala que las ANP constituyen una oportunidad para aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y las poblaciones humanas que habitan en ellos.

Finalmente y de manera complementaria, en 2013 se publica en el Diario Oficial de la Federación el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para que en el ámbito de sus respectivas competencias atiendan lo establecido en éste. En particular para la CONANP, la Estrategia 2.1 (Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático) y en concreto la línea 2.1.4 establece la necesidad de incrementar la superficie de ANP de competencia federal manejada bajo criterios de adaptación al cambio climático. Este PACC para el Complejo Cuatrociénegas contribuye a dicha línea de acción.



1.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS COMO INSTRUMENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El gobierno de México, a través de la CONANP, reconociendo la importancia de las ANP como respuestas naturales al cambio climático, elaboró en el año 2010 la *Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas* (ECCAP) (CONANP, 2010). La ECCAP establece que las estrategias de adaptación para dicho fenómeno deberán ayudar a incrementar la resiliencia de ecosistemas para asimilar perturbaciones y eventos extremos del clima, así como para disminuir los impactos y riesgos asociados con dichos eventos.

La ECCAP contempla la comunicación de información precisa y oportuna que permita una mejor toma de decisiones para el manejo de las ANP de México. Para ello, la CONANP se ha dado a la tarea de iniciar, a nivel nacional, un proceso

de elaboración de PACC en ANP. Este esfuerzo permitirá a los tomadores de decisiones contar con información oportuna y localizada del cambio climático y sus posibles impactos en respectivas ANP, así como ayudar en los procesos de planeación y ejecución de actividades de mitigación y adaptación.

Los PACC en diferentes regiones o complejos de ANP son instrumentos de gestión que complementan los esfuerzos de manejo existentes de las ANP y que buscan consolidar los objetivos y metas de los programas de manejo y sus programas operativos anuales. Se busca que estos últimos cuenten con los elementos necesarios para involucrar a actores clave en la conservación de áreas protegidas y de sus zonas de influencia. La elaboración y puesta en marcha de estos programas de adaptación no sustituye la necesidad de realizar un análisis integral para la gestión de riesgo del área de interés como instrumento complementario al PACC.

A fin de lograr la mejor implementación de las políticas definidas en la ECCAP, la CONANP impulsa la colaboración con organizaciones públicas y privadas en la escala nacional y regiones prioritarias.

2. OBJETIVO Y ALCANCES

El PACC del Complejo Cuatrociénegas (APFF Cuatrociénegas y el APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín) tiene como objetivo integrar información pertinente sobre escenarios del clima y sus posibles efectos en los objetos de conservación y actividades productivas de las comunidades rurales de cada una de las ANP del Complejo, así como integrar e impulsar medidas de adaptación y líneas de acción que permitan hacer frente a estos posibles efectos del cambio climático.

El PACC es una herramienta de planeación que complementa a los programas de manejo de las ANP en su componente de cambio climático; siendo además, un instrumento de gran utilidad para que los operadores de las ANP identifiquen las medidas de adaptación y líneas de acción que se deben implementar a corto, mediano y largo plazo y logren su articulación con actores clave del gobierno y la sociedad.

Además de las medidas de adaptación y líneas de acción, este ejercicio del PACC ahora incluye una proyección de inversiones y tiempos de ejecución de las actividades prioritarias, a fin de facilitar su gestión y asignación.

Este PACC está diseñado para promover el conocimiento de la problemática de cambio climático y la inserción de grupos y recursos de otros sectores para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia en ANP y otros espacios con recursos naturales de importancia.

Asimismo, para el caso del APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín (APRN CAD004), este programa contribuirá al desarrollo del Programa de Manejo de dicha ANP.

3. MODELO DE ATENCIÓN DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El PACC del Complejo Cuatrociénegas es el resultado de un esfuerzo participativo entre actores locales del gobierno y la sociedad, académicos, el FMCN y la CONANP; construido con un enfoque anidado (figura 1), en el que se considera el riesgo ante el cambio climático, derivado de las amenazas regionales y la vulnerabilidad multinivel (región, unidad de paisaje y comunidades rurales) en la RNEySMO y su efecto en los objetos de conservación y actividades productivas de las comunidades rurales.

Como ya se mencionó, para la integración del PACC se utilizaron insumos a diferentes escalas que se presentan a detalle en este documento y permiten identificar las medidas de adaptación y líneas de acción a realizar en el Complejo; las cuales se prevé facilitarán una mejor adaptación de los objetos de conservación identificados al cambio climático y por ende, de las comunidades humanas que allí habitan.

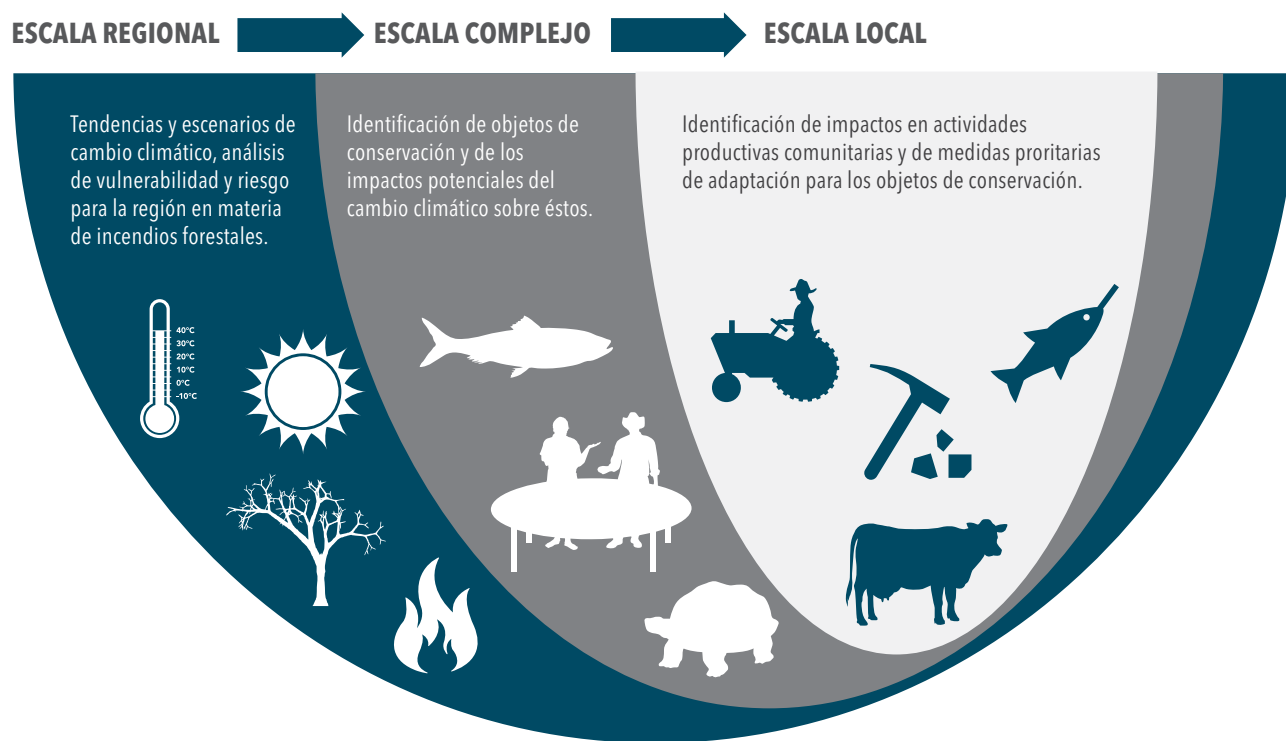


Figura 1. El enfoque anidado como modelo de atención del PACC.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

ESCALA REGIÓN

La RNEySMO forma parte del Altiplano Mexicano y del Gran Desierto Chihuahuense. Dentro de esta región se encuentran ANP federales y estatales, las cuales representan el 11.6% de la superficie total de las ANP del país.



4.1. LA REGIÓN NORESTE Y SIERRA MADRE ORIENTAL (RNEYSMO)

La RNEySMO forma parte de un gran paisaje natural en una porción del Altiplano Mexicano y del Gran Desierto Chihuahuense, en el cual se pueden identificar zonas definidas por sus atributos naturales y antropogénicos.

4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RNEYSMO

La Región Noreste y Sierra Madre Oriental (RNEySMO) comprende parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí.

La mayor parte de la RNEySMO se localiza dentro de la cuenca del Río Bravo (aproximadamente el 70%), pero también ocupa algunas cuencas cerradas en las partes desérticas al oeste de las sierras y valles intermontanos. Con una extensión mucho menor hacia la porción sur de la RNEySMO se localiza también porciones de las cuencas del Río Conchos-Chorreras, Río Soto La Marina y Río Pánuco.

Dentro de esta región se encuentran 19 ANP -diez de las cuales están involucradas en la ejecución del proyecto de Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático- que presentan diferentes categorías de manejo de acuerdo a las características biológicas y servicios ecológicos que cada una ofrece (figura 2).

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

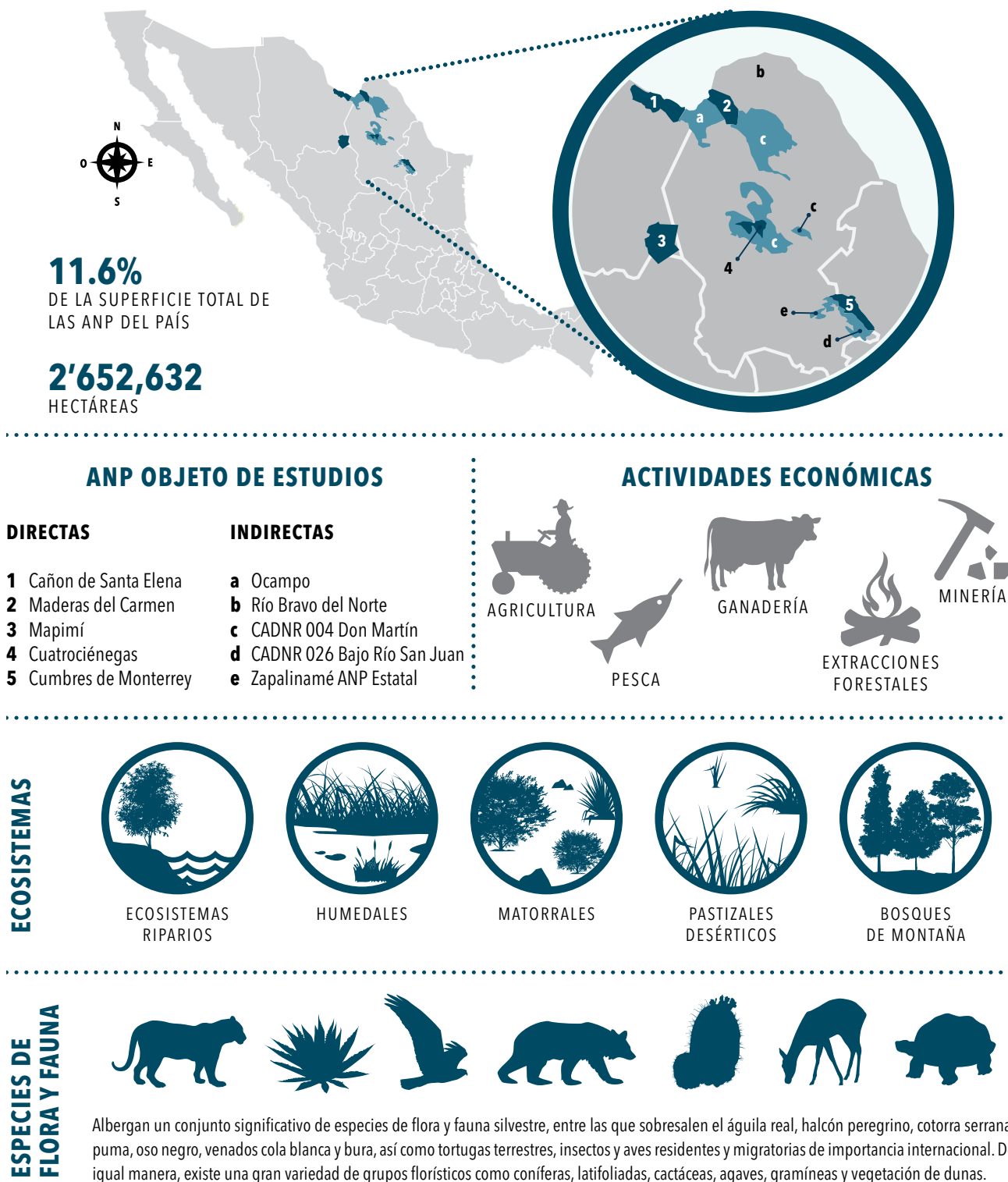


Figura 2. Áreas Naturales Protegidas del proyecto Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático.

A continuación se hace una descripción de las 10 ANP que se encuentran dentro del área de intervención del proyecto Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático, ubicado dentro de la RNEySMO. En su conjunto, las ANP cuentan con una superficie de 2,652,632 de hectáreas, que corresponde al 11.6% de la superficie total de las ANP del país (poco más de 25 millones de hectáreas; CONANP, 2014). Éstas conservan ecosistemas riparios, humedales, matorrales, pastizales desérticos y bosques de montaña, en paisajes con una amplia variación climática y fisiográfica. Esta diversidad de paisaje da origen a una gran variedad de hábitats que albergan un conjunto significativo de especies de flora y fauna silvestre, entre las que sobresalen el águila real, halcón peregrino, cotorra serrana, puma, oso negro, venados cola blanca y bura, así como tortugas terrestres, insectos y aves residentes y migratorias de importancia internacional (CONANP, 2009).

De igual manera, en la RNEySMO existe una gran variedad de grupos florísticos como coníferas, latifoliadas, cactáceas, agaves, gramíneas y vegetación de dunas, entre otras; muchas de las cuales están incluidas en la legislación ambiental debido a su estatus de protección (CONANP, 2009).

En esta región se desarrollan actividades económicas de importancia, tales como ganadería, agricultura, extracciones forestales maderables y no maderables (como la candelilla, el orégano y la lechuguilla), minería y pesca. Debido a su diversidad de ambientes y elementos paisajísticos de gran valor, se desarrollan actividades recreativas (Carrera, 1993).

Las áreas agrícolas importantes en la RNEySMO se localizan en la porción sur de la región, donde destacan las zonas de La Laguna, la Región Citrícola de Nuevo León, el norte y sur de Tamaulipas, y la región occidental de San Luis Potosí. En la porción noroeste de la región, la agricultura no tiene un papel importante como actividad económica, por ser la ganadería la principal fuente de ingreso para los habitantes. La región centro y norte del estado de Coahuila destaca por la actividad minera. Por último, las zonas urbanas y vías de comunicación forman una red donde resaltan algunas grandes ciudades como las zonas metropolitanas de Monterrey, Torreón y Saltillo, donde a su vez se concentra la mayor parte de la población humana y demanda de servicios ambientales en la RNEySMO.

Las ANP en la RNEySMO representan polígonos que definen fronteras administrativas para el uso de la tierra enfocado a la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y los procesos ecosistémicos. Sin embargo, estas ANP forman parte de un gran paisaje en una porción del Altiplano Mexicano y del Gran Desierto Chihuahuense, en el cual se pueden identificar zonas con diferentes atributos naturales y antropogénicos.

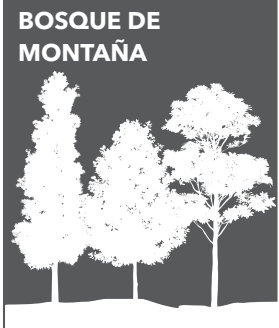
4.1.2. PRINCIPALES ECORREGIONES DE LA RNEYSMO

La ecología de paisaje contempla el análisis del espacio y de sus diferentes componentes o elementos, los cuales pueden cambiar a través del tiempo e influyen en la dinámica de los ecosistemas (Risser, 1987). Para la RNEySMO, las principales variables que determinan el tipo de ecorregiones son:

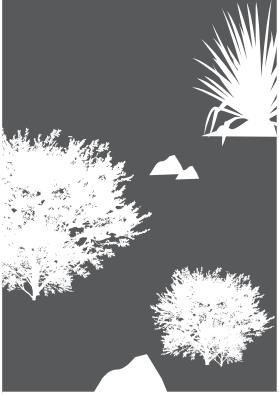
- **Gradiente altitudinal (islas del cielo)**
- **Clima**
- **Gradiente longitudinal y efecto sombra de lluvia**
- **Exposición**

La RNEySMO abarca una amplia superficie terrestre en la que se presentan muchos tipos de ecosistemas, climas y topografía. Para facilitar el estudio de esta región y el conocimiento de sus ecosistemas y sus dinámicas, se han determinado elementos del paisaje (tabla 2), cada uno de los cuales presenta regímenes de disturbio natural que se mencionan a continuación:

TABLA 2. ELEMENTOS DE PAISAJE EN LA RNEYSMO Y SU RÉGIMEN DE DISTURBIO NATURAL

ELEMENTOS DE PAISAJE	DESCRIPCIÓN	RÉGIMEN DE DISTURBIO NATURAL
BOSQUE DE MONTAÑA 	Ecosistema que se encuentra por arriba de los 2,000 msnm, presenta temperaturas frías y alta precipitación, con altas pendientes y también algunos valles pequeños con suelos profundos. Las comunidades vegetales están conformadas por bosques de pino y oyamel, bosques de pino-encino, bosque de encinos y manantiales.	El fuego es un agente de perturbación importante en este ecosistema, con incendios naturales frecuentes y pequeños (Sakulich y Taylor, 2007; Camp <i>et al.</i>, 2006). Sin embargo, la introducción del pastoreo por ganado doméstico ha alterado este régimen, por lo que ahora los incendios son típicamente menos frecuentes y más grandes en extensión.
CAÑONES Y FALDEOS DE LA SIERRA 	Ecosistema que se localiza por debajo del de bosque de montaña entre los 2,000 y 1,200 msnm, por lo que representa una zona de transición hacia el ecosistema de desierto en las partes más bajas del paisaje. Presenta topografía accidentada ya que se encuentra principalmente en cañones y bajadas de la sierra. Las principales comunidades vegetales de este ecosistema son el matorral desértico y el bosque de encino.	Las fuentes de perturbación en este ecosistema son los grandes flujos de agua durante eventos de precipitación extrema que alteran los arroyos; así como los incendios de baja intensidad que de manera natural mantienen un mosaico de diferentes clases de edades y parches a nivel de paisaje. Al igual que en el ecosistema de bosque, aquí se encuentran manantiales perennes y efímeros, ojos de agua y tinajas que, además de ser importantes hábitats para la fauna nativa, son sitios de abastecimiento de agua para actividades humanas, como la ganadería.
PASTIZALES 	Ecosistema que se encuentra en sitios relativamente bajos y planos del paisaje, principalmente en valles inter-montanos. Se caracteriza por tener suelos profundos y más productivos que los encontrados en el ecosistema de desierto. La vegetación está caracterizada por pastizal mediano abierto con dominancia de pastos del género <i>Bouteloa</i>, yucas y especies arbustivas como mezquite, gatuño y largoncillo.	Este ecosistema es mantenido de manera natural por la presencia de incendios naturales que son rápidos y de baja intensidad. Este régimen de disturbio ha sido drásticamente alterado por la actividad ganadera al punto que gran parte de este ecosistema se encuentra en degradación por la invasión de especies arbustivas como el mezquite. Solamente en sitios con poca accesibilidad o que no cuentan con agua, este ecosistema se encuentra en buen estado de conservación.

MATORRAL DESÉRTICO



Ecosistema que representa la mayor parte del paisaje (aproximadamente el 80%), por lo que se le considera la matriz entre la cual se distribuyen todos los demás elementos o unidades del paisaje de la RNEySMO. Sus principales características son su baja precipitación, poca disponibilidad de nutrientes y baja productividad primaria. Sin embargo, la vegetación de este ecosistema se caracteriza por una alta diversidad de especies y por formar mosaicos compuestos por áreas dominadas por arbustos bajos, matorral rose-tófilo, pastos y costra criptogámica.

Los disturbios naturales en el ecosistema de desierto incluyen eventos climáticos extremos, incendios naturales e inundaciones locales. Los periodos de sequía prolongada, particularmente cuando se combinan con fuertes vientos secos y cálidos, pueden provocar mortalidades masivas de pastos perennes y otras plantas, favoreciendo la erosión del suelo. Las tormentas de verano pueden ocasionar inundaciones locales que transportan materiales en la superficie del suelo y afectan la recarga de mantos acuíferos. En este ecosistema la mayor fuente de estrés es el sobrepastoreo por ganado doméstico a través de la alteración de la composición vegetal y del pisoteo, principalmente de la costra criptogámica. La introducción de especies exóticas invasoras es otra fuente de estrés para éste.

ÁREAS RIPARIAS Y CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL



Ecosistemas que ocupan la menor superficie en el paisaje, pero que a su vez tienen gran importancia para algunas especies de interés y donde se presentan sitios de alto endemismo. Las fuentes de agua para los ríos en el paisaje son: el agua en el subsuelo, manantiales superficiales y los escurrimientos asociados a eventos de precipitación. Estos sistemas acuáticos proveen hábitat para macroinvertebrados (como insectos acuáticos) y vertebrados (como peces y anfibios).

Las actividades humanas impactan los sistemas acuáticos principalmente por la contaminación por descargas urbanas y agrícolas, así como por la alteración de los regímenes de flujos debido a la construcción de presas y al uso de agua para la irrigación. Las descargas transportan contaminantes (nitrógeno y fósforo) que favorecen la eutrofización y reducen el oxígeno disuelto, mientras que las presas reducen los flujos disminuyendo la disponibilidad de agua y aumentan la acumulación de sedimentos, alterando así la estructura de los bancos de los ríos. La minería es una actividad importante para la región, por lo que es común que algunos sistemas acuáticos tengan niveles altos de mercurio en peces, como se ha documentado en la presa La Amistad (Becker *et al.*, 2011). Los cambios en los sistemas acuáticos provocados por las actividades humanas reducen la diversidad de la comunidad béntica, disminuyen las poblaciones de moluscos y ocasionan la extirpación de especies de peces y la disminución en las poblaciones de otras (Dahm *et al.*, 2005; Purchase *et al.*, 2001).

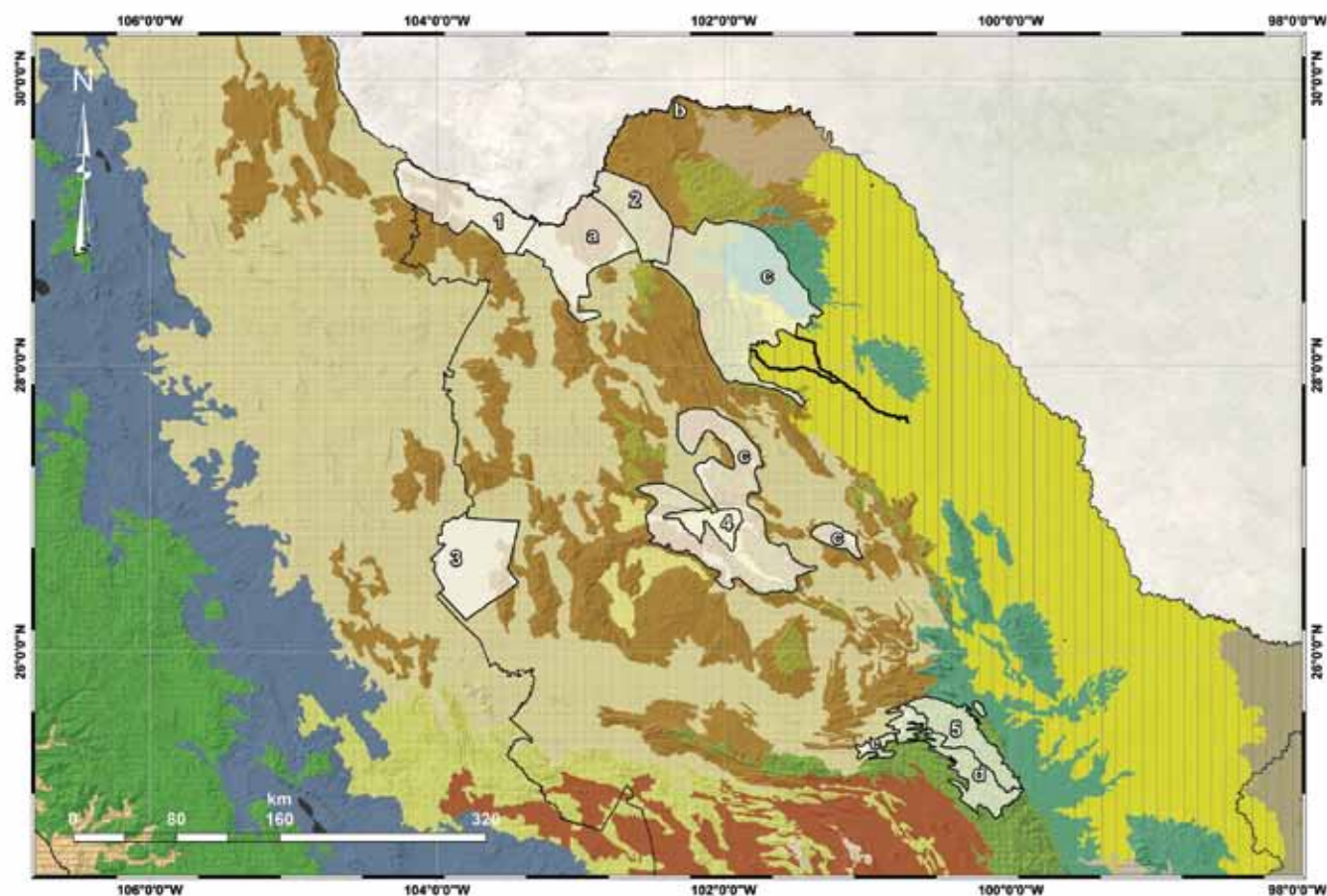
Asimismo, la existencia de especies exóticas ponen en riesgo a una gran diversidad de especies nativas y endémicas.

Los elementos de paisaje identificados en el complejo tienen correspondencia con diferentes ecorregiones nivel IV¹ (tabla 3 y figura 3).

TABLA 3. UNIDADES DE PAISAJE EN LA RNEYSMO Y ECORREGIONES IDENTIFICADAS

ELEMENTOS DE PAISAJE	ECORREGIONES NIVEL IV
BOSQUE DE MONTAÑA	➤ Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila
CAÑONES Y FALDEOS DE LA SIERRA	➤ Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila ➤ Lomeríos y sierras con matorral xerófilo y bosques de encino
PASTIZALES	➤ Valles endorréicos de Cuatrociénegas con vegetación xerófila micrófilo - halófila - gipsófila ➤ Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila ➤ Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo
MATORRAL DESÉRTICO	➤ Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila ➤ Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila ➤ Valles endorreicos de Cuatrociénegas con vegetación xerófila micrófilo - halófila - gipsófila ➤ Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo ➤ Lomeríos y sierras con matorral xerófilo y bosques de encino

1. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). 'Ecorregiones Terrestres de México'. Escala 1:1000000. México. De forma abreviada puede citarse así: INEGI, CONABIO e INE. 2008. 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México.



Ecorregiones Nivel I

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| California Mediterránea | Grandes Planicies |
| Desiertos de América del Norte | Selvas Cálido Húmedas |
| Elevaciones Semiáridas Meridionales | Selvas Cálido Secas |
| | Sierras Templadas |

Ecorregiones Nivel IV

- | | |
|---|--|
| Elevaciones aisladas y plegamientos del Altiplano Zacatecano-Potosino con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encino y mixtos | Planicie Costera con selva baja espinosa |
| Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos | Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente |
| Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora | Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo |
| Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo-rosetófilo | Sierra con bosques de coníferas, encinos y mixtos |
| Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Sur con matorral xerófilo micrófilo-rosetófilo | Planicies del Altiplano Zacatecano-Potosino con matorral xerófilo micrófilo-craicale |
| Lomeríos y Sierras con matorral xerófilo y bosques de encino | Sierra con bosques de encinos, coníferas y mixtos |
| Piedemontes y Planicies con pastizal, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas | Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo-halófila |
| Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila | Valles endorreicos de Cuatro Ciénegas con vegetación xerófila micrófilo-halófila-gipsófila |

Figura 3. Ecorregiones en la RNEySMO.

4.1.3. ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN EN LA RNEYSMO

Con la finalidad de identificar los esfuerzos de conservación existentes para el año 2013 en la región, que permiten promover la conectividad, con un enfoque ecosistémico y que al mismo tiempo, sirven para impulsar y alinear recursos, se identificaron los principales instrumentos de política en la región, tales como: pago por servicios ambientales, sitios RAMSAR, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, áreas protegidas privadas y comunitarias, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y áreas bajo manejo de conservación federal, las cuales se muestran en la figura 4.

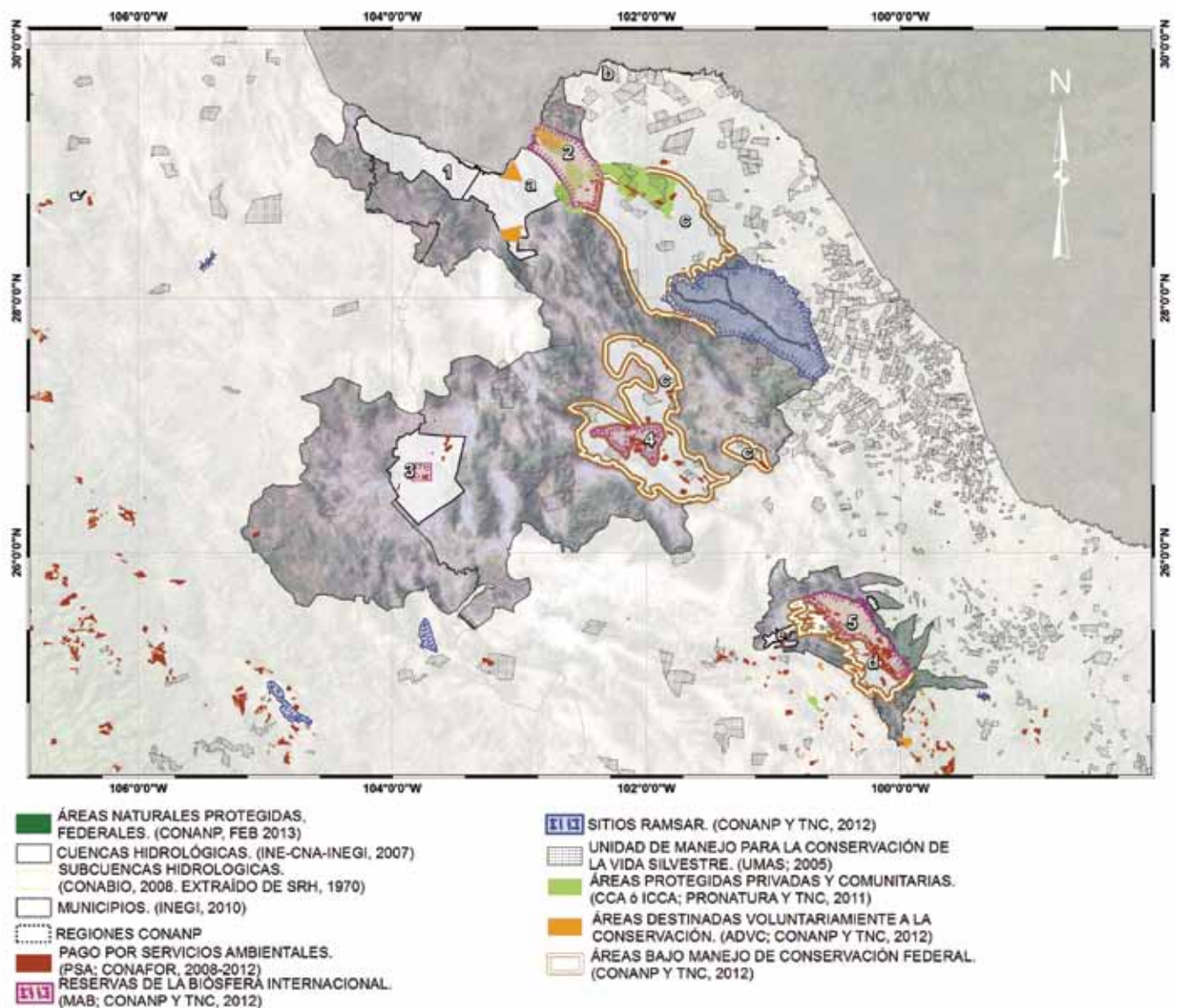


Figura 4. Instrumentos de conservación en las ANP del norte de la RNEYSMO.

La confluencia de diversos esfuerzos de conservación en la RNEySMO propicia las sinergias con dependencias gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y comunidades rurales para promover acciones específicas que configuran un marco favorable para la construcción e implementación de los planes estatales y municipales de acción contra el cambio climático.

El Plan Estatal contra el Cambio Climático en el Estado de Coahuila (PECC-Coahuila) publicado en el año 2009 por la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (SEMACE), es un esfuerzo que se realizó mediante procesos participativos con actores estratégicos del estado. El PECC-Coahuila identifica 56 políticas públicas a implementar en el estado que permitirán hacer frente al cambio climático, las cuales están divididas en los siguientes temas:

- 12 Suministro de Energía
- 10 Residencial, Comercial e Industrial
- 10 Transporte y Desarrollo Urbano
- 10 Agricultura, Ganadería, Forestal y Residuos
- 14 Temas Transversales



ESCALA COMPLEJO

4.2. COMPLEJO CUATROCIÉNEGAS

El Complejo se ubica en el centro del estado de Coahuila, en el municipio de Cuatrociénegas.

4.2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL COMPLEJO

Para delimitar el Complejo se recurrió a la agrupación de elementos de interés, los cuales se definieron con base en:

- El conjunto de ANP determinado por la cercanía de sus polígonos
- Las subcuencas hidrológicas² que intersectan con alguna de las ANP
- Elementos de paisaje referidos

El Complejo Cuatrociénegas incluye el APFF Cuatrociénegas y el APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín (tabla 4), en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres.

2. Debido a la necesidad de información más detallada a escala nacional sobre subcuencas hidrográficas, se utilizó la información existente sobre subcuencas hidrológicas.

TABLA 4. ANP DEL COMPLEJO

ANP	CATEGORÍA DE MANEJO	FECHA DE DECRETO	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	CUENTA CON PROGRAMA DE MANEJO
Cuatrociénegas	Área de Protección de Flora y Fauna	7 de noviembre de 1994	84,347	Sí
Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres	Áreas de Protección de Recursos Naturales	08 de Junio de 1949 Fecha de Recategorización: 7 de Noviembre de 2002	1'519,920	No

El **Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas** se localiza en la parte central del estado de Coahuila y el valle que le da su nombre, es considerado el humedal más importante dentro del Desierto Chihuahuense y uno de los más importantes en México. Está clasificado como un sitio RAMSAR, considerado como un humedal prioritario en el mundo (INE-SEMARNAP, 1999).

La región presenta un clima muy seco semicálido, con muy bajo porcentaje de lluvias invernales. La temperatura presenta fuertes variaciones y se registran escasas precipitaciones pluviales, lo que hace que la sequía sea una condición relativamente común en la zona.

El APFFC se encuentra en la cota de los 700 msnm y presenta ecosistemas acuáticos representados por manantiales conocidos localmente como pozas, así como arroyos permanentes y áreas inundadas donde se concentra el agua de los manantiales (CONANP, 2013).

En el APFFC la vegetación se encuentra repartida entre pastizal halófilo y vegetación acuática en el piso de la cuenca. En las dunas de yeso se albergan especies endémicas de plantas gypsófilas, así como matorral xerófilo y matorral submontano en las partes más elevadas.

En **La Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres (Río Sabinas)**, los tipos de vegetación son: bosque de coníferas, bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal y vegetación hidrófila. Las principales presiones y amenazas son la explotación no planificada de recursos forestales (maderables y no maderables) y la erosión y degradación de suelos (CONANP, 2013).

Las ecorregiones relacionadas con el Complejo pueden notarse en la figura 5.

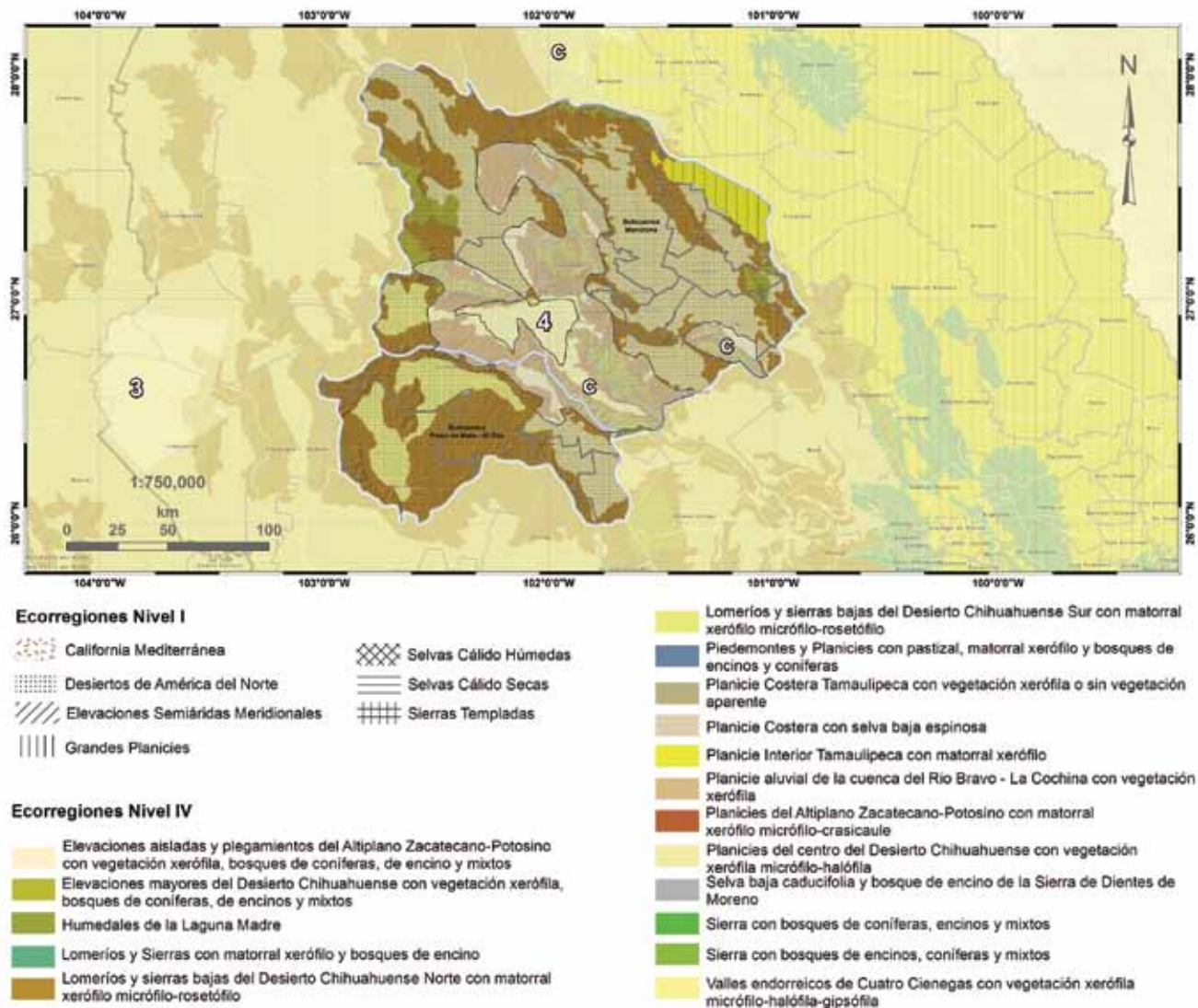


Figura 5. Ecorregiones del Complejo Cuatrociénegas.

4.2.2. CARACTERÍSTICAS, AMENAZAS Y ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO

En los diferentes elementos del paisaje que alberga el Valle de Cuatrociénegas coexiste flora y fauna que ha evolucionado en condiciones de aislamiento natural, lo que ha propiciado la presencia de numerosos endemismos (CONANP, 2013).

De acuerdo a su Programa de Manejo (INE-SEMARNAP, 1999), el objetivo del ANP es preservar los hábitats naturales de la región y los ecosistemas más frágiles, asegurar el equilibrio y la continuidad de sus procesos evolutivos ecológi-

cos, aprovechar racional y sostenidamente sus recursos naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies (particularmente de las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción) y proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio del ecosistema y su equilibrio.

El APFF Cuatrociénegas presenta fuertes amenazas de contaminación por desechos sólidos, aguas residuales, agroquímicos y presencia de incendios, mientras que el Complejo presenta problemas de deforestación y degradación de zonas fuera de las ANP (figura 6).

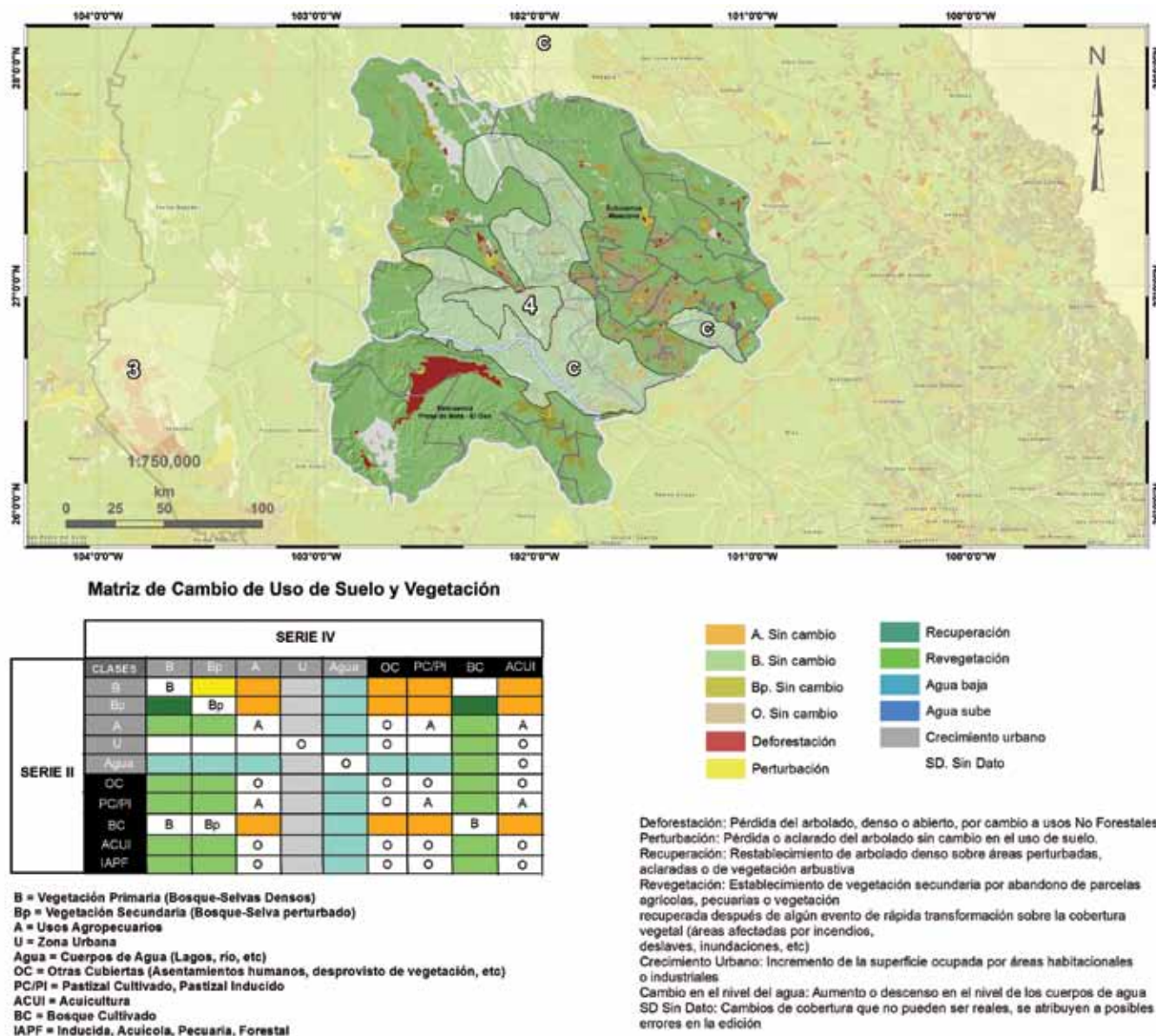


Figura 6. Análisis de cambio de uso de suelo del Complejo.

Dentro del Complejo existen diferentes esfuerzos de conservación para propiciar la conectividad e impulsar sinergias de recursos y esfuerzos a favor de la conservación y el uso sustentable. Estos esfuerzos son: polígonos con pagos por servicios ambientales, unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, áreas protegidas privadas y comunitarias, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y áreas bajo manejo federal (figura 7).

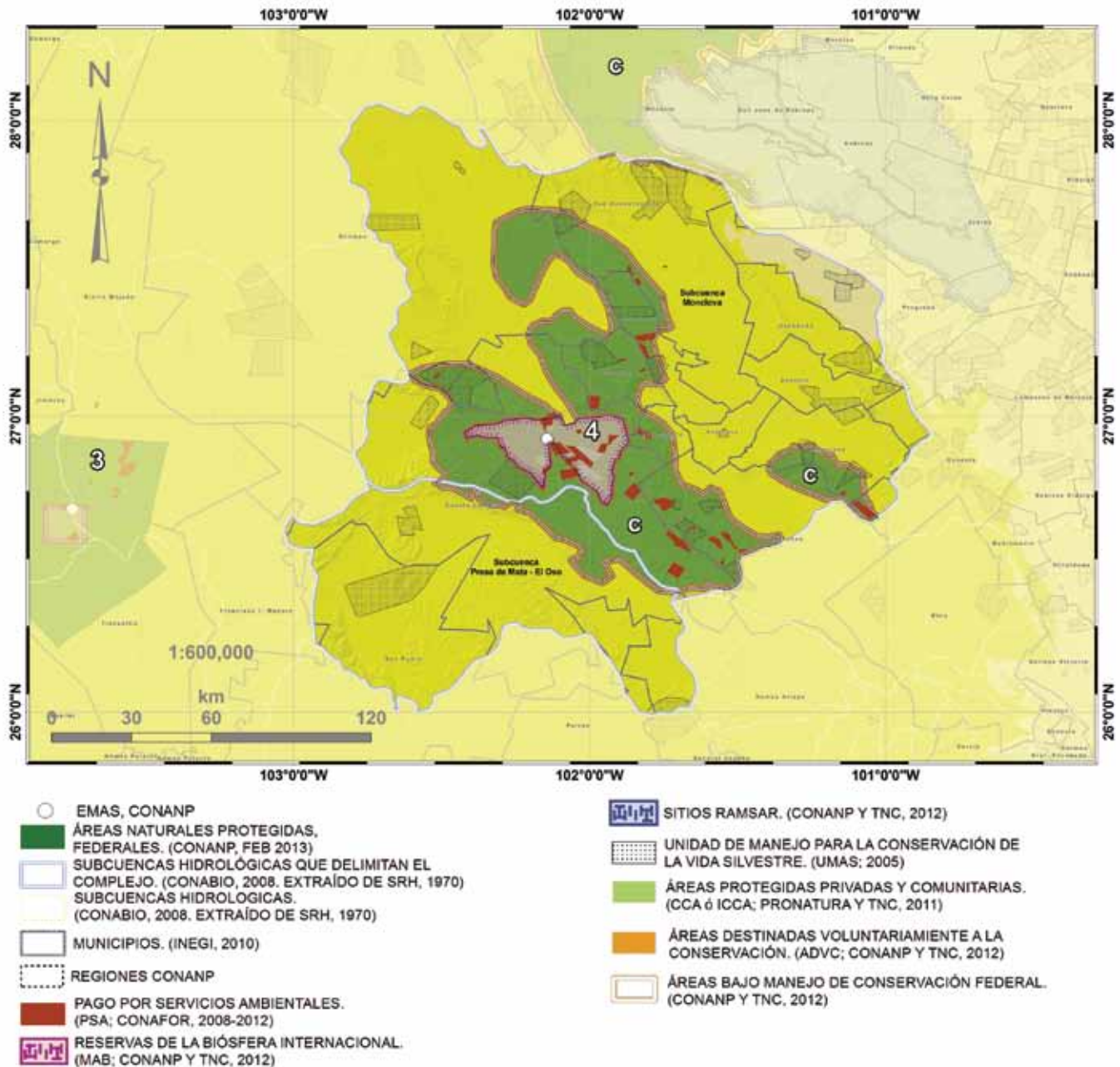


Figura 7. Instrumentos de conservación en el Complejo.

5. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para identificar las medidas de adaptación se ajustó el método planteado por la CONANP en la “Guía para la elaboración de programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas” (CONANP, *et al.*, 2011). Este método se considera una guía con procedimientos probados que pueden ajustarse a condiciones particulares para diseñar e implementar actividades de adaptación que contribuyan a la conservación y manejo de la biodiversidad, así como al mantenimiento de los servicios ambientales que benefician a las comunidades humanas mediante cinco grandes pasos:

- i. Conceptualizar
- ii. Planificar estrategias de adaptación y monitoreo
- iii. Implementar acciones y monitoreo
- iv. Analizar, usar y adaptar
- v. Recuperar y sistematizar las lecciones aprendidas y compartir el aprendizaje

En este PACC se utilizaron insumos a diferentes escalas. **Regionalmente**, se utilizó información de tendencias históricas y escenarios de cambio climático y el análisis de vulnerabilidad multiescalar. A **escala del complejo**, se identificaron los objetos de conservación y a **escala local**, se identificaron los impactos del cambio climático en las actividades productivas de las comunidades (figura 8).

Resalta el uso de tres herramientas: 1) el Índice de vulnerabilidad al cambio climático de Nature Serve, que permite identificar la vulnerabilidad al cambio climático de especies de plantas y animales, 2) la metodología para la priorización de las medidas de adaptación con un enfoque de multicriterio, desarrollada con el apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania en colaboración con la SEMARNAT, la SAGARPA, el INECC, la CONANP, la CONAFOR y la CONAGUA, que permite la priorización de medidas y un uso eficiente de recursos y 3) la Herramientas para el análisis de vulnerabilidad social a los impactos climático a nivel local en áreas naturales protegidas, desarrollada por la CONANP, la GIZ y el Instituto para Estudios sobre el Desarrollo (IDS por sus siglas en inglés) que permitió conocer la percepción de las comunidades al interior de las ANP.

Finalmente, este ejercicio técnico e institucional incorpora, a manera de innovación, un portafolio de inversión que da a conocer las necesidades de recursos para llevar a cabo las actividades prioritarias identificadas en este documento.

La metodología para el diseño de Programas de Adaptación se actualiza constantemente y a medida que se generan iniciativas y herramientas, ésta se enriquece y ayuda al diseño de medidas de adaptación más robustas que contribuyan a la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.



Figura 8. Proceso de identificación de medidas de adaptación al cambio climático.

* El ejercicio de identificación del riesgo fue desarrollado para la amenaza de incendios forestales, ya que existe información disponible en periodos de tiempo y ubicación geográfica que permite hacer la atribución con la información climática.

ESCALA REGIONAL



5.1. VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los incendios forestales están presentes permanentemente en la RNEySMO dada la condición de la frecuencia de temperaturas máximas superiores a 40°C.

Los ecosistemas son sistemas complejos y su funcionamiento depende de una diversidad de factores físicos, entre ellos el clima (Parmesan, 2006). Si se desea reducir la probabilidad de impactos negativos por cambio climático, es necesario:

- i. identificar la ocurrencia de fenómenos atmosféricos considerados como **amenaza**, tratando de reducir su magnitud,
- ii. identificar al mismo tiempo la **vulnerabilidad**.

La amenaza y la vulnerabilidad intervienen en la generación de **riesgo** bajo cambio climático. A continuación se describe la información generada para cada uno de estos elementos, que deriva en la identificación del riesgo para la RNEySMO.

5.1.1. LA AMENAZA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

a. Información climática: tendencias de temperatura y precipitación de los últimos años en la RNEySMO:

Los mapas de tendencias en el clima representan la trayectoria del cambio, incremento, decremento o estabilidad de un parámetro dado en un determinado periodo de tiempo y para un espacio en particular (Méndez y Magaña, 2010). Para la RNEySMO se elaboró el análisis de tendencias de precipitación y temperatura para dos periodos. El primer periodo comprende el estudio de datos climáticos que van de 1901 a 2009. El segundo fue de 1950 a 2009 con menor periodo de análisis de datos, pero cuya base puede contener información de mayor confiabilidad debido a la modernización e interés para abastecer las estaciones meteorológicas partiendo de la segunda mitad del siglo XX.

De acuerdo al análisis realizado para estos dos periodos, el régimen de precipitación no muestra cambios en sus tendencias. Sin embargo, para las temperaturas máximas, medias y mínimas los resultados de los análisis para el periodo que comprende los años 1901 al 2009 indican tendencia de incremento en la RNEySMO. Los análisis para el periodo que comprende los años 1950 a 2009 presentan una tendencia de incremento en temperatura (figura 9).

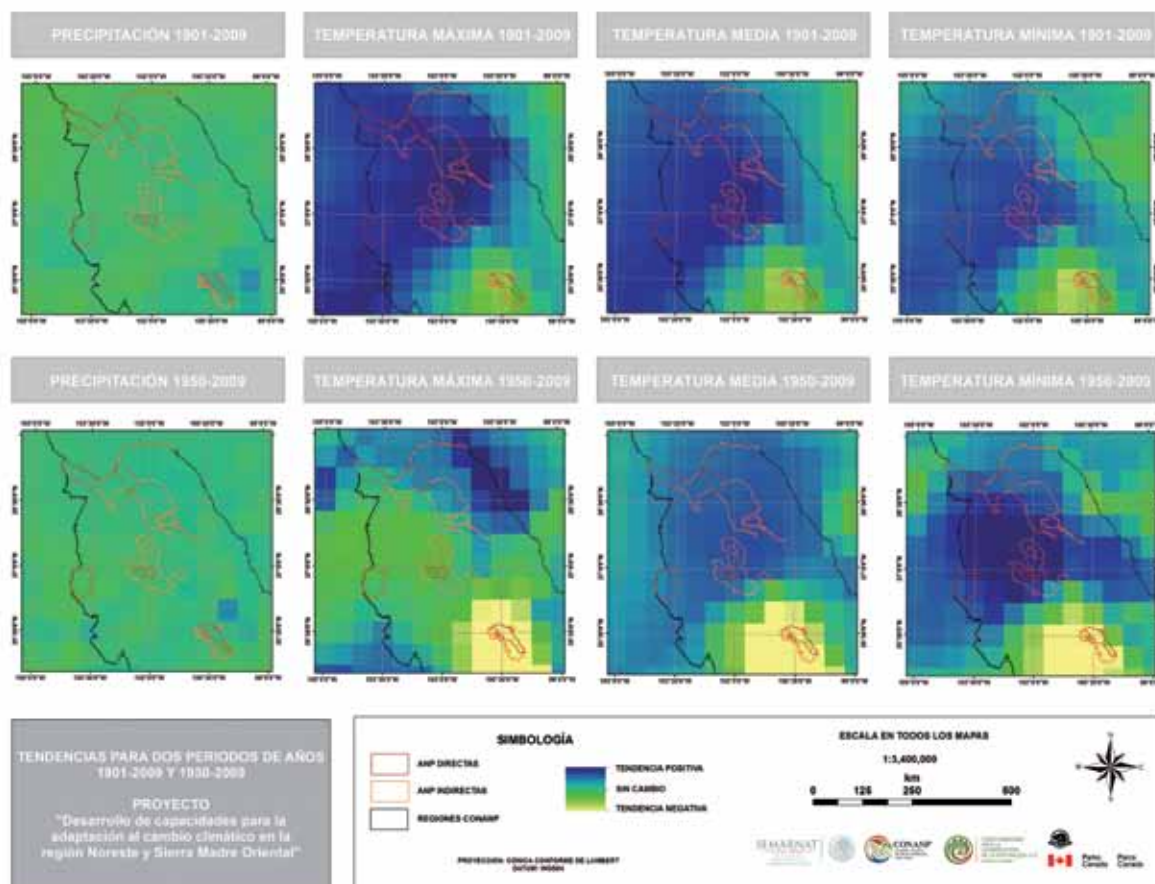


Figura 9. Mapa de las tendencias de precipitación y temperatura en la RNEySMO.

b. Escenarios de cambio climático:

Los escenarios que se generan para cambio climático están contruidos a partir de modelos numéricos del clima, los cuales consideran no sólo tendencias en los valores medios, sino también en la variabilidad y la actividad de eventos extremos. Los modelos parten de escenarios correspondientes a un planeta con altas o bajas emisiones de GEI. La concentración de GEI varía de acuerdo con los escenarios de crecimiento económico, de población, de tecnología y de otros factores socioeconómicos (SRES, 2000).

La mayoría de las modelaciones del clima para México indican que para las décadas del 2010 al 2039 el aumento esperado en la temperatura promedio de la mayor parte del país será de alrededor de dos grados centígrados.

Las tendencias climáticas a largo plazo en México muestran que, en la mayor parte del país, la temperatura está incrementándose (SEMARNAT - INECC, 2012). Tal situación ocurrió en el 2011, durante el periodo de sequía intensa en el norte del país y puso de manifiesto la alta vulnerabilidad al calor y falta de lluvia en las áreas silvestres de Coahuila cuando la anomalía de la temperatura media alcanzó casi 40°C (Magaña *et al.*, 2013; figura 10).

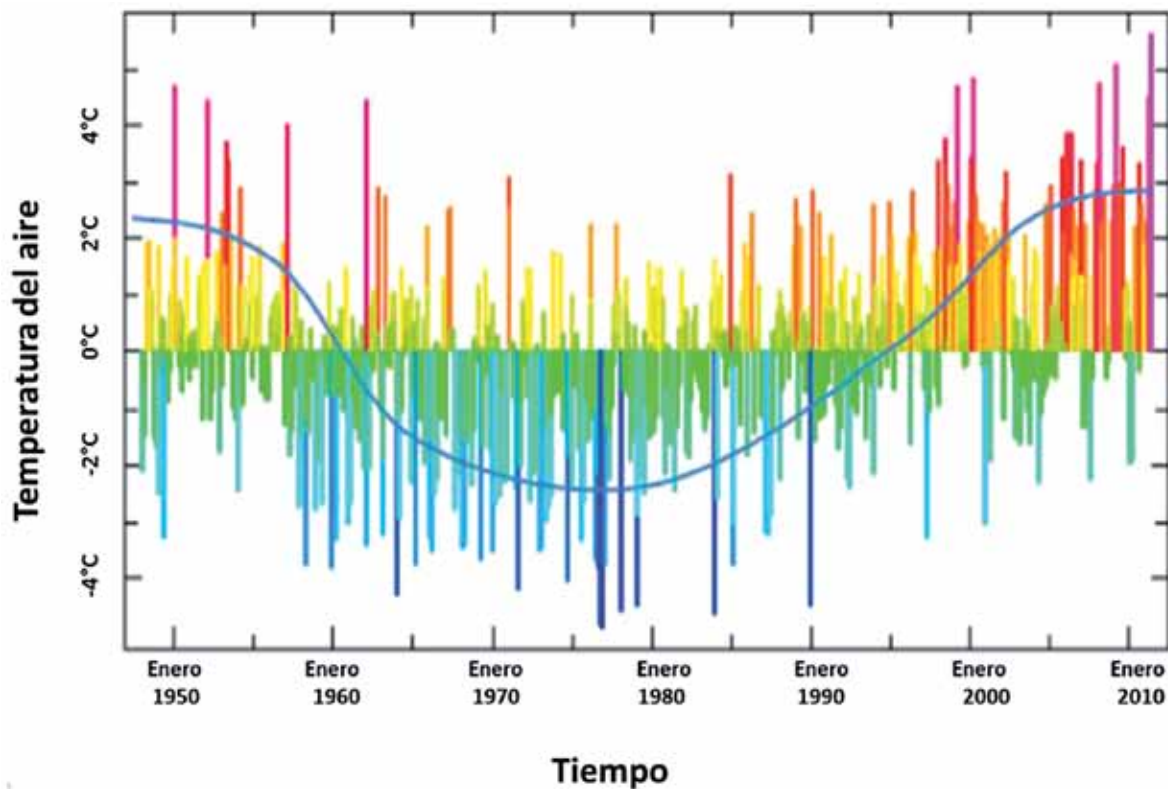


Figura 10. Anomalías mensuales en la temperatura media (°C) para la región noreste de México entre 1950 y 2011. La línea azul muestra la amplitud de las variaciones entre décadas.

De acuerdo a un ejercicio de regionalización de los escenarios presentados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) en el 4° Informe de Evaluación, los incrementos de temperatura en el norte de México serán de alrededor de 1°C en los años por venir y de 2 a 3°C hacia mediados de siglo.

En la región, principalmente alrededor del estado de Coahuila, los incrementos de temperatura media anual esperados en dos o tres décadas son de alrededor de 1°C (figura 11), lo cual debe sumarse a variaciones naturales del clima en periodos cálidos para estimar los valores medios de temperatura máxima que podrían alcanzarse. Se prevé que los incrementos esperados de temperatura continúen aumentando hacia mediados y finales del presente siglo si no se toman medidas para la reducción de GEI a escala global.

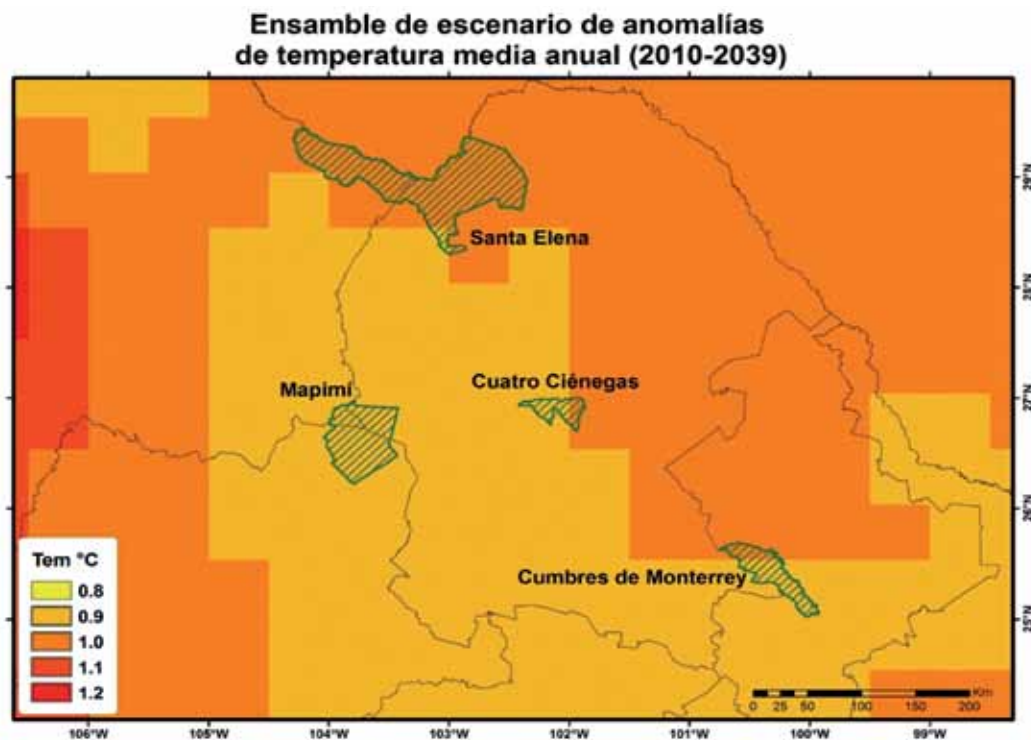


Figura 11. Mediana de anomalías de temperatura media anual (°C) alrededor de Coahuila, bajo el escenario A2 para el periodo 2010-2039, construida con diez modelos del clima usados por IPCC AR4 (ver Magaña *et al.*, 2012).

Las proyecciones del clima al futuro cercano indican que la región noreste de México, como la mayor parte del país, experimentará incrementos en su temperatura media anual, muy probablemente asociados con mayor frecuencia de episodios de temperatura máxima extrema (por encima de los 40°C) e incluso valores que superen los 50°C.

Respecto a la precipitación, las proyecciones señalan poca variación en las condiciones actuales. Sin embargo, bajo un escenario de cambio climático la disponibilidad de agua podría disminuir, pues una superficie más caliente conduce a mayor evapotranspiración y una consecuente disminución de los escurrimientos e infiltraciones. Asimismo, la combinación de temperaturas más elevadas y precipitación deficitaria genera anomalías en la condición de humedad del suelo que podría traducirse en estrés hídrico de la vegetación (Magaña *et. al.*, 2012).

La ocurrencia de temperaturas mayores a 40°C en la zona de estudio ha estado asociada a la presencia de incendios forestales, por lo cual se analizó cómo éste valor de temperatura estuvo presente en los datos históricos (figura 12). Al respecto, se encontró que existen fluctuaciones entre décadas, marcadas como las de los valores de temperatura media que dominan la señal y una ligera indicación de que en las décadas recientes dichos valores se volvieron más frecuentes.

Las estaciones meteorológicas permiten estimar los cambios en la RNEySMO (estaciones Yermo y El Mulato) y son las que indican una mayor amenaza, ya que alcanzan a tener más de 120 días al año con altas temperaturas en periodos cálidos.

Así, se prevé que la amenaza climática de ocurrencia de temperaturas por arriba de los 40°C tenderá a aumentar bajo cambio climático y con ello el riesgo de incendios forestales.

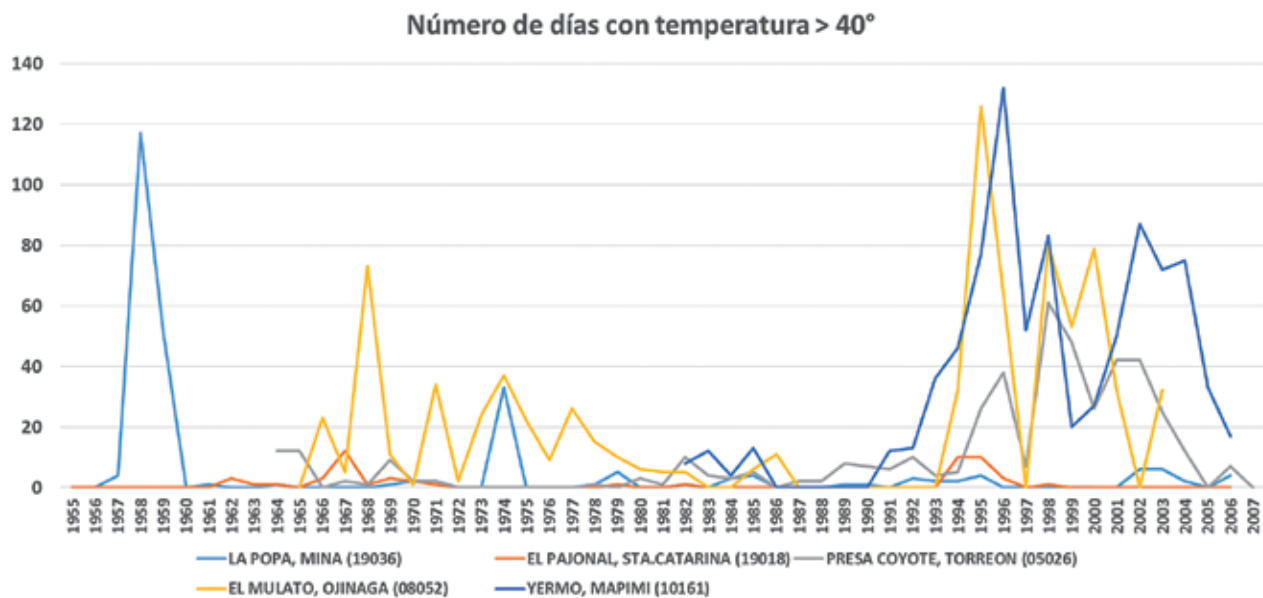


Figura 12. Número de días con temperaturas mayores a 40°C en estaciones del SMN.

5.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA RNEYSMO

El IPCC define la vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que esté expuesto un sistema (exposición), de su sensibilidad y de su capacidad adaptativa. Cuando la exposición se refiere al grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis, puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en la variabilidad climática, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos. La sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio o un grupo de ellos. Esta medida determina el grado en el que un sistema se puede ver afectado por un estrés. Por su parte, la capacidad adaptativa se refiere a la habilidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático y al potencial de implementar acciones que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados (figura 13).



Figura 13. Factores que determinan la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente: IPCC.

Para el presente análisis de vulnerabilidad se utilizó únicamente la información referente al incremento en temperaturas y a la evapotranspiración que propicia la ocurrencia de incendios forestales catastróficos, ya que es la amenaza sobre la cual se cuenta con datos históricos precisos. Es importante resaltar que existen más amenazas igualmente importantes en la RNEySMO que deberán incluirse en esfuerzos futuros.

Si bien las afectaciones climáticas de la RNEySMO pueden deberse a un proceso de variabilidad natural, acompañado de una tendencia al calentamiento relacionada con el cambio climático global, la vulnerabilidad exacerbada por las actividades antropogénicas, contribuye en buena medida a que los socio-ecosistemas se vean recurrentemente más afectados.

De acuerdo a Magaña (2013), “La vulnerabilidad es el conjunto de condiciones físicas, sociales y económicas que inciden en la posibilidad de afectación de las personas, de un sistema social y/o natural, debido a la ocurrencia de fenómenos naturales y que están en relación con su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa”.

Es por ello que se trabaja no sólo en la prevención de las **amenazas** sino también en conformar ecosistemas cada vez más resilientes, es decir menos vulnerables, ya que se considera que muchos de las afectaciones serán más frecuentes.

Debido a lo anterior, se identificó la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios en la RNEySMO ante los escenarios previamente descritos: aumento de temperatura que puede resultar en incendios forestales.

Dicho diagnóstico de vulnerabilidad fue realizado con base en la *Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático* (Magaña, et al., 2012) y como parte del proceso de gestión de riesgo, específicamente a incendios forestales, para las ANP del Complejo.

En el caso específico de incendios forestales, la vulnerabilidad propuesta se define a través de cuatro factores y sus indicadores correspondientes:

Factores de vulnerabilidad física:

- **Prácticas inadecuadas de manejo de fuego en la agricultura (CONAFOR, 2012), por lo que la extensión, cercanía e intensidad de actividades agrícolas cerca de las ANP puede aumentar el riesgo de que, bajo condiciones de sequía y temperaturas elevadas ($T > 40^{\circ}\text{C}$), con vientos intensos, el fuego se pueda propagar hacia zonas hídricamente estresadas.**
- **Cambio de uso de suelo dentro y fuera de las ANP (a una distancia de 100 km respecto a la frontera del ANP).**

Factores de vulnerabilidad social:

- **Crecimiento poblacional**
- **Densidad de población**

Factores de vulnerabilidad por superficie expuesta a incendios por ANP:

➤ El 17% del área del Complejo corresponde a pastizales y bosque, estos tipos de cobertura vegetal son considerados como sensibles al fuego en la región (figura 14).

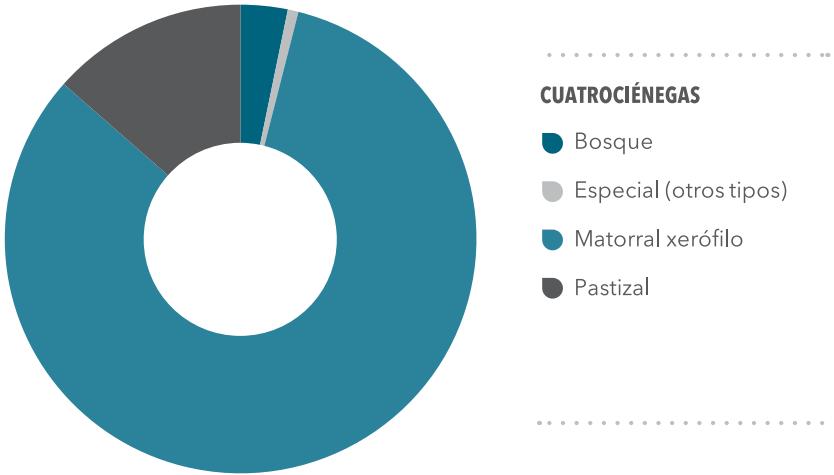


Figura 14. Proporción de cubierta vegetal del Complejo.

De la misma manera, existen factores que disminuyen la vulnerabilidad. Para el caso de la RNEySMO esto se traduce en la capacidad adaptativa, dada por el conjunto de acciones para prevenir y combatir incendios forestales (tanto por la CONANP, la CONAFOR, el Gobierno de los Estados, organizaciones civiles y comunidades rurales), que de acuerdo a los programas y conforme a esfuerzos de la CONANP, es mayor dentro de las ANP que fuera de éstas.

De acuerdo a los resultados de los indicadores anteriormente descritos, encontramos que las tendencias de cambio del uso de suelo, principalmente en relación con la agricultura y la ganadería en zonas cercanas a las ANP, los incrementos de población y los diversos niveles de preparación a la ocurrencia de incendios forestales, crean una condición de **vulnerabilidad baja** para el Complejo, en tanto que el estado de Coahuila en su conjunto, es más vulnerable.

5.1.3. ESTIMACIONES DE RIESGO

El riesgo es entendido como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad (figura 15).



Figura 15. Diagrama de la estructura del riesgo bajo cambio climático (adaptado de Magaña, 2013).

Anteriormente se describió la variabilidad climática (amenaza) en diferentes periodos de tiempo, así como la vulnerabilidad del Complejo, en particular en el tema incendios forestales. Considerando a la amenaza como el número de días al año con temperaturas máximas mayores a 40°C, se encontró que a nivel del Complejo está presente; sin embargo, no presenta un aumento significativo. Cabe destacar que los análisis indican una mayor proporción de número de días al año con temperaturas superiores a 40°C. Asimismo, la figura 16 muestra a través de los picos, los eventos catastróficos de incendios forestales.

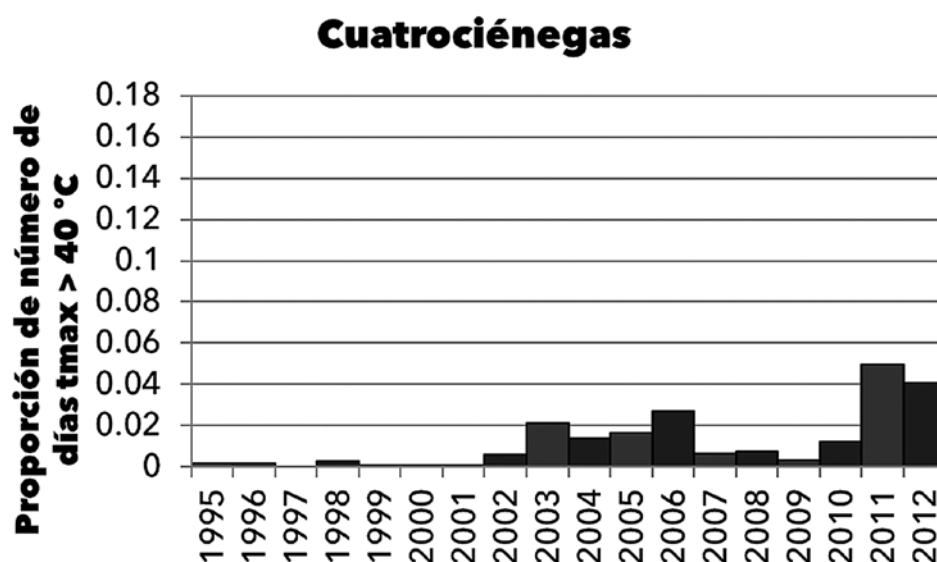


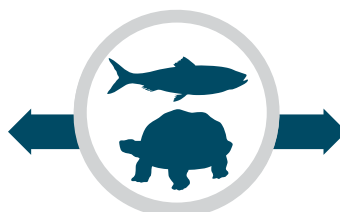
Figura 16. Proporción del número de días con temperatura máxima mayor a 40°C para el APFF Cuatrociénegas. La proporción se calcula con el número de días del evento entre 365 días.

Si el riesgo continúa, podrían presentarse incendios forestales de manera más frecuente y severa. Es por ello que resulta necesario compensar el aumento del riesgo mediante estrategias de adaptación o reducción de la vulnerabilidad³.

Ante tal perspectiva, se debe plantear un esquema que lleve a reducir la vulnerabilidad ante ondas de calor con medidas que compensen la elevación del peligro para al menos mantener constante el riesgo, a niveles comparables a los de principios del siglo XXI.

3. La CONANP, la CONAFOR, el gobierno del estado de Coahuila, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Protección de la Fauna Mexicana A. C. y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C., entre otros actores clave, han venido desplegando actividades de protección contra incendios como la preparación de brigadas oficiales y comunitarias, construcción de brechas corta fuego, almacenamiento de agua, ampliación de la red de radiocomunicación y mejora en los protocolos de coordinación para reducir la vulnerabilidad ante el riesgo de incendios forestales catastróficos que se dan mayormente durante episodios de calor excesivo o de sequía. Este tipo de acciones han mostrado ser eficientes en la reducción del riesgo y los impactos en el ANP, como en el caso de Maderas del Carmen - Cañón de Santa Elena - Ocampo.

ESCALA COMPLEJO



IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS
DE CONSERVACIÓN



5.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO EN EL MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Los objetos de conservación prioritarios para el Complejo son:

- > *Sistemas de humedales y su biota*
- > *Peces endémicos*
- > *Pastos halófitos y su biota*

Los ecosistemas son impactados de manera significativa como consecuencia del cambio climático. El presente apartado presenta el ejercicio realizado por los actores locales y los académicos para identificar los objetos de conservación con mayor riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad) frente a cambio climático en el Complejo. Una vez identificados, se elaboró la hipótesis de cambio para cada uno de estos objetos de conservación, de acuerdo a los escenarios de cambio climático anteriormente mencionados y se procedió a su priorización.

Dada la complejidad de determinar la vulnerabilidad específica para cada una de las unidades territoriales y la totalidad de los objetos de conservación identificados en cada Complejo, la aproximación utilizada en este PACC es a través de la identificación de las vulnerabilidades de los objetos de conservación prioritarios. Esta estrategia de abordaje sobre los objetos de conservación permite un análisis técnico de mayor profundidad y la posibilidad de identificar medidas de adaptación y líneas de acción con posibilidades de aplicación en campo.

5.2.1. EFECTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

En la última década se han documentado numerosos estudios sobre los efectos significativos como consecuencia del cambio climático en las especies y ecosistemas. Entre los efectos descritos se encuentran: 1) cambios en la distribución de especies a lo largo de gradientes altitudinales, 2) cambios en la temporalidad de la biología reproductiva y

fenología de diferentes especies, 3) interrupciones de la relación planta-polinizador, 4) efectos en tasas demográficas de sobrevivencia y fecundidad, 5) disminución en el tamaño poblacional (particularmente en especies boreales y alpinas), 6) extinción o eliminación local de especies de distribución restringida y poblaciones aisladas, 7) incremento de parásitos y enfermedades de la vida silvestre y 8) incremento de especies exóticas, entre otros (Parmesan, 2006; Fischlin *et al.*, 2007).

5.2.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN EN EL COMPLEJO

Se definieron los objetos de conservación prioritarios, como aquellos con mayor **vulnerabilidad** al cambio climático en el Complejo, para lo cual se utilizaron criterios relacionados con la biología de las especies, los escenarios de patrones climáticos futuros y el conocimiento actual de efectos ya conocidos y documentados en la literatura científica.

Con base en lo anterior, se determinaron los criterios biológicos que tienen las especies con mayor **riesgo** (Amenaza x Vulnerabilidad) frente a cambio climático en ANP de la RNEySMO son:

- a.** Especies cuyo ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua
- b.** Especies que necesitan de agua superficial
- c.** Especies endémicas o de distribución restringida
- d.** Especies estenotermas
- e.** Especies con baja resiliencia a disturbios
- f.** Especies con fenología especializada ligada a cambios en la temperatura

A partir de dichos criterios, se definieron los objetos de conservación más vulnerables al cambio climático para el Complejo Cuatrociénegas. Los expertos y manejadores de las ANP evaluaron para todos los objetos de conservación identificados inicialmente, cada uno de los criterios mencionados.

La tabla 5 muestra el ejercicio de caracterización de los objetos de conservación identificados previamente para el Complejo realizado por los grupos de trabajo incorporados en los talleres participativos, mediante el cual identificaron:

- Los elementos de paisaje en los que se puede encontrar cada uno de estos objetos de conservación.
- Los criterios de vulnerabilidad de los objetos de conservación y su problemática.

TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	ELEMENTOS DE PAISAJE	AMENAZAS
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> y <i>Pseudotsuga</i>	Bosque de montaña	Incendios, plagas, sequía
Pastos halófitos (<i>Distichlis spicata</i> , <i>Cladonia suaedaefolia</i> , <i>Suaeda mexicana</i> , <i>Sporobolus airoides</i> , <i>Quenopodia</i> , <i>Scalcoma</i> sp, <i>Atriplex canescens</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Atriplex acanthocarpa</i>)	Pastizal	Fragmentación, sequía
Cactáceas endémicas (<i>Ariocarpus fissuratus</i> var. <i>Hintonii</i> , <i>Ariocarpus scapharostris</i> , <i>Ariocarpus trigonus</i> , <i>Ariocarpus aesterias</i> , <i>Ariocarpus capricorne</i> , <i>Ariocarpus myriostigma</i> , <i>Ariocarpus omatum</i>)	Matorral desértico	Sequía
Candelilla (<i>Euphorbia antisiphylitica</i>)	Cañones y faldeos y matorral desértico	Sequía
Aves migratorias asociadas a pastizal (<i>Erenophila alpestris</i> , <i>Calanospiza melanocoris</i> , <i>Grus canadensis</i> , <i>Lanius ludovicianus</i> , <i>Numenius americanus</i> , <i>Anthus rubescens</i> , <i>Amphispiza bilineata</i> , <i>Ammodramus savannarum</i> , <i>Passerculus sandwichensis</i> , <i>Siaia currucoides</i>)	Pastizales, matorral desértico y áreas riparias, y cuerpos de agua superficial	Sequía
Estromatolitos	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Sequía, disponibilidad de agua
Tortuga de caparazón blando (<i>Apalone ater</i>)	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Sequía, disponibilidad de agua
Dunas de yeso	Matorral desértico	Alteración de flujos subterráneos de agua
Tortuga de bisagra (<i>Terrapene coahuila</i>)	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Disponibilidad de agua
El sistema de humedales y su biota (pozas, canales, humedales someros, lagunas, ríos, manantiales)	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Disponibilidad de agua
Peces endémicos: Sardinita de Cuatrociénegas (<i>Cyprinella xanthicara</i>) Cachorrito del Bolsón (<i>Cyprinodon atrorus</i>) Cachorrito de Cuatrociénegas (<i>Cyprinodon bifasciatus</i>) Espada de Cuatrociénegas (<i>Xiphophorus gordonii</i>) Dardo de Cuatrociénegas (<i>Etheostoma lugoi</i>) Mojarra de Cuatrociénegas (<i>Cichlasoma minckleyi</i>) Pez mosquitero (<i>Gambusia longispinis</i>) Sin nombre (<i>Lucania interioris</i>)	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Disponibilidad de agua

Una vez caracterizados cada uno de los objetos de conservación, se procedió a priorizarlos de acuerdo al nivel de conocimiento del grupo de expertos, tanto de sus criterios biológicos como de su hipótesis de cambio. Cabe mencionar que este proceso de selección no fue exhaustivo debido a la falta de información relacionada con la vulnerabilidad al cambio climático disponible para algunas especies. Los tres objetos de conservación prioritarios para el Complejo Cuatrociénegas se describen en la tabla 6:

TABLA 6. OBJETOS DE CONSERVACIÓN Y SUS CRITERIOS BIOLÓGICOS

OBJETO DE CONSERVACIÓN	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS QUE INCREMENTAN LA VULNERABILIDAD DE UNA ESPECIE
Sistemas de humedales y su biota	➤ Especies cuyo ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua ➤ Especies que necesitan de agua superficial ➤ Especies endémicas o de distribución restringida ➤ Especies con baja resiliencia a disturbios
Peces endémicos	➤ Especies cuyo ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua ➤ Especies que necesitan de agua superficial ➤ Especies endémicas o de distribución restringida ➤ Especies estenotermas ➤ Especies con baja resiliencia a disturbios ➤ Especies con fenología especializada ligada a cambios en la temperatura
Pastos halófitos y su biota	➤ Especies cuyo ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua ➤ Especies que necesitan de agua superficial ➤ Especies con baja resiliencia a disturbios

5.2.3. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Se determinó el índice de vulnerabilidad de cada uno de los objetos de conservación usando una herramienta que integra factores asociados a la exposición y sensibilidad al cambio climático de las especies (tabla 7). Para ello se consideraron: 1) exposición indirecta al cambio climático, 2) factores de sensibilidad (habilidad de dispersión, sensibilidad a los cambios de temperatura y precipitación, especificidad de hábitat, relaciones interespecíficas y factores genéticos)⁴.y 3) capacidad adaptativa.

A continuación se muestran las relaciones entre dos de los objetos de conservación prioritarios y los factores asociados al cambio climático.

TABLA 7. OBJETOS DE CONSERVACIÓN Y FACTORES ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

	EXPOSICIÓN				SENSIBILIDAD														CAPACIDAD ADAPTATIVA				
	Nivel del mar	Barreras naturales	Barreras antropogénicas	Amplitud piso altitudinal	Dispersión/movimiento	Sens. temperatura	Sens. humedad	Perturbación	Heladas/glaciares	Características geológicas	Otras spp. para el hab.	Dieta	Polinizadores	Otras spp. disp.	Interacción con otras spp.	Patógenos	Variación genética	Cuello de botella genético	Respuesta fenol.	Respuesta doc.	Cambio modelado	Solapamiento modelado	Áreas protegidas
Tortuga de bisagra <i>(Terrapene coahuila)</i>	N	Inc	Inc	Inc	Dec	SI	GI	N	N	SI	N	SD	N/A	U	N	Inc	SD	N/A	Inc	U	U	U	U
Sardinita de Cuatrociénegas <i>(Cyprinella xanthicara)</i>	N	Inc	Inc	Inc	Dec	SI	GI	N	N	SI	N	SI	N/A	U	N	SI	SD	N/A	Inc	U	U	U	U

GI

- FUERTE INCREMENTO

Inc

- INCREMENTO

U

- DESCONOCIDO

SD

- LIGERA DISMINUCIÓN

SI

- LIGERO INCREMENTO

N

- NEUTRO

Dec

- DISMINUCIÓN

4. Índice de vulnerabilidad al cambio climático de NatureServe. <http://www.natureserve.org/climatechange>

Por lo tanto, se determinó que los índices de vulnerabilidad para dos de los objetos de conservación prioritarios para este Complejo son:

TABLA 8. OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORITARIOS Y SU ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

OBJETO DE CONSERVACIÓN	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
Tortuga de bisagra (<i>Terrapene coahuila</i>)	Altamente vulnerable
Sardinita de Cuatrociénegas (<i>Cyprinella xanthicara</i>)	Extremadamente vulnerable

Para la especie extremadamente vulnerable, es muy probable que disminuya significativamente su distribución para el año 2050. En el caso de la especie altamente vulnerable, se prevé una reducción de su abundancia o distribución en el área de estudio para el mismo año.

Los índices de vulnerabilidad pueden y deben ser utilizados como base para identificar necesidades y prioridades de investigación así como para desarrollar estrategias y medidas de adaptación al cambio climático.

Confianza en la información del índice de vulnerabilidad de las especies:

Los resultados provienen de una simulación Monte Carlo (1,000 corridas) de los datos que se introdujeron en el índice (figura 17).

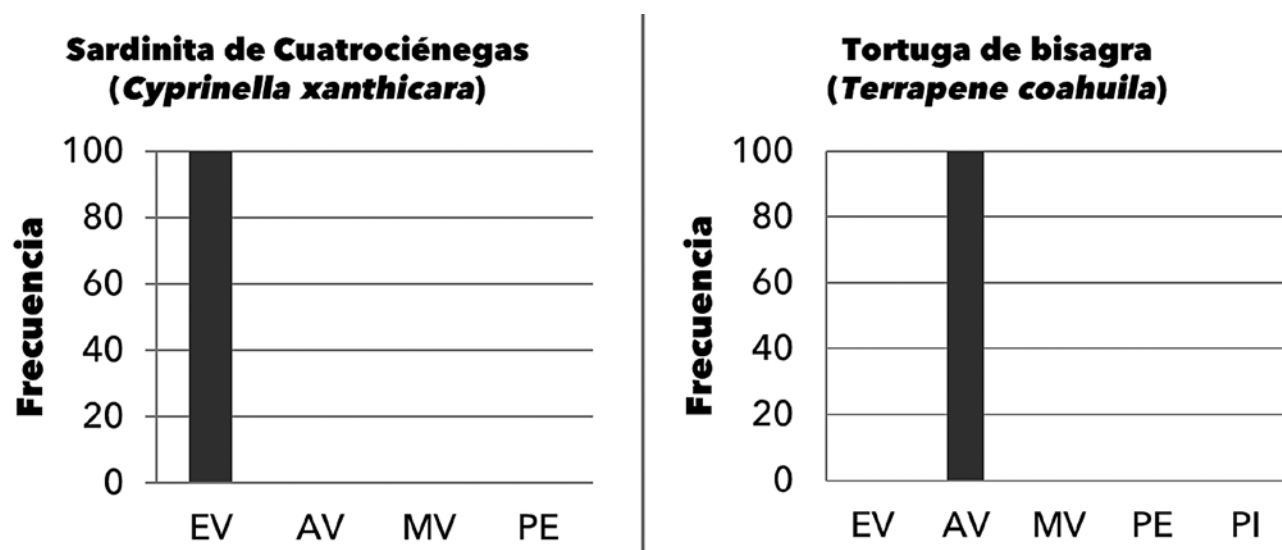


Figura 17. Confianza en la información del índice de vulnerabilidad de las especies.

Incertidumbre:

Aun cuando la información para determinar el índice de vulnerabilidad de los objetos de conservación fue recabada de estudios realizados por expertos, existe cierto grado de incertidumbre debido a los vacíos en la información disponible y a la falta de estudios especializados, por lo que la información sobre la capacidad adaptativa de las especies frente al cambio climático es deficiente y poco confiable. Predecir el comportamiento de las especies en el futuro en escenarios de cambio climático tiene un grado de incertidumbre muy alto, pero estas predicciones mejorarán en la medida que mejores modelos sean desarrollados y más investigación sea conducida (Bagne y Finch, 2012).

5.2.4. HIPÓTESIS DE CAMBIO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORITARIOS

A partir de los objetos de conservación identificados como prioritarios, se construyeron hipótesis de cambio⁵ para cada uno de ellos bajo los escenarios de cambio climático mencionados anteriormente (tabla 9). Las hipótesis de cambio son supuestos de los cambios que puede sufrir un objeto de conservación en el futuro bajo un escenario de cambio climático.

TABLA 9. HIPÓTESIS DE CAMBIO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	HIPÓTESIS DE CAMBIO
Sistemas de humedales y su biota	Estas especies se restringen únicamente al sistema de humedales en el APFF Cuatrociénegas, por lo que el abatimiento de flujos de agua y la desaparición de cuerpos de agua en el ANP ligado a cambio climático tendrán un gran impacto en la distribución y abundancia de estos organismos.
Peces endémicos	Habrà aumento de temperatura, por lo tanto más evotranspiración y desecación de las pozas. Lo anterior sumado a efectos antropogénicos, como extracción de aguapropiciará la pérdida del hábitat de los peces.
Pastos halófitos y su biota	Las comunidades de pastos perennes de la región representan relictos de los grandes pastizales que ocuparon la región durante la última glaciación. Los periodos prolongados de sequía, el sobrepastoreo y las alteraciones en el régimen natural de incendios afectarán la distribución y abundancia de estas comunidades en el futuro. Este tipo de hábitat será sustituido por comunidades dominadas por arbustivas como el mezquite y carrizo nativo (<i>Phragmites</i>).

5. Hipótesis de cambio: Declaración detallada de la vulnerabilidad ecológica de un ecosistema ante los impactos del cambio climático (Poiani *et al.*, 2011).

ESCALA COMPLEJO



TALLERES COMUNITARIOS



5.3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LAS COMUNIDADES DEL COMPLEJO

De acuerdo a Vignola y colaboradores (2009), existe una necesidad imperante de realizar cambios institucionales para afrontar el cambio climático desde lo local y fomentar el intercambio de información entre las escalas nacional y local.

En el marco de la elaboración del presente PACC, se realizó un taller que brindó información sobre las percepciones de los actores locales acerca de los impactos del cambio climático en el Complejo Cuatrociénegas.

Este esfuerzo generó información complementaria al análisis de vulnerabilidad regional y de los objetos de conservación para el Complejo, éste apoya el diseño de medidas de adaptación más robustas, certeras y articuladas a las condiciones de las comunidades en el área de interés.

➤ **Taller comunitario para la identificación de impactos del cambio climático sobre las actividades productivas a escala local en el APFF Cuatrociénegas**

Los talleres comunitarios tienen como objetivo recabar información sobre la vulnerabilidad social y la capacidad adaptativa ante los impactos climáticos a una escala local en comunidades rurales de las áreas naturales protegidas, a través de metodologías participativas (Ulrich *et al.*, 2012). Este análisis trata de establecer la sensibilidad de las poblaciones humanas a los impactos climáticos para mejorar la planificación e implementación de medidas de adaptación a nivel local, las cuales formarán parte del programa de adaptación al cambio climático. Es importante destacar que la evaluación de la vulnerabilidad se basa en la percepción de las personas que participaron en el taller, siendo esta una de las limitaciones del análisis. Por lo anterior, se recomienda tener una buena representación de las comunidades del complejo e identificar aquellos grupos vulnerables que no fueron considerados en el análisis. Por ejemplo, grupos de comunidades con una baja capacidad de organización o dedicados principalmente a una sola actividad productiva que ya está siendo impactada por el cambio climático.

Derivado de la información plasmada en los mapas comunitarios se identificaron las siguientes actividades productivas o generadoras de ingresos en las comunidades:

- 1. Cultivo de nopal**
- 2. Turismo**
- 3. Aprovechamiento de candelilla**
- 4. Cultivo de alfalfa**
- 5. Apoyos institucionales (CONANP, CONAFOR, SAGARPA, SEDESOL, UNAM y UAM)**
- 6. Conservación**
- 7. Aprovechamiento de leña de mezquite**

Durante el taller se analizaron las tendencias a lo largo del tiempo de ciertos aspectos de la comunidad relacionados con el cambio climático tales como el desarrollo, disponibilidad de recursos, cambios de la producción, entre otros; así como la identificación de las siguientes amenazas climáticas:

➤ **Heladas, granizadas, lluvias torrenciales que están asociadas a eventos de huracanes y sequías.**

De igual forma se identificaron amenazas no climáticas que afectan las estrategias de vida como son los incendios forestales, especies exóticas e invasoras y plagas.

Aunado a lo anterior se identificaron los siguientes cambios en eventos climáticos:

- 1. Hace aproximadamente ocho años los periodos de lluvia estaban establecidos entre junio y agosto, ahora ya no existe temporalidad en las lluvias y se ha observado que las pocas lluvias que se presentan son torrenciales.**
- 2. En época de sequía se presentan picos de temperatura mayores de 50°C.**
- 3. Se notan cambios en el comportamiento de los vientos ya que los que soplaban en invierno que vienen del cañón y que son secos y fríos ahora se presentan en verano.**

Se solicitó a los participantes identificar los riesgos más importantes para las estrategias de vida en la comunidad, evaluar el nivel de impacto y averiguar qué mecanismos de adaptación existen en la comunidad para minimizarlo (tabla 10). Los resultados sobre las amenazas que afectan las estrategias de vida de las comunidades son:

TABLA 10. AMENAZAS QUE AFECTAN LAS ESTRATEGIAS DE VIDA EN LAS COMUNIDADES

	 HELADAS	 GRANIZADAS	 LLUVIAS TORRENCIALES	 SEQUÍAS	 INCENDIOS	 PLAGAS	 ESPECIES INVASORAS	 NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
Cultivo de nopal	1	3	1	1	0	2	1	1.29
Turismo	1	1	1	0	0	0	0	0.43
Aprovechamiento de candelilla	0	1	1	3	3	0	0	1.14
Cultivo de alfalfa	1	2	2	2	0	2	2	1.57
Apoyos institucionales (CONANP, CONAFOR, SAGARPA, SEDESOL, UNAM y UAM)	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Conservación	0	0	0	2	3	1	2	1.14
Aprovechamientos de leña de mezquite	0	0	1	0	3	1	2	1.00
Nivel del impacto potencial de la amenaza climática sobre las actividades productivas	0.43	1.00	0.86	1.14	1.29	0.86	1.00	

En donde:

 **0** - NO AFECTA  **1** - AFECTACIÓN BAJA  **2** - AFECTACIÓN MODERADA  **3** - AFECTACIÓN SIGNIFICATIVA

El cultivo de alfalfa es la actividad productiva más vulnerable (con un valor de vulnerabilidad de 1.57) a las nuevas condiciones climáticas, siendo fuertemente afectada por seis de las amenazas identificadas en la región. Esta actividad requiere de grandes cantidades de agua para tener una alta productividad (1200 a 1500 litros de agua para producir 1 kg de alfalfa) y el precio de venta (dependiendo de la temporada) oscila entre \$ 2.00 y \$ 4.00 por kilo (SAGARPA, 2013). Es por ello que este cultivo no puede ser sustentable.

Con el fin de reducir el impacto de actividades no sustentables sobre los ecosistemas y disminuir el efecto de eventos climáticos extremos en los ingresos de las comunidades locales, los equipos técnicos de las ANP están promoviendo la adopción de actividades productivas más redituables y con mejores posibilidades de sustentabilidad. Un ejemplo de ello es el cultivo de nopal con sistemas de riego tecnificados ahorradores de agua, esto generan mejores ingresos en los productores ya que se obtienen varios productos del nopal (champús, jabones, suplementos alimenticios, etc.). Es importante señalar que la producción de nopal requiere solo 50 litros de agua para producir 1 kg, cantidad mucho menor que la requerida para producir un kg de alfalfa. Lo anterior indica una proporción de 30 veces más requerimientos de agua para producir un kg de alfalfa, con respecto al nopal. Esta actividad es la segunda más afectada por las amenazas climáticas del complejo (con un valor de vulnerabilidad de 1.29). Los productores, en coordinación con los equipos técnicos del ANP han identificado acciones como sembrar el nopal dentro de marcrotúneles para disminuir la vulnerabilidad de la actividad.

En contraste, el ecoturismo es una de las actividades menos vulnerables a los impactos del cambio climático en la región. Por lo que su desarrollo, a través de una adecuada planeación y regulación podría generar actividades productivas alternativas y resilientes para las comunidades de la región.

Los incendios forestales, las sequías, las granizadas y la proliferación de especies exóticas e invasoras son las amenazas que más afectan a las actividades productivas de las comunidades del Complejo. Es importante resaltar en correspondencia al análisis de vulnerabilidad de la RNEySMO, que los incendios forestales son la mayor amenaza.

Podemos concluir que las actividades productivas de las comunidades en el complejo dependen directamente del uso y aprovechamiento de los recursos naturales e influyen en la conservación de los ecosistemas, los bienes y los servicios asociados a éstos. La capacidad adaptativa, de las actividades productivas ante las amenazas y condiciones climáticas cambiantes, es alta debido a que han desarrollado e implementado medidas de adaptación para disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de sus sistemas de producción. Las comunidades cada vez son más entendidas de que los recursos naturales deben ser utilizados de manera sustentable y que en algunas ocasiones las actividades relacionadas con la conservación de los ecosistemas son más redituables que las actividades productivas que han venido realizando históricamente.

Las comunidades desarrollan diversas actividades productivas que conllevan al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, lo que se traduce en cambio de uso de suelo, degradación y deforestación de los ecosistemas y sobre todo en la pérdida de los bienes y servicios que estos suministran.

La tabla 11 muestra algunas de las medidas de adaptación que los habitantes de las comunidades realizan actualmente para disminuir la vulnerabilidad de sus estrategias de vida respecto a las amenazas climáticas identificadas para la región:

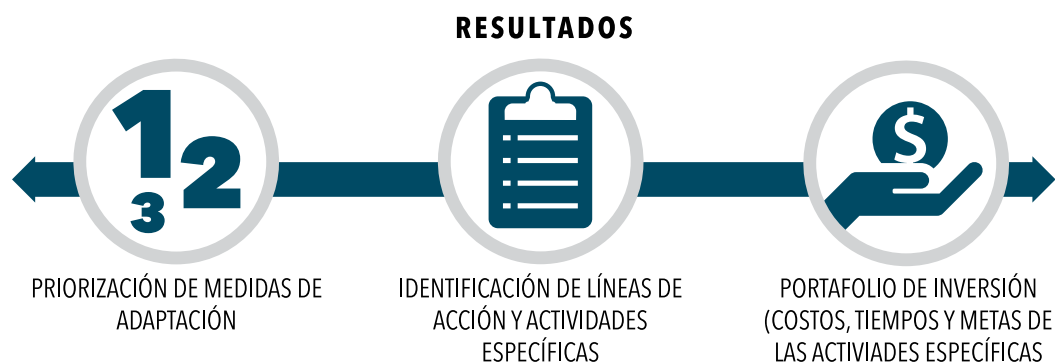
TABLA 11. ACTIVIDADES QUE DISMINUYEN LA VULNERABILIDAD EN LAS COMUNIDADES

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN QUE DISMINUYEN LA VULNERABILIDAD	AMENAZA QUE ATIENDE
Cultivo de nopal	Cultivo en invernaderos	Heladas, granizadas, lluvias torrenciales, sequía, plagas y especies exóticas e invasoras
	Uso eficiente de agua con sistemas de riego por goteo	Sequía
Turismo	N/A	N/A
Aprovechamiento de candelilla	Programa de manejo de productos forestales no maderables	Sequía e incendios forestales
	Cultivo y cosecha en rodales	Heladas, granizadas y sequía
	Control y erradicación de especies invasoras	Especies exóticas e invasoras
	Reforestaciones	Sequía
Cultivo de alfalfa	Cambio en el tipo de riego: sustituir riego rodado por sistemas de aspersión u otros menos demandantes de agua	Sequía
	Control y erradicación de especies invasoras	Especies exóticas e invasoras
Apoyos institucionales (CONANP, CONAFOR, SAGARPA, SEDESOL, UNAM y UAM)	N/A	N/A
Conservación	Prevención y actividades contra incendios forestales	Incendios forestales
	Control y erradicación de especies invasoras	Especies exóticas e invasoras
Aprovechamientos de leña de mezquite	Brechas cortafuego	Incendios forestales
	Control y erradicación de especies invasoras	Especies exóticas e invasoras
	Manejo de combustibles	Incendios forestales



Figura 18. Taller comunitario para la identificación de impactos de cambio climático sobre las actividades productivas de la región.

6. RESULTADOS



6.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL COMPLEJO

Las medidas de adaptación al cambio climático buscan implementar acciones concretas en el territorio, basadas en el conocimiento previo de:

- **Los objetos de conservación de interés, los escenarios del cambio climático en la región y los efectos que producirán en dichos objetos de conservación.**

La determinación de medidas de adaptación al cambio climático supone la necesidad de utilizar enfoques flexibles, ajustados al contexto local, tomando en cuenta los intereses de las comunidades que habitan dichos espacios (Vignola *et al.*, 2009).

Se identificaron tres medidas de adaptación por cada uno de los objetos de conservación priorizados (tabla 12). Cada una de estas medidas de adaptación al cambio climático responde a una clasificación así como a un nivel de implementación (anexo 2).

TABLA 12. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORIZADOS

OBJETO DE CONSERVACIÓN	MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	TIPO DE MEDIDA	NIVEL DE EJECUCIÓN
Sistemas de humedales y su biota	SHB1. Recuperar los niveles de agua en los sistemas Garabatal, Santa Tecla y Sacasalada, para procurar la conectividad entre cuerpos de agua	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	SHB2. Alinear políticas públicas e instrumentos relativos al uso y manejo del agua superficial y subterránea y recursos asociados de los humedales del área natural protegida	Vinculación y transversalidad	Habilitadora
	SHB3. Restaurar, tanto en su parte acuática como terrestre, sistemas de humedales degradados en La Tecla, Becerra y Teclitas	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
Peces endémicos	PE1. Erradicar las poblaciones de especies invasoras (pez joya, tilapia, carpa, langostino, lirio acuático y <i>Arundo donax</i>) en Sistema Garabatal y Sistema El Churince	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	PE2. Suprimir la pesca furtiva en el ANP (Los Gatos, Los Hundidos, Río Mezquites)	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	PE3. Implementar actividades económicas y recreativas alternativas a la pesca en el ANP (Río Mezquites)	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	PE4. Determinar las fuentes de contaminación y su impacto sobre las poblaciones de peces endémicos en el ANP	Conocimiento	Habilitadora
Pastos halófitos y su biota	PHB1. Determinar el régimen de fuego de los pastizales del ANP	Conocimiento	Habilitadora
	PHB2. Estructurar el programa de manejo del fuego del ANP	Conocimiento	Habilitadora
	PHB3. Mejorar el manejo de pastizales respecto a ganadería en el piso de valle	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora

Una vez identificadas las medidas de adaptación al cambio climático para los objetos de conservación y bajo el supuesto de que es necesario determinar aquellas medidas más relevantes para atenderlas de forma prioritaria, se realizó un ejercicio para la priorización de medidas en el que se utilizó la metodología de análisis multicriterio⁶.

6. La metodología utilizada para la priorización de las medidas de adaptación con un enfoque de multicriterio ha sido desarrollada con el apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania en colaboración con la SEMARNAT, la SAGARPA, el INECC, la CONANP, la CONAFOR y la CONAGUA. Esta herramienta considera para la priorización los criterios contemplados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (de transversalidad, coordinación de actores y sectores, factibilidad, flexibilidad y no arrepentimiento, conservación de ecosistemas, aprovechamiento sustentable, atención a la

Los criterios utilizados para la priorización de las medidas de adaptación están alineados con los aspectos que se evalúan en la selección de medidas de adaptación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Los resultados se muestran en la tabla 13.

TABLA 13. RESULTADOS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

CRITERIOS	MEDIDAS									
	SHB1	SHB2	SHB3	PE1	PE2	PE3	PE4	PHB1	PHB2	PHB3
TRANSVERSALIDAD	8	8.2	9	4.5	4.7	6.5	6.2	5.7	8.2	7.7
COORDINACIÓN DE ACTORES Y SECTORES	8.2	9	8.5	5.7	5.2	6.7	6.5	6.2	8.7	7.5
FACTIBILIDAD	8	7.5	8	5.5	6.7	7.5	7.2	6.7	8	7.2
FLEXIBILIDAD Y NO REGRETS	8.2	6.7	8.5	9.2	6	8.2	9.2	6.5	8.5	7.2
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS	10	8.5	9.5	9.2	8.7	6.2	8.7	7.5	8.2	8.7
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	9.2	9.2	9	6.7	4.2	8.5	6.7	7.2	7	9
ATENCIÓN A LA POBLACIÓN EN CONDICIONES DE VULNERABILIDAD SOCIAL	8	8.2	8.2	6.2	5	7.5	4.5	5.7	6.7	5.5
PARTICIPACIÓN ACTIVA	6.2	4.7	6.5	4.5	2	6.7	3.5	4.2	6.7	5.5
FORTEALECIMIENTO DE CAPACIDADES	8.2	7.2	6.7	7.7	6.7	7.5	6.5	5.5	7	7.2
EVALUACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN	9.2	7.7	8.7	8.7	8	7.5	7.2	7	8	8.2
PROVISIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES	9.5	9.7	9.5	9.7	7.5	7.7	9.5	8	8.5	9.5

población en condiciones de vulnerabilidad social, participación activa, fortalecimiento de capacidades para la adaptación, evaluación y retroalimentación, y provisión de servicios ambientales). Cada criterio tiene un valor en peso y relevancia predeterminado. Las medidas de adaptación son evaluadas en cada uno de estos criterios por un grupo de expertos, proceso que otorga como resultado un puntaje específico a cada medida. Las medidas con los valores finales más altos son las que resultan prioritarias.

El resultado de la priorización de las medidas se muestra en la tabla 14.

TABLA 14. RESULTADO DE LA PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

CLAVE	MEDIDA	PUNTAJE
SHB1	Recuperar los niveles de agua en los sistemas Garabatal, Santa Tecla y Sacasalada, para procurar la conectividad entre cuerpos de agua	8.4
SHB3	Restaurar, tanto en su parte acuática como terrestre, sistemas de humedales degradados en La Tecla, Becerra y Teclitas	8.4
SHB2	Alinear políticas públicas e instrumentos relativos al uso y manejo del agua superficial y subterránea y recursos asociados de los humedales del ANP	7.9
PHB2	Estructurar el programa de manejo del fuego del ANP	7.8
PHB3	Mejorar el manejo de pastizales respecto a ganadería en el piso de valle	7.6
PE3	Promover actividades económicas y recreativas alternativas a la pesca en el ANP (Río Mezquites)	7.3
PE1	Erradicar las poblaciones de especies invasoras (pez joya, tilapia, carpa, langostino, lirio acuático y <i>Arundo donax</i>) en Sistema Garabatal y Sistema El Churince	7.1
PE4	Determinar las fuentes de contaminación y su impacto sobre las poblaciones de peces endémicos en el ANP	6.9
PHB1	Determinar el régimen de fuego de los pastizales del ANP	6.4
PE2	Suprimir la pesca furtiva en el ANP (Los Gatos, Los Hundidos, Río Mezquites)	5.9

Con base en lo anterior se determinó que las tres medidas de adaptación prioritarias para el Complejo Cuatrociénegas son:

- **SHB1. Recuperar los niveles de agua en los sistemas Garabatal, Santa Tecla y Sacasalada, para procurar la conectividad entre cuerpos de agua**
- **SHB3. Restaurar, la parte acuática y terrestre del sistemas de humedales degradados en La Tecla, Becerra y Teclitas**
- **SHB2. Alinear políticas públicas e instrumentos relativos al uso y manejo del agua superficial y subterránea y recursos asociados de los humedales del ANP.**

Debido a la vulnerabilidad de la RNEySMO a los incendios forestales y a que éstos representan una fuerte amenaza a las actividades productivas de la región, se recomienda considerar la implementación de la medida de adaptación PHB2. Estructurar el Programa de Manejo del Fuego del ANP. Aunque esta medida no se incluye en la priorización, se considera de importancia para la región.



6.2. LÍNEAS DE ACCIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

Con base en las medidas priorizadas, se desarrollaron tres líneas de acción por cada una de las medidas de adaptación, cada una con líneas prioritarias que se ejecutarán en un periodo de cinco años (tabla 15).

TABLA 15. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORIZADAS CON LÍNEAS DE ACCIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS
SHB1. Recuperar los niveles de agua en los sistemas Garabatal, Santa Tecla y Sacasalada, para procurar la conectividad entre cuerpos de agua	SHB1.L1 Instalar estructuras en la salida de los cuerpos de agua que permita elevar paulatinamente el nivel del agua	1.1 Priorizar cuerpos de agua en los que se instalarán infraestructuras
		1.2 Instalar estructuras en la salida de los cuerpos de agua que permita elevar paulatinamente el nivel del agua
	SHB1.L2 Clausurar canales en desuso	2.1 Priorizar canales a través de diagnóstico y elaboración de mapa
		2.2 Clausurar los canales prioritarios
	SHB1.L3 Realizar una campaña de comunicación para mantener las condiciones después de la recuperación de niveles	3.1 Elaborar estrategia de comunicación
		3.2 Elaborar materiales y maqueta
		3.3 Realizar difusión
SHB3. Restaurar, tanto en su parte acuática como terrestre, sistemas de humedales degradados en La Tecla, Becerra y Teclitas	SHB3.L1 Erradicar y controlar las poblaciones de especies invasoras (<i>T. aphylla</i> , <i>T. ramosissima</i> y <i>A. donax</i>)	1.1 Llevar a cabo actividades de control con base en diagnóstico y distribución de estas especies
	SHB3.L2 Erradicar y controlar las poblaciones de pez joya, mojarra tilapia, carpa y langostino	2.1 Llevar a cabo actividades de control con base en diagnóstico y distribución de estas especies
		3.1 Realización de obras de restauración de suelos
	SHB3.L3 Recuperar la cubierta vegetal en Las Teclitas y La Tecla	3.2 Colecta y resiembra de pastos nativos
		3.3 Instalación de cerco en sitios restaurados
SHB2. Alinear políticas públicas e instrumentos relativos al uso y manejo del agua superficial y subterránea y recursos asociados de los humedales del ANP.	SHB2.L1 Dar a conocer la problemática del agua en el Valle de Cuatrociénegas (balance hidrológico)	1.1 Sistematización de información
		1.2 Preparación de materiales y reuniones con los tres órdenes de gobierno y población en general
	SHB2.L2 Elaborar una plataforma de indicadores armonizados sobre agua (caudal ecológico)	2.1 Elaborar un compendio de indicadores a presentar a otras dependencias
		2.2 Llevar a cabo reunión para validar indicadores
	SHB2.L3 Identificar y proponer mejoras a los programas de subsidios del campo	3.1 Contratar una consultoría para que dé recomendaciones de mejora a los programas de subsidio
		3.2 Presentar resultados a autoridades de dependencias



6.3. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

Una vez identificadas las líneas de acción y actividades específicas para cada medida, se elaboró un portafolio de inversión que incluye los costos por actividad y medida, así como los tiempos en los que se planea su ejecución (tabla 16).

TABLA 16. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES	COSTO DE ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	COSTO TOTAL DE LA MEDIDA DE ADAPTACIÓN
SHB1. Recuperar los niveles de agua en los sistemas Garabatal, Santa Tecla y Sacasalada, para procurar la conectividad entre cuerpos de agua	SHB1.L1 Instalar estructuras en la salida de los cuerpos de agua que permita elevar paulatinamente el nivel del agua	1. Priorizar cuerpos de agua en los que se instalarán infraestructuras	\$ -	2 meses	\$ 3,394,000.00
		1. Instalar estructuras en la salida de los cuerpos de agua que permitan elevar paulatinamente el nivel del agua	\$ 3,394,000.00	6 meses de instalación	
	SHB1.L2 Clausurar canales en desuso	1. Priorizar canales a través de diagnóstico y elaboración de mapa	\$ -	2 meses	\$ 12,500,000.00
		2. Clausurar los canales prioritarios	\$ 12,500,000.00	5 años	
	SHB1.L3 Campaña de comunicación para mantener las condiciones después de la recuperación de niveles.	1. Elaborar estrategia de comunicación	\$ 100,000.00	6 meses	\$ 1,850,000.00
		2. Elaboración de materiales y maqueta	\$ 1,250,000.00	1 año	
		3. Realizar difusión	\$ 500,000.00	5 años	
Subtotal					\$ 17,744,000.00
SHB3. Restaurar, tanto en su parte acuática como terrestre, sistemas de humedales degradados en La Tecla, Becerra y Teclitas	SHB3.L1 Erradicación de especies invasoras (<i>Tamarix aphylla</i> , <i>Tamarix ramosissima</i> y <i>Arundo donax</i>)	1. Llevar a cabo actividades de control con base en diagnóstico y distribución de estas especies	\$ 400,000.00	5 años	\$ 11,385,500.00
		1. Con base en diagnóstico y distribución de estas especies, se llevan a cabo las actividades de control	\$ 10,985,500.00	5 años	
	SHB3.L2 Erradicación de pez joya, tilapia, carpa y langostino	1. Realización de obras de restauración de suelos	\$ 500,000.00	2 años	\$ 733,000.00
		2. Colecta y resiembra de pastos nativos	\$ 200,000.00	2 años	
		3. Instalación de cerco en sitios restaurados	\$ 33,000.00	2 años	
	SHB3.L3 Recuperación de cubierta vegetal en Las Teclitas y La Tecla				
Sutotal					\$ 12,118,500.00

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES	COSTO DE ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	COSTO TOTAL DE LA MEDIDA DE ADAPTACIÓN
SHB2. Alinear políticas públicas e instrumentos relativos al uso y manejo del agua superficial y subterránea y recursos asociados de los humedales del ANP	SHB2.L1 Dar a conocer la problemática del agua en el Valle de Cuatrociénegas (balance hidrológico)	1. Sistematización de información	\$ 100,000.00	1 año	\$ 1,350,000.00
		2. Preparación de materiales y reuniones con los tres órdenes de gobierno y población en general	\$ 1,250,000.00	5 años	
	SHB2.L2 Elaborar una plataforma de indicadores armonizados sobre agua (caudal ecológico)	1. Elaborar un pull de indicadores a presentar a otras dependencias	\$ 750,000.00	6 meses	\$ 750,000.00
		2. Llevar a cabo reunión para validar indicadores	\$ -	5 años	
	SHB2.L3 Identificar y proponer mejoras a los programas de subsidios del campo, con base en estudios	1. Contratar a una institución académica para que dé recomendaciones de mejora a los programas de subsidio	\$ 700,000.00	2 años	\$ 700,000.00
		2. Presentar resultados a autoridades de dependencias	\$ -	4 años	
Subtotal \$ 2,800,000.00					
GRAN TOTAL \$ 32,662,500.00					

7. MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

La puesta en marcha de medidas de adaptación y acciones específicas para enfrentar el cambio climático requiere de seguimiento y evaluación a través de un proceso de monitoreo adaptativo que contemple a los socio - ecosistemas y que se alimente de las experiencias locales que determinan qué opciones de adaptación son viables (SEMARNAT-INECC, 2012).

El monitoreo adaptativo es vital para la toma de decisiones en regiones que enfrentarán impactos del cambio climático y fungirá como principal insumo para la toma de decisiones en el sector productivo y en espacios naturales importantes para la conservación.

Asimismo, se aplicará en las ANP del complejo la Herramienta para el Diagnóstico Rápido de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en ANP (DRV), como un sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación. Esta herramienta evalúa la vulnerabilidad ante el cambio climático en tres ámbitos, el ecológico, el institucional y el socioeconómico; por lo que brinda información complementaria a la generada en el análisis de vulnerabilidad realizado en el presente PACC.

Actualmente actores locales de la RNEySMO llevan a cabo esfuerzos de monitoreo que pueden ser fácilmente adaptados para dar seguimiento a las medidas y acciones del presente PACC. Uno de dichos esfuerzos de monitoreo es el de “Signos Vitales”, el cual se describe a continuación.

SIGNOS VITALES

Es un programa de monitoreo que tiene como objetivo determinar el estado y tendencias de la condición de ciertos recursos naturales que reflejan el estado de salud de los ecosistemas presentes en los Parques Nacionales de los Estados Unidos de América, que se desprende de una política del gobierno federal de ese país, iniciada a finales de los 1990 (Fancy *et al.*, 2009). Este programa se ha difundido entre las ANP de la RNEySMO en los últimos años, a través de la iniciativa de hermanamiento de ANP entre la CONANP y el Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos de América. Desde 2008 se han realizado diversos talleres, seminarios y reuniones de trabajo entre personal de áreas protegidas de la RNEySMO, en colaboración con diversas instituciones de conservación y de educación aliadas.

La intención del monitoreo de Signos Vitales es de darle seguimiento a un subgrupo de elementos y/o procesos físicos y químicos, así como elementos biológicos y procesos ecosistémicos que son seleccionados para representar la salud general de las ANP, midiendo los efectos hipotéticos de agentes de estrés identificados (Jope, 2001).

Los aspectos clave del monitoreo de Signos Vitales son:

- **Perspectiva de largo plazo**
- **Utilización de modelos ecológicos conceptuales de ecosistemas bajo estrés (Chapin *et al.*, 1996)**
- **Integración y coordinación entre áreas naturales protegidas, programas y agencias**
- **Énfasis en el manejo de la información**

El sistema de monitoreo se alimenta de datos científicos y se integra a un sistema de información y a las operaciones del ANP. Lo anterior con la finalidad de convertirla en información más útil y ponerla a disposición de los manejadores de las ANP, los investigadores y otros tomadores de decisiones.

La metodología para el monitoreo de Signos Vitales consiste en:

- **Identificar agentes de cambio y fuentes de estrés**
- **Con esta información se generan modelos de ecosistemas bajo estrés**
- **Con estos modelos se proponen los indicadores a medir**
- **Posteriormente se les asigna un valor a los indicadores para priorizarlos**
- **Por ultimo se proponen metodologías de campo para medir los indicadores**

Actualmente la RNEySMO está en la fase de integrar un programa de monitoreo de Signos Vitales que sea capaz de dar seguimiento a los recursos naturales, evaluar decisiones de manejo y actividades de conservación, así como incorporar un sistema de detección temprana del Cambio Climático. Para ello, se han realizado talleres con los operadores de las áreas naturales protegidas de la RNEySMO y se formó el Comité de Monitoreo de Signos Vitales de la Región Noreste y Sierra Madre Oriental, el cual busca dar seguimiento a los esfuerzos para consolidar el Programa de Monitoreo en la Región, supervisar los talleres y documentos generados durante estos esfuerzos y tomar decisiones técnicas respecto a la selección de los Signos Vitales.

Asimismo, se fortalecerá el monitoreo a nivel de paisaje a través del Sistema de Alta Resolución para el Monitoreo de Diversidad (SAR-MOD), un método estandarizado de monitoreo a largo plazo que permite estimar la degradación ecosistémica, a partir de la medición de variables de estructura, composición y función, en ANP y sus zonas de influencia. Esta iniciativa es financiada por la Fundación Gordon y Betty Moore a través del FMCN. Cuenta con la participación de la CONANP, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el FMCN, así como organizaciones de la sociedad civil e instituciones académicas.

8. CONCLUSIONES

Los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y su biodiversidad son evidencia suficiente para desarrollar estrategias y medidas de adaptación basadas en la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de éstos, con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia, tanto de los ecosistemas y su biodiversidad, como de las comunidades humanas y sus actividades productivas.

Derivado del análisis de vulnerabilidad regional, se puede determinar que una de las mayores amenazas en las áreas naturales protegidas de la Región Noreste y Sierra Madre Oriental son los incendios forestales catastróficos que afectan la composición y estructura de los ecosistemas, además de liberar grandes cantidades de carbono a la atmósfera.

Las tendencias climáticas para los próximos años muestran que la temperatura en el noreste de México incrementará. Asimismo, las tendencias de cambio del uso de suelo, principalmente en relación con la agricultura y la ganadería en zonas cercanas a las ANP, el incremento poblacional y los diferentes niveles de preparación ante los incendios forestales, en zonas que rodean a las regiones de interés, crean una condición de vulnerabilidad que puede hacer que los impactos del cambio climático se magnifiquen.

Una de las estrategias que puede ser utilizada para hacer frente a las amenazas identificadas en la región e incrementar la resiliencia y la provisión de los servicios ambientales es la restauración de los ecosistemas, lo cual también aumenta la capacidad de las comunidades humanas para adaptarse a los efectos e impactos generados por el cambio climático (Dudley *et al.*, 2010). La restauración de los ecosistemas y de los servicios ambientales que crea y fortalece la resiliencia biológica, social y económica de las comunidades por lo que se incrementa la capacidad adaptativa de éstas (Hobbs *et al.*, 2010).

Este documento es una herramienta que sienta las bases para el desarrollo e implementación de medidas de adaptación y acciones específicas al cambio climático a nivel regional, de complejo y local, las cuales están enfocadas a mejorar la capacidad adaptativa, incrementar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las comunidades humanas que habitan al interior de las ANP.

Es importante que este documento sea utilizado como un complemento de los programas de manejo de las ANP y ayude a identificar las estrategias, medidas y acciones a corto, mediano y largo plazo que contribuyan a la adaptación al cambio climático de la biodiversidad, los ecosistemas y las comunidades humanas.

9. REFERENCIAS

- Bagne, K.D. y Finch, D.M. 2012. Vulnerability of Species to Climate Change in the Southwest: Threatened, Endangered, and At-Risk Species at the Barry M. Goldwater Range, Arizona. General Technical Report RMRS-GTR-284, USDA.
- Becker, J. C., A. W. Groeger, W. H. Nowlin, M. M. Chumchal, and D. Hahn. 2011. Spatial variability in the speciation and bioaccumulation of mercury in an arid subtropical reservoir ecosystem. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30:2300-2311.
- Camp Camp, A., H. M. Poulos, R. Gatewood, J. Sirotnak, and J. Karges. 2006. Assessment of top down and bottom up controls on fire regimes and vegetation abundance and distribution patterns in the Chihuahuan Desert borderlands: a hierarchical approach. Final report to the Joint Fire Science Program, Project #03-3-13.
- Carrera, J. A. 1993. Alternativas para el uso de los recursos naturales en la región entre Santa Elena y Boquillas. México. Acuerdo Cooperativo No. CA7029-2-0004 entre Big Bend National Park, Sul Ross State University y Profaua A. C.
- Chapin, F.S., Robards, M.D, Huntington, H.P, Johnstone, J.F., Trainor, S.F., Kofinas, G.P, Ruess, R.W, Fresco, N., Natcher, D.C. y Naylor, R.L. 2006. Directional changes in ecological communities and social-ecological systems: a framework for prediction based on Alaskan examples. *Am. Nat.* 168, S36-S49.
- CONAFOR-CONANP. 2012. Estrategias y lineamientos para el manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2009. Estrategia de manejo para las áreas naturales protegidas de la Región Noreste y Sierra Madre Oriental 2007-2011.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. 2ª edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y The Nature Conservancy. 2011. Guía para la elaboración de programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2013. www.conanp.gob.mx
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2014. www.conanp.gob.mx
- Dahm, C. N., R. J. Edwards, and F. P. Gelwick. 2005. "Gulf Coast rivers of the southwestern United States". Pages 181-228 in A. C. Benke and C. E. Cushing, eds., *Rivers of North America*. Burlington, Ma. Elsevier Academic Press.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 2013. Metodología para la Identificación y Priorización de Medidas de Adaptación frente al Cambio Climático.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2009. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con la categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Ocampo, localizada en el Municipio de Ocampo en el estado de Coahuila. Viernes 5 de junio de 2009.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2009. DECRETO por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de monumento natural la región conocida como Río Bravo del Norte, localizada en los municipios de Ojinaga y Manuel Benavides, en el estado de Chihuahua y en los municipios de Ocampo y Acuña, en el estado de Coahuila. Miércoles 21 de octubre de 2009.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) 2012. Ley General de Cambio Climático. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith y N. Sekhran (Eds.). 2010. Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change. IUCN WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA
- ENCC 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Gobierno de la República. <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>
- Fancy, S. G., J. E. Gross, and S. L. Carter. 2009. Monitoring the condition of natural resources in US National Parks. *Environmental Monitoring and Assessment*. 151:161-174.
- Fischlin, A., G.F. Midgley, J.T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M.D.A. Rounsevell, O.P. Dube, J. Tarazona, A.A. Velichko. 2007. Ecosystems, their properties, goods, and services in Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Hobbs, R.J., D.N. Cole, L. Yung, E.S. Zavaleta, G.A. Aplet, F.S. Chapin III, P.B. Landres, D.J. Parsons, N.L. Stephenson, P.S. White, D.M. Graber, E.S. Higgs, C.I. Millar, J.M. Randall, K.A. Tonnessen y Woodley, S. 2010. Guiding concepts for park and wilderness stewardship in an era of global environmental change, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8: 9, 483-490
- INE - SEMARNAP. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE). 2008. Ecorregiones Terrestres de México, Escala 1:1000000. México.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O.F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van Der Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- IPCC. 2012, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Por: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.) Cambridge University Press, 582 pp.
- Johe, K. L. 2001. An approach to identifying "vital signs" of ecosystem health in Harmon, D., editor. *Crossing Boundaries in Park Management: Proceedings of the 11th Conference on Research and Resource Management in Parks and on Public Lands*. The George Wright Society, Hancock, Michigan, USA.
- Magaña, V. 2013. Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático. INECC, PNUD, GEF. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. D.F. 61 pp.
- Magaña, V., Zermeño, D., and Neri, C. 2012. Climate Change Scenarios and potential impacts on water availability in northern Mexico. En *Climate Research, Interactions of Climate with Organisms, Ecosystems and Human Societies*. Inter- Research. Germany. 171-184 pp.
- Méndez, M., and V. Magaña. 2010. Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico, *J. Climate*, 23, 1175-1188.

- Nature Serve. 2009. Prediciendo cambios en un futuro: Un índice de vulnerabilidad al cambio climático. www.nature-serve.org
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37:637-669.
- Poiani, K.A., R.L. Goldman, J. Hobson, J.M. Hoekstra y K.S. Nelson. Redesigning biodiversity conservation projects for climate change: examples from the field. *Biodiversity Conservation* (2011) 20:185-201.
- Purchase, C. E., D. Larson, M. D. Flora, and J. Reber. 2001. *Amistad National Recreation Area, Texas: Water resources scoping report*. National Park Service Technical Report NPS/NRWD/NRTR-2001/295. National Park Service, Fort Collins, Colorado.
- Risser, P.G., 1987. Landscape Ecology: State of the Art. En Turner, M.G. (Ed). *Landscape Heterogeneity and Disturbance*. Springer - Verlag. New York Inc.
- SAGARPA. 2013. <http://sagarpa.gob.mx/agronegocios/Paginas/estudioeconomicos.aspx>
- Sakulich, J., and A.H. Taylor. 2007. *Fire regimes and forest structure in a sky island mixed conifer forest, Guadalupe Mountains National Park, Texas*. *Forest Ecology and Management* 241:62-73.
- SEMARNAT-INECC. 2012. *Adaptación al Cambio Climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.
- Special Report of Emissions Scenarios (SRES). 2000. Nebojsa N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T. Y. Jung, T. Kram, E. Lebre La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, Z. Dadi. Informe especial para IPCC.
- Ulrich, M., Newsham A., Shankland A., y Cannon T. (2012). *Herramientas para el análisis de vulnerabilidad social a los impactos climático a nivel local en áreas naturales protegidas*. CONANP- GIZ- IDS. México.
- Vignola R., Locatelli B., Martinez C., Imbach P., 2009. Ecosystem-based adaptation to climate change: What role for policy-makers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation of Strategies for Global Change* 14: 691-696. doi:10.1007/s11027-009-9193-6

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (LGCC, 2012).

Amenaza: Es la manifestación del peligro.

Anomalía climática: La diferencia en positiva (+) o negativa (-) que se observa en un lugar, respecto a su normal climática, la cual se denomina anomalía positiva o negativa, respectivamente.

Cambio Climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (LGCC, 2012).

Clima: Se suele definir en sentido estricto como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante periodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años (IPCC, 2007).

Desastres: Es un evento natural o provocado por el ser humano que afecta negativamente a la vida, al sustento o a la industria y desemboca con frecuencia en cambios permanentes en las sociedades humanas, en los ecosistemas y en el medio ambiente (CENAPRED).

Escenarios: Descripción hipotética de lo que podría ocurrir con las variables que determinan las emisiones, absorciones o capturas de gases y compuestos de efecto invernadero (LGCC, 2012).

Fenómenos meteorológicos extremos: Evento climático raro, en términos de su distribución estadística de referencia para un lugar determinado. Por definición, las características de un estado del tiempo extremo pueden variar en función del lugar (IPCC, 2007).

Gases de efecto invernadero: Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja (LGCC, 2012).

Incertidumbre: Expresión del grado de desconocimiento de determinado valor (por ejemplo, el estado futuro del sistema climático). Puede deberse a una falta de información o a un desacuerdo con respecto a lo que es conocido o incluso cognoscible. Puede reflejar diversos tipos de situaciones, desde la existencia de errores cuantificables en los datos hasta una definición ambigua de un concepto o término, o una proyección incierta de la conducta humana (IPCC, 2007).

Indicadores: Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa o actividad.

Índice: Coeficiente que expresa la relación entre la cantidad y la frecuencia de un fenómeno o un grupo de fenómenos.

Impactos climáticos: Consecuencias de la variabilidad climática y cambio climático en los sistemas naturales o humanos.

Gestión de riesgo: Es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales.

Peligro: Es una condición de tiempo o clima; generalmente, se representa por la probabilidad de que ocurra un fenómeno meteorológico particular.

Riesgo: Es la combinación del peligro y la vulnerabilidad. Probabilidad de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas, originado por un fenómeno natural o antropógeno (LGCC, 2012).

Variabilidad climática: La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos del clima (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IPCC, 2007).

Vulnerabilidad: Es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos (IPCC, 2007). Un sistema es vulnerable en la medida en que esté expuesto a un peligro.

ANEXO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR TIPO DE ESTRATEGIA Y NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN.

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE ESTRATEGIA ⁷	
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
Comunicación y educación ambiental	Difunden información clara y precisa sobre el cambio climático, con el fin de sensibilizar a diversos actores locales y a la población en general para propiciar su participación en las acciones de mitigación y adaptación que se realizan en el territorio.
Conocimiento	Promueven la generación de información y conocimiento necesario para entender las relaciones entre el clima, los ecosistemas y las estrategias de vida de las comunidades humanas, que permita generar medidas de adaptación robustas e implementar un manejo adaptativo.
Vinculación y transversalidad	Contribuyen a la articulación entre diversas políticas, programas y/o proyectos, así como entre diferentes actores y sectores en los tres niveles de gobierno.
Instrumentos económicos	Fomentan y facilitan el financiamiento de las acciones de adaptación a nivel local a través de diferentes mecanismos financieros.
Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Fortalecen y mejoran el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, y contribuyen, además, a reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas frente a amenazas actuales, que podrían exacerbarse en un contexto de cambio climático, así como ante los posibles impactos derivados de este. (Además, se consideran en este rubro acciones encaminadas a incrementar la resiliencia de los ecosistemas, tales como restauración, enriquecimiento y aumento de conectividad de los ecosistemas.) Medidas que implican el movimiento de población o estructuras (por ejemplo, sitios de producción) para reducir las presiones ambientales.
Instrumentos regulatorios	Promueven la formulación de legislación y/o regulación de acciones relacionadas con la adaptación al cambio climático.
Fortalecimiento de capacidades y asistencia técnica	Capacitación de actores clave (instituciones, academia, comunidades, entre otros) para garantizar la adecuada ejecución de las estrategias y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Medidas que implican la prescripción, demostración y enseñanza del uso de nuevas tecnologías. Medidas que incluyen una estructura física como un resultado.
Comunidades y estrategias de vida	Reducen la vulnerabilidad ante el cambio climático de los diferentes grupos de la sociedad –niños, mujeres, indígenas, adultos mayores, entre otros– en sus diferentes dimensiones –económica, política y social–.

7. La metodología utilizada para la priorización de las medidas de adaptación con un enfoque de multicriterio ha sido desarrollada con el apoyo de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* por encargo del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania en colaboración con la SEMARNAT, la SAGARPA, el INECC, la CONANP, la CONAFOR y la CONAGUA. Esta herramienta considera para la priorización los criterios contemplados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (de transversalidad, coordinación de actores y sectores, factibilidad, flexibilidad y no arrepentimiento, conservación de ecosistemas, aprovechamiento sustentable, atención a la

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE ACUERDO A SU NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	
NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Directas o implementadoras	Medidas que por sí mismas contribuyen a reducir la vulnerabilidad e incrementan la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades humanas. Por ejemplo: implementación de un programa de manejo integral de plagas forestales exacerbadas en un contexto de cambio climático.
Indirectas o habilitadoras	Medidas que generan las condiciones necesarias para el desarrollo o implementación de una medida de adaptación directa. Por ejemplo: fortalecimiento de capacidades y generación de información.

población en condiciones de vulnerabilidad social, participación activa, fortalecimiento de capacidades para la adaptación, evaluación y retroalimentación, y provisión de servicios ambientales). Cada criterio tiene un valor en peso y relevancia predeterminado. Las medidas de adaptación son evaluadas en cada uno de estos criterios por un grupo de expertos, proceso que otorga como resultado un puntaje específico a cada medida. Las medidas con los valores finales más altos son las que resultan prioritarias.

