



PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL



Región Prioritaria para la Conservación Xilitla
Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa
Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa
Región Prioritaria para la Conservación Bosque Mesófilo de Montaña

Esta publicación se terminó de imprimir en el mes de
noviembre de 2013 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Impreso en papel
Bond Symetrique FSC de 90 g/m²



® 100%

Forest Stewardship Council

Apoyando el uso responsable
de los recursos forestales

www.fsc.org

PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

**Programa de adaptación al cambio climático
Región Central de la Sierra Madre Oriental**

Enrique Peña Nieto

Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos

Juan José Guerra Abud

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Luis Fueyo Mac Donald

Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Primera edición, 2013

D.R. © 2013 Comisión Nacional de Áreas Naturales
Protegidas (CONANP)
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Camino al Ajusco 200, col. Jardines en la Montaña,
CP 14210, Delegación Tlalpan, México D.F.
www.conanp.gob.mx

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor
Av. Insurgentes Sur No. 826, PH Col. Del Valle
Del. Benito Juárez
03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico

Coordinación institucional

Guillermo Ramírez Filippini, CONANP
Carlos Sifuentes Lugo, CONANP
José Carlos Pizaña Soto, CONANP
Mariana Bellot Rojas, CONANP
Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Fernando Camacho Rico, CONANP
Richard Modley, GIZ
Tobias Wittman, GIZ
Alejandro von Bertrab Tamm, GIZ
Xóchitl Cantellano Ocón, GIZ

Forma de citar:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas -
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH. 2013, *Programa de Adaptación al Cambio
Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental*.
CONANP, GIZ. México.

Autores

Alejandro Durán Fernández, CONANP
Alejandro López Portillo Vargas, CONANP
Óscar Flores Sosa, CONANP
Silvia María Niembro Rocas, CONANP
Carlos Federico Cantú Uscanga, CONANP
Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Fernando Camacho Rico, CONANP
Ana Elisa Peña del Valle Isla, UNAM
Alejandro von Bertrab Tamm, GIZ
Juan Antonio Reyes González, GIZ
Xóchitl Cantellano Ocón, GIZ
André Ricardo Cortés Jarrín, consultor independiente

Agradecimientos

Este Programa de Adaptación fue producido a través del
proyecto en conjunto, Cambio Climático y Gestión de
Áreas Naturales Protegidas, entre la Comisión Nacional
de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP) y la
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH por encargo del Ministerio Federal del Medio
Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nu-
clear (BMU por sus siglas en alemán).

Por su apoyo, asesoría e involucramiento al director Ó-
scar Flores Sosa, encargado de la Región Prioritaria para la
Conservación Xilitla; al director de la Reserva de la Biósfe-
ra Sierra del Abra Tanchipa, Alejandro Durán Fernández,
a la directora Silvia María Niembro Rocas y al subdirector
Carlos Federico Cantú Uscanga del Área de Protección de
Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa;
al director Alejandro López Portillo Vargas, encargado de
la Región Prioritaria para la Conservación Bosque Mesófilo
de Montaña; a las Direcciones Regionales Noreste y Sierra
Madre Oriental, Planicie Costera y Golfo de México y Cen-
tro y Eje Neovolcánico.

Se agradece la contribución a las siguientes personas: Jorge Mauricio Sánchez López, Romina Gutiérrez Hernández, Esperanza Angulo Pimentel, José Pérez López, Miriam Teresa Núñez López, Genoveva Trejo Macías y Sara Thelma Martínez Chapital de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; Yazmín González Avilés y Ariadna Salvatierra García de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ).

A los ejidos y comunidades de Laguna del Mante (San Luis Potosí), la Trinidad (San Luis Potosí), Telolotla (Puebla), Xaltepec (Puebla), Tenango (Hidalgo) y Pueblo Nuevo (Hidalgo).

Coautores

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Anton Eitzinger
Audberto Quiroga
Jeimar Tapasco
Marcela Quintero

Conservación Internacional (CI)

Ángela Andrade Pérez

Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)

Yazmín González Avilés

Instituto de Estudios en Desarrollo (Universidad de Sussex)

Alexander Shankland
Andrew Newsham
Martina Ullrichs

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

Gerardo Sánchez Rojas
María Teresa Pulido Silva
Numa Pompilio Pavón Hernández

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

Francisco Javier Sahagún Sánchez
Humberto Reyes Hernández
José Antonio Ávalos Lozano
Jorge Flores Cano

Universidad Iberoamericana Puebla (UIAP)

Benjamín Ortiz Espejel
Bodil Andrade Frich
Marco Antonio Espinoza Guzmán
Roberto Muñoz Cruz

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Gabriel Gutiérrez Granados
Leticia Gómez Mendoza
Luis Galván Ortiz
Víctor Magaña Rueda

Producción

Sakbe Comunicación para el Desarrollo

Alejandro García, Alexis Bartrina y Odette León
www.sakbe.org.mx

Créditos fotográficos

Archivo fotográfico de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Archivo fotográfico de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

ABREVIATURAS

AbE	Adaptación basada en Ecosistemas
ANP	Área Natural Protegida
CCMSS	Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
COLPOS	Colegio de Posgraduados
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
EAMM	Estrategias de Adaptación, Mitigación y Monitoreo
ECCAP	Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas
ENOS	El Niño/Oscilación del Sur
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Alemana al Desarrollo)
Hgo.	Hidalgo
IB-UNAM	Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México
IDS	Institute of Development Studies
IIC	Índice Integral de Conectividad
INECOL	Instituto de Ecología A.C.
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
NDVI	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés).
OET	Ordenamientos Ecológicos Territoriales
OSC	Organización de la Sociedad Civil
PACC-RCSMO	Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental

PESA	Proyectos Estratégicos para la Seguridad Alimentaria
PET	Programa de Empleo Temporal
PROCODES	Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PSAH	Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos
Pue.	Puebla
Qro.	Querétaro
RB	Reserva de la Biósfera
RBSAT	Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa
RCSMO	Región Central de la Sierra Madre Oriental
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
RHP	Región Hidrológica Prioritaria
RTP	Región Terrestre Prioritaria
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SLP	San Luis Potosí
SMO	Sierra Madre Oriental
Tamps.	Tamaulipas
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UAEH	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
UAQ	Universidad Autónoma de Querétaro
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
UDG	Universidad de Guadalajara
UIAP	Universidad Iberoamericana Puebla
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMA	Unidad de Manejo Ambiental
UNAM	Universidad Autónoma de México
UV	Universidad Veracruzana

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL	17
Descripción Geográfica	18
Capital Natural	20
Capital Cultural	28
3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SOCIO-AMBIENTAL EN LA RCSMO	33
3.1 ENFOQUE INTEGRAL EN LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD	34
Sistemas complejos	35
Adaptación basada en ecosistemas	36
Trabajo de campo	38
3.2 INTERACCIÓN ENTRE LOS TRES SUBSISTEMAS EN LA RCSMO	41
Provisión de servicios ecosistémicos en la RCSMO	41
Uso y manejo de los ecosistemas por las poblaciones humanas de la RCSMO	43
4. ¿QUÉ Y QUIÉNES SON VULNERABLES?	49
4.1 OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA RCSMO	50
5. ¿POR QUÉ SON VULNERABLES?:	53
5.1 CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LAS POBLACIONES HUMANAS EN LA RCSMO	54
5.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LA RCSMO	56
El clima regional en la RCSMO	57
Escenarios de cambio climático: temperatura	58
Escenarios de cambio climático: precipitación	60
Los moduladores del clima en los ecosistemas regionales	62
Conectividad y Fragmentación	63
6. ¿A QUÉ SOMOS VULNERABLES? VULNERABILIDAD EN LA RCSMO	67
6.1 PRINCIPALES AMENAZAS	68
6.2 IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LOS OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES	69
Procesos ecosistémicos	70
Estrategias de vida de la población rural	72
7. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO EN LA RCSMO	75
7.1 PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LAS EAMM	76
7.2 PARTICIPACIÓN DE ACTORES EN CADA EAMM Y ASIGNACIÓN DE LAS EAMM POR OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	86
7.3 RELACIÓN DE LAS EAMM CON LOS PROGRAMAS DE MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	88
7.4 DIÁLOGO CON LAS COMUNIDADES LOCALES, INSUMO PARA ALIANZAS Y EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (PROCOCODES) DE CONANP	89
CONCLUSIONES	93
REFERENCIAS	95
ANEXO 1. PROCESO DE PRIORIZACIÓN, TALLER CON ACTORES CLAVE	99
Tipo de criterios	99
Asignación de pesos a los criterios de evaluación	99
Ficha de evaluación de las EAMM para la RCSMO	99
ANEXO 2. MAPA DE INVOLUCRADOS Y DE OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES EN PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS	102
GLOSARIO	104

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información básica de las Áreas Naturales Protegidas federales que conforman el complejo del PACC-RCSMO.	20
Cuadro 2. Cobertura vegetal de la RCSMO.	31
Cuadro 3. Componentes del sistema de la RCSMO.	36
Cuadro 4. Comunidades en donde se realizó el análisis de vulnerabilidad.	40
Cuadro 5. Servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas prioritarios de la RCSMO.	41
Cuadro 6. Principales sistemas productivos en la RCSMO.	43
Cuadro 7. Estados de conservación de los ecosistemas de las comunidades visitadas.	46
Cuadro 8. Objetos socio-ambientales de acuerdo a subsistemas definidos.	50
Cuadro 9. Actividades productivas que intensifican el uso de los recursos naturales en la RCSMO.	55
Cuadro 10. Percepciones de las comunidades frente a su entorno social, económico y ambiental.	55
Cuadro 11. Superficie de las regiones hidrológicas por nivel de fragmentación.	65
Cuadro 12. Cuerpos de agua.	70
Cuadro 13. Zonas de recarga o manantiales.	70
Cuadro 14. Bosque mesófilo de montaña (BMM); Selva baja caducifolia (SBC); Bosque templado (BT).	71
Cuadro 15. Agroecosistemas (café de sombra).	72
Cuadro 16. Actividades agroindustriales (caña, cítricos).	72
Cuadro 17. Fuentes de aprovisionamiento de agua (para uso y manejo para las estrategias de vida).	72
Cuadro 18. Actividades de manejo y gestión de los recursos naturales.	73
Cuadro 19. Población de la comunidad.	73
Cuadro 20. Estrategias de Adaptación, Mitigación y Monitoreo seleccionadas con grupos de actores clave.	80
Cuadro 21. Estrategias de Adaptación, Mitigación y Monitoreo seleccionadas con grupos de actores clave.	82
Cuadro 22. Estrategias de Adaptación, Mitigación y Monitoreo seleccionadas con grupos de actores clave.	84
Cuadro 23. Estrategias de Adaptación, Mitigación y Monitoreo seleccionadas con grupos de actores clave.	86
Cuadro 24. Ficha de Evaluación de las EAMM.	100
Cuadro 25. Mapa de involucrados por Estrategia de Adaptación, Mitigación y Monitoreo (nivel de prioridad).	102
Cuadro 26. Asignación de Estrategias de Adaptación, Mitigación y Monitoreo por objeto socio-ambiental, según prioridad.	103

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Localización de la Región Central de la Sierra Madre Oriental.	19
Mapa 2. Unidades hidrológicas de las ANP federales de la RCSMO consideradas en el PACC.	51
Mapa 3. Mediana del ensamble de cambio en temperatura media anual (°C) para el periodo 2010-2039.	59
Mapa 4. Mediana del ensamble de proyecciones de cambio en la precipitación para el periodo 2010-2039.	61
Mapa 5. Índice Integral de Conectividad en la RCSMO para los cinco tipos de vegetación analizados (bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, bosque templado, selvas altas y medianas, y matorrales).	64

PRESENTACIÓN

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) trabaja en la incorporación de cambio climático en las políticas y acciones que se llevan a cabo en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México. Dentro de este esfuerzo se encuentra la elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático enfocados en la implementación de medidas orientadas a la conservación y uso sustentable de los ecosistemas que se enmarcan en el territorio de las ANP y sus zonas de influencia. Lo anterior se rige por los principios establecidos en la *Guía para la Elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas* (CONANP-FMCN-TNC, 2011).

En este documento tenemos el orgullo de presentar el Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental (PACC-RCSMO), como un documento de política que busca implementar estrategias y medidas de adaptación, mitigación y monitoreo. Éstas son el resultado de un análisis de vulnerabilidad integral al cambio climático, que considera las estrategias de vida de la población local y los procesos ecosistémicos en la RCSMO.

Este programa se elaboró conjuntamente entre la CONANP y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Alemana al Desarrollo, GIZ) por encargo del Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU por sus siglas en alemán); y como parte del proyecto *Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas*.

El PACC-RCSMO propone un enfoque innovador que toma en cuenta no sólo la condición de los ecosistemas y especies prioritarias, sino también las comunidades humanas y sus estrategias de vida, como componentes de un sistema socio-ecológico. Desde esta perspectiva, la capacidad de respuesta frente a los efectos del cambio climático depende en gran parte de la interacción entre los ecosistemas y las comunidades, identificando objetos socio-ambientales como base para establecer los objetivos y acciones de adaptación.

Un importante aporte del PACC-RCSMO fue la conformación de un equipo multidisciplinario para unir lazos entre la evaluación de los aspectos ecológicos y de los recursos naturales, y las condiciones socio-económicas y de medios de vida presentes en el territorio. Este trabajo conjunto permitió involucrar a las poblaciones humanas presentes en las ANP mediante talleres participativos, tomando en cuenta el conocimiento local dentro del análisis de vulnerabilidad.

Lo anterior se materializó en un método para el análisis de vulnerabilidad socio-ambiental comunitario en un contexto de cambio climático que contribuye al fortalecimiento de herramientas existentes de la CONANP para el diseño de estrategias de adaptación para las ANP en México y la replicación de los beneficios generados por ésta para otras regiones del país.

Luis Fueyo Mac Donald

Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático es una amenaza creciente para los ecosistemas y las poblaciones humanas de México. Esto, aunado a la variabilidad climática y a los factores socioeconómicos como cambios en el uso de suelo, supone efectos adversos sobre los ecosistemas y las estrategias de vida de las comunidades rurales. Es preciso entonces contar con instrumentos de planificación para los niveles regionales y locales, que permitan la implementación de estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.

Ejemplo de lo anterior es el caso de la Región Central de la Sierra Madre Oriental (RCSMO) cuyos ecosistemas, de gran biodiversidad, son vulnerables al cambio climático; lo que se traduce en impactos a los medios de vida de las comunidades por su alta dependencia hacia los recursos naturales de la zona.

Surge así la necesidad de conocer las condiciones que presentan los ecosistemas y las comunidades locales para hacer frente a los efectos que supone el cambio climático. Esta necesidad fue atendida por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en 2010 mediante el desarrollo de la *Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas* (ECCAP). Dentro de la ECCAP se enmarca el proyecto *Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas*, el cual se instrumenta en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ, Cooperación Alemana al Desarrollo), por encargo del Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU).

Una parte esencial de este proyecto es el presente Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental. Éste se realizó tomando como base territorial una superficie aproximada de 2.15 millones de hectáreas que abarca parte de los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; donde se ubican porciones de cuatro grandes regiones hidrológicas¹ que fluyen hacia el Golfo de México (Pánuco, San Fernando-Soto La Marina, El Salado y Norte de Veracruz).

Dentro de la RCSMO se consideraron cuatro Áreas Naturales Protegidas en total, tres ANP federales: Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa, Región Prioritaria para la Conservación Xilitla (ambas en San Luis Potosí) y Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (Puebla); además se incorporó un Proyecto de decreto Región Prioritaria para la Conservación Bosque Mesófilo de Montaña.

1. Cada región hidrológica se divide en unidades menores: cuencas y subcuencas.

El PACC-RCSMO se constituye como una herramienta base para la toma de decisiones en materia de implementación de estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo en el territorio de la Región Central de la Sierra Madre Oriental; y tiene como objetivo principal proponer estrategias que sirvan de referencia para tal fin. La información del programa proviene principalmente de un análisis de vulnerabilidad integral al cambio climático, realizado en el marco del proyecto Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP-GIZ), que tomó en cuenta las estrategias de vida de la población local, así como los procesos ecosistémicos en el territorio.

El programa expone una serie de estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo (EAMM), que consideraron las interacciones existentes entre los ecosistemas y las comunidades. Por ejemplo, algunas comunidades han desarrollado actividades como la ganadería extensiva, que intensifica el uso de los recursos naturales y provoca deforestación y una lenta regeneración de los ecosistemas forestales. Sin embargo, también existen ejemplos de comunidades que han conservado los ecosistemas a través de prácticas agroecológicas como el cultivo de café bajo sombra.

Estas interacciones socio-ambientales pueden determinar el tipo de respuesta frente a eventos climáticos o factores socioeconómicos, como cambio en el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales. En la elaboración del PACC-RCSMO se incorporaron los conceptos de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), que plantea el mejoramiento de la capacidad adaptativa de las comunidades humanas y los ecosistemas mediante un uso sustentable de los recursos ambientales disponibles.

La RCSMO cuenta con tipos de vegetación prioritarios como la selva baja caducifolia, el bosque templado y el bosque mesófilo de montaña, que además de proteger las cuencas hidrográficas, son hábitat de especies amenazadas o en peligro de extinción, como el jaguar (*Panthera onca*), el oso negro (*Ursus americanus*), el puma (*Puma concolor*), el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), la guacamaya verde (*Ara militaris*); el árbol conocido como pata de elefante o soyate (*Beaucarnea inermis*), varias especies de helechos arborescente y el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*). Los ecosistemas asociados a estos tipos de vegetación proporcionan servicios ambientales o ecosistémicos que generan beneficios a las poblaciones humanas locales. Dentro de estos servicios se destacan el suministro de alimentos, la producción de forraje y productos forestales, la provisión de agua dulce apta para consumo humano, el almacenamiento de CO₂ y la oferta de espacios para la recreación.

Sin embargo, los ecosistemas están amenazados por actividades humanas cada vez más intensivas y no sustentables, como la acelerada deforestación y el desmonte para fines agrícolas y ganaderos, y la extracción excesiva o ilegal de madera. De continuar esas dinámicas en la RCSMO, se reducirán los beneficios que brindan los servicios ecosistémicos y, a su vez, aumentará la vulnerabilidad de los ecosistemas, sus especies y de las poblaciones humanas, frente a las amenazas del cambio y la variabilidad climáticos.

Analizando las tendencias climáticas, se observa que en la RCSMO la temperatura promedio ha aumentado alrededor de 1° C en los últimos treinta años. Además, en los últimos sesenta años se registra un aumento en la frecuencia de días calurosos, una disminución de días fríos y una reducción en la precipitación promedio anual. En cuanto a la generación de escenarios futuros, si las emisiones de gases de efecto invernadero mantienen su tendencia actual, para el año 2050 la temperatura promedio de la RCSMO podría incrementarse entre 0.7 y 1.2° C. En el mismo escenario, las temperaturas extremas podrían presentar un incremento de hasta 1.5° C.

Lo anterior genera efectos negativos en los ecosistemas y en los medios de vida de las comunidades de la región. Por ejemplo, se observa en la Huasteca Potosina una disminución en la productividad del cultivo de maíz resultado -en parte- de que la temperatura máxima promedio mensual de 1990 a 2011 ha aumentado cerca de tres grados durante el mes de mayo (Ávalos *et al.*, 2012). Esto se suma al incremento en la incidencia de plagas y a la escasez de agua para el riego del cultivo. De igual forma, se proyecta que los tipos de vegetación como el bosque mesófilo de montaña estarán expuestos al aumento en la frecuencia de incendios y la erosión de suelos, con lo que sufrirían pérdida de biodiversidad y una consecuente reducción de servicios ambientales.

Uno de los resultados del proceso de elaboración del PACC es contar con una herramienta que sirve para analizar la vulnerabilidad de ecosistemas y de comunidades locales de las ANP en México, y que permite enriquecer el proceso participativo en el diseño de estrategias y acciones de adaptación, mitigación y monitoreo. El PACC-RCSMO permitió generar información y usar el conocimiento científico disponible que, en combinación con el conocimiento local, permite una congruencia entre el contexto social, ambiental, cultural y económico de la región, así como acciones para que sean implementadas por la CONANP y otras instituciones con presencia regional.

Las estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo que presenta el PACC-RCSMO incluyen el manejo sustentable de recursos naturales, la conservación y la restauración de ecosistemas, la diversificación de actividades productivas, el fomento a la organización y cohesión social, y el desarrollo de capacidades para la prevención y el combate de plagas; como parte de un enfoque general de adaptación que considera los múltiples beneficios sociales, económicos y culturales para las comunidades locales. Las estrategias también abordan temas como la disponibilidad de información sobre ecosistemas y comunidades, la formación de redes de conocimiento y la capacitación de los actores involucrados.

Las estrategias propuestas también pueden implementarse a lo largo de la RCSMO y en otras regiones de México, ya que enfocan su atención en tipos de vegetación prioritarios como bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia y bosque templado.

Asimismo, el enfoque y la metodología del trabajo de campo realizado en las comunidades puede replicarse en otras localidades presentes en las ANP.



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una amenaza creciente para las ANP de México, sus ecosistemas, comunidades y sistemas productivos. Por tal motivo, la CONANP desarrolló en 2010 la *Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP)*, que se constituye como un documento rector que plantea estrategias y líneas de acción prioritarias para la mitigación y adaptación al cambio climático en las ANP. Asimismo, la CONANP ha generado diversas herramientas con el fin de apoyar y facilitar la implementación de la ECCAP. Ejemplo de ello es la *Guía para la Elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas*, que apoya la identificación y puesta en práctica de estrategias de adaptación y mitigación a nivel de paisaje, además de incluir procesos ecológicos regionales.

A partir del desarrollo de dicha guía, se identificó la necesidad de contar con un análisis de vulnerabilidad integral para la Región Central de la Sierra Madre Oriental. Este análisis debía ser integral porque trata de conciliar el estudio de las respuestas frente a eventos relacionados con el cambio climático a una escala regional –en la RCSMO– con lo que sucede a una escala local, en este caso las poblaciones que se encuentran en las ANP del territorio de la RCSMO. Este enfoque implicó tomar en cuenta tres unidades de exposición² dentro del análisis: la RCSMO, las cuencas y las comunidades humanas ubicadas dentro del territorio de la RCSMO. Así, el estudio debía presentar una sinergia entre un análisis de lo regional a lo local y viceversa para buscar acciones de adaptación y mitigación –y por ende mejorar la planificación– a nivel de conjunto de las ANP y de las comunidades humanas ante los efectos del cambio climático.

El estudio incluyó tanto la condición de los ecosistemas y las especies prioritarias, como la de las comunidades humanas y sus estrategias de vida, frente a los efectos del cambio climático. De esta manera, las acciones de respuesta ante estos efectos potenciales, reconocerán no sólo la continua retroalimentación entre las dimensiones climática, ecológica y social, sino que buscarán conciliar la relación entre la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, promoviendo el bienestar de la población que habita la región.

2. Las unidades de exposición serán referidas como los objetos socio-ambientales de la Región Central Sierra Madre Oriental que pueden estar expuestos ante eventos físicos y climáticos de una magnitud dada.

Con ese antecedente, se incorpora el proyecto *Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas*. Ésta es la iniciativa que ha acompañado al proceso de instrumentación de la ECCAP y que incluye el Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental. El propósito del PACC-RCSMO es:

Proponer estrategias que sirvan de base para implementar medidas y acciones de adaptación, mitigación y monitoreo, como resultado de un análisis de vulnerabilidad integral al cambio climático, tomando en cuenta las estrategias de vida de la población local y los procesos ecosistémicos en la RCSMO.

El PACC-RCSMO expone la metodología utilizada en el análisis de vulnerabilidad integral de los objetos de conservación, entre los que se encuentran las unidades hidrológicas, los hábitats o sistemas ecológicos y tipos de vegetación, las comunidades humanas y las actividades productivas más relevantes. Debido al análisis integral, en el PACC-RCSMO los objetos de conservación se identifican como objetos socio-ambientales, los cuales corresponden a las unidades de exposición ya mencionadas.

El presente documento busca dar respuesta a preguntas como: **“¿Qué y quiénes son vulnerables?”, “¿por qué son vulnerables?”, “¿a qué son vulnerables?”.**



PUNTOS CLAVE

- Se respondió a la necesidad de contar con un análisis de vulnerabilidad integral, considerando dinámicas regionales, la condición de los ecosistemas y de las comunidades locales y sus estrategias de vida, ante los efectos adversos del cambio climático. También se incluyó la variabilidad climática, los eventos extremos y los factores socioeconómicos en la RCSMO.
- La formulación del PACC-RCSMO tomó en cuenta los conocimientos y las necesidades de las comunidades locales, además de los análisis técnicos y científicos que permitieron construir herramientas que posibilitan una mejor gestión de las ANP, en un contexto de cambio climático.



DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL



DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA



LA LONGITUD
APROXIMADA DE LA
SIERRA MADRE ORIENTAL
ES DE 1,350 KM Y 150
KM DE ANCHO. PARA
EL PACC SE CONSIDERÓ
SÓLO LA PORCIÓN
CORRESPONDIENTE
A 2.15 MILLONES
DE HECTÁREAS

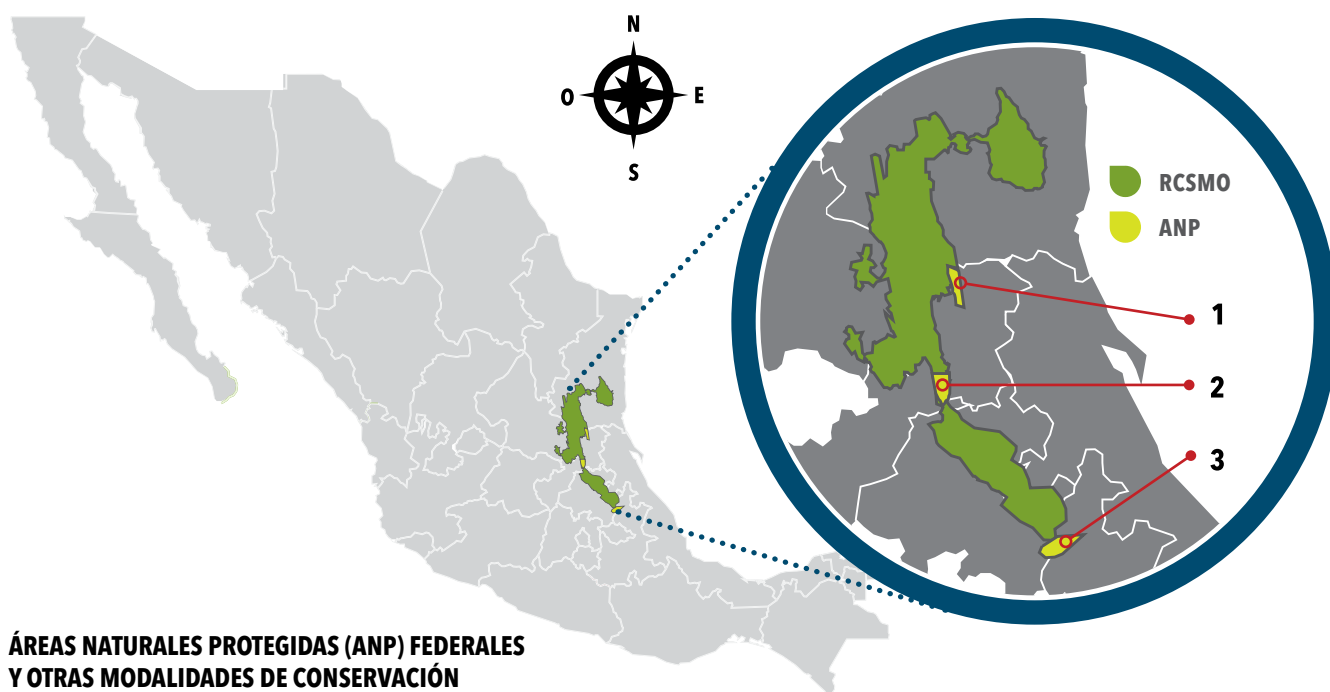
La Sierra Madre Oriental (SMO) constituye una provincia geográfica y geológica de México que comienza al sur de Texas, Estados Unidos, y termina en el Cofre de Perote, Veracruz, México, al contacto con el Eje Volcánico Transversal. Su longitud aproximada es de 1,350 km y 150 km de ancho (Luna, 2004). La SMO está constituida por calizas secundarias en anticlinales y sinclinales, y en la cara oriental, más húmeda, abundan las dolinas y las grutas.

LA REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL COMPRENDE TERRITORIOS EN LOS ESTADOS DE HIDALGO, PUEBLA, SAN LUIS POTOSÍ, TAMAULIPAS Y VERACRUZ

La zona es escarpada y recortada en su conjunto como en las regiones de Tlanchinol, Tenango de Doria (Hidalgo) y Xilitla (San Luis Potosí). El material calcáreo se encuentra sobre material sedimentario. Los valles tienen una orientación este-oeste y la erosión hace que los terrenos favorables a los cultivos sean de poca extensión. Las cadenas montañosas secundarias son: la Sierra de Huauchinango, (Puebla), la Sierra Hidalguense (Hidalgo), la Sierra Gorda de Querétaro (Querétaro), la Sierra de Gómez Farías (Tamaulipas) y la Sierra de Álvarez y la de Cinco Palos (ambas en San Luis Potosí) (Ávalos *et al.*, 2012).

El Programa de Adaptación al Cambio Climático se enfoca en la Región Central de la Sierra Madre Oriental, que comprende territorios en los estados de Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, con una extensión aproximada de 2.15 millones de hectáreas (Mapa 1)³. La RCSMO está constituida por un sistema de sucesiones de valles intermontanos y lomeríos, en su mayoría de formaciones de rocas sedimentarias con sistemas de fallamiento de orientación NO-SE y con formas fisiográficas, mesetas (5 %), llanuras y bajadas (8 %) en toda su extensión, predominando en un 80 % la forma de sierra.

MAPA 1. LOCALIZACIÓN DE LA REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL.



ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) FEDERALES Y OTRAS MODALIDADES DE CONSERVACIÓN

1. RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DEL ABRA TANCHIPA (SAN LUIS POTOSÍ).
2. REGIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN XILITLA (SAN LUIS POTOSÍ).
3. ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO NECAXA (PUEBLA).
4. REGIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA (HIDALGO).

3. La delimitación definitiva de la RCSMO fue definida con la participación de instituciones estatales. Un avance significativo de este proceso se realizó en el "II Taller Regional de la RCSMO" (San Miguel Regla, Abr/13) organizado por CONANP y la GIZ.

La RCSMO incluye cuatro Áreas Naturales Protegidas federales de distinta categoría de manejo. Dos ANP con decreto, una con aviso de decreto y otra con Proyecto de Decreto (Cuadro 1).

CUADRO 1. INFORMACIÓN BÁSICA DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES QUE CONFORMAN EL COMPLEJO DEL PACC-RCSMO.

NOMBRE	CON DECRETO	ESTADOS Y MUNICIPIOS QUE LA CONFORMAN	PROGRAMA DE MANEJO
Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa	Sí	San Luis Potosí: Ciudad Valles y Tamuín	Sí, en proceso de publicar
Región Prioritaria para la Conservación Bosque Mesófilo de Montaña	No	Actualmente en proceso de definición: Hidalgo	No cuenta con PM pues aún no es ANP
Región Prioritaria para la Conservación Xilitla	No (Aviso de decreto)	San Luis Potosí: Xilitla, Aquismón y Huehuetlán	No cuenta con PM pues sólo tiene aviso de decreto
Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	Sí	Hidalgo: Cuauhtepic de Hinojosa y Acaxochitlán. Puebla: Zihuateutla, Zacatlán, Xicotepec, Tlaola, Naupan, Juan Galindo, Jopala, Huauchinango, Chiconcuautla y Ahuazotepec	Sí, en proceso de publicar



CAPITAL NATURAL

Entre los tipos de vegetación que incluye este complejo, se encuentran: bosque templado de pino y encino, bosque mesófilo de montaña, selva mediana, selva baja, matorral xerófilo, vegetación hidrófila, selva perennifolia, pastizal inducido, mezquital y otros tipos de vegetación que incluyen palmar natural e inducido, vegetación halófila y gipsófila. A continuación se describen los tres ecosistemas prioritarios para la RCSMO:

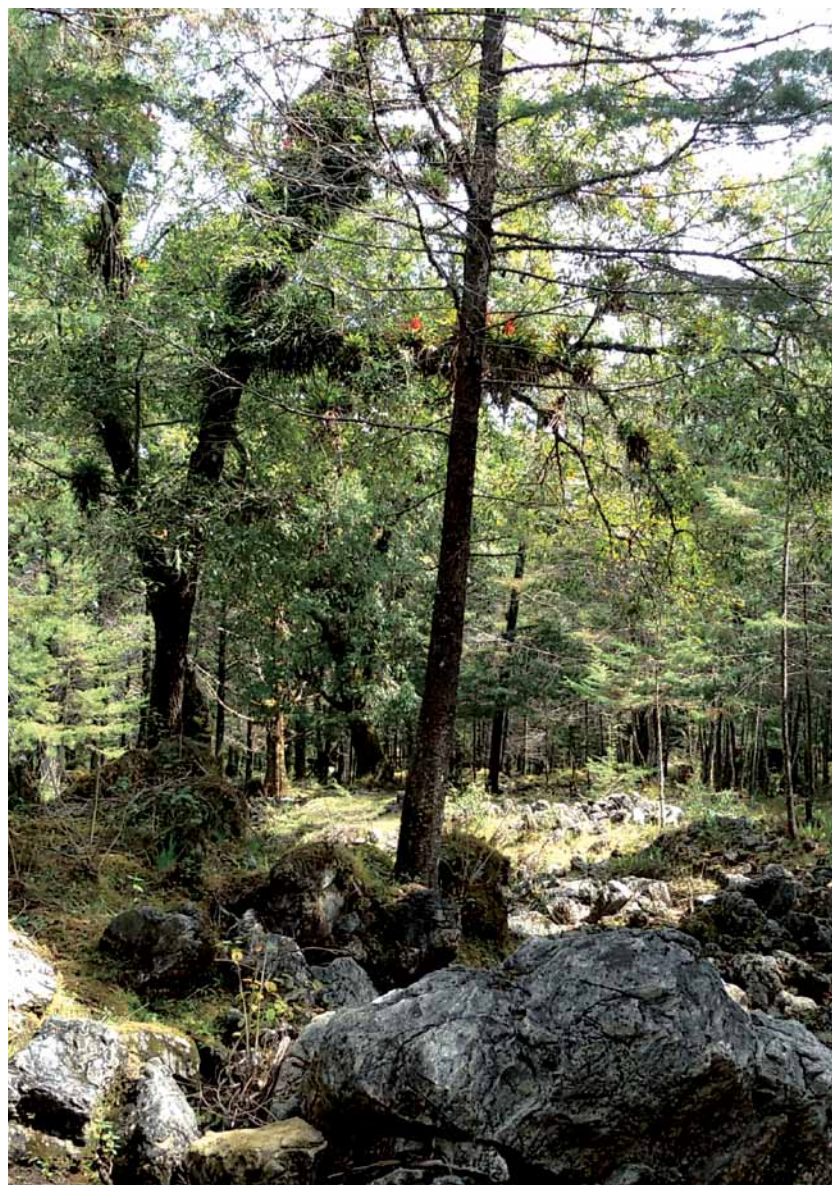
EN LA RCSMO SE ENCUENTRAN SIETE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP) PARA LA CONSERVACIÓN: BOSQUES MESÓFILOS DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, EL CIELO, LA LLANURA DEL RÍO VERDE, SIERRA DE TAMAULIPAS, SIERRA DE ABRA-TANCHIPA, SIERRA GORDA-RÍO MOCTEZUMA Y EL VALLE DEL JAUMAVE

EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL LA DEFORESTACIÓN HA GENERADO EN LOS ÚLTIMOS 40 AÑOS LA PÉRDIDA DEL 30 % DE LA SUPERFICIE DE SELVAS TROPICALES Y BOSQUES TEMPLADOS

BOSQUES TEMPLADOS

Los bosques templados albergan una gran diversidad de especies y tienen un gran valor económico y ambiental por ser la principal fuente de madera en la región. Además, contribuyen al ciclo hidrológico, tienen valor estético y son potenciales sumideros de carbono. Asimismo, poseen una diversidad de funciones y ofrecen posibilidades de aprovechamiento forestal (maderable y no maderable). Entre los bosques templados de la RCSMO, predominan los compuestos por coníferas (pinos) y latifoliadas (u hojosas) como los encinos.

Bosque de pino y encino
(*Bosque de pinus y quercua*).



SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Este tipo de vegetación está dominado por árboles y arbustos de alto valor alimenticio para el ganado –de entre los que destacan las leguminosas ricas en proteínas, como el ‘cocuile’ (*Gliricidia sepium*), el ‘palo dulce’ (*Eysennhardtia polystachia*), la ‘acacia’ (*Acacia* spp.) y la ‘pata de vaca’ (*Bahuinia* sp.)– y se caracteriza por albergar una gran cantidad de especies de flora y fauna (Hernández et al., 2001). Está catalogada como el tipo de selva más amenazado de las selvas tropicales del mundo (Janzen, 1988; Miles et al., 2006). La selva baja caducifolia prospera en terrenos que se localizan a nivel del mar o hasta los 1500 m.s.n.m, con temperaturas calientes y sin heladas.

APROXIMADAMENTE EL
10 % DEL TERRITORIO
NACIONAL ESTÁ
CUBIERTO POR ESTE
TIPO DE VEGETACIÓN

Selva baja caducifolia
(*Bosque tropical seco*).

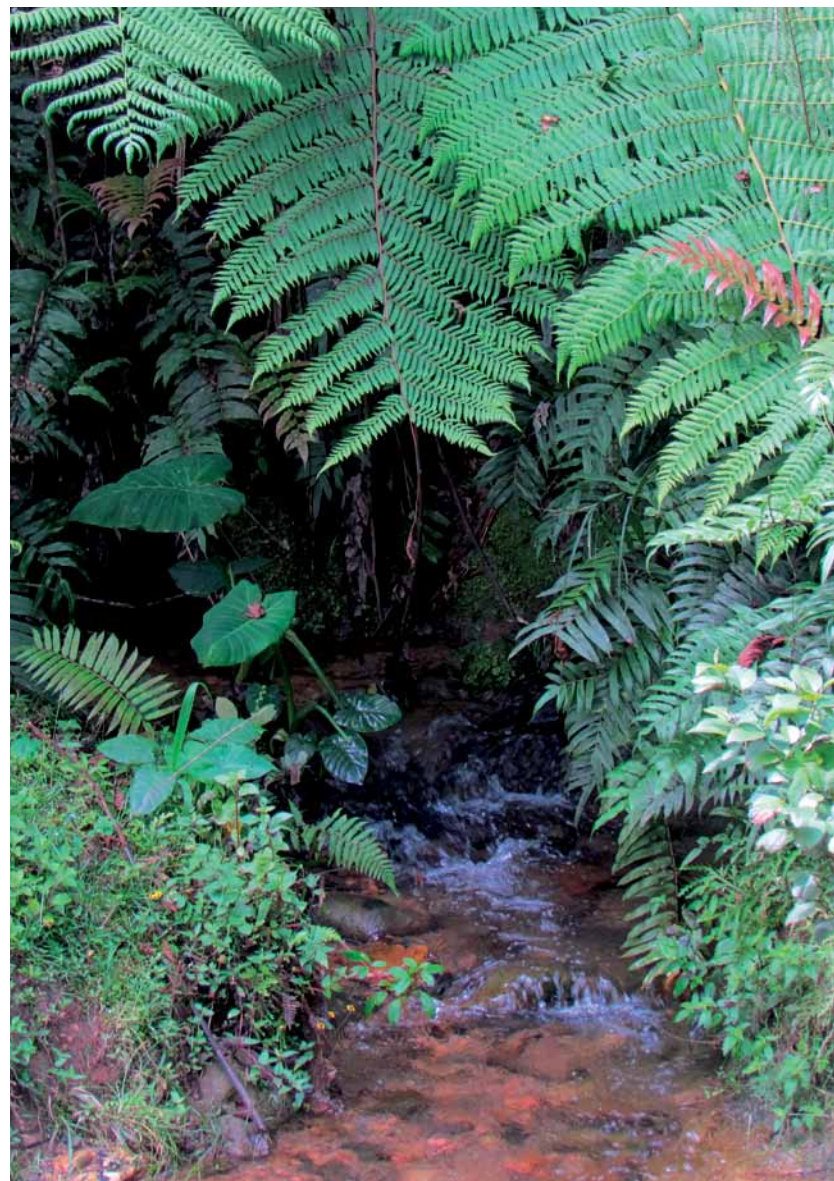


BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA ES LA COMUNIDAD VEGETAL CON MAYOR NÚMERO DE ESPECIES POR UNIDAD DE SUPERFICIE DEL PAÍS

Bosque mesófilo de montaña
(Bosque de niebla).

El bosque mesófilo de montaña es la comunidad vegetal con mayor número de especies por unidad de superficie del país. Es resultado de la transición entre las selvas húmedas y el bosque templado, por lo que puede adoptar diferentes fisonomías (estructura y composición) dependiendo de la latitud, altitud, pendiente y clima (Luna *et al.*, 2001). La presencia de bosques de liquidámbar suele coincidir con suelos derivados de lutitas, muy apreciados para la actividad pecuaria. Algunos géneros maderables de este bosque suelen ser utilizados en la localidad con fines de construcción, en especial el *Liquidambar*, *Morus*, *Clethra* y *Quercus*. En las partes bajas del bosque mesófilo de la sierra de Xilitla es frecuente encontrar plantíos de café (*Coffea arabica*) (Fortanelli *et al.*, 2010).



En la región se han reportado 338 especies endémicas de animales, destacando los vertebrados, en especial los reptiles y los anfibios. Estos últimos son de gran importancia debido a que se consideran altamente sensibles a los cambios en su hábitat y a las variaciones climáticas. Más del 50 % de las especies de anfibios presentes en la zona está en alguna categoría de riesgo, y más del 40 % es endémica a la región; mientras que para los reptiles estos porcentajes corresponden al 48 % y 28 %, respectivamente (Luna *et al.*, 2004).

Más del **50%** de las especies de anfibios presentes en la zona está en alguna categoría de riesgo, y más del **40%** es endémica a la región; mientras que para los reptiles estos porcentajes corresponden al **48%** y **28%**, respectivamente

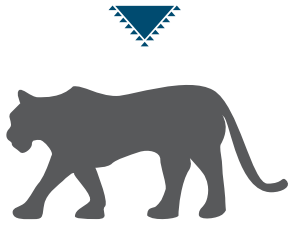


Rana arborícola
(*Hyla spectabilis*).



Cocodrilo de pantano
(*Crocodylus moreletii*).

La Reserva de la Biósfera de la Sierra Abra-Tanchipa (San Luis Potosí) puede formar un corredor con la ANP El Cielo (Tamaulipas) para aumentar el hábitat de especies como el jaguar, ocelote y puma



Murciélago en la región.

Entre los mamíferos, el 11 % de especies es endémica. Los mamíferos desempeñan funciones ecológicas importantes, en materia de regulación de servicios ecosistémicos, como la polinización y el control de insectos –por parte de los murciélagos y los roedores–, además de jugar un papel preponderante en el sustento de la población rural de las comunidades de la región.

Las aves representan una riqueza innegable: 611 especies, que corresponden a más del 50 % del total de las registradas en todo México. De las anteriores, 116 especies están en alguna categoría de riesgo (Peterson et al., 2002; Crick, 2004).



Guacamaya verde (*Ara militaris*).



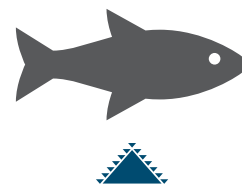


*Nacimiento de Huichihuayán,
Huehuetlán, S.L.P.*



*Presa Nexapa, Cuenca
hidrográfica del Río Necaxa.*

También habitan más de 200 especies de peces, vinculadas con la vasta presencia de cuerpos de agua y humedales, principalmente en la vertiente de la planicie del Golfo de México. De éstas, aproximadamente el 10 % es endémica y el 11 % está en alguna de las categorías de riesgo. La presencia de ecosistemas dulceacuícolas, conformados por ríos, lagunas y bosques de galería, favorece también la diversidad de anfibios, de otros animales y plantas afines a -o dependientes de- las condiciones de alta humedad.



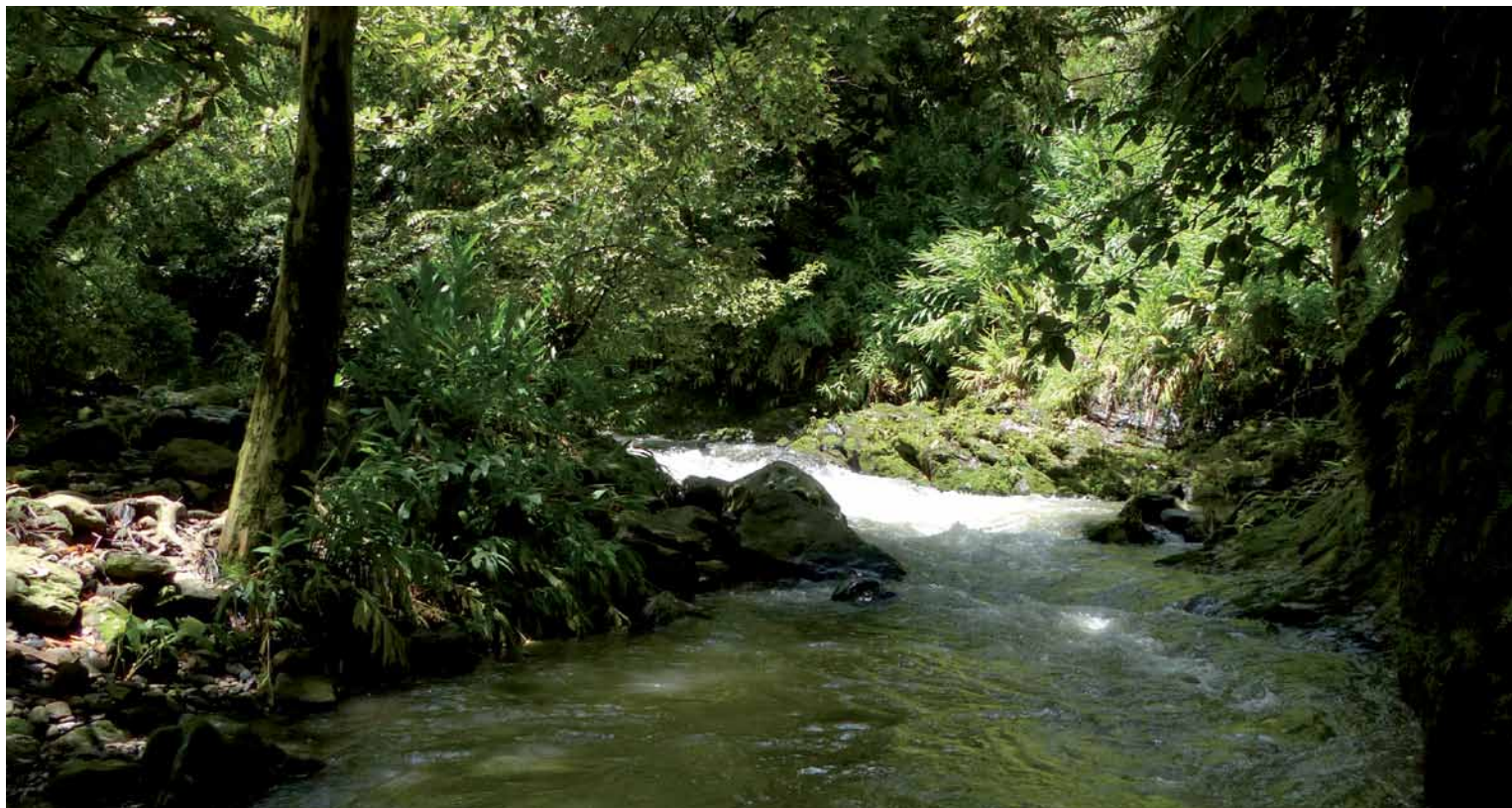
Habitan más de **200** especies de peces, de éstas, aproximadamente el **10 %** es endémica y el **11 %** está en alguna de las categorías de riesgo

La región de la RCSMO, con elevaciones que van desde los 100 hasta los 2,700 m.s.n.m., se ubica entre las zonas hidrológicas El Salado, Norte de Veracruz, San Fernando-Soto la Marina y Pánuco⁴. El 74 % de su superficie se localiza en la región Pánuco, el 13 % en San Fernando-Soto la Marina, el 4 % en El Salado en la porción noroccidental y el 10 % en el Norte de Veracruz.

La RCSMO abarca una formación geológica de origen cárstico, por lo que existen extensos sistemas de cavernas y abundantes manantiales. El sistema hidrográfico se conforma por cincuenta y siete subunidades, con una red subterránea permanente y una superficial que depende de la dinámica estacional climática. Este aspecto condiciona la disponibilidad de agua en las partes altas durante la época de secas, restringiendo el tipo de actividades productivas y estrategias de vida seguidas por las comunidades de la región.

Bosque mesófilo de montaña
(Bosque de niebla).

Dado que la zona se encuentra cercana al mar con un gradiente orográfico marcado, existen fuertes contrastes en la temperatura y en la precipitación en la dirección zonal. La Sierra Madre Oriental actúa como frontera entre una zona muy húmeda al este y una zona relativamente seca al oeste.



4. Las cuatro regiones suman 89 cuencas.



CAPITAL CULTURAL

En el territorio de la Región Central de la Sierra Madre Oriental hay presencia de población mestiza pero también de pueblos indígenas. La población indígena se concentra en las áreas rurales y en las urbanas de baja densidad poblacional. En los estados que componen la RCSMO, habitan 1,882,845 hablantes de lenguas indígenas; y 4,032,401 personas se auto-adscriben como indígenas, hablen o no una lengua originaria (INEGI 2010). Los pueblos con presencia en la zona son:

- **Teenek:** Estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Veracruz⁵
- **Pámes:** Estados de San Luis Potosí y Querétaro
- **Otomíes:** Estados de Hidalgo y Puebla
- **Tepehuas:** Estados de Hidalgo y Puebla
- **Totonacos:** Estados de Veracruz y Puebla
- **Náhuatl:** Estados de toda la región⁶

Los pueblos indígenas presentes tienen muchas especificidades, la más evidente de ellas es la lengua. Sin embargo, dada su proximidad territorial, comparten multitud de elementos. En general, practican la agricultura milpera para su subsistencia. La milpa es un tipo de policultivo que varía según las condiciones climáticas y bióticas, y ha sido una práctica vital para la adaptación, selección y diversificación de plantas y del maíz (Boege, 2008). En menor medida, se practica la pesca, caza y recolección.

En el norte de la RCSMO, predomina la agricultura a gran escala, sobretodo de cítricos, caña de azúcar, así como la ganadería y la comercialización de productos procesados. Un ejemplo notable es el piloncillo en San Luis Potosí, cuyo principal mercado es la industria tequilera del Estado de Jalisco. No obstante, los indígenas dentro de estas actividades son peones, el grueso de las tierras dedicadas a estos fines pertenecen a mestizos (Valle, 2003).

En la parte central y sur, el medio de subsistencia preponderante es la agricultura y la ganadería en pequeña escala. Se cultiva el café de sombra, hortalizas y plantas ornamentales.

Otras actividades económicas presentes en toda la región, pero en menor proporción, son la extracción de maderables y no maderables, artesanías, pesca y apicultura.

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, en 2010, el 79% de la población indígena vive en condiciones de pobreza (CONEVAL, 2011). Éste es

5. En realidad no existe una definición literal del término teenek; según los hablantes significa "los que viven en el campo, con su lengua, y comparten 'el costumbre' ". Para los nahuas y mestizos, los teenek son conocidos como los huastecos (Gallardo, CDI: PNUD, 2004).

6. Los nahuas son el pueblo más numeroso y extensamente distribuido en México y en la RCSMO.

EL RETO MÁS FUERTE DE LA POBLACIÓN INDÍGENA ES LA SUPERACIÓN DE LA POBREZA PUES ESTA CONDICIÓN LIMITA SUS POSIBILIDADES DE PARTICIPACIÓN POLÍTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO

el reto más fuerte de la población indígena, pues la pobreza limita sus posibilidades de participación política y desarrollo económico.

Otro de los problemas que enfrentan, es la desvalorización y erosión de su cultura. Esto ocasiona pérdida de conocimientos y prácticas tradicionales valiosas en materia de agricultura, medicina y gastronomía; a su vez, pone en riesgo la diversidad biológica de las regiones, pues diferentes especies, como el maíz, han sido diversificadas a través de las prácticas indígenas que hoy se ven amenazadas por el uso de germoplasma producido por empresas trasnacionales semilleras.

Existe un gran potencial para extraer lecciones en materia de etnoecología, como buen manejo adaptativo de bosques (Toledo *et al.*, 2003), y de medicina tradicional indígena, la cual está basada en el conocimiento de la biodiversidad de los territorios (Ituarte, 2004).

*Mujeres Nahuas, Xaltepec, APRN
Cuenca Hidrográfica del Río
Necaxa (Puebla).*





*Mujeres Nahuatl, Xaltepec, APRN
Cuenca Hidrográfica del Río
Necaxa (Puebla).*



*Zacahuil, platillo huasteco,
Ciudad Valles, S.L.P.*



PUNTOS CLAVE

- La RCSMO comprende una superficie aproximada de dos millones y quince hectáreas y forma parte de los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz.
- Por su altitud de 100 a 2700 m.s.n.m. y tipos de clima que van desde cálidos húmedos a templados secos, la RCSMO posee altos niveles de diversidad, riqueza y endemismos de especies vegetales y animales.
- La RCSMO constituye un activo ambiental importante dentro de la dinámica de los ecosistemas de montaña y dada su vulnerabilidad al cambio climático, su conservación es de especial relevancia.
- La RCSMO abarca cuatro ANP, tres ANP cuentan con decreto y una es Proyecto de Decreto.
- En la RCSMO se encuentran siete regiones terrestres prioritarias para la conservación y cinco regiones hidrológicas prioritarias para la conservación.



LAS COMUNIDADES NOS MUESTRAN EL CAMINO

EFFECTO LADERA

Algunas comunidades han sabido utilizar sus conocimientos para adaptar los sistemas productivos y sociales a los cambios en el clima a lo largo de su historia; ejemplo de ello es la comunidad nahua Xaltepuxtlá de Puebla y su sistema de producción de ciertos cultivos llamado efecto ladera. El conocimiento de los ciclos del sol y la orientación de las laderas del monte, identificadas como ladera "sur" y ladera "norte", es un indicativo del "control" que tienen los agricultores para lograr cultivos más productivos, aun cuando las tierras sean de temporal (Reid, 1973; Auslander *et al.*, 2003).

El efecto ladera es importante en prácticamente toda la región. Los campesinos de las diferentes zonas agroecológicas identifican los tipos de exposición al sol. Llamam a la ladera umbría expuesta al norte "el sombrero"; mientras que la ladera de exposición sur es "el calentadero". En cada ladera se utilizan diferentes ensambles de cultivos (combinaciones de chile, chayote y maíz) en las unidades de producción. El resultado de este conocimiento y uso diferenciado es un mosaico de tipos de vegetación (Cuadro 2) con unidades de producción diversificadas, con lo que queda de manifiesto la heterogeneidad espacial de la región.

USO DE CONOCIMIENTO TRADICIONAL PARA ADAPTAR SISTEMAS PRODUCTIVOS A CAMBIOS EN EL CLIMA

COMUNIDAD: Xaltepec (Nahua)

UBICACIÓN: Municipio Huauchinango dentro del Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa en el estado de Puebla.

En cada ladera se utilizan diferentes ensambles de cultivos (combinaciones de chile, chayote y maíz) en las unidades de producción.



ALGUNAS COMUNIDADES
HAN SABIDO UTILIZAR
SUS CONOCIMIENTOS
PARA ADAPTAR LOS
SISTEMAS PRODUCTIVOS
Y SOCIALES A LOS
CAMBIOS EN EL
CLIMA A LO LARGO
DE SU HISTORIA

CUADRO 2. COBERTURA VEGETAL DE LA RCSMO.

TIPO DE COBERTURA	SUPERFICIE (HA) 2008	PORCENTAJE
Selva caducifolia	481,502	22.4
Bosque de encino	450,665	20.9
Agricultura de temporal	359,052	16.7
Bosque mesófilo de montaña	196,274	9.1
Matorral xerófilo	186,762	8.7
Pastizal inducido	174,941	8.1
Selva perennifolia	160,202	7.4
Bosque de coníferas	92,587	4.3
Agricultura de riego y humedad	25,435	1.2
Mezquital	12,149	0.6
Otros tipos de vegetación*	5,938	0.3
Cuerpos de agua	3,188	0.1
Asentamientos humanos	2,776	0.1
Vegetación hidrófila	1,565	0.1
TOTAL	2,153,037	

*Palmar natural e inducido, vegetación halófila y gipsófila. Fuente: INEGI Serie IV; 2008

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
SOCIO-AMBIENTAL EN LA RCSMO**

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SOCIO-AMBIENTAL EN LA RCSMO



ENFOQUE INTEGRAL EN LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

La amenaza que representa el cambio climático en la RCSMO –agravada por la degradación de ciertos ecosistemas por actividades humanas y por la situación de pobreza y dependencia de las comunidades de la región hacia los recursos naturales, entre otros factores– generará impactos negativos en la integridad y salud de los ecosistemas y en los medios de vida rurales. Salvaguardar los ecosistemas de la región, y con ello garantizar la provisión de servicios ecosistémicos implica entender los procesos que los generan, así como colaborar a mejorar la capacidad adaptativa, tanto de los ecosistemas como de las comunidades locales. Entrar en un diálogo con las comunidades locales puede servir para analizar la vulnerabilidad a nivel local e impulsar estrategias adaptativas acordes con la situación social y biofísica de la región.

Lo anterior reconoce que hay procesos de retroalimentación entre las dimensiones climática, ecológica y social, que sólo se pueden captar a través de un estudio integral que incorpore las tres dimensiones. Conforme a ello, en el diseño de este proyecto se realizó un análisis de vulnerabilidad integral que permitió:

- Identificar aquellos elementos o situaciones que condicionan la vulnerabilidad de los ecosistemas, sus servicios ecosistémicos y de las estrategias de vida de la población rural ante los posibles efectos del cambio climático.
- Identificar, evaluar y priorizar estrategias adaptativas que permitan gestionar el manejo de los ecosistemas, disminuir la vulnerabilidad socio-ambiental ante los posibles efectos del cambio climático y de otros factores no climáticos, como el cambio de uso de suelo o la intensificación productiva.

El análisis de vulnerabilidad se hizo considerando la información de las tendencias climáticas y los escenarios potenciales de cambio climático para un rango probable de variación en los parámetros climáticos de la RCSMO. Además, el enfoque utilizado incorporó información socioeconómica, destacando el papel de los factores sociales en la constitución del riesgo y apartándose de las explicaciones estrictamente físicas (Hewitt, 1983).

De esta manera, en el diseño y la evaluación de las estrategias de adaptación propuestas para la RCSMO, se incluyó el carácter y la magnitud de los impactos asociados a cambios potenciales en el clima y a los efectos relacionados con las tendencias climáticas observadas, además de los factores socio-ambientales. Lo anterior reconoce que por parte de los sistemas socio-ecológicos existen respuestas diferentes frente a condiciones similares de exposición a eventos físicos, debido a que los sistemas poseen niveles diferenciales de vulnerabilidad. Estas diferencias están dadas por las interacciones entre ecosistemas y comunidades (Dow, 1992; Wisner *et al.*, 2011). Con este enfoque socio-ecológico se logró:

- Establecer las condiciones de los impactos potenciales y los límites de la resiliencia⁷ del ecosistema, en términos de su fragilidad y nivel de conectividad para responder y mantener sus funciones.
- Conocer algunas de las implicaciones que conllevan el exceder el valor límite de la resiliencia para los ecosistemas y para la sociedad.

SISTEMAS COMPLEJOS

La teoría de sistemas complejos fue fundamental para enmarcar el análisis de vulnerabilidad integral, debido a que plantea que los objetos de estudio –en este caso los objetos socio-ambientales– no son disociables. Existen relaciones y dependencias entre ellos, lo cual puede definirse como un sistema organizado que se caracteriza por una dinámica propia que a su vez difiere de las dinámicas particulares de sus componentes (Cuadro 3). Por lo tanto, las comunidades y sus actividades socioeconómicas no pueden estudiarse de manera aislada y sin tomar en cuenta el comportamiento de los ecosistemas y de los servicios ecosistémicos que brindan beneficios a las comunidades.

7. La resiliencia se entiende como la capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder su estructura básica, funcionamiento, capacidad de auto-organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (Wisner *et al.*, 2004).

La dinámica de las interrelaciones de los objetos socio-ambientales permite evaluar el efecto que produciría la modificación de algunos de los componentes del sistema mediante cierta intervención externa, ya que la alteración de cualquiera de los componentes del sistema se propaga a través del conjunto de relaciones que definen su estructura y que, en situaciones críticas o de baja resiliencia, estos propician la reorganización o modificación funcional del sistema mismo. Este enfoque provee las bases para sustentar la toma de decisiones para el diseño e implementación de estrategias de adaptación.

CUADRO 3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE LA RCSMO.

SISTEMA: REGIÓN CENTRAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL	
Componentes del sistema	CONDICIONES DE CONITORNO: • Variabilidad climática y cambio climático • Políticas públicas
	SUBSISTEMAS: • Procesos ecosistémicos • Estrategias de vida y organización social

ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS

Un componente novedoso del PACC-RCSMO es que se alinea al marco conceptual de la Adaptación basada en Ecosistemas, que destaca el papel preponderante de los ecosistemas –y de los servicios ecosistémicos– como herramientas que mejoran la capacidad adaptativa de las comunidades humanas no sólo frente al cambio climático, sino también frente a eventos propiciados por la variabilidad climática. Así, las estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo sustentadas en el enfoque AbE e identificadas a través del análisis de vulnerabilidad integral, deben internalizar la vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático y los efectos de la misma hacia las poblaciones humanas que se benefician de los ecosistemas (Andrade et al., 2010).

El siguiente esquema ilustra cómo se complementan los marcos conceptuales de sistemas complejos y el de la AbE. Además, muestra que la interacción entre los componentes principales del sistema⁸ es determinante para estudiar el comportamiento del sistema de la RCSMO, tomando en cuenta los condicionantes externos que tienen injerencia en el mismo. Dentro de estas interacciones se encuentra la dinámica que explica la AbE; es decir,

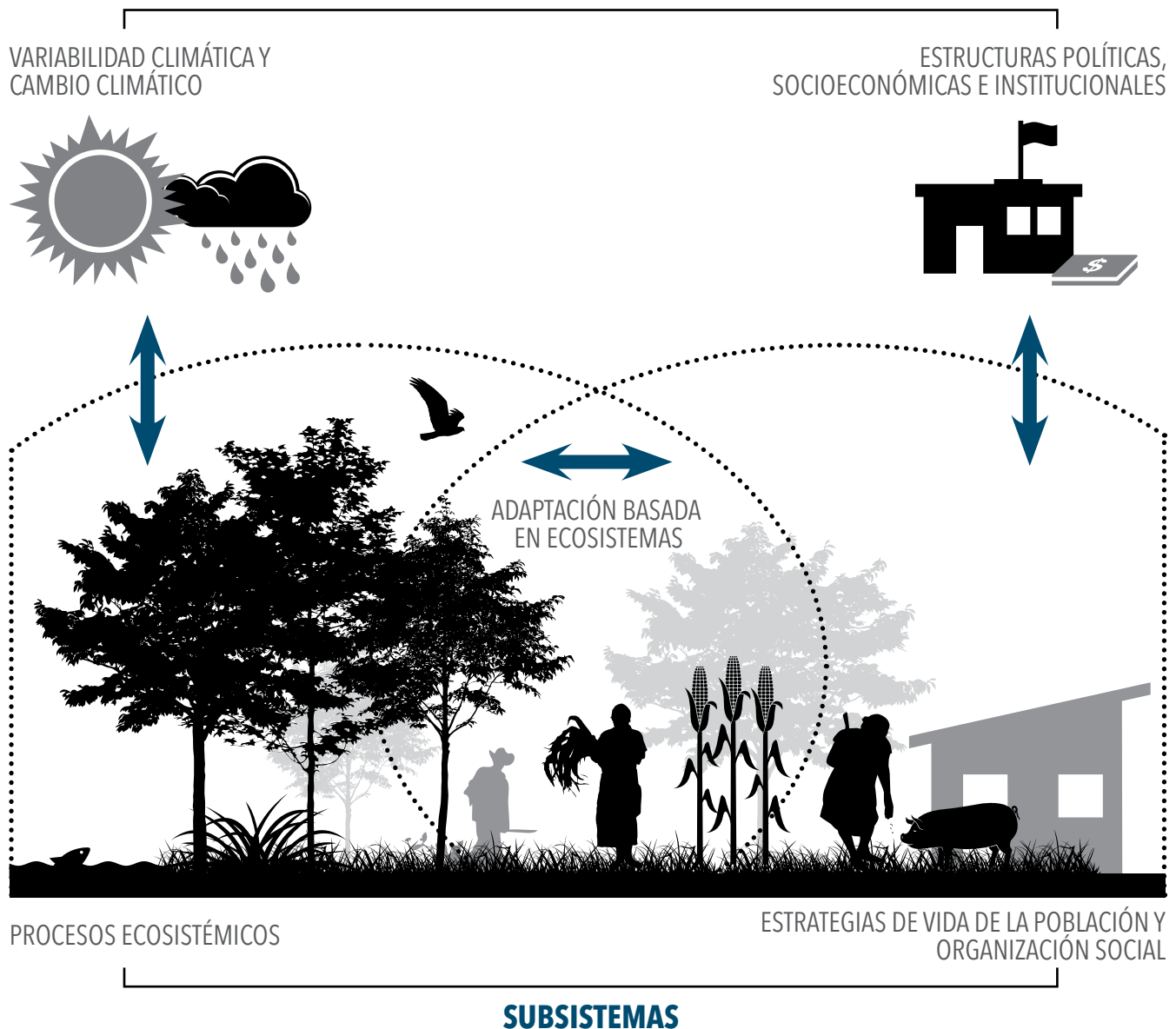
8. También llamados subsistemas, es decir, procesos ecosistémicos y estrategias de vida y organización social, en este caso.

cómo los ecosistemas ayudan a hacer frente a los condicionantes externos, a través de los servicios que prestan y los beneficios de éstos a las comunidades.

El esquema también considera que los subsistemas están influenciados por condiciones de contorno como las tendencias climáticas y las políticas públicas relacionadas con los recursos naturales y el entorno socioeconómico de las comunidades. Este último componente incluye el uso de suelo y los modelos de producción agroindustrial predominantes en la región.

ESQUEMA DE ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

CONDICIONES DE CONTORNO



CONDICIONES DE CONTORNO

- **Políticas públicas relacionadas con los recursos naturales, entorno socioeconómico y comunitario.** Se refiere al estado actual de la estructura del sistema en términos socioeconómicos, políticos, ambientales y comunitarios, y el cual es clave al momento de explicar las relaciones socio-ecológicas de la población y su entorno: la armonía o desarmonía en el comportamiento de procesos socio-ecológicos.
- **Variabilidad climática y cambio climático.** En la RCSMO las tendencias de cambio de la temperatura y el régimen de lluvias y los escenarios climáticos, se interpretan como una condición de contorno del sistema porque explican las actitudes y capacidades de respuesta de las comunidades. Ello implica modificar o adaptar sus actividades productivas y adoptar estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo.

SUBSISTEMAS

- **Procesos ecosistémicos.** Se refiere a una relación dinámica entre las especies y entre éstas y su entorno abiótico dentro de los límites de cada una de las comunidades humanas que se asientan en la zona centro de la Sierra Madre Oriental. También considera las interacciones físicas, químicas y energéticas, de las que depende la provisión de servicios ecosistémicos.
- **Estrategias de vida de la población y organización social.** Describe el tipo y las características de las actividades productivas, comerciales o de servicios que las comunidades pueden desempeñar; así como las decisiones que éstas toman para procurar ingresos. Incorpora también las formas de organización de las comunidades humanas para el aprovechamiento y el manejo de los recursos naturales.

TRABAJO DE CAMPO

El enfoque integral desde el cual se analiza la vulnerabilidad de los subsistemas de la RCSMO abarca dinámicas regionales, así como las interacciones que se suceden a nivel local; de ahí la importancia del trabajo que se realizó en seis comunidades ubicadas en la RCSMO. Además del levantamiento de encuestas, en tres comunidades se llevaron a cabo prácticas de trabajo de campo mediante talleres participativos durante una semana.

El objetivo del trabajo de campo fue identificar, desde la perspectiva socio-ambiental, el estado actual de la provisión de servicios ecosistémicos en comunidades de las ANP de la RCSMO, así como la causa por la cual este nivel de provisión ha cambiado o podría cambiar como consecuencia.

Talleres en las comunidades.



A través de una metodología que analiza la vulnerabilidad social en comunidades locales en las ANP, se identificaron las relaciones entre las estrategias de vida y los procesos ecosistémicos, tomando en cuenta las condiciones de contorno que afectan estas interacciones. En el siguiente cuadro se presenta la información general de las seis comunidades estudiadas.

CUADRO 4. COMUNIDADES EN DONDE SE REALIZÓ EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

ESTADO	ÁREA NATURAL PROTEGIDA	MUNICIPIO	LOCALIDAD	TRABAJO DE CAMPO
San Luis Potosí	Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa	Ciudad Valles	Laguna del Mante	Talleres participativos y encuestas
	Región Prioritaria para la conservación Xilitla	Xilitla	La Trinidad	Talleres participativos y encuestas
Puebla	Área de Protección de los Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	Huauchinango	Xaltepec	Talleres participativos y encuestas
		Zihuateutla	Telolotla	Encuestas
Hidalgo	Región Prioritaria para la Conservación Bosque Mesófilo de Montaña	Chapulhuacán	Tenango	Encuestas
		San Bartolo Tutotepec	Pueblo Nuevo	Encuestas

A lo largo del PACC-RCSMO se encuentran ejemplos concretos de estas comunidades, mismos que servirán para ilustrar el comportamiento del sistema de la RCSMO a nivel local.



PUNTOS CLAVE

- El PACC-RCSMO parte de un análisis integral de la vulnerabilidad que enfatiza las interacciones entre los ecosistemas y las comunidades. Se reconoce la existencia de niveles diferenciados de vulnerabilidad, destacando el papel de factores socioeconómicos y ambientales; de tal forma que la vulnerabilidad no se asocia directamente a un evento climático específico.
- El sistema de la RCSMO está compuesto por condiciones de contorno y por procesos ecosistémicos que interactúan con las estrategias de vida de las comunidades.
- Las relaciones y dependencias entre comunidades y ecosistemas caracterizan un sistema que posee una dinámica propia; la vulnerabilidad debe considerar la respuesta del sistema en conjunto, frente a las condiciones de contorno o eventos externos.
- La Adaptación basada en Ecosistemas es congruente con lo anterior, pues supone que la utilización de la biodiversidad - y sus servicios ecosistémicos- permite a los habitantes de una región mejorar su capacidad adaptativa ante efectos adversos del cambio climático.



INTERACCIÓN ENTRE LOS TRES SUBSISTEMAS EN LA RCSMO

La estrecha relación entre ecosistemas y servicios ecosistémicos, y su aprovechamiento por las comunidades humanas al usarlos como base de sus estrategias de vida, generan una relación de retroalimentación. Por un lado, se tiene el uso y mantenimiento de los servicios y bienes ecosistémicos como base material ("infraestructura verde") para que las comunidades humanas puedan llevar a cabo estrategias de adaptación. Por el otro, la integridad de los ecosistemas y su biodiversidad está asociada a sistemas de manejo más resilientes, para continuar prestando servicios ecosistémicos que reduzcan la vulnerabilidad de las comunidades rurales.

A continuación se destacan aquellos elementos naturales (ecológicos y fisiográficos) que son relevantes por su valor en lo que concierne al mantenimiento de los ecosistemas y como fuente de sustento para las comunidades humanas y sus estrategias de vida, principalmente ante condiciones climáticas cambiantes. De igual forma, se identifican los objetos socio-ambientales que se encuentren en una situación de vulnerabilidad; es decir, se responde a la pregunta: "¿qué y quiénes son vulnerable?" y el por qué.

PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA RCSMO

La región central de la SMO cuenta con una elevada biodiversidad, expresada en especies de flora, fauna y sus ecosistemas. El valor y la utilidad de los servicios ecosistémicos que estos elementos presentan (Cuadro 5), no siempre pueden aprovecharse equilibradamente.

CUADRO 5. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LOS ECOSISTEMAS PRIORITARIOS DE LA RCSMO.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

PROVISIÓN:

- Alimento para comunidades humanas.
- Forraje para los animales.
- Productos forestales maderables: madera y carbón vegetal.
- Productos forestales no maderables: hongos comestibles, follaje y otros productos empleados para la elaboración de artesanías y muebles.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

REGULACIÓN:

- Ciclo hidrológico: captación de agua en las partes altas de las cuencas hidrográficas y recarga de acuíferos.
- Ciclos biogeoquímicos: flujos gaseosos de carbono, nitrógeno y oxígeno, entre otros.

CULTURALES:

- Espacios de recreación.
- Sitios sagrados.

SOPORTE:

- Biodiversidad y fertilidad del suelo.

Fuente: Elaboración propia, con clasificación por tipo de servicio según Millenium Ecosystem Assessment - MEA (2005).

En la RCSMO se observa una relación discordante entre la riqueza de las comunidades bióticas y el uso múltiple de los recursos naturales por parte de las comunidades rurales que habitan la región. Es frecuente encontrar condiciones de agro-industrialización y sub-urbanización desorganizadas, resultado de la falta de ordenamiento territorial en la producción y comercialización de productos locales, así como en el desarrollo urbano. Un ejemplo claro de esta ausencia de ordenamiento basado en la vocación y en el potencial productivo se evidencia en la introducción de actividades intensivas con impacto en el manejo sustentable y conservación de los ecosistemas locales, como el modelo de ganadería extensiva.

Pese a la variedad de servicios que proveen los ecosistemas y los beneficios directos e indirectos que éstos otorgan a las comunidades, varios tipos de vegetación presentes en la RCSMO se consideran objetos socio-ambientales vulnerables; lo que implica que las comunidades humanas podrían perder ciertos beneficios de los servicios ecosistémicos. Por ejemplo, los bosques templados se encuentran amenazados por incendios forestales -naturales y accidentales- así como por la deforestación y degradación por el aprovechamiento de madera comercial o de subsistencia (Velazquez *et al.*, 2002). En la Sierra Madre Oriental la deforestación ha generado en los últimos 40 años la pérdida del 30 % de la superficie de selvas tropicales y bosques templados (Sahagún-Sánchez *et al.*, 2011).

LOS BOSQUES
TEMPLADOS SE
ENCUESTRAN
AMENAZADOS POR
INCENDIOS FORESTALES
-NATURALES Y
ACCIDENTALES- ASÍ
COMO POR LA
DEFORESTACIÓN Y
DEGRADACIÓN POR EL
APROVECHAMIENTO DE
MADERA COMERCIAL
O DE SUBSISTENCIA

La degradación ambiental, vinculada con la pérdida de vegetación natural, limitará la productividad natural; la estructura, el funcionamiento y la diversidad de ecosistemas en la RCSMO. Si se generan cambios en los componentes o en las interacciones de los ecosistemas podría haber cambios irreversibles en su organización y en su dinámica, con lo que se afectaría la cantidad y calidad de ciertos servicios ecosistémicos.

La selva baja caducifolia, por ejemplo, se cataloga como la vegetación más amenazada de las selvas tropicales del mundo (Janzen, 1988; Miles *et al.*, 2006). En la actualidad, áreas con este tipo de vegetación están siendo taladas y roturadas, a fin de sembrar forrajes y, en menor escala, cultivar maíz, frijol y otras especies. Los factores más comunes que inciden en su deterioro son:

- Cambios en el uso de suelo por crecimiento no planificado de asentamientos humanos.
- Desmonte para fines agrícolas.
- Incremento de la ganadería extensiva y no estabulada en áreas de transición.
- Explotaciones forestales mal conducidas y clandestinas.
- Efecto de plagas y enfermedades.
- Degradación por contaminación ambiental.
- Construcción de carreteras, tendidos eléctricos y conductos.
- Construcción y operación de obras de infraestructura diversa.

EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA, SE CONSIDERA UN TIPO DE VEGETACIÓN QUE SÓLO SE DISTRIBUYE EN MENOS DEL 1 % DE LA SUPERFICIE DEL TERRITORIO NACIONAL

En cuanto al bosque mesófilo de montaña, se considera un tipo de vegetación que sólo se distribuye en menos del 1 % de la superficie del territorio nacional (Sánchez *et al.*, 2003), además de estar amenazado por actividades humanas. Aunado a ello, su lenta regeneración, la disminución de su distribución y su continua perturbación han ocasionado que se considere relicto, frágil y en peligro de extinción con prioridad de conservación (Gómez, 2008).

USO Y MANEJO DE LOS ECOSISTEMAS POR LAS POBLACIONES HUMANAS DE LA RCSMO

Las poblaciones humanas que se ubican en la RCSMO han desarrollado diversos usos intensivos para el aprovechamiento de los recursos naturales del área, lo que se traduce en la deforestación de amplias áreas, el inicio de procesos erosivos y, sobre todo, en una menor recarga de los mantos acuíferos (Cuadro 6).

CUADRO 6. PRINCIPALES SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA RCSMO.

SISTEMA PRODUCTIVO	EFFECTO SOBRE ECOSISTEMAS
Ganadería extensiva	Se desarrolla en los relictos de vegetación, afectando los procesos de regeneración de las especies arbóreas y el sotobosque.
La agricultura basada en el cultivo del maíz y frijol	La producción agrícola bajo el modelo de roza-tumba-quema no permite la regeneración vegetal y provoca severos procesos erosivos.

SISTEMA PRODUCTIVO	EFEECTO SOBRE ECOSISTEMAS
La extracción clandestina de madera	Es una práctica extendida en buena parte de las comunidades del área, principalmente dirigida a especies comerciales como el pino (<i>Pinus</i> sp.), cedro blanco (<i>Cupressus lindleyi</i>), guayamé (<i>Abies guatemalensis</i>) y maderas preciosas, lo anterior genera una perturbación y deterioro a la vegetación del ecosistema.

La deforestación es uno de los fenómenos de mayor impacto en la RCSMO, provocando deterioro de la biodiversidad, cuyos efectos se acentúan con los patrones irregulares de fenómenos naturales, como sequías e inundaciones. Estas modificaciones incluso se han visto en el norte de San Luis Potosí (Laguna del Mante) con la presencia de heladas, que antes no se daban.

En este escenario de degradación ambiental y cambio de uso de suelo, es importante destacar el papel de algunas comunidades rurales, pertenecientes a grupos étnicos, que han conservado hasta cierto grado los ecosistemas. Esto lo han hecho aplicando prácticas agroecológicas y tecnologías de producción locales.

De las comunidades representativas que se estudiaron (Cuadro 4), se encontró que en Laguna del Mante existen estrategias de adaptación autónomas a través de las variedades de maíz que se cultivan y el éxito de la brigada contra incendios. Además, la comunidad nahua Xaltepec destaca por su manejo y conocimiento de la tierra, y por sus técnicas de cultivo -como las que se rigen por el grado de sol o sombra- al utilizar dos tipos de semilla o hacer uso de las barreras vivas.



LAS COMUNIDADES NOS MUESTRAN EL CAMINO

AGROECOSISTEMAS

Los agroecosistemas se han identificado como un objeto socio-ambiental de importancia para la supervivencia de un gran número de pobladores de la RCSMO, y como una zona de amortiguamiento entre las áreas con procesos intensivos de uso y aprovechamiento de los recursos y las zonas de conservación y manejo sustentable de los ecosistemas. En la región de la RCSMO, sobresalen los siguientes agroecosistemas, identificados por su nombre huasteco:



MILPA EEM



Producción extensiva de maíz, frijol, calabaza, quelites, lentejas, tomates, jitomate, chiles, camotes y yuca.

CAFETAL TÉ'LOM

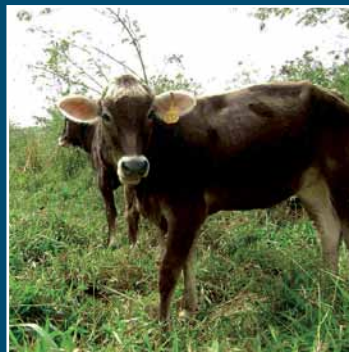


Uno de los agroecosistemas más diversificados, que incluye decenas de especies utilizables, organizadas en diferentes estratos de la selva.



AGROSILVOPASTORIL

Consiste en la combinación de ganado vacuno, pastizales, árboles manejados para forraje y cercos vivos de primavera.



CAÑAVERAL PAKABLOM

Producción predominante de caña (morada), combinada con frutales, camotes y jícamas.



TRASPATIO K'AALUMLAB

Más de 200 especies vegetales útiles (60 medicinales), ganado porcino (pelón mexicano y barbudo mexicano) y aves de corral de diversas especies.



AGROECOSISTEMAS

Ecosistema en el cual el ser humano ha seleccionado intencionalmente componentes de la biodiversidad (razas, poblaciones, especies, tipos de vegetación, entre otros), alterando de forma intencional los atributos del territorio para obtener fibras, alimentos y otros productos y servicios (FAO, 2008).

En las tres comunidades en las que se realizó el trabajo de campo más intensivo (Laguna del Mante, La Trinidad y Xaltepec) se observan actividades de manejo y gestión de recursos diferentes y, en consecuencia, distintos estados de conservación de los ecosistemas. En el siguiente cuadro se describen estas características:

CUADRO 7. ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LAS COMUNIDADES VISITADAS.

COMUNIDAD	ESTADO DE CONSERVACIÓN	AMENAZA
Laguna del Mante (ejido)	El estado de conservación de la selva tropical dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Abra Tanchipa (RBSAT) es bueno.	La amenaza más grande, tanto a las poblaciones humanas como a la biodiversidad de la zona, son los incendios intencionales en el cultivo de caña (zafra para cosechar).
	Fuera de la RBSAT, una proporción importante del ejido se ha transformado a través de la expansión de la frontera agrícola.	La deforestación ha conllevado a una disminución grave de los caudales de arroyos y manantiales, por lo que ya se ha considerado un proyecto hidráulico para “importar” agua desde la comunidad de Ahuacatlán.
La Trinidad	El estado de conservación del bosque es bueno y, en colaboración con actores gubernamentales (principalmente CONANP y CONAFOR), se ha mantenido un régimen de manejo sustentable.	El bosque se enfrenta a la amenaza del insecto descortezador, cuya incidencia está creciendo de forma exponencial.
Xaltepec	La expansión de la frontera agrícola ha generado tasas elevadas de deforestación. Además, la actividad agrícola no es eficiente.	Si bien las personas de la comunidad reconocen que el uso agrícola del suelo forestal provoca menos captación de agua, el cambio se justifica porque los bosques son de propiedad privada.

Se puede concluir que las actividades de producción para el autoconsumo y de manejo y gestión de los recursos, influyen de manera directa en la forma en que las comunidades rurales hacen uso de los ecosistemas y los bienes y servicios asociados a ellos. Estos aspectos también definen la capacidad de respuesta que las comunidades puedan tener ante condiciones climáticas cambiantes y amenazas climáticas. Así mismo, el tipo de infraestructura con que cuenta la comunidad influye en su percepción del riesgo hacia las amenazas climáticas y el tipo de acciones que podrían (o no) realizar para disminuir los riesgos potenciales.



PUNTOS CLAVE

- Los ecosistemas de la RCSMO brindan servicios ecosistémicos a las comunidades, los cuales representan beneficios directos e indirectos: provisión de alimento para las familias locales, productos forestales (maderables y no maderables), servicios culturales y recreativos, y la regulación de ciclos biogeoquímicos e hidrológicos.
- Los ecosistemas son vulnerables y están amenazados, por lo que podría disminuir la provisión de algunos de esos servicios.
- Los usos intensivos de los recursos naturales se ha traducido en deforestación, erosión y una menor recarga de los mantos acuíferos.
- Algunas comunidades rurales han conservado los ecosistemas a través de prácticas agroecológicas y tecnologías locales de producción.



¿QUÉ Y QUIÉNES SON VULNERABLES?

¿QUÉ Y QUIÉNES SON VULNERABLES?

Para responder esta pregunta, se expondrán las condiciones de contorno del sistema de la RCSMO y se identificarán los objetos socio-ambientales y su interacción. Además, se describirán las condiciones climáticas de la RCSMO, con la finalidad de responder también la siguiente pregunta: “¿a qué se es vulnerable?”.

UN OBJETO SOCIO-AMBIENTAL ES AQUEL ELEMENTO DEL SISTEMA DE LA RCSMO QUE REPRESENTA Y ENGLOBA LAS INTERACCIONES BIOLÓGICAS, SOCIALES Y CULTURALES QUE SEAN MÁS REPRESENTATIVAS DEL SISTEMA



OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA RCSMO

Un objeto socio-ambiental es aquel elemento del sistema de la RCSMO que representa y engloba las interacciones biológicas, sociales y culturales que sean más representativas del sistema. Los objetos socio-ambientales son la base para establecer los objetivos de un programa de adaptación en una ANP y para medir la efectividad de las acciones realizadas en campo.

A continuación se exponen los objetos seleccionados para el PACC-RCSMO.

CUADRO 8. OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES DE ACUERDO A SUBSISTEMAS DEFINIDOS.

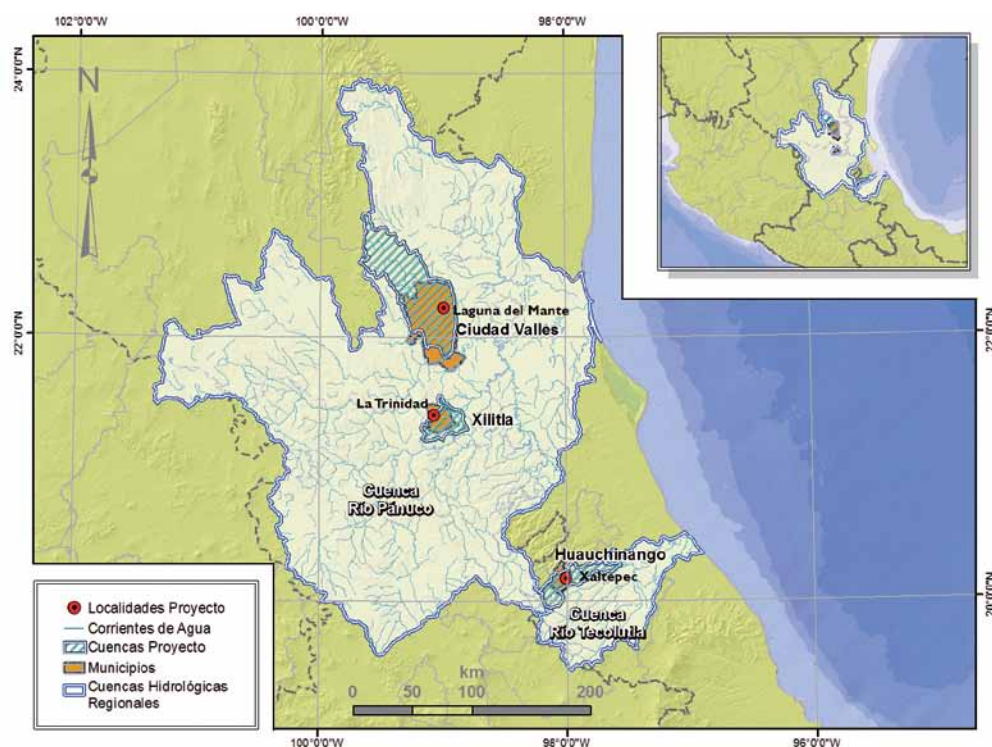
SUBSISTEMAS DE LA RCSMO	OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES	
PROCESOS ECOSISTÉMICOS	 RECURSOS HÍDRICOS Zonas de recarga hídrica Cuerpos de agua (ríos, lagos, manantiales)	 ECOSISTEMAS FORESTALES Bosque mesófilo de montaña Selva baja caducifolia Bosque templado
ESTRATEGIAS DE VIDA HUMANAS Y ORGANIZACIÓN SOCIAL	 ESTRATEGIAS DE VIDA Agroecosistemas Actividades agroindustriales	 ORGANIZACIÓN SOCIAL Modelos de manejo y gestión de recursos naturales Población de la comunidad

Las **zonas de recarga hídrica**, a escala regional, son un objeto socio-ambiental de importancia por los servicios ambientales que proveen a través del rendimiento hídrico de la cuenca o la contribución total de agua. Lo anterior beneficia a los pobladores por mantener una cantidad deseada de agua durante la época seca.

En un sentido similar, los **cuerpos de agua**, incluyendo ríos, lagos y manantiales, son otro objeto socio-ambiental de gran importancia para la viabilidad de los ecosistemas a escala regional y de las estrategias de vida de la región de la SMO (Mapa 2).

Los cuerpos de agua cubren 3,188 ha (0.1% del RCSMO), las áreas de agricultura de temporal y de riego y humedad suman 384,487 ha (18%); mientras que los asentamientos humanos (grandes usuarios de agua) sólo tienen 2,776 ha (0.1%) (Cuadro 2).

MAPA 2. UNIDADES HIDROLÓGICAS DE LAS ANP FEDERALES DE LA RCSMO CONSIDERADAS EN EL PACC.
FUENTE: QUINTERO ET AL. (2012).



Los **ecosistemas forestales** de la RCSMO, además de proteger las cuencas hidrográficas de las montañas, albergan una enorme biodiversidad y proporcionan alimento, forrajes y productos forestales (maderables y no maderables) a las comunidades humanas que los habitan. Dentro de la vegetación remanente en la RCSMO, el tipo con mayor superficie es la **selva caducifolia** (22 %), seguido por los **bosques templados** (21 %) y el **bosque mesófilo de montaña** (9 %). Estos tres tipos de vegetación son los que dan la fisonomía a la RCSMO; y dada su importancia territorial y sus características generales, su conservación es prioritaria dentro de la RCSMO, por lo que se escogieron como objetos socio-ambientales del PACC.

Para resaltar las interacciones entre los ecosistemas y las comunidades humanas, este programa de adaptación generó información sobre las estrategias de vida actuales en las comunidades, así como de sus formas de organización social. Esto sirvió para identificar y seleccionar componentes ambientales (bióticos y abióticos) y socioeconómicos que permitan el desarrollo de estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo al cambio climático. De esta manera, las acciones propuestas se pueden adecuar al contexto socioeconómico, cultural y político de la región; permiten cumplir con los parámetros técnicos apropiados; y ser viables a la luz de las condiciones culturales de los habitantes.

En la región hay prácticas productivas vinculadas estrechamente con los recursos naturales y que involucran a distintos usuarios en una misma unidad territorial (comunidad, ejido, conglomerado de propiedades). Estas modalidades se asocian a la administración de bienes comunes, que requieren estructuras y reglas para su control. Esta necesidad de “negociación” sobre el uso de los recursos naturales ha evolucionado en esquemas que se distinguen de aquellos vinculados con actividades agroindustriales o de agroecosistemas, que tienen mayor afinidad con el manejo de bienes privados. En los modelos de manejo y gestión de los recursos naturales la organización social es el rasgo más importante.

Las poblaciones humanas, como parte del subsistema “Estrategias de vida y organización social”, además de interactuar directamente con elementos y procesos ecosistémicos, realizan actividades con poca o nula relación con lo ambiental. Así, la población en una comunidad podría implementar medidas que indirectamente reduzcan su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Éstas podrían ser financieras, educativas, organizativas, entre otras.

Con la información obtenida con el trabajo de campo en las comunidades, se escogieron como objetos socio-ambientales: (i) Agroecosistemas, (ii) Actividades agroindustriales, (iii) Modelos de manejo y gestión de recursos naturales y (iv) Población. Para el diseño de las EAMM la elección de dichos objetos socio-ambientales permitió:

- **Considerar la reducción de las presiones no climáticas.**
- **Involucrar a las comunidades locales.**
- **Desarrollar estrategias y sinergias entre varios socios e instituciones.**
- **Aprovechar las buenas prácticas existentes en la gestión de los recursos naturales.**
- **Adoptar enfoques de manejo adaptativo.**

Teniendo los objetos socio-ambientales definidos, es importante exponer el conjunto de interacciones que ejercen alguna influencia sobre el sistema y sus partes. Para el sistema de la RCSMO, las condiciones de contorno se enfocaron en el estado de los recursos naturales, las tendencias y amenazas climáticas, así como en las condiciones políticas y socio-económicas de la región y las comunidades.



¿POR QUÉ SON VULNERABLES?

¿POR QUÉ SON VULNERABLES?



CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LAS POBLACIONES HUMANAS EN LA RCSMO

En el polígono de las 2.15 millones de hectáreas de la RCSMO se asientan aproximadamente 3,568 localidades rurales y 59 localidades urbanas, presentándose una mayor densidad de población en las zonas sur y centro. La densidad disminuye hacia el norte. Las poblaciones del municipio de Huauchinango y los Reyes, en el estado de Puebla, son las localidades urbanas más pobladas.

En general, la situación socioeconómica en las comunidades humanas de la RCSMO ha sido influenciada por diversos factores de naturaleza ambiental, social y económica. Éstos han condicionado en gran medida las formas de producción locales, así como la configuración en el uso y cambio de uso de suelo en la región. Entre los principales factores identificados se encuentran:

- *Apertura comercial – liberalización de los mercados.*
- *Reducción de subsidios y acompañamiento técnico por parte del gobierno.*
- *Cambios en los sistemas de producción campesina.*
- *Política de sustitución de importaciones.*
- *Desregulación del papel del Estado en los apoyos a la agricultura.*
- *Ganaderización.*

Con el paso del tiempo, estos factores han generado condiciones que tienen como consecuencia el abandono de la producción tradicional campesina, así como la intensificación de la producción agrícola y ganadera (Cuadro 9), con subsecuentes cambios en el uso de suelo y la cobertura vegetal. Estos cambios se ubican primordialmente en las selvas caducifolias y selvas perennifolias del centro y sur de la RCSMO, y se ha presenciado un incremento considerable de los mismos en los bosques de encino.

CUADRO 9. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS QUE INTENSIFICAN EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA RCSMO.

ECOSISTEMA	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
Selvas caducifolias y perennifolias	• Uso agrícola y pastizales inducidos.
Bosques de encinos	• Abandono de cultivos, seguido de la regeneración de especies leñosas, formando mosaicos de superficies abandonadas y cultivadas.
Bosque de pino	• Zonas de pastoreo con gramíneas, además de la tala clandestina de maderas para la industria de muebles.
Bosques templados de encino-pino y pino-encino	• Aprovechamiento forestal no sustentable (incluyendo la tala ilegal), los incendios forestales, las políticas de fomento agropecuario, así como la ganadería y el crecimiento urbano. • Explotación forestal y la introducción de ovinos y caprinos.
Bosque mesófilo de montaña	• Explotación maderera de especies como el palo escrito (según evidencias relativamente recientes). • Producción de café (a sol directo, sin el dosel del bosque original o sin sembrar árboles frutales) de forma muy marginal. • Un alto nivel de fragmentación, principalmente antropogénica, presión por la agricultura, conflictos por la propiedad de la tierra, en la región Huasteca Alta Hidalguense.

A través del trabajo de campo en las seis comunidades, se identificaron las interacciones entre las estrategias de vida, los procesos ecosistémicos y las condiciones de contorno; además de registrarse las percepciones que estas comunidades manifestaron frente a los temas que componen el entorno comunitario (Cuadro 10).

CUADRO 10. PERCEPCIONES DE LAS COMUNIDADES FRENTE A SU ENTORNO SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL.

ASPECTO TRATADO	OPORTUNIDADES	LIMITANTES
Servicios públicos	• Mayor oferta educativa. • Electrificación de comunidades. • Mejora en la infraestructura vial.	• Carencia de drenaje incide en aumento de enfermedades gastrointestinales. • Deficiente infraestructura de salud.

ASPECTO TRATADO	OPORTUNIDADES	LIMITANTES
Conflictos sociales y políticos		• Luchas entre partidos políticos.
Condiciones ambientales del territorio habitado	• Disposición para adelantar proyectos de conservación. • Reconocimiento de beneficios por servicios ecosistémicos.	• Cambios en los ciclos de lluvias. • Infertilidad de suelos. • Temperaturas extremas. • Deforestación.
Condiciones Socioeconómicas		• Desempleo rural. • Abandono de tierras por migración. • Reducción de producción agrícola. • Ausencia de apoyo gubernamental.

PUNTOS CLAVE

- En la región del polígono de 2.15 millones se asientan aproximadamente 3,568 localidades rurales y 59 urbanas, con la mayor densidad poblacional en el sur y centro.
- Con el paso del tiempo, se han generado condiciones que tienen como consecuencia la intensificación de actividades, como la producción agrícola y ganadera, con subsecuentes cambios en el uso de suelo y la cobertura vegetal.

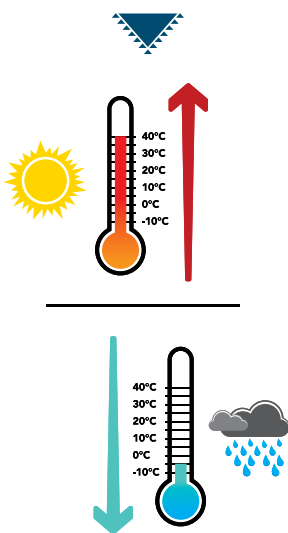


CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LA RCSMO

En esta sección se exponen los cambios pasados y esperados (con proyecciones de entre 30 y 90 años) en el clima para la RCSMO. Esto se hizo analizando las tendencias climáticas a escala regional y usando dos escenarios posibles de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El primer escenario (denominado A1B) denota una proyección moderada de emisiones; mientras que el segundo (A2) representa un futuro con mayores emisiones. El énfasis del análisis es ilustrar a qué fenómenos climáticos extremos son vulnerables los ecosistemas y las poblaciones.

EL CLIMA REGIONAL EN LA RCSMO

En los últimos sesenta años se registra a escala regional un aumento en la frecuencia de días calurosos, una disminución de días fríos y una reducción en la precipitación promedio anual

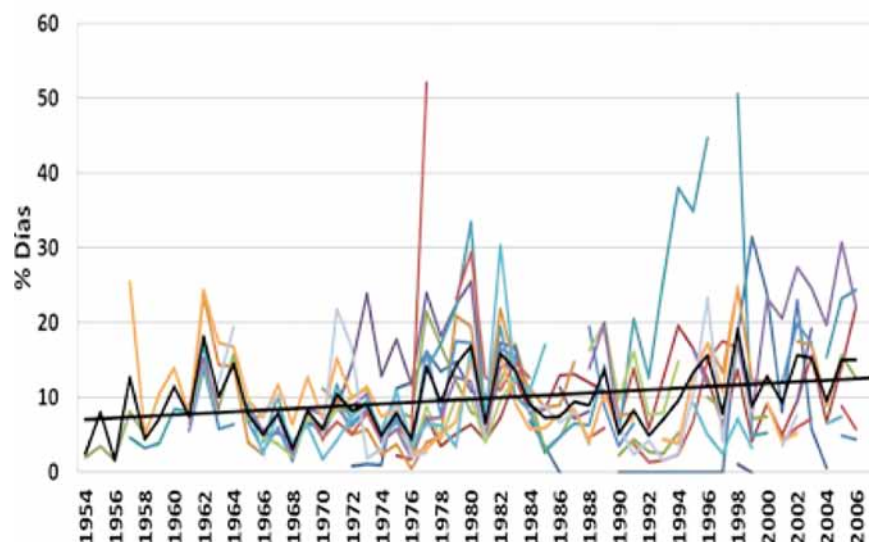


El clima de la RCSMO es, en general, templado; con lluvia todo el año pero predominantemente en verano y otoño. Las lluvias de esas dos estaciones están relacionadas con el flujo de humedad que producen los vientos del este. En invierno, las lluvias se asocian con los frentes fríos, conocidos en la región como “nortes”, que son parte de ondas de latitudes medias que viajan al este, con una intrusión por el Golfo de México. En verano, los vientos alisios producen un importante flujo de humedad que, asociados al efecto orográfico, mantienen lluvias constantes que, en algunas ocasiones, pueden ser extremas por el efecto de ciclones tropicales.

Gran parte de la variabilidad del clima de la región está modulado por el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), el cual puede resultar en periodos secos/húmedos en verano, durante la fase El Niño/La Niña (Magaña *et al.*, 1999). Existen, sin embargo, otras formas de variabilidad del clima en la zona, relacionadas con fluctuaciones a una escala de décadas, como la Oscilación Multidecadal del Atlántico. Así, la combinación de un océano Atlántico cálido y un océano Pacífico frío, tiende a alterar las circulaciones atmosféricas en niveles bajos sobre los mares intra-americanos, reduciendo el flujo de humedad hacia esta región (Méndez y Magaña, 2010).

Las tendencias climáticas en la RCSMO de 1954 a 2008, muestran un aumento en eventos extremos: días muy calurosos y noches menos frías. Al analizar los datos de 13 estaciones climáticas ubicadas en la RCSMO, se encontró que el porcentaje de días al año en los cuales se observan temperaturas máximas extremas ha aumentado. En la gráfica se ve la tendencia de los días con temperaturas extremas, resumidos en la tendencia promedio de las trece estaciones climáticas analizadas en la región. Los resultados muestran que prácticamente todas las estaciones de la región de interés, la tendencia es a que un mayor porcentaje de días alcanzan valores extremos en cada año.

GRÁFICA 1. TENDENCIA DEL PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE PRESENTAN TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS (1954-2008) (MAGAÑA 2012 B).



De igual forma, los datos indican que el porcentaje de días con temperaturas bajas extremas ha disminuido en el período analizado. Estas tendencias generan efectos negativos para los medios de vida de la población rural de la RCSMO y para ciertos ecosistemas. Algunos problemas como: la disminución de la productividad del maíz, la reducción de la humedad en el suelo y la aparición de plagas en zonas boscosas son ocasionados por diversos factores como las modificaciones del clima. A su vez, estos procesos se relacionan con el aumento del riesgo de incendios, la disminución de las fuentes de agua y la merma en el aprovechamiento forestal. Estos cambios ponen en peligro tanto la base del sustento de la población rural, como la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO: TEMPERATURA

Las futuras emisiones de GEI se entienden como el producto de una interacción de diferentes variables entre las que se destacan el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico en los diferentes países, y el cambio tecnológico y su aplicación a escala global. Es importante mencionar que la evolución de las anteriores variables y su afectación en la emisión de GEI poseen un alto grado de incertidumbre. Es por esto que se utilizan escenarios que muestran imágenes de lo que podría suceder en el futuro, de acuerdo a supuestos sobre la evolución de las variables anteriores. Así se analiza cómo se comportarán las emisiones -de acuerdo a los supuestos de cada escenario- y las consecuencias que tendría un nivel determinado de GEI en el planeta (IPCC, 2000).

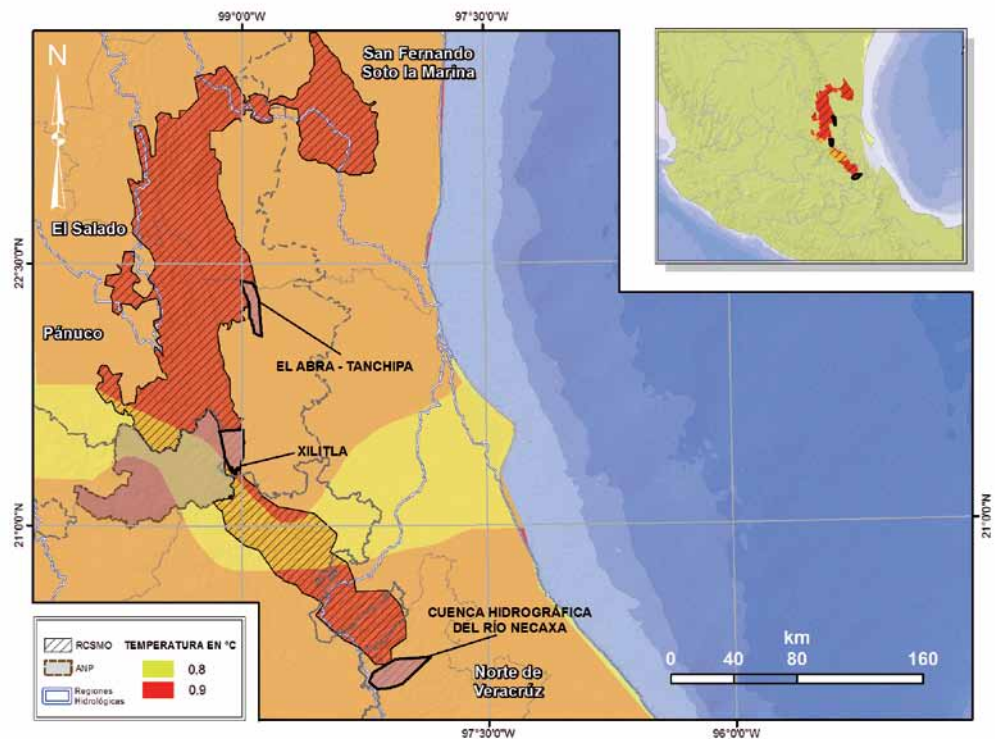
En el PACC-RCSMO se tomaron en cuenta dos escenarios. El primero (A1B), describe un futuro con desarrollo socioeconómico creciente y equitativo -disminuyendo desigualdades regionales-, lo cual se refleja en la introducción de nuevas y más eficientes tecnologías y en un crecimiento demográfico creciente hasta mediados de siglo, que luego se estabiliza. Esto significa que en las primeras décadas se tendría un patrón de emisiones de GEI similar al actual, pero que en el futuro lejano (años 2070-2099) disminuiría (*ibídem*).

El segundo escenario (A2) representa un futuro con crecimiento económico desigual a lo largo de los países, generando diferencias en la creación y adopción de nuevas tecnologías. Además, se presenta un aumento continuo en la población mundial. Lo anterior implica que este escenario es el que supone una mayor emisión de GEI para el futuro lejano (*ibídem*).

El primer resultado del análisis de los posibles escenarios de cambio climático en la RCSMO fue que, al considerar la mediana del cambio esperado para el futuro cercano (2010-2039) de la temperatura media anual (escenario A2), se tendrán aumentos ligeramente menores a 1° C (Mapa 3) (Magaña *et al.*, 2012c). Este resultado debe tomarse con cautela, ya que con la reducción de escala (50 km X 50 km) es difícil distinguir las variaciones entre zonas al interior de la RCSMO.

LAS FUTURAS EMISIONES DE GEI SE ENTIENDEN COMO EL PRODUCTO DE UNA INTERACCIÓN DE DIFERENTES VARIABLES ENTRE LAS QUE SE DESTACAN EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO, EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO EN LOS DIFERENTES PAÍSES, Y EL CAMBIO TECNOLÓGICO Y SU APLICACIÓN A ESCALA GLOBAL

MAPA 3. MEDIANA DEL ENSAMBLE DE CAMBIO EN TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C) PARA EL PERIODO 2010-2039.
FUENTE: MAGAÑA ET AL. (2012C).



Al analizar los cambios promedio en la temperatura mediante el estudio del rango inter-cuar-til de las proyecciones de diferentes modelos, para el futuro cercano se encuentra que bajo el escenario A2 los aumentos de temperatura pueden oscilar entre 0.6 y 1.1° C; para el mismo periodo bajo el escenario A1B los aumentos pueden oscilar entre 0.7 y 1.2° C (*ibídem*).

Es claro que en el futuro cercano no hay diferencias importantes en el cambio esperado de temperatura en los dos escenarios de emisiones. Esto se debe, en parte, a que la diferencia en concentraciones proyectadas de CO₂ es mínima para las primeras tres décadas del análisis.

Las diferencias de temperatura se vuelven más claras hacia finales de siglo, cuando los contrastes en el forzante radiativo⁹ entre un escenario y otro son marcados (IPCC, 2007b). Así, para el futuro lejano (2070-2099) bajo el escenario A2 los aumentos de temperatura estarán entre 2.5 y 3.3° C; para el mismo período los aumentos de temperatura bajo el escenario A1B estarán entre 2.1 y 2.8°C (Magaña *et al.*, 2012c).

9. Un forzante radiativo es un cambio en la radiación (entrante o saliente) al sistema climático. De esta forma, un forzante positivo calienta el sistema pues recibe más energía que la que emite. Un forzante negativo es lo contrario y enfría el sistema.

Los cambios proyectados en los valores extremos de temperatura son mayores que los de la temperatura media. Las proyecciones hechas con el Simulador de la Tierra¹⁰ permiten ver las tendencias de cambio en las temperaturas máxima y mínima, tanto para el futuro cercano (2010-2039) como para el lejano (2070-2099). El análisis realizado para la RCSMO muestra que las variaciones en las temperaturas máximas extremas esperadas en el futuro cercano son del orden de 1.5° C, mientras que para el futuro lejano son de 3.5° C (*ibídem*).

En el caso de las temperaturas mínimas extremas, los cambios son del orden de +1° C (futuro cercano) y +3° C (futuro lejano). Los resultados sugieren que las temperaturas mínimas elevadas (las llamadas noches cálidas) serán más frecuentes y las temperaturas mínimas muy bajas (noches frías) disminuirán. Los posibles impactos negativos de estas modificaciones podrían expresarse como una reducción del confort humano y el de varias especies de animales, así como el aumento de ciertas plagas.

Para profundizar el análisis anterior, se revisaron los datos de tres estaciones meteorológicas representativas: La Encantada (Tamaulipas), Aquismón (San Luis Potosí) y Metepec (Puebla). Los resultados sugieren que, en los tres sitios, la temperatura máxima tendrá los mayores incrementos en los valores máximos. Bajo la óptica de la vulnerabilidad, es este tipo de eventos extremos lo que puede traducirse en impactos negativos en los socio-ecosistemas. Por ejemplo, las proyecciones indican que las ondas de calor serán más frecuentes e intensas, alcanzando -en ocasiones y en algunas regiones- valores cercanos a los 50° C. Cabe mencionar que en 2012 y 2013 incluso ya se han registrado temperaturas de 52° C dentro de la RCSMO, en zonas de San Luis Potosí.

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO: PRECIPITACIÓN

Un elemento importante del clima regional en la RCSMO es la presencia de ciclones tropicales, que viajan desde el Mar Caribe o incluso se forman sobre el Golfo de México. La entrada a continente de estos sistemas puede resultar en años de lluvia muy por encima de la media (hasta 30 % más). No obstante, los impactos en los valores de precipitación de dichos sistemas no son capturados por los modelos mundiales usados para generar escenarios de cambio climático. Incluso los modelos dinámicos de alta resolución espacial como el Simulador de la Tierra no incorporan a los ciclones. Por tanto, el efecto potencial de estos sistemas en las proyecciones climáticas queda como una importante fuente de incertidumbre.

En el caso de la versión regionalizada de los escenarios de precipitación presentados por el IPCC AR4 (Magaña *et al.*, 2012a), la mayoría de los modelos sugiere ligeras disminuciones en la lluvia total anual para la RCSMO. Cuando se considera el escenario de emisiones

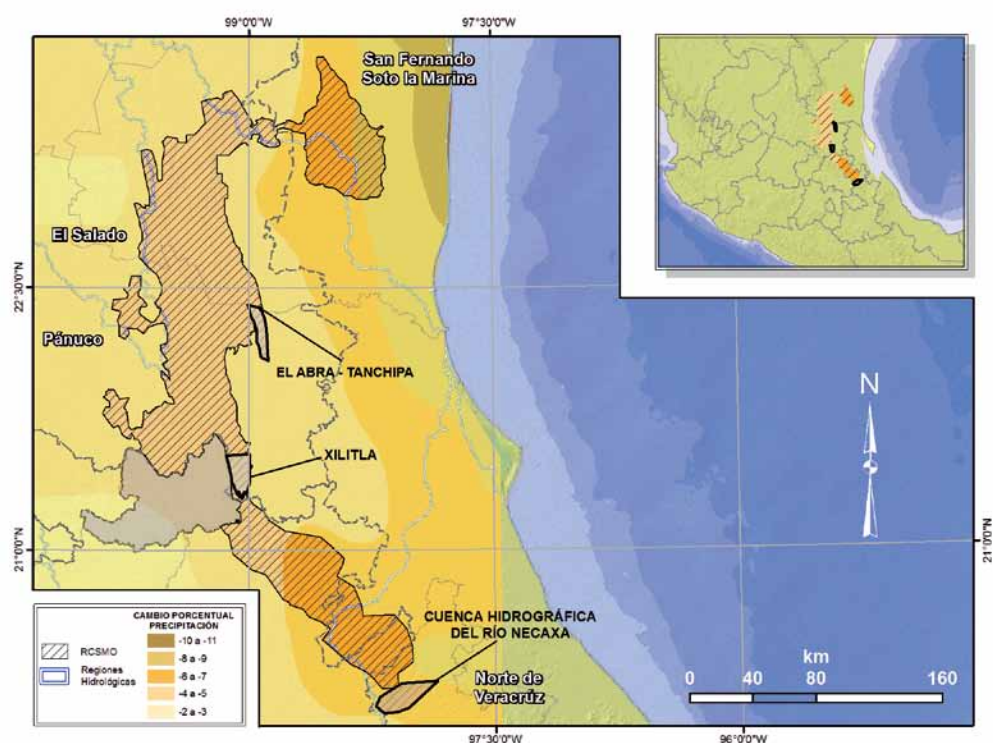
10. Se trata de una supercomputadora empleada para realizar simulaciones climáticas.

ES PROBABLE QUE
LOS HURACANES EN
EL GOLFO DE MÉXICO
TENGAN MAYOR
POSIBILIDAD DE
ALCANZAR CATEGORÍAS 4
Y 5. ESTO SE TRADUCE EN
LLUVIAS MÁS INTENSAS

A2, los cambios promedio esperados son menores al 10 % para gran parte de la zona. Dicho porcentaje proyectado de cambio no varía substancialmente, incluso si se considera el futuro lejano (finales del presente siglo). Si se toman los resultados de un modelo dinámico de clima regional (Simulador de la Tierra), se tienen proyecciones de ligeros aumentos en la precipitación. Los aumentos en precipitación son de alrededor del 5 %, pero con dispersión de igual magnitud entre simulaciones realizadas del modelo, aún y cuando se trata del mismo modelo con distinta condición inicial.

Una medida de la dispersión entre modelos se obtiene al graficar los rangos de cambio en precipitación acumulada anual de la versión regionalizada de los modelos. Bajo los modelos de menores emisiones, los resultados apuntan a una disminución de la lluvia entre 5 y 10%, mientras que pocos modelos sugieren incrementos futuros de la precipitación (Mapa 4).

MAPA 4. MEDIANA DEL ENSAMBLE DE PROYECCIONES DE CAMBIO EN LA PRECIPITACIÓN PARA EL PERIODO 2010-2039. FUENTE: MAGAÑA ET AL, 2012C.



El modelo dinámico de clima regional (Simulador de la Tierra) puede usarse para analizar si el número de tormentas intensas está cambiando. Bajo uno de los escenarios, se proyecta un ligero descenso en la actividad, pero debe recordarse que las precipitaciones más intensas están con frecuencia relacionadas con ciclones tropicales que penetran por el Golfo de México, y este elemento no es capturado adecuadamente por ningún modelo de proyección climática.

Las proyecciones de cambio en la actividad de extremos de precipitación sugieren que no habrá cambios importantes en su magnitud. Un análisis detallado de las proyecciones con diagramas de caja (que permiten ver la dispersión de los datos) parece indicar que en las estaciones meteorológicas al sur de la RCSMO habrá un ligero incremento en la magnitud de los eventos extremos de precipitación. En contraste, en las estaciones hacia el norte podría haber un ligero decremento en la magnitud de los extremos de lluvia diaria.

En el caso de los eventos extremos, como los ciclones tropicales, existe gran incertidumbre sobre los cambios en su actividad futura, sobre todo cuando se trata de analizar tendencias de cambio en trayectorias. Sin embargo, hay un mayor consenso en que la intensidad de los huracanes, bajo cambio climático, aumentará al incrementarse la temperatura de la superficie del mar (Magaña et al., 2012b). Bajo el principio precautorio, se deberá trabajar bajo la posibilidad de que, aunque la actividad de huracanes no cambie, es probable que los huracanes en el Golfo de México tengan mayor posibilidad de alcanzar categorías 4 y 5 (los más intensos y devastadores, como el Huracán Gilberto de 1988).

LOS MODULADORES DEL CLIMA EN LOS ECOSISTEMAS REGIONALES

El proceso del ENOS es sin duda el gran modulador del clima en escalas interanuales y tiene efectos marcados en la fenología de la vegetación en la región. Las relaciones entre clima y ecosistemas son claras en la región de la RCSMO: los eventos extremos en patrones de lluvia (años secos o húmedos) alteran la condición de estrés hídrico en la vegetación.

Un parámetro clave que relaciona esas variaciones climáticas con los ecosistemas es la humedad del suelo. Los resultados de un análisis de ese tipo identifican las temporadas y las zonas más susceptibles de afectación por alteraciones en el clima. En el caso de condiciones “El Niño”, la humedad del suelo presenta anomalías positivas (por arriba del promedio) en invierno, pero altamente negativas (por debajo del promedio) en verano. Esto implica condiciones contrastantes de afectaciones en los ecosistemas por sequías. La zona entre San Luis Potosí y Veracruz es la que muestra las anomalías negativas de humedad de suelo de mayor magnitud; mientras que las zonas de Hidalgo y Puebla tienen una señal menos intensa o incluso menos definida.

En contraste, cuando se presentan condiciones “La Niña” en forma dominante, la tendencia es tener inviernos secos y veranos más lluviosos en la parte norte de la RCSMO, y húmedos en la parte sur, con lo que se presentan valores de humedad de suelo por

EL PROCESO DEL ENOS ES SIN DUDA EL GRAN MODULADOR DEL CLIMA EN ESCALAS INTERANUALES Y TIENE EFECTOS MARCADOS EN LA FENOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN EN LA REGIÓN

encima de la media. Esto sucedió en los meses de septiembre en 1984, 1988 y 2007. Además, debe recordarse que bajo condiciones “La Niña” pueden ocurrir más días con precipitaciones, y la probabilidad de ciclones tropicales que penetran a tierra por el Golfo de México también aumenta.

Una forma indirecta de medir los impactos de clima anómalo en los ecosistemas es a través del análisis de imágenes satelitales, generando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés). El NDVI es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación. Para el análisis de sensibilidad del ecosistema a variaciones en el clima se utilizaron los datos de precipitación y temperatura del Servicio Meteorológico Nacional para la región de la RCSMO (1979-2009). Así, a partir de la variabilidad asociada a condiciones “El Niño” y “La Niña”, se estimaron los valores extremos en humedad de suelo y se analizaron los impactos en la salud de la vegetación a través de las anomalías en el NDVI y los desfases en las anomalías de humedad de suelo y precipitación.

En términos generales, el NDVI tuvo valores mínimos en la época seca y valores relativamente altos en la época lluviosa del año. En el ciclo anual, destaca que en la segunda mitad de agosto se detecta un ligero valor mínimo asociado a la canícula. El efecto de la orografía es claramente discernible en la zona poniente de la RCSMO; mientras que en la zona oriente, la gran cantidad de humedad disponible produce valores del NDVI significativamente mayores. En años “El Niño”, el NDVI tiende a ser menor que en años “La Niña”, lo que sugiere la influencia de la oscilación climática regional y eventos extremos en la actividad fotosintética y fenológica de la vegetación en la Región Central de la Sierra Madre Oriental

En el periodo de 1981 a 2006 se presentaron dos de los eventos “El Niño” más intensos de todo el Siglo XX. De 1982 a 2003, por ejemplo, la región pasó por cinco periodos de sequía importantes, pero el registrado en la temporada de lluvias de 1986 fue el de mayor impacto en los ecosistemas de la región.

En relación al funcionamiento general de los ecosistemas de la RCSMO, los resultados de este análisis sugieren que la vegetación responde dos meses después a un evento de sequía (respuesta estimada en términos del valor del NDVI). También se detectó que a la vegetación le toma un mes recuperarse de una anomalía negativa de humedad de suelo. Lo anterior podría sugerir un valor de referencia de resistencia (estrés hídrico) de los sistemas naturales a los extremos de precipitación y de humedad del suelo.

CONECTIVIDAD Y FRAGMENTACIÓN

CONECTIVIDAD

Dado que a escala de paisaje, la conectividad entre diferentes fragmentos de vegetación refleja su capacidad de permanencia, se hizo un análisis de conectividad ecológica con el Índice Integral de Conectividad (IIC), que consideró el aspecto estructural (disponibilidad de hábitat) y el funcional (distancia entre fragmentos) con el fin de cuantificar la importancia de las áreas de hábitat y enlaces, para el mantenimiento o la mejora de la conectividad del paisaje. Este enfoque permite emplear los resultados para tomar decisiones de conservación (Saura y Rubio, 2010).

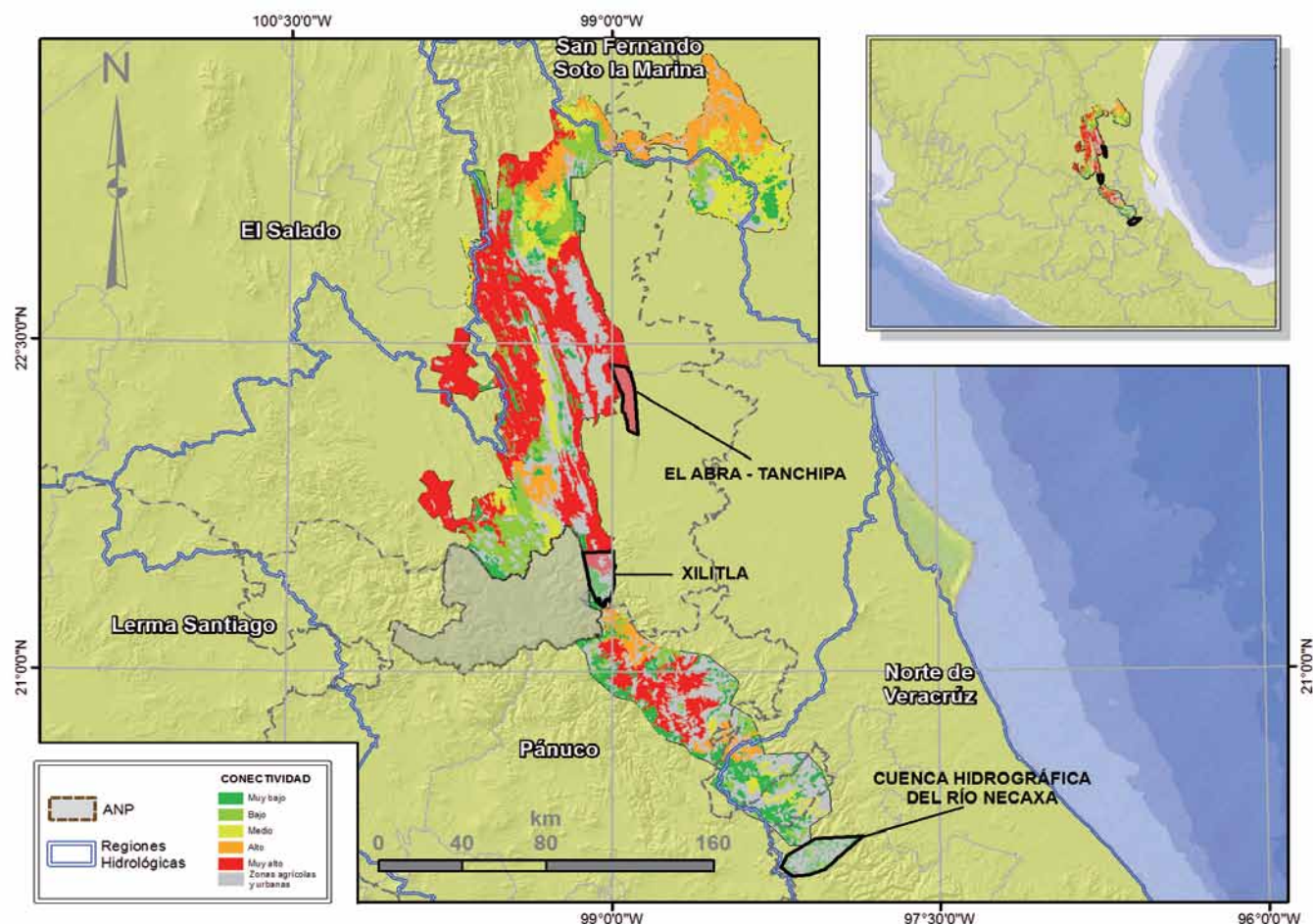
Los resultados del IIC muestran que la conectividad entre los tipos de vegetación considerados sensibles al cambio climático (selva baja caducifolia, bosque mesófilo de montaña y bosque templado) y los de amplia extensión dentro de la RCSMO (matorrales y selvas medianas y altas), tiene una agregación espacial, donde las selvas bajas presentan un índice de conectividad alto en la zona norte de la RCSMO (Tamaulipas y norte de San Luis Potosí).

En el caso del bosque mesófilo de montaña, la mayor conectividad se ubica en la zona sur de la Región Central de la Sierra Madre Oriental (Puebla y sur de Hidalgo). Por su parte, los bosques templados presentan una conectividad más alta en la zona centro (sur de San Luis Potosí y norte de Hidalgo). El mismo caso es para las selvas medianas y altas; mientras que para la vegetación de matorral, la mayor conectividad se encuentra en el centro-norte del polígono.

En el siguiente mapa se aprecia cómo la mayor conectividad (nivel Muy Alto) se ubica hacia el centro del polígono de la RCSMO y cómo hacia el norte -ya dentro de la región San Fernando-Soto La Marina-, el IIC tiende a los niveles Medio y Alto. La porción sur (Norte de Veracruz) es la más alterada, tanto por los valores del IIC (hacia niveles Bajo y Muy Bajo) como por la ocupación de zonas agrícolas y urbanas.

LA CONECTIVIDAD ES EL GRADO DE CONEXIÓN ESPACIAL DE UN HÁBITAT O USO DEL SUELO A TRAVÉS DE UN PAISAJE DETERMINADO (TURNER *ET AL.* 2001)

MAPA 5. ÍNDICE INTEGRAL DE CONECTIVIDAD EN LA RCSMO PARA LOS CINCO TIPOS DE VEGETACIÓN ANALIZADOS (BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA, SELVA BAJA CADUCIFOLIA, BOSQUE TEMPLADO, SELVAS ALTAS Y MEDIANAS, Y MATORRALES). FUENTE: SÁNCHEZ ET AL. (2012).



FRAGMENTACIÓN

LA RIQUEZA EN EL NÚMERO DE FRAGMENTOS POR SECCIONES PROVEE INFORMACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD DE COMPONENTES, PERO TAMBIÉN FACILITA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS MÁS PERTURBADAS

Una de las condiciones que explica por qué la región de la RCSMO es vulnerable, es el grado de fragmentación. Esto es resultado de los cambios en el paisaje: incremento en el tamaño de borde de las unidades con vegetación, la reducción del tamaño y disminución del número de los fragmentos, y la pérdida de conectividad. Estos rasgos generan la mayor cantidad de efectos adversos a los ecosistemas.

La riqueza en el número de fragmentos por secciones provee información sobre la diversidad de componentes, pero también facilita la identificación de las zonas más perturbadas. Para evaluar la distribución espacial y la tendencia a la fragmentación, en el análisis de vulnerabilidad se definió una escala de cuatro niveles según el valor del índice de fragmentación: Bajo, Medio, Alto y Muy alto.

En el cuadro de abajo se puede ver que el nivel Medio de fragmentación predomina en las cuatro regiones hidrológicas. De las cuatro, El Salado es la más fragmentada, ya que el 74.3% de su superficie está en nivel Medio y también tiene el porcentaje más grande en el nivel Alto. Además, la riqueza de los fragmentos no está agregada sino que es heterogénea en el polígono. Debido a que la región Pánuco ocupa el 73.0% de la superficie de la RCSMO, su condición es determinante de la condición generalizada de la Región Central de la Sierra Madre Oriental.

CUADRO 11. SUPERFICIE DE LAS REGIONES HIDROLÓGICAS POR NIVEL DE FRAGMENTACIÓN.

REGIÓN HIDROLÓGICA	% RCSMO	NIVEL DE FRAGMENTACIÓN (% DE CADA REGIÓN)			
		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Pánuco	73.58	32.0	66.3	1.5	0.1
El Salado	3.61	21.8	74.3	3.7	0.1
San Fernando- Soto La Marina	12.62	35.2	63.3	1.5	0.1
Norte de Veracruz	10.20	16.1	81.4	2.4	0.1

Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, 2011.



PUNTOS CLAVE

- En la RCSMO la temperatura media anual ha aumentado alrededor de 1° C en los últimos treinta años.
- En esta región se registra un aumento en la frecuencia de días calurosos y una disminución de los días fríos.
- Los registros meteorológicos indican una ligera reducción en la precipitación promedio anual durante los últimos 60 años.
- Las proyecciones climáticas sugieren que en un futuro cercano: las noches cálidas serán más frecuentes, las noches frías disminuirán y las ondas de calor serán más intensas y frecuentes.
- Si las emisiones de gases de efecto invernadero continúan su tendencia actual, para el año 2050 la temperatura promedio se podría incrementar entre 0.7 y 1.2 °C; mientras que las temperaturas máximas extremas podrían hacerlo hasta en 1.5 °C.



¿A QUÉ SOMOS VULNERABLES? VULNERABILIDAD EN LA RCSMO



¿A QUÉ SOMOS VULNERABLES?

VULNERABILIDAD EN LA RCSMO

El análisis de vulnerabilidad se presenta de acuerdo a las amenazas climáticas y sus impactos potenciales. El conocimiento de los elementos que condicionan la vulnerabilidad es un paso relevante para el diseño de estrategias de adaptación al cambio climático y la toma de decisiones a escala local y regional en la RCSMO.



PRINCIPALES AMENAZAS

Para los ecosistemas y muchas de las especies presentes en la RCSMO, el cambio climático y las modificaciones en la configuración del paisaje, son dos de las principales amenazas (Higgins, 2007). Estos fenómenos se asocian entre sí e incrementan la vulnerabilidad de los sistemas. Los cambios en el paisaje tienen como expresión clara la fragmentación.

Los incrementos en la temperatura y las aparentes disminuciones en precipitación, pueden provocar aumentos en la evapotranspiración potencial y disminuciones en los escurrimientos y en la humedad de suelo. Sin embargo, es posible que los mayores cambios se presenten en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.

Con base a estas diferencias de temperatura y de precipitación, a escala nacional se estima que los tipos de vegetación más afectados serán: (i) los bosques templados (incluyen bosques de pino, encino, mixtos, de oyamel, de *Cupressus* y de *Juniperus*, principalmente), (ii) las selvas tropicales y (iii) el bosque mesófilo de montaña (Villers y Trejo, 1998). Esto generaría un cambio en la composición y distribución de las especies que habitan en esos ecosistemas; por ello, se han definido como prioritarios en el PACC-RCSMO.

De acuerdo a las proyecciones de Villers y Trejo, se prevé que los tipos de vegetación que aumentarán su superficie a escala nacional actual son: la selva tropical perennifolia, la selva tropical caducifolia y subcaducifolia, y el bosque espinoso. Cabe aclarar que estos escenarios no consideran las altas tasas de deforestación¹¹ que ocurren en los sistemas naturales (*ibídem*).

11. La deforestación está directamente vinculada con las modificaciones en el ciclo hidrológico por los cambios en albedo, rugosidad y humedad (Pilke, 2005). Estudios recientes indican que las tasas de deforestación y

PARA LOS ECOSISTEMAS Y MUCHAS DE LAS ESPECIES PRESENTES EN LA RCSMO, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS MODIFICACIONES EN LA CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE, SON DOS DE LAS PRINCIPALES AMENAZAS (HIGGINS, 2007). ESTOS FENÓMENOS SE ASOCIAN ENTRE SÍ E INCREMENTAN LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS

Se sabe que una modificación en la superficie de los tipos de vegetación -contracción o expansión- traerá como consecuencia una nueva distribución espacial de las especies, así como cambios en la abundancia (Peterson et al., 2001; Peterson et al., 2002).



PUNTOS CLAVE

- El cambio climático y las modificaciones en la configuración del paisaje son dos de las principales amenazas a las que se enfrentan los ecosistemas de la RCSMO.
- Estas amenazas generan cambios en los patrones de clima actuales. Es posible que los mayores cambios se presenten en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.
- Otros posibles impactos del cambio de cobertura vegetal son el aumento en la evapotranspiración y la disminución en los escurrimientos y en la humedad del suelo.



IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LOS OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES

En esta sección se presentan los impactos potenciales sobre los diferentes objetos socio-ambientales identificados para los dos subsistemas: procesos ecosistémicos y estrategias de vida de la población local y organización social. Para los primeros, se destacan los impactos en la cantidad y calidad del agua, el aumento en la erosión, incidencia de incendios y plagas y enfermedades, así como la pérdida de biodiversidad.

DE ESTA RELACIÓN
ESTRECHA ENTRE MEDIOS
DE VIDA Y BIENESTAR DE
LOS ECOSISTEMAS, SE
JUSTIFICA EL ENFOQUE
DE UNA ADAPTACIÓN
BASADA EN ECOSISTEMAS

En cuanto a las poblaciones humanas, los impactos pueden diferir entre los grupos. Hasta cierto punto, se podría decir que algunas de las actividades que se basan en ecosistemas, como las agropecuarias, son las más vulnerables al cambio climático. De esta relación estrecha entre medios de vida y bienestar de los ecosistemas, se justifica el enfoque de una Adaptación basada en Ecosistemas. Sin embargo, dejando a un lado el estado de los ecosistemas, surge la cuestión de cuánta dependencia de una estrategia de vida debería haber en actividades sensibles a impactos climáticos, y cuánta diversificación hacia actividades con menor sensibilidad al clima debería existir.

Adicional a los impactos, en los siguientes cuadros se presenta el contexto de vulnerabilidad que fue contemplado para cada uno de los objetos, así como la capacidad adaptativa que se asocia a éstos.

cambio de uso de suelo en la región de la Sierra Madre Oriental alcanzan el 1 % anual, lo que ha significado la pérdida de alrededor del 30 % de la superficie de selvas tropicales y bosques templados en los últimos 40 años (Sahagún-Sánchez et al., 2011).

PROCESOS ECOSISTÉMICOS

CUADRO 12. CUERPOS DE AGUA.

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Cambios en la cantidad, calidad y distribución de hábitats acuáticos.	Cambio elevado en el uso de suelo, deforestación y contaminación de cuerpos de agua por la minería, la agroindustria y aguas residuales de las poblaciones.	La cubierta vegetal alrededor de los cuerpos de agua actúa como buffer ante el arrastre de sedimentos y como diluyente de partículas contaminantes.
Disminución de la regulación natural de las inundaciones.		
Alteración de las propiedades físicas y químicas de cuerpos de agua.	Cambio elevado en el uso de suelo, deforestación, contaminación de reservorios de agua y aumento de la demanda de agua por una población creciente.	Resistencia mecánica a la contaminación (diluyente de partículas).
Alteración en las actividades recreativas y culturales		
Cambios en la cantidad, calidad y distribución de agua		

CUADRO 13. ZONAS DE RECARGA O MANANTIALES.

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Cambios en la cantidad, calidad y distribución de agua.	Incremento en el cambio de uso de suelo y la deforestación.	La cobertura vegetal en zonas de recarga permite la infiltración de agua y reduce la escorrentía superficial.
Incremento en la depleción de aguas subterráneas (abatimiento de los mantos freáticos).	Contaminación de reservorios de agua por minería, agroindustria y aguas residuales de las poblaciones.	
	Aumento de la demanda de agua por una población creciente.	

CUADRO 14. BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA (BMM); SELVA BAJA CADUCIFOLIA (SBC); BOSQUE TEMPLADO (BT).

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
BBM/ SBC / BT	BBM	BBM/ SBC
Aumento en el estrés hídrico de la vegetación.	Disminución de neblina y retención de humedad por el acelerado cambio de uso de suelo.	Biodiversidad alta.
Aumento en incidencia y probabilidad de incendios.	Vegetación de distribución fragmentada por naturaleza.	BT
Aumento en los procesos de erosión de suelos.	Presencia de plagas forestales. (BBM/BT)	Especies de tipo ruderal, con rápido crecimiento.
Mayor incidencia de plagas y enfermedades.	Erosión y degradación de suelos en zonas de alta pendiente y sin cobertura vegetal. (BBM/BT)	Actividades de manejo sustentable comunitario.
Cambios en estructura, composición y distribución de especies.	Reducción de su distribución y una continua perturbación. (BBM/BT)	Buena conectividad y fragmentos grandes de vegetación.
Pérdida de biodiversidad.	Lenta capacidad de regeneración. (BBM/BT)	
	SBC	
	Altas tasas de deforestación en la región.	

ESTRATEGIAS DE VIDA DE LA POBLACIÓN RURAL

CUADRO 15. AGROECOSISTEMAS (CAFÉ DE SOMBRA).

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Cambios en los patrones fenológicos de los cultivos.	Incremento en el cambio de uso de suelo y la deforestación.	Aprovechamiento y manejo de la biodiversidad.
Aumento de plagas agrícolas y enfermedades.	Erosión y degradación de suelos en zonas de alta pendiente y sin cobertura vegetal.	Sistemas agroforestales diversificados, que permiten la conectividad de la biodiversidad.

CUADRO 16. ACTIVIDADES AGROINDUSTRIALES (CAÑA, CÍTRICOS).

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Cambios en los patrones fenológicos de los cultivos.	Incremento en el cambio de uso de suelo y deforestación.	Hay acceso a tecnología y apoyo técnico.
Pérdida de la producción o productividad.	Estos cultivos dependen de insumos (pesticidas, fertilizantes, etc.), lo cual conlleva un costo elevado y perjudica a los ecosistemas.	Existen subsidios que apoyan estas actividades.
Aumento de plagas agrícolas y enfermedades.	Grandes zonas agrícolas sin sistema de riego.	
Incremento de las necesidades de riego.		

CUADRO 17. FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA (PARA USO Y MANEJO PARA LAS ESTRATEGIAS DE VIDA).

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Reducción en los suministros de agua.	Incremento en el cambio de uso de suelo y deforestación.	Existen apoyos gubernamentales para realizar obras de almacenamiento de agua.
No hay agua suficiente para regar los cultivos.	Falta de cultura en el manejo integral del agua.	
Disminución en la captación de agua.	Contaminación de cuerpos de agua por minería, agroindustria y aguas residuales de las poblaciones.	
Aumento en la contaminación de los depósitos de agua.		

CUADRO 18. ACTIVIDADES DE MANEJO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Aumento en la posibilidad de conflictos por escasez y degradación de recursos.	Incremento en el cambio de uso de suelo y deforestación.	Uso de nuevas técnicas o prácticas agrícolas.
	Contaminación de cuerpos de agua por la minería, agroindustria y aguas residuales de las poblaciones.	Se tiene el derecho de uso de los recursos.
		Existe una cohesión comunitaria.
		Instituciones sociales y gobernanza comunitaria.
		Conocimiento local sobre el manejo de la tierra y las técnicas de cultivo

CUADRO 19. POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD.

IMPACTOS ESPERADOS	CONTEXTO DE VULNERABILIDAD	CAPACIDAD ADAPTATIVA
Aumento en el número de ondas de calor que afectan la salud.	Conflictos sociales de naturaleza política dividen a las comunidades; bajo nivel en los servicios de salud, educación y servicios públicos; bajo nivel de sensibilización ante los riesgos ambientales.	Acceso a servicios de salud que informan sobre los riesgos asociados a las amenazas climáticas.
Reducción del confort humano.		Presencia importante de hogares indígenas que posibilitan cohesión comunitaria.
Alteración en las actividades recreativas y culturales.		
Dificultades para salir a trabajar.	Hay familias que carecen de tierras y dependen de los ingresos de trabajos en las parcelas de otros (ejidatarios y propietarios).	Mayor resistencia de las comunidades locales para sobrellevar impactos climáticos.
Se interrumpe la dinámica social cotidiana, incluyendo los procesos comerciales.		



ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO EN LA RCSMO



ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO EN LA RCSMO

Las EAMM tienen el propósito de mantener la provisión de servicios ecosistémicos importantes para las estrategias de vida de las personas y las comunidades de la RCSMO, además están dirigidas para favorecer la adaptación y mitigación ante posibles efectos del cambio climático y otras amenazas de origen socio-ambiental. Con las EAMM se busca conferir una mayor resiliencia a los ecosistemas, las especies, los sistemas productivos y las poblaciones humanas, así como reducir su vulnerabilidad.

Las EAMM constituyen para los tomadores de decisión insumos conceptuales y herramientas prácticas sobre el manejo territorial y sus recursos naturales que apoyen las acciones de adaptación, mitigación y monitoreo en ecosistemas prioritarios. Las EAMM propuestas -incluyendo las que se implementen en las poblaciones humanas de la RCSMO- considerarán actividades realizables en el corto, mediano y largo plazo.



PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN, PRIORIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LAS EAMM

El proceso de construcción de las EAMM tomó en cuenta la información de las tendencias climáticas y posibles escenarios de cambio climático que, en conjunto con el contexto de vulnerabilidad socio-ambiental de la RCSMO, tendrán impactos diferenciados sobre los objetos socio-ambientales del sistema. En estos objetos se enfocará la implementación de las acciones.

El análisis de vulnerabilidad en la Sierra Madre Oriental se usó como base para diseñar un primer listado de EAMM para la RCSMO. Lo anterior consideró la información científica, la generación de línea base y la recopilación de información generada con los talleres participativos a nivel comunitario.

Para garantizar que las EAMM tuvieran mayor congruencia con los contextos socio-ambientales heterogéneos y se iniciara un empoderamiento de los actores frente a las acciones propuestas, se aplicó una metodología participativa de identificación, priorización y validación de estrategias. Lo anterior se hizo para buscar una mayor efectividad al momento de la implementación de las estrategias (Ulrichs *et al.*, 2012).

Taller con actores clave para la construcción de estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo.





Taller con actores clave para la construcción de estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo.

Para el proceso de identificación, priorización y validación de las EAMM se consideraron los siguientes pasos:

- Los actores clave¹² generaron una lluvia de ideas. A partir de su experiencia escribieron las EAMM ante el cambio climático necesarias a implementar en la Sierra Madre Oriental.
- Estas estrategias fueron relacionadas y complementadas con el primer listado de EAMM (*insumo 1*) con base en el análisis de vulnerabilidad. De la lluvia de ideas surgieron 54 estrategias. Éstas fueron organizadas temáticamente, quedando un total de 39 estrategias.
- Las 39 estrategias se analizaron y calificaron en función a un enfoque multi-criterio de desempeño sugerido por CONANP-FMCN-TNC (2011)¹³. Adicionalmente se agregaron dos criterios: temporalidad e importancia¹⁴.

12. Los actores clave son los representantes de las comunidades que las habitan, directivos y personal técnico de la CONANP y académicos que han realizado investigación de diferentes disciplinas en la RCSMO.

13. El enfoque multi-criterio se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios: concurrencia, factibilidad, impacto regional potencial, monitoreo y replicabilidad.

14. El significado de cada criterio se encuentra en el Anexo 1

- Con esos criterios se calificó cada estrategia de forma aleatoria por los tres grupos de actores clave que participaron en los talleres¹⁵.
- Se asignaron pesos a los criterios de calificación por cada grupo. Esto sirvió para que los tres grupos jerarquizaran los criterios de evaluación.
- Los pesos obtenidos de cada criterio fueron multiplicados por la calificación obtenida por cada estrategia durante la evaluación de ese criterio.
- La calificación final de cada estrategia se obtuvo de la suma de todas las calificaciones obtenidas multiplicada por cada uno de los pesos que corresponden al criterio.
- Como resultado de calificar las estrategias y de asignar pesos a los criterios de la calificación, se obtuvieron tres listados (uno por grupo) de estrategias priorizadas según su valor de importancia diferenciada por cada grupo de actores.
- Para generar una serie de estrategias integradas, la sumatoria de las calificaciones asignadas por cada grupo definió el nivel de prioridad¹⁶ de cada estrategia. Con ello se definieron cuatro niveles de prioridad: (i) Muy alta, (ii) Alta, (iii) Media y (iv) Baja. Los límites entre cada nivel se establecieron con un método mixto gráfico y de minimización de la varianza.

El resultado final de este proceso fue una serie de 39 EAMM priorizadas y organizadas para cada uno de los objetos socio-ambientales (Cuadros 20-23).

Es importante señalar que algunas de las estrategias son similares, pero esto responde al proceso de identificación y formulación: participación de actores que operan a distintas escalas y bajo diferentes intereses y perfiles. No obstante, se considera que las siguientes estrategias serán insumo para:

- Organizar “paquetes” que definan programas regionales para la RCSMO.
- Especificar las zonas de intervención, ya que ahora están señaladas de acuerdo a los objetos socio-ambientales.
- Sentar las bases de colaboración con instituciones que no participaron en el proceso de construcción pero que sí tienen presencia regional.

15. Ver ficha de evaluación en el Anexo 1.

16. Para mayor detalle del proceso de priorización ver el Anexo 1.

CUADRO 20. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO SELECCIONADAS CON GRUPOS DE ACTORES CLAVE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS MULTI-ESCALAR DE VULNERABILIDAD EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL (2013) Y EL TALLER CON ACTORES CLAVE.

PRIORIDAD MUY ALTA: 10 ESTRATEGIAS

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
 1 ECOSISTEMAS FORESTALES / ZONAS DE RECARGA	Incrementar la superficie forestal con pago por servicios ambientales.	En modalidades como el PSA hidrológico, biodiversidad y captura de carbono. Especialmente en áreas prioritarias para: recarga de acuíferos y zonas altas de cuenca, alta biodiversidad, vegetación ribereña y vegetación secundaria.*
 2 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Promover y fortalecer el manejo forestal comunitario.	Se puede promover el manejo forestal comunitario en áreas con aptitud maderable y no maderable, con buenas prácticas y coordinado con sistemas productivos diversificados (agroforestería), que exploren el potencial de especies nativas (p.ej. palma, zarza, chile, vainilla) y la producción de traspatio con los mercados.
 3 ECOSISTEMAS FORESTALES	Realizar un análisis de riesgo/susceptibilidad a perturbaciones por variabilidad climática.	Incendios, plagas (descortezador, muérdago, roya del café), deslaves y otras perturbaciones.
 4 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Desarrollar un programa estratégico de manejo de la fauna silvestre.	Su diseño deberá incluir: 1) estudios poblacionales de especies protegidas (NOM059/2010); 2) monitoreo y regulación de la extracción de fauna (con brigadas comunitarias); y 3) reproducción de especies de interés.
 5 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Desarrollar una estrategia integral de saneamiento de ecosistemas forestales.	Basada en un diagnóstico de plagas, enfermedades y especies invasoras, con participación de: comunidades, gestores y académicos. Se propone: 1) diagnóstico y localización; 2) parcelas demostrativas; y 3) sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento. Captará fondos de diferentes fuentes.
 6 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Fomentar prácticas agropecuarias sustentables.	Técnicas de conservación de suelo y agua para el aprovechamiento sin perder funcionalidad ecosistémica (p.ej. manejo forestal sustentable, cultivos biointensivos, seguimiento de Ordenamientos Ecológicos Territoriales).

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
7  AGROECOSISTEMAS / MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Diseñar e instrumentar sistemas agroforestales.	Se pueden diseñar sistemas agroforestales que estén integrados a la producción de café y maíz, como sistemas silvopastoriles y de ganadería sustentable, que enriquezcan la vegetación secundaria. P. ej. diversificación productiva en cafetales (pimienta, frutales, ornamentales y otros).
8  MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Incrementar el número de obras de conservación de agua y suelo en los sistemas productivos.	Considerar las obras como parte integral de los modelos de producción locales.
9  POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Desarrollar estrategias de vinculación entre la academia y las comunidades locales.	Ejemplos: "ejidos modelo" (con manejo forestal y de cuencas, y organización comunitaria), "investigación-acción" y otras estrategias para rescatar, mejorar y difundir el conocimiento local.
10  POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Fortalecer campañas de comunicación y educación ambiental regionales.	La finalidad de campañas de comunicación es informar e involucrar a las comunidades locales en el diagnóstico, planeación e implementación de acciones de gestión del riesgo inducido por variabilidad climática.

* Actualmente los esquemas del Pago por Servicios Ambientales (PSA) nacional y estatales incluyen únicamente zonas forestales. Sin embargo, otros usos de suelo con manejo sustentable tienen potencial para proveer servicios ambientales, por lo que se sugiere explorar esas posibilidades para la RCSMO.

-  **RECURSOS HÍDRICOS**
-  **ECOSISTEMAS FORESTALES**
-  **ESTRATEGIAS DE VIDA**
-  **ORGANIZACIÓN SOCIAL**

PRIORIDAD ALTA: 14 ESTRATEGIAS

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
 11 BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	Fomentar la conservación y protección de áreas con este tipo de vegetación.	La finalidad es favorecer su resiliencia ante el cambio climático.
 12 POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Fortalecer las capacidades locales y la cohesión comunitaria.	Con orientación a incrementar el acceso a recursos gubernamentales que promueven la conservación del bosque y el manejo sustentable en modelos agropecuarios.
 13 ECOSISTEMAS FORESTALES	Diseñar una red de corredores para aumentar la conectividad ecológica en ecosistemas forestales (particularmente al norte de la RCSMO).	Se necesita: 1) identificar remanentes forestales conservados (p. ej. selva baja caducifolia y subcaducifolia entre la RB El Cielo y Sierra de Tamaulipas con Sierra Abra Tanchipa), y 2) diseñar un sistema de corredores que brinde conectividad para estos tipos de vegetación.
 14 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Incentivar el uso de cercas vivas en zonas de cultivo y potreros.	Con especies forrajeras o nativas para producción maderable y uso (p.ej. barreras contra el viento). Aplicar otras prácticas de conservación de agua y suelo en los cultivos en ladera. Dar seguimiento a los resultados e impactos de estas prácticas.
 15 TRANSVERSAL**	Implementar un fondo de investigación de efectos del cambio climático en ecosistemas de la RCSMO.	Evaluar la factibilidad de conformar un Fondo sectorial CONACYT - CONANP con operación en la RCSMO.
 16 BOSQUE TEMPLADO	Investigar especies con mayor susceptibilidad al cambio climático.	Específicamente, el comportamiento de umbrales de temperatura y humedad en ciertas especies (<i>Pinus culminicola</i> , <i>P. hartwegii</i> y <i>Quercus obtusata</i>). Se requiere desarrollar proyectos de conservación y restauración en áreas con estas especies.
 17 CUERPOS DE AGUA / ZONAS DE RECARGA	Desarrollar e implementar acciones de manejo integrado de cuencas hidrográficas.	Requiere diagnóstico biofísico y social, identificación de problemas y definición de estrategias. Considerar: conservación de cobertura forestal (parte alta y media de cuencas), saneamiento de aguas residuales y desarrollo de campañas para el cuidado del agua.

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
18 ECOSISTEMAS FORESTALES	Implementar un programa de restauración ecológica.	Énfasis en cafetales abandonados y bosque mesófilo degradado, con enfoque integral (protegiendo el suelo, reconociendo microcuencas e integrando sectores) e incorporando especies útiles. Se sugieren como etapas: prevención, capacitación, ejecución y seguimiento.
19 TRANSVERSAL	Fortalecer e incentivar la vinculación entre sociedad, gobierno y academia para implementar actividades productivas alternas.	La vinculación estaría dirigida a mejorar la capacitación, participación y organización comunitaria en actividades como el aprovechamiento forestal no maderable, el ecoturismo y la agroforestaría, entre otros.
20 ECOSISTEMAS FORESTALES / AGROECOSISTEMAS	Desarrollar un programa de reforestación de áreas agrícolas ociosas.	Con énfasis en la restauración ecológica y que incluya: las necesidades de los productores, un sistema de monitoreo, un sistema de compensación y la incorporación de especies útiles (p.ej. frutales) para las comunidades humanas.
21 ECOSISTEMAS FORESTALES	Implementar medidas para el control de incendios.	Se puede brindar capacitación en remoción de carga de combustible, establecimiento de guarda rayas, manejo de incendios controlados (p. ej. en bosques con pinos resistentes o favorecidos: <i>P. hartwegii</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. patula</i> y <i>P. teocote</i>).
22 POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Desarrollar un sistema financiero para atender eficientemente los impactos de eventos climáticos.	Se puede incluir el uso de fondos y fideicomisos para captar recursos económicos cuando se atienden sequías, heladas, incendios o inundaciones.
23 POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Diseñar e implementar programas de educación y participación de la población local.	Considerar temas prioritarios como: cambio climático, incendios, manejo de fauna y de recursos hídricos, servicios ambientales (incluido REDD+) ^{***} , y orientar la educación y participación para que las respuestas a los problemas incluyan la experiencia local.
24 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Establecer viveros.	Producir especies nativas e introducidas: multipropósito y de importancia económica para los pobladores (p.ej. orgánicos y plantas medicinales), que abastezcan plantaciones para el enriquecimiento biológico y el aumento de la conectividad de la vegetación ribereña.

^{**} Estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo susceptibles de ser implementadas y que tendrán efecto sobre todos los objetos socio-ambientales descritos en el Programa de Adaptación.

^{***} REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación

PRIORIDAD MEDIA: 11 ESTRATEGIAS

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
25  POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Promover los ordenamientos productivos comunitarios.	Para realizar una mejor planeación de uso de suelo (con enfoque de cuenca), en términos de la disminución o eliminación de la presión.
26  ECOSISTEMAS FORESTALES	Promover la restauración ecológica.	Incluyendo actividades que, con enfoque de ecología de poblaciones, comunidades y ecosistemas, faciliten la regeneración natural. Esto requiere: la identificación de áreas degradadas por subcuenca y el diagnóstico del uso de recursos por parte de las comunidades locales.
27  ECOSISTEMAS FORESTALES / ZONAS DE RECARGA	Reforestar y restaurar zonas de vegetación ribereña y recarga hídrica.	Actividades orientadas a la regulación del ciclo hidrológico y la conectividad ecológica. Podrían iniciar en la zona alta de las microcuencas, apoyadas por el pago de servicios ambientales.
28  FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA	Implementar sistemas de abastecimiento local de agua asociados a las zonas forestales.	El abastecimiento local de agua sería parte del sistema de producción forestal, por lo que habrá que diseñar ese modelo de manejo.
29  ECOSISTEMAS FORESTALES	Establecer parcelas permanentes de monitoreo y evaluación de las comunidades forestales	Incluir: situación, procesos e impactos. Entre otros: cambio de uso de suelo, deforestación, degradación, fragmentación, crecimiento, recuperación, sucesión.
30  MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Crear bancos de germoplasma y parcelas de investigación con material genético selecto.	Se pueden crear bancos de germoplasma como proveedores de reforestación y plantaciones forestales. Será necesario: definir áreas semilleras e identificar árboles padre de diferentes especies, y coleccionar semillas en ambientes extremos y zonas de transición.
31  ECOSISTEMAS FORESTALES /  MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Promover y apoyar la certificación forestal.	Incluir comunidades y propietarios individuales para implementar buenas prácticas y un manejo forestal sustentable.

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
 32 BOSQUE TEMPLADO	Fomentar la conservación, restauración y protección de áreas con bosque de oyamel (<i>Abies sp.</i>).	La finalidad: favorecer la resiliencia de este tipo de vegetación ante el cambio climático.
 33 BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	Enriquecimiento de cafetales.	Utilización de especies nativas (de clímax o sucesión tardía), de los géneros: <i>Quercus</i> , <i>Magnolia</i> , <i>Fagus</i> , <i>Carpinus</i> y otras.
 34 ECOSISTEMAS FORESTALES /  MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Establecer Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)	Analizar el estado de las poblaciones con potencial cinegético y regular la extracción de especies silvestres con participación de la población local (brigadas).
 35 POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD	Fomentar la capacitación en ecotecnias para el tratamiento y reuso de aguas residuales en comunidades locales.	Las ecotecnias deberán incorporarse a un esquema general de gestión comunitaria del agua, que considere tanto el abastecimiento como la reducción del consumo y la eficiencia en las descargas.

PRIORIDAD BAJA: 4 ESTRATEGIAS

OBJETO SOCIO-AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN MEDIDA	DETALLE
 36 PROCESOS ECOSISTÉMICOS	Establecer una red de estaciones hidráulicas.	Monitoreo de escurrimientos y caudales en sitios estratégicos dentro de las subcuencas.
 37 MODELOS DE MANEJO Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES	Apoyo en la investigación y desarrollo de plantaciones con especies cuya adaptación a la región sea favorable.	Considerar especies multipropósito de interés comercial y especies nativas con potencial de mercado.
 38 ACTIVIDADES AGROINDUSTRIALES	Implementar tecnologías que reduzcan el impacto ambiental de la producción agrícola comercial.	Por ejemplo, reducir: 1) la emisión de gases de efecto invernadero (promover la zafra verde), 2) el consumo de agua y 3) el uso de agroquímicos en la producción agropecuaria comercial.
 39 ECOSISTEMAS FORESTALES / AGROECOSISTEMAS	Implementar una red de proyectos de investigación y monitoreo de captura y almacenamiento de carbono.	Una red de proyectos de investigación y monitoreo de captura de carbono se debe realizar con un enfoque de largo plazo, en ecosistemas forestales y sistemas agroforestales.



PARTICIPACIÓN DE ACTORES EN CADA EAMM Y ASIGNACIÓN DE LAS EAMM POR OBJETO SOCIO-AMBIENTAL

En los talleres de selección y priorización de estrategias, se identificaron los actores que deberían participar en la implementación de cada una¹⁷. El resultado se pudo resumir por sector, mostrando que las instituciones del Gobierno federal son las que participan en todas las EAMM (Gráfica 2), en especial la CONANP y la CONAFOR con un 92 % y un 82 %, respectivamente. Los resultados resaltan el enfoque de participación local que requiere

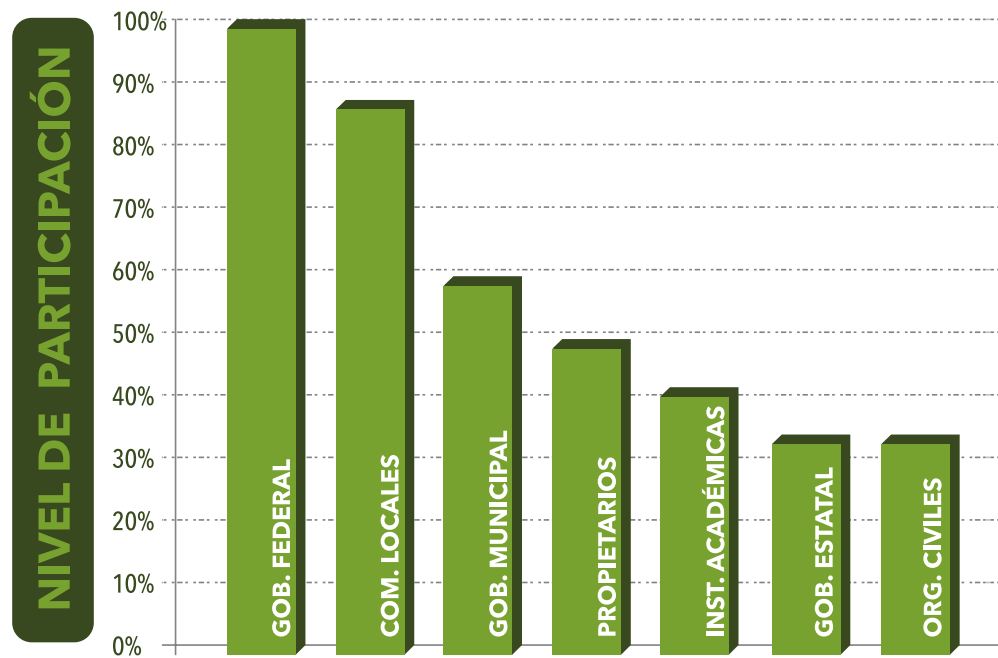
17. En el Anexo 2 se encuentran las matrices completas de la distribución de las EAMM por actor y por objeto socio-ambiental.

LOS RESULTADOS RESALTAN EL ENFOQUE DE PARTICIPACIÓN LOCAL QUE REQUIERE EL PACC-RCSMO QUE, COORDINADO Y CON FINANCIAMIENTO DE INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES FEDERALES, PUEDE INVOLUCRAR DE MANERA SUSTANCIAL A LAS COMUNIDADES Y AUTORIDADES LOCALES

el PACC-RCSMO que, coordinado y con financiamiento de instituciones gubernamentales federales, puede involucrar de manera sustancial a las comunidades y autoridades locales.

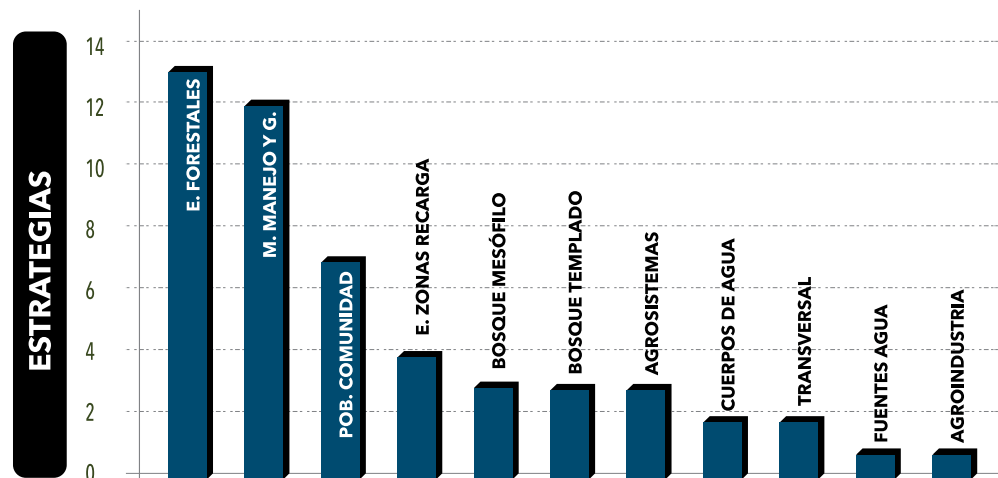
LA CONANP Y LA CONAFOR CON UN 92% Y UN 82% RESPECTIVAMENTE, FUERON LAS INSTITUCIONES DEL GOBIERNO FEDERAL QUE PARTICIPARON EN MAYOR PROPORCIÓN EN LAS EAMM

GRÁFICA 2. NIVEL DE PARTICIPACIÓN EN LAS EAMM POR SECTOR DE ACTORES INVOLUCRADOS.



También se llevó a cabo la asignación de las EAMM por objeto socio-ambiental, que se concentró en dos objetos socio-ambientales: Ecosistemas forestales y Modelos de manejo y gestión de recursos (Gráfica 3). El primero corresponde al subsistema "Procesos ecosistémicos"; mientras que el segundo es de "Estrategias de vida humanas y organización social". Esta distribución de las estrategias resalta el enfoque del PACC-RCSMO hacia un sistema integrado ambiente-medios de vida locales.

GRÁFICA 3. ASIGNACIÓN DE MEDIAS POR OBJETO SOCIO-AMBIENTAL.



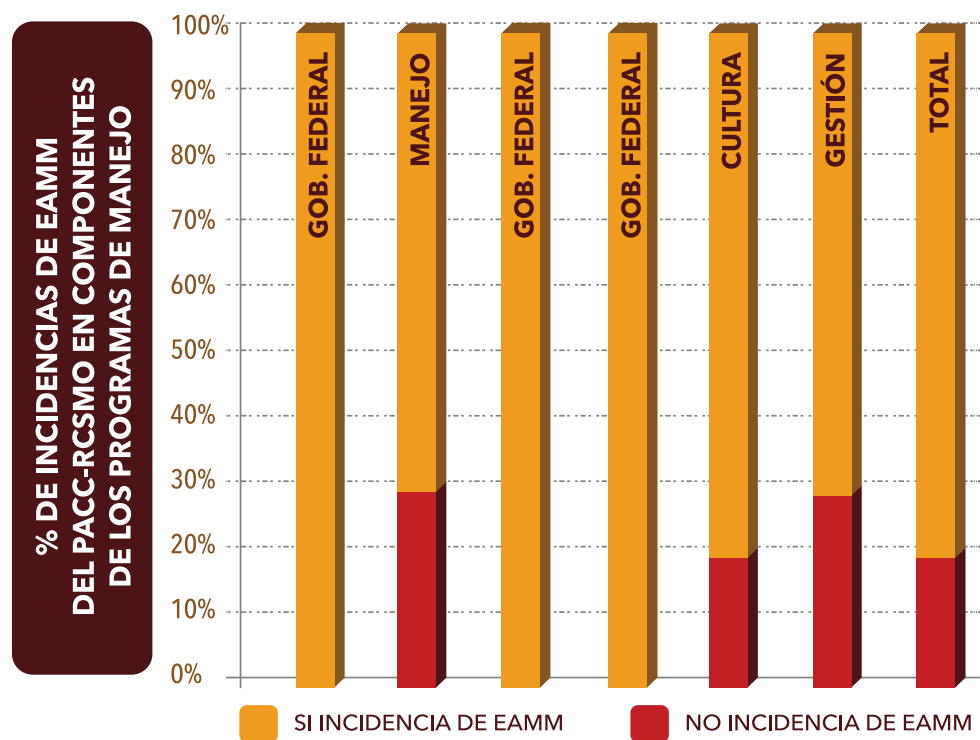


RELACIÓN DE LAS EAMM CON LOS PROGRAMAS DE MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El Programa de Manejo es el “Instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del área natural protegida respectiva” (DOF, 2004). Por esta razón, se verificó cómo las EAMM, generadas mediante el PACC-RCSMO, incluían componentes de los señalados en los Términos de Referencia para la elaboración de Programas de Manejo publicados por la CONANP (TDR-PM)¹⁸.

De acuerdo a esto, los TDR-PM incluyen seis Subprogramas de Conservación: Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión; subdivididos en 47 componentes. Debido a que los TDR-PM son generales para cualquier ANP, algunos componentes son exclusivos para ecosistemas costeros e insulares, que no son aplicables en la RCSMO. Al descontar esos tres componentes, se encuentra que entre las 39 EAMM del PACC-RCSMO hay acciones que inciden en el 82 % de los componentes de los TDR-PM. En los subprogramas de Protección, Restauración y Conocimiento esta relación alcanza el 100 % (Gráfica 4).

GRÁFICA 4. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE LAS EAMM DEL PACC-RCSMO EN LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LAS CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MANEJO.



18. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/TERMINOS%20DE%20REF-PAGINA.pdf

Esto demuestra que el PACC-RCSMO puede apoyar la elaboración, fortalecimiento o actualización de un Programa de Manejo de las ANP en esta región. Además, el PACC-RCSMO tiene tres ventajas importantes:

- Se generó con un enfoque metodológico que analiza de manera integrada al sistema socio-ambiental.
- Se elaboró participativamente con diversos socios de la CONANP, incluidas las comunidades rurales de la región.
- Se incorporaron aspectos de variabilidad climática y vulnerabilidad desde su origen.



DIÁLOGO CON LAS COMUNIDADES LOCALES, INSUMO PARA ALIANZAS Y EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (PROCOCODES) DE CONANP

Para finalizar el proceso participativo, las EAMM se validaron a nivel comunitario mediante una votación en plenaria para conocer tres elementos importantes para los procesos de gestión de las áreas naturales protegidas, su conservación y desarrollo sustentable. Así, en una matriz se respondía para cada EAMM a las preguntas: "¿Qué tan importante es para la comunidad?", "¿qué tan fácil sería implementarla?" y "¿qué grado de aceptación tendría en la comunidad?"

Las EAMM que se escogieron para validar con las comunidades locales fueron tomadas de la lista final del PACC-RCSMO de acuerdo al criterio de la zona, de la ANP y del director de la ANP. En términos generales, esta selección incluyó EAMM de prioridades Muy alta, Alta, Media y Baja. Durante los talleres de validación, también se entregó y explicó a cada comunidad el diagnóstico de vulnerabilidad ante el cambio climático, que resalta las estrategias diseñadas desde un punto de vista local.

Los informes de análisis de vulnerabilidad han servido a los directores de las ANP para afianzar alianzas con otras instituciones clave, como la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), en el caso particular de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa.

Es claro que la suma de esfuerzos para intervenir en el área es clave para asegurar la sostenibilidad en la implementación de las estrategias y la obtención de resultados.



Talleres de validación.



Finalmente, para brindar información a las comunidades sobre el proceso PACC-RCSMO se realizaron infografías, mismas que fueron entregadas a las localidades. Éstas tienen un enfoque lúdico para el entendimiento y la socialización del cambio climático y su impacto en las estrategias de vida de las comunidades locales. Los materiales fueron impresos en versiones de gran formato (0.9 X 1.20 m) y se entregaron a las autoridades ejidales o líderes de opinión en cada comunidad.

Infografía de Síntesis del análisis de vulnerabilidad.





CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Las conclusiones del PACC-RCSMO se pueden establecer en cuanto al proceso de elaboración y los resultados obtenidos:

DEL PROCESO

- La construcción del PACC-RCSMO incorporó resultados de proyectos inter y multidisciplinarios. El enfoque y análisis del mismo consideró tanto las zonas con vegetación natural y de interés para la conservación, como aquellas con uso agropecuario.
- La incorporación de metodología participativa para el análisis de vulnerabilidad de las comunidades locales resultó en una innovación en el diseño y selección de estrategias.
- La elección de objetos socio-ambientales para identificar las estrategias de adaptación y manejo hace implícita la interdependencia entre los subsistemas de la RCSMO. Con ello se resalta la necesidad de un enfoque territorial -en lugar de uno sectorial- para reducir la vulnerabilidad. Además, con lo anterior se permite la planeación a mediano y largo plazo.

DE LOS RESULTADOS

El presente documento es una herramienta que sirve como punto de referencia para la implementación de acciones de adaptación al cambio climático en la RCSMO. No se trata del fin de un proceso, sino más bien de las bases para continuar la construcción participativa de estrategias orientadas a mejorar la capacidad adaptativa de ecosistemas y comunidades en la RCSMO. Además, como se mostró, las EAMM pueden apoyar a los Programas de Manejo de las ANP en la región.

Uno de los pasos siguientes para continuar con el proceso aquí iniciado sería incluir a actores de otros sectores del gobierno, la sociedad civil y gremios de actividades productivas, que pudieran convertirse en aliados para la conservación de los ecosistemas de la RCSMO. Su incorporación en la implementación de las EAMM permitiría una implementación transversal de las acciones propuestas. Lo anterior define una estrategia específica: la socialización del PACC-RCSMO, para incluir otras EAMM y mejorar la pertinencia de las aquí propuestas.

De este modo, se busca que las EAMM sirvan como instrumentos para que las comunidades tengan la posibilidad de acceder a mecanismos de financiación y programas de subsidios. Las opciones más cercanas a la CONANP y a las actividades en las ANP son: el Programa de Empleo Temporal (PET) y el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES), pero existen en el gobierno otras opciones de recursos, distribuidos en varios programas. En algunos municipios también es posible acceder a recursos que fortalezcan la inversión en algunas de las EAMM formuladas.

REFERENCIAS

- Ávalos, J.; Gomez L.; Espinoza A. 2012 Línea Base Macro Sierra Madre Oriental. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Andrade Pérez, A., Herrera Fernández, B. y Cazzolla Gatti, R. (eds.) 2010. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland, Switzerland: IUCN. 164pp.
- Arriaga, L. Espinoza, J.M., Aguilar, C. Martínez, E y Gómez-Mendoza, L. 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Conabio.
- Auslander, M., Nevo, E., e Inbar, M. 2003. The effects of slope orientation on plant growth, developmental instability and susceptibility to herbivores. *Journal of Arid Environments*, 55(3), 405-416.
- Cannon, T., 2006. Vulnerability analysis, livelihoods and disasters. In: *Risk21. Coping with Risks due to Natural Hazards in the 21st Century* [Amman, W., S. Dannenmann, and L. Vulliet (eds.)]. Taylor and Francis Group, London, UK, pp. 41-50.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en escala 1:250000.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. 'Cuenas Hidrológicas'. Escala 1:250000. México del Portal de Información Cartográfica de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2000. *Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental, Región Terrestre Prioritaria* 102. México.
- CONANP. 2010. *Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas* (ECCAP). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy. 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- CONEVAL. 2010. *Informe de Pobreza Multidimensional en México, 2008*. México, D. F., México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Crick, H. Q. P. 2004. The impact of climate change on birds. *Ibis*. 146 (Suppl. 1): 48-56.
- DiGiano, M., E. Ellis y E. Keys. 2013. Changing landscapes for forest commons: linking land tenure with forest cover change following Mexico's 1992 agraria counter-reforms. *Human Ecology*. May 2013 (41): 707-723.
- Dirzo, R. y Raven, P. H. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28:137-167.
- DOF. 2004. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT. Diario Oficial de la Federación (DOF). Publicación 30 de noviembre de 2000. Última reforma publicada DOF 28-12-2004.
- Dow, K., 1992. Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability

- to global environmental change. *Geoforum*, 23, 417-436.
- Elkie, P., R. Rempel y A. Carr. 1999. Patch Analyst User's Manual. Ont. Min. Natur. Resour. Northwest Sci. & Technol. Thunder Bay, Ont. TM-002.
- FAO. 2008. Biodiversidad agrícola en la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma. 46 pp.
- Fortanelli M.J., Castillo L.P., Flores C.J.A., García P.J, Martínez De La V.G, Reyes H.H., Sandoval M.C. 2010. *Estudio geográfico, ecológico y etnobotánico de un relicto de bosque de niebla de San Luis Potosí, México*. Memorias del X Congreso Latinoamericano de Botánica. Universidad de La Serena. La Serena Chile.
- Gómez-Mendoza L., Galicia L., Aguilar-Santelises R. *Sensibilidad de grupos funcionales al cambio climático en la Sierra Norte de Oaxaca, México*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611, Núm. 67, 2008, 76-100 pp.
- Hernández, G., Sánchez, L.R., Aragón, F. 2001. Tratamientos pregerminativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la selva baja caducifolia en la sierra de Manantlán. *Foresta Veracruzana* 3(1):9-15.
- Hewitt, K., 1983: *The idea of calamity in a technocratic age*. En: *Interpretations of Calamity from the Viewpoint of Human Ecology* [Hewitt, K. (ed.)]. Allen and Unwin, Boston, MA y London, UK, pp. 3-32.
- Hewitt, K., 1997: *Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters*. Longman, Harlow, Essex, UK.
- Hewitt, K., 2007: Preventable disasters: addressing social vulnerability, institutional risks and civil ethics. *Geographisches Bundschau*. International Edition, 3(1), 43-52.
- Higgins, P. A. T. 2007. Biodiversity loss under existing land use and climate change: an illustration using northern South America. *Global Ecology and Biogeography*. 16: 197-204.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2008. Conjunto de datos vectoriales con información de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000-serie IV.
- IPCC, 2000 Emissions Scenarios. Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.) Cambridge University Press, UK, pp. 570.
- IPCC, 2007b: *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY.
- Janzen, D. 1988. Tropical dry forest, the most endangered major tropical ecosystem. In: E.O. Wilson (Ed.). *Biodiversity*. Natural Academy Press Washington D. C., pp. 130-137.
- Luna, I. Morrone, J. J. y D. Espinosa. 2004. *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias. CONABIO, UNAM, México. 527 pp.
- Luna, I., A. Velázquez y E. Velázquez. 2001. En: Kappelle, M. y A.D. Brown. (eds.). *Bosques nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de la Biodiversidad (INBio), Fundación Agroforestal del Noroeste de Argentina (ANA) y World Conservation Union (UICN), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, pp. 183-229.
- Magaña, V., D. Zermeño y C. Neri, 2012a. Climate change scenarios and potential impacts on water availability in northern Mexico. *Climate Research*. Vol. 51: 171-184.

- Magaña, V., Galván, L. M. y Gómez, L. 2012b. *Clima (variabilidad y cambios) en la región de Sierra Madre Oriental*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Magaña, V., Galván L.M. y Gómez, L. 2012c. *Escenarios de Cambio Climático en la región de la Sierra Madre Oriental*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Magaña, V., J. A. Amador y S. Medina, 1999. The mid-summer drought over Mexico and Central America. *J. Climate*, 12, 1577-1588.
- Marcela Q., Uribe N., Valencia J., Posada P., Pavón N. 2012. *Análisis de vulnerabilidad de servicios ecosistémicos y de secuestro de carbono en la Sierra Madre Oriental*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Méndez, M. y V. Magaña, 2010: Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico, *J. Climate*, 23, 1175-1188.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, I. M., Blay, S. Kapos, V. y Gordon J. E. 2006. A global review of the conservation status of Tropical Dry Forests. *Journal of biogeography* 33:291-505.
- Millenium Ecosystem Assessment, MEA, 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Washington, D.C.
- Nogués-Bravo, D., M.B. Araújo, M.P. Errea, J.P. Martínez-Rica. 2007. Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century, *Global Environmental Change*, Volume 17, Issues 3-4, pp. 420-428.
- O'Brien, K., S. Eriksen, L.P. Nygaard, y A. Schjolden. 2007: Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7(1), pp. 73-88.
- Peña del Valle Isla, Ana Elisa. 2013, *Análisis multi-escalar de vulnerabilidad al cambio climático de ecosistemas terrestres prioritarios y estrategias de vida de la población rural en la Sierra Madre Oriental, México. Reporte Final*. Comisión Nacional de Áreas Naturales (CONANP) y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. México.
- Pulido Silva M.T., Reyes H., Andrade B., Ortiz B., Pavón N., Sánchez G. 2012, *Estudio de Línea Base Micro del Análisis multi-escalar de vulnerabilidad al cambio climático de ecosistemas terrestres prioritarios y estrategias de vida de la población rural en la Sierra Madre Oriental, México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales (CONANP) y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. México.
- Peterson, T., Ortega-Huerta, M., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R., Stockwell, D. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416: 626-628.
- Peterson, T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley, R. Buddemeier y A. Sánchez-Navarro. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144: 21-30.
- Pilke Sr. R, 2005. Land Use and Climate Change, *Science* 9. 1625-1626.

- Reid, I. 1973. The influence of slope orientation upon the soil moisture regime, and its hydrogeomorphological significance. *Journal of Hydrology*, 19(4), 309-321.
- Sahagún-Sánchez, F. J., H. Reyes, J.L. Flores y L. Chapa. 2011. Modelización de escenarios de cambio potencial en la vegetación y el uso de suelo en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí, México. *Journal of Latin American Geography*. 10(2):65-86.
- Sánchez G., Sahagún F., Gutiérrez G., Flores J., Quintero M., Gómez-Rodríguez R., Navarro C., Pavón N., Eitzinger A., Pulido T., Rivas G., Herrera G. 2012. *Ecosistemas prioritarios, análisis de vulnerabilidad ante el Cambio Climático en la Sierra Madre Oriental*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Sánchez O., Vega E. Peters E. Monroy O. 2003. *Conservación de ecosistemas templados de montaña*, INE, México 2003.
- Saura, S. and Rubio, L. 2010. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33: 523-537.
- SEMARNAT. 2002. *Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020*. Informe Nacional. México. FAO-SEMARNAT.
- Turner, M; Gardner, R y O'Neill, R. 2001. *Landscape ecology in theory and practice, pattern and process*. Springer. United States. 400 p.
- Ulrichs, M., Newsham, A., Shankland, A. y Cannon, T. 2012, Guión Metodológico para el Análisis de Vulnerabilidad Social y Capacidad de Adaptación al Cambio Climático a Nivel de Comunidad Rural. Institute of Development Studies Brighton 38 pp.
- Velázquez A., Mas J.F., Mayorga Saucedo R., Díaz J.R., Alcántara C., Castro R., Fernández T., Palacio J.L., Bocco G., Gómez Rodríguez G., Luna González L., Trejo I., López García J., Palma M., Peralta A., Prado Molina J., González Medrano, F. 2002. Estado actual y dinámica de los recursos forestales de México. *Biodiversitas* 41: 8-15.
- Villers, L. e I. Trejo. 1998. El impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia* 23: 10-19.
- Weichselgartner, J., 2001. Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. *Disaster Prevention and Management*, 10(2), 85-94.
- Wisner, B., J.C. Gaillard, and I. Kellman (eds.), 2011. *Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction*. Routledge, London, UK.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon, and I. Davis, 2004. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, 2nd edition. Routledge, London, UK.

FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL GLOSARIO

- Krebs, C. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Segunda Edición. México. 753 pp.
- Lugo, J. 1989. *Diccionario Geomorfológico. Con equivalentes de los términos de uso más común en alemán, francés, inglés y ruso*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 337 pp.

ANEXO 1. PROCESO DE PRIORIZACIÓN, TALLER CON ACTORES CLAVE

TIPO DE CRITERIOS

El componente de **impacto** considera los elementos, actividades y superficie que son positivamente afectados por la medida; así como su contribución a la reducción de la vulnerabilidad en el ecosistema en que ésta es implementada.

Por su parte, la **factibilidad** considera si no generaría conflictos, y si se tiene la capacidad, experiencia y solvencia para desarrollar la medida, así como las posibilidades de que ésta reciba financiamiento.

La **concurrency** evalúa la posibilidad de integrar diversas instituciones y organizaciones para el desarrollo de la medida.

La **replicabilidad** considera las posibilidades de implementar la medida en otras ANP o de repetir las acciones incluidas en la misma.

El **monitoreo** alude al grado de desarrollo de los instrumentos que se podrían implementar para dar seguimiento y evaluar el resultado de las acciones.

La **temporalidad** estima la urgencia de implementar la medida, dadas las condiciones de la región.

La **importancia** hace referencia a la trascendencia que podría tener la medida, al fortalecer la gobernanza, el capital social y las capacidades comunitarias.

ASIGNACIÓN DE PESOS A LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para asignar pesos a los criterios de evaluación de las estrategias se consideraron tres actores diferentes: la academia (representada por los investigadores), organizaciones de la sociedad civil y directores y equipo técnico de la CONANP. Esta asignación hizo uso de la herramienta “multicriteria tree”, con el submódulo weight del software ILWIS.

FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS EAMM PARA LA RCSMO

A continuación se muestra la asignación de calificaciones por componentes/criterios de priorización.

CUADRO 24. FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS EAMM.

COMPONENTES	CRITERIOS		
A. IMPACTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO REGIONAL POTENCIAL	CALIFICACIÓN	Escala específica para el criterio
a1.	Beneficia ampliamente a los elementos de conservación analizados en las ANP.		5: >75%, 3: 25-75%, 1: <25%
a2.	La estrategia se relaciona con las actividades económicas importantes de la región.		5: alto, 3: medio, 1: bajo
a3.	Total de superficie del complejo protegido que podría impactar la estrategia.		5: >75%, 3: 25-75%, 1: <25%
a4	La estrategia contribuye a reducir el riesgo y la vulnerabilidad social.		5: alto, 3: medio, 1: bajo
B. FACTIBILIDAD	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD	CALIFICACIÓN	Escala sugerida
b1.	Se puede implementar porque no generaría conflictos potenciales.		5: alto, 3: medio, 1: bajo
b2.	Se tiene capacidad instalada (equipo y personal) para implementar las actividades de manejo requeridas.		5:suficiente, 3: insuficiente, 1: no hay
b3.	Encontraría aceptación en las comunidades y usuarios de los recursos de la región.		5: alto, 3: medio, 1: bajo
b4.	Hay posibilidades de cubrir los costos (personal, operación, equipamiento) de implementación de un proyecto piloto.		5:suficiente, 3: insuficiente, 1: no hay
b5.	Tiene oportunidades actuales de financiamiento (proyectos y propuestas) en CONANP y socios.		5:ya aprobadas, 3: existen, 1: no hay
b6.	Se cuenta con experiencia de manejo relacionada a la estrategia.		5:amplia, 3: poca, 1: nula
C. CONCURRENCIA	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA CONCURRENCIA	CALIFICACIÓN	
c1.	Hay diversas instituciones con interés en concurrir con la estrategia y con capacidades para su implementación.		5:muchas, 3: algunas, 1: no hay

D. REPLICABILIDAD	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA REPLICABILIDAD	CALIFICACIÓN	
d1.	Número de ANP o superficie de conservación (Ha) que podrían adoptar esta estrategia.		5: alto, 3: medio, 1: bajo
d2.	Las acciones (mecanismos de implementación) son aplicables también a otros elementos de conservación y regiones.		5: alto, 3: medio, 1: bajo
E. MONITOREO	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL MONITOREO	CALIFICACIÓN	
e1.	Hay iniciativas para monitorear y evaluar el desempeño e impacto de la estrategia.		5: ya existe, 3: hay ejemplos, 1: no hay
F. TEMPORALIDAD	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA TEMPORALIDAD	CALIFICACIÓN	
f1.	En qué plazo puede ser implementada esta medida.		5: corto, 3: mediano, 1: largo
G. IMPORTANCIA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA IMPORTANCIA	CALIFICACIÓN	
g1	Considera la infraestructura existente (forestal, social y de comunicaciones).		5: muy importante, 3: importante, 1: poco importante
g2	Atiende el capital social, tomando en cuenta los diferentes grupos vulnerables		5: muy importante, 3: importante, 1: poco importante
g3	Aumenta las capacidades comunitarias, incluyendo todos los grupos que conforman las comunidades.		5: muy importante, 3: importante, 1: poco importante

Escala:

1	MEDIO	3	ALTO	5	MUY ALTO
----------	--------------	----------	-------------	----------	-----------------

ANEXO 2. MAPA DE INVOLUCRADOS Y DE OBJETOS SOCIO-AMBIENTALES EN PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS

CUADRO 25. MAPA DE INVOLUCRADOS POR MEDIDA DE ADAPTACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO (NIVEL DE PRIORIDAD).

Involucrados	Prioridad Muy Alta										Prioridad Alta										Prioridad Media										Prioridad Baja								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Gobierno Federal																																							
CONANP																																							
CONAFOR																																							
SEMARNAT																																							
ONABIO																																							
CONAGUA																																							
CDI																																							
SAGARPA																																							
Comunidades locales																																							
Gobierno estatal																																							
Gobierno municipal																																							
Instituciones académicas																																							
UACH																																							
INECOL																																							
UASLP																																							
UV																																							
IB-UNAM																																							
Organizaciones Civiles																																							
FMCN																																							
Propietarios																																							
Ejidotes/Autoridades ejidales																																							
Propietarios privados																																							
OTROS (<3)	15	1		1, 12					4, 5, 4 7						14						11, 13			13				2, 3, 6	2, 3	15							8, 9, 10		

“OTROS”: Actores con participación en menos de tres estrategias de adaptación: 1: UAO, 2: COLPOS, 3: INIFAP, 4: UAEH, 5: UDG, 6: CCMSS, 7: “Peace Corps”, 8: Iniciativas REDD+, 9: Grupo Ecológico Sierra Gorda, 10: Bosque sustentable, 11: Protección Civil, 12: PROFEPA, 13: SEDESOL, 14: CONACYT, 15: Asociación de Silvicultores.

CUADRO 26. ASIGNACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO POR OBJETO SOCIO-AMBIENTAL, SEGÚN PRIORIDAD

Subsistema CESMO/Objeto socio-ambiental	Prioridad Muy Alta										Prioridad Alta										Prioridad Media										Prioridad Baja								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Procesos ecosistémicos (PE)																																							
Ecosistemas forestales																																							
Zonas de recarga																																							
Bosque mesófilo de montaña																																							
Bosque templado																																							
Cuerpos de agua																																							
Estrategias de vida humanas y organización social (EV)																																							
Modelos de manejo y gestión de recursos																																							
Población de la comunidad																																							
Agroecosistemas																																							
Fuentes de aprovisionamiento de agua																																							
Actividades agroindustriales																																							
Medida transversal																																							

GLOSARIO

Abiótico. Factor ambiental generado por componentes no biológicos.

Anticlinal. Estructura geológica consistente en un pliegue de capas de rocas convexas hacia arriba; las rocas más antiguas se encuentran en el centro.

Biótico. Factor ambiental generado por componentes biológicos.

Bosque de liquidámbar. Tipo de vegetación vinculada con bosque mesófilo (también llamado bosque nublado, de montaña o nuboso), dominado por *Liquidambar styraciflua*.

Cárstico (o kárstico). Asociado a formas o procesos geológicos que se producen en localidades compuestas por rocas fácilmente solubles, tales como: yeso, calizas, dolomitas, sal. Se relaciona con la actividad del agua (superficial y subterránea) y la formación de cavidades por la dilución de las rocas.

Comunidad biótica. Unidad ecológica empleada en sentido amplio para incluir grupos de especies de diversos tamaños y grados de integración. Implica asociaciones inter-específicas identificables y puede aplicarse a tipos de vegetación o grupos funcionales de especies.

Dolina. Forma negativa del relieve cárstico (kárstico), en plano de forma circular o elíptica más amplia que profunda; en sección transversal es de forma de embudo, con fondo plano.

Efecto orográfico. Fenómeno producido por un relieve montañoso, en el que los vientos húmedos provenientes del océano liberan agua al chocar con la cara expuesta del sistema orográfico. Esto genera que en la exposición contraria (sotavento) el viento llegue sin humedad, provocando condiciones de aridez.

Escorrentía. Proceso de movimiento del agua en la superficie terrestre, a manera de un manto, que se lleva a cabo, fundamentalmente en las laderas, después de fuertes precipitaciones pluviales o deshielo.

Estabulada. Modelo de producción ganadera que mantiene a los animales en establos.

Estrés hídrico. Efectos negativos en la fisiología de un organismo o las funciones de un ecosistema, generados por la escasez (cantidad y calidad) de agua. En términos de abastecimiento para consumo humano, condición en la que la demanda supera la oferta de agua.

Fenología. Estudio de los fenómenos periódicos (estacionales) de los organismos y sus relaciones con el clima.

Lutita. Tipo de roca, formada por arcilla y limo compactado, que generalmente se parten en capas delgadas o láminas.

Rango inter-cuartil. Es una medida (indicador) de la dispersión estadística en una serie de datos. Es igual a la diferencia entre el primero y tercer cuartiles. Cada cuartil representa el 25% de los datos ordenados de una serie: 1° (25%), 2° (50%), 3° (75%) y 4° (100%).

Relicto. Al aplicarse en ecosistemas, tipos de vegetación o especies que hacen referencia a elementos que reflejan las condiciones ambientales pasadas (en escala geológica) de un sitio.

Ruderal. Especie de planta colonizadora que suele establecerse en zonas que sufrieron alteración.

Sinclinal. Pliegue cóncavo de capas de roca, cuyo núcleo está compuesto por las capas más jóvenes.

Sistema de fallamiento. Conjunto de planos de fallas en una masa rocosa en la que se produce movimiento.

Sumideros de carbono. Almacenamiento del carbono en reservorios terrestres o marinos. El secuestro biológico incluye la absorción directa de CO₂ de la atmósfera mediante un cambio en los usos del suelo, forestación, reforestación, el almacenamiento de carbono en los vertederos y otras prácticas que mejoran el carbono en los suelos agrícolas.

