



RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN



RESUMEN EJECUTIVO DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN

Coordinación Institucional

Gloria Tavera Alonso, CONANP
Marco Antonio Castro Martínez, CONANP
Fernando Camacho Rico, CONANP
María del Pilar Jacobo Enciso, CONANP
Valeria Petrone Mendoza, CONANP
Fernando Reyes Flores, CONANP
Sofía García Sánchez, Resiliencia-PNUD
Mauricio Santos Ochoa, Resiliencia-PNUD
María Luisa Hernández Aguilar, Resiliencia-PNUD

Con la colaboración de:

Arizmendi Ingeniería Ambiental S.A. de C.V. Programa de Apoyo a la Reducción de Riesgos de Desastres en México – PNUD

Agradecimientos

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

Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IE UNAM), Colegio de Posgraduados (COLPOS), Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FCB-BUAP), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa). Delegaciones de Oaxaca y Puebla de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Delegaciones de Oaxaca y Puebla de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegaciones de Oaxaca y Puebla de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Delegación Puebla de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDESO-Oaxaca), Secretaría de Desarrollo Rural, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial (SDRSOT-Puebla), Coordinación Estatal de Protección Civil de Oaxaca (CEPCO), Ayuntamientos de: Caltepec, Tehuacán y Zapotitlán del estado de Puebla, así como San Juan Bautista Cuicatlán, San Juan Bautista Coixtlahuaca del estado de Oaxaca. Comité Técnico de Aguas Subterráneas del

Acuífero del Valle de Tehuacán A.C. (COTAS), Unión Regional Artesanas Palma Tehuacán Cuicatlán A.C., Alternativas y Procesos de Participación Social A.C., Comité de Turismo de Santiago Quiotepec, Comisariado San Juan Bautista Coixtlahuaca, Comisariado Ejidal Santiago Nacaltepec, Caprinocultores Los Cactus Mixteca Poblana, Comisariado San Gabriel Chilac, Consejo Estatal de Maíz, Comisariado Bienes Comunales Concepción Pápalo, Comité Bienes Comunales Tepelmeme Villa Morelos, Comité de Monitoreo Biológico de la Estancia, Coixtlahuaca, Comisariado de Bienes Comunales de Santiago Quiotepec, Comisariado Bienes Comunales Santiago Acatepec, Comité de Ecoturismo Santa María Tecmovaca.

Forma de citar:

CONANP y PNUD México (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2019. Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

El presente documento es una síntesis de los resultados del Programa de Adaptación al Cambio Climático de la Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán. El documento en extenso presenta mayor detalle sobre las metodologías utilizadas para llegar a las conclusiones aquí expuestas.

Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán
Derechos Reservados © 2019
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Montes Urales 440
Col. Lomas de Chapultepec, Del. Miguel Hidalgo
C.P. 11000, Ciudad de México.

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

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

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

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

INTRODUCCIÓN

El cambio climático genera impactos directos e indirectos en los sectores productivos, comunidades humanas y ecosistemas. México cuenta con varios instrumentos de gestión en materia de adaptación ante el cambio climático, siendo el eje rector la Ley General de Cambio Climático (LGCC); por otra parte, se cuenta con la Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40 (ENCC), que guía las acciones para combatir los potenciales efectos.

De manera sectorial, la Comisión Nacionales de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) cuenta con la Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Protegidas 2015-2020 (ECCAP), que brinda políticas, criterios y lineamientos para combatir los efectos de este fenómeno desde una perspectiva de resiliencia ecosistémica, siendo las áreas naturales protegidas (ANP) no sólo un instrumento de conservación de ecosistemas y especies, sino sitios que proveen valiosos beneficios a la sociedad y contrarrestan los efectos de la variabilidad climática.

Las ANP tienen un papel primordial en la adaptación y mitigación del cambio climático, ya que albergan en su interior ecosistemas de importancia regional y global, permitiendo la conservación de servicios ecosistémicos que contribuyen a la reducción de la vulnerabilidad. Por ello, es necesario salvaguardar el capital natural de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, con el fin de favorecer la transición hacia comunidades más resilientes.

El Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) de la Reserva de la Biósfera (RB) Tehuacán-Cuicatlán (PACC-RBTC) se elaboró con el objetivo de ser un instrumento de planeación que permita a los responsables del ANP y de la sociedad contar con medidas específicas bajo un enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y Reducción de Riesgo de Desastres (RRD), generadas a partir de la vulnerabilidad de los Objetos de Conservación Socioambiental (OCSA) y su incidencia sobre los medios de vida de las comunidades inmersas en la RBTC.

El PACC-RBTC se construyó mediante un proceso de investigación y participación que duró 29 meses. En ese tiempo, se desarrollaron talleres para la recopilación, análisis, procesamiento y síntesis de información relevante, orientado hacia un contexto de cambio climático, donde se acopló la experiencia local por parte de las comunidades, la institucional, el conocimiento científico, la gobernanza, así como la participación del sector privado, quienes participaron en las diferentes etapas de su desarrollo.

Tabla 1. Esquema metodológico general para la elaboración del PACC y proceso participativo.

 Etapa 1	 Etapa 2	 Etapa 3	 Etapa 4	 Etapa 5
Análisis del contexto socioambiental	Análisis climático	Delimitación del Polígono PACC-RBTC	Identificación de los OCSA	Construcción de medidas de adaptación
Análisis prospectivo		Análisis y planificación participativa		
		Grupo de trabajo: 5 talleres con 227 participaciones de instituciones clave dentro del territorio Talleres comunitarios: 4 talleres con la participación de 162 líderes y lideresas comunitarias		

Asimismo, el PACC-RBTC es vinculante con otros instrumentos de gestión en materia de cambio climático, como es la Estrategia de Mitigación y Adaptación del estado de Puebla ante el Cambio Climático y el Programa Estatal de Cambio Climático del estado de Oaxaca, así como de los programas de ordenamiento ecológico de ambos estados, entre otros.

VISIÓN

En el año 2030, la RB Tehuacán - Cuicatlán es un referente de adaptación y preservación al haber incrementado la resiliencia de sus objetos de conservación socioambiental y reducido su vulnerabilidad ante los potenciales efectos del cambio climático, a través de la oportuna y adecuada aplicación de las medidas de adaptación que garantizan la conservación de los ecosistemas y sus interacciones, manteniendo su funcionalidad y asegurando la provisión de los servicios ecosistémicos de los que dependen los medios de vida que dan sustento a las comunidades humanas.

OBJETIVOS

1. Orientar y fortalecer la toma de decisiones de los administradores de la RBTC y de los distintos actores clave en el territorio, para enfrentar eficazmente las amenazas actuales y potenciales del cambio climático sobre los ecosistemas y los objetos de conservación socioambientales.
2. Reducir los riesgos sobre el capital natural y humano de la RBTC derivado del cambio climático, a través de la implementación de las medidas de adaptación basadas en ecosistemas.
3. Establecer estrategias de gestión y financiamiento que faciliten la implementación de las medidas de adaptación e involucren la participación de mujeres y jóvenes en acciones de conservación, monitoreo y evaluación.
4. Complementar, vincular y fortalecer las acciones y objetivos del Programa de Manejo de la RBTC-CONANP.



Figura 1. Espacios de participación comunitaria y del grupo de trabajo para el diseño del PACC.

DELIMITACIÓN DEL COMPLEJO

El área que abarca el PACC es mucho más amplia que la que define los límites legales del ANP. La razón es que los criterios de delimitación son diferentes y a que se busca que el PACC contribuya a reducir las presiones sobre los ecosistemas de la reserva de la biosfera y a fortalecer las capacidades adaptativas de las comunidades que se benefician de sus servicios ambientales.

Para esta delimitación se utilizaron diferentes atributos ecológicos, fisiográficos, sociales y políticos que favorecen la toma de decisiones para la conservación y adaptación ante el cambio climático, como lo son la coincidencia entre provincias florísticas, los límites municipales y agrarios, las cuencas y subcuencas y ecorregiones terrestres. También se consideraron criterios de representatividad y conectividad como la conservación de la vegetación remanente, preservación de áreas para la conectividad ecológica y la conectividad con áreas naturales circundantes.

Finalmente, el polígono definido para PACC-RBTC presenta las siguientes características y límites (Fig. 2, Tabla 2).

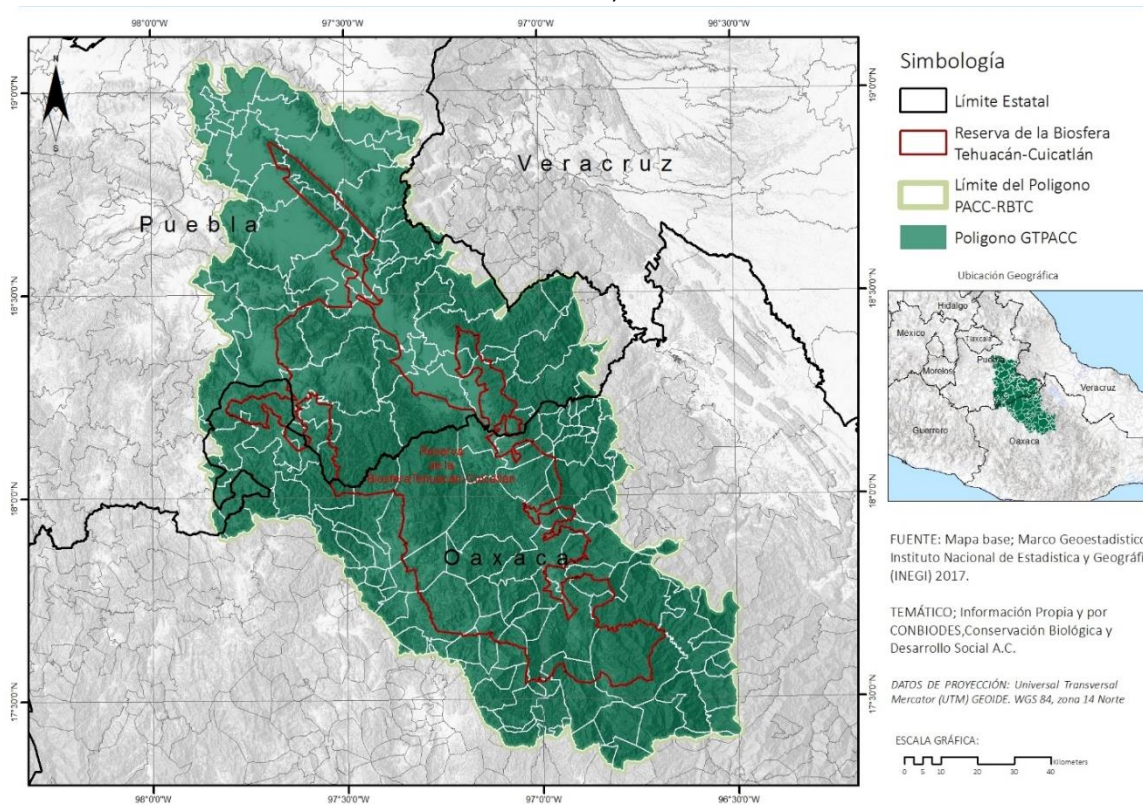


Figura 2. Polígono delimitado para el PACC de la RB Tehuacán-Cuicatlán.

Tabla 2. Caracterización del Polígono PACC-RBTC.

Tabla 2. Caracterización del Polígono PACC-RBTC	
Ubicación geográfica	19°07'75.50" N, 17°31'97.33" S, -98°90'51.40" O, -96°49'15.18" E
Intervalo de altitud (m s. n. m.)	200 a 3,000
Área (km²)	16,190.96
Perímetro (km)	1,056.00
Municipios de Oaxaca	84
Municipios de Puebla	50

ANÁLISIS CLIMÁTICO: ¿A QUÉ SE ES VULNERABLE?

TENDENCIAS CLIMÁTICAS HISTÓRICAS

Este estudio se basó en información climatológica del periodo 1951-2014, contando con información de 32 estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Para el control de calidad de los datos, la homogeneización de las series de tiempo y cálculo de las tendencias de extremos climáticos, se utilizó el paquete de análisis de extremos climáticos elaborado por el Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés), coordinado por la Comisión de Climatología de la Organización Meteorológica Mundial.

Se calcularon los promedios de temperatura media mensual y de precipitación pluvial anual de tres periodos: 1951 - 1980, 1961 - 2000 y 1981 - 2014; considerando cada uno de estos periodos como normales climatológicas, se realizó un análisis de la variación del promedio de la precipitación pluvial anual y del promedio de la temperatura media anual en el Polígono PACC-RBTC.

La temperatura media anual en el Polígono PACC-RBTC para el periodo 1951 - 1980 fue de 16.89 °C, en el periodo 1961 - 2000 de 17.05 °C y en el periodo 1981 - 2014 de 17.56 °C.

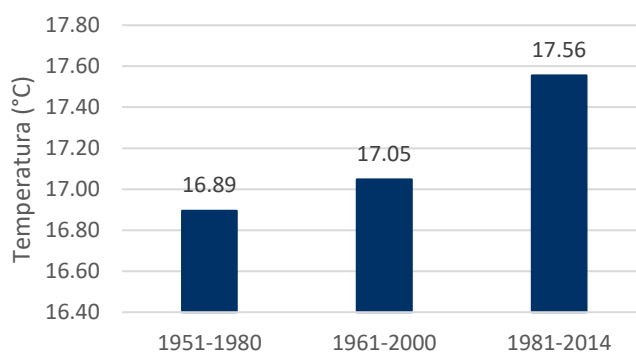


Figura 3. Tendencia de la temperatura media en el período 1951-2014

Respecto a la precipitación pluvial anual, el promedio en el polígono PACC-RBTC, para el periodo 1951-1980 fue de 798.73 mm, para el periodo 1961-2000 fue de 781.19 mm y para el periodo 1981-2014 de 782.94 mm.

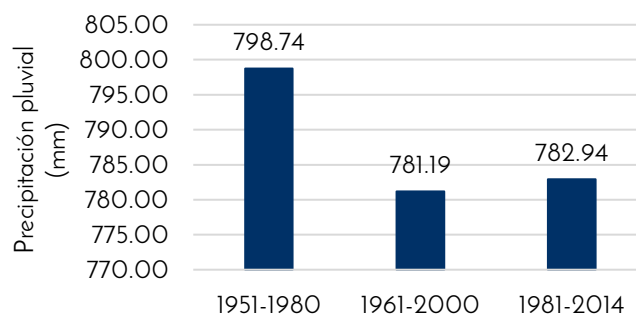


Figura 4. Tendencia de la precipitación pluvial anual en el período 1951-2014.

Con los datos obtenidos de la estación de monitoreo de gases de efecto invernadero (GEI) denominada “Observatorio de Gran Altitud Sierra Negra”, administrada por el *Climate Institute* en coordinación con la Agencia Nacional de Océanos y Atmósfera de los Estados Unidos (NOAA), se observa un incremento significativo de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) en el periodo comprendido entre 2009 y 2018, presentando concentraciones promedio de 385 y 410 ppm, respectivamente. Se aprecia un incremento

de 25 ppm, lo que está ligado directamente con el incremento en la temperatura en el mismo periodo, señal clara de cambio climático en la región.

De acuerdo con los resultados anteriores, se concluye que el clima del Polígono PACC- RBTC presenta una tendencia a ser más seco y caluroso, aumentando los problemas en materia ambiental, como son: menor precipitación pluvial que incide en menor humedad en el suelo, pérdidas de cobertura vegetal, incendios forestales, escasez de agua, mayor frecuencia de sequías y efectos severos en la agricultura.

ESCENARIOS CLIMÁTICOS PROYECTADOS

Con base en los escenarios publicados en el explorador de cambio climático y biodiversidad, versión 1.0 elaborado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad a través del proyecto Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las Áreas Protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el Cambio Climático¹, se generaron escenarios a partir de cuatro modelos con tres ventanas de tiempo: 2015-2039, 2045-2069 y 2075-2099. Se calcularon los valores de escenarios futuros con sus ventanas de tiempo en el Polígono PACC-RBTC, para corroborar que la señal de cambio climático observada esté alineada con los escenarios futuros.

El Quinto Informe del IPCC define escenarios con base en la generación de emisiones, conocidos como Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés), se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) que oscila entre 2.6 y 8.5 W/m² para el año 2100. Los escenarios con base en políticas de mayor mitigación consideran a un nivel de forzamiento muy bajo (RCP2.6), dos escenarios de estabilización (RCP 4.5 y RCP 6.0) y un escenario con un nivel muy alto de emisiones (RCP8.5). Para el caso de este PACC, se consideraron únicamente los RCP 4.5 y 8.5.

Derivado de escenarios climáticos generados, se espera que tanto la temperatura mínima anual como la media y máxima aumenten en todos los horizontes temporales. Con un RCP 8.5, este aumento es más acuciante, aunque es importante señalar que el grado de certidumbre es menor en tanto el horizonte temporal es mayor. Para la precipitación, las modelaciones apuntan a una disminución importante, que puede ser de hasta 24.38 mm respecto al promedio registrado entre 1950 y 1979, en los escenarios más drásticos de horizonte cercano. Cabe resaltar que, tanto en el análisis histórico como en los escenarios, existe una tendencia ascendente de la temperatura, que corrobora que el comportamiento histórico está alineado en cierta medida con el comportamiento de los escenarios de cambio climático. Una muestra gráfica de estas proyecciones se puede ver en los gráficos de la figura cinco.

Tabla 3. Resumen de proyecciones de las variables climáticas para tres horizontes temporales con dos RCP.

Proyecciones		1950-1979	1980-2009	2015-2039	2045-2069	2075-2099
Temperatura mínima (°C)						
RCP 4.5	Rango variación	7.97	8.03	8.37, 9.27	9.21, 10.28	9.54, 11.01
RCP 8.5	Rango variación	7.97	8.03	8.71, 9.46	9.48, 11.22	10.74, 12.93
Temperatura media (°C)						
RCP 4.5	Rango variación	18.2	18.21	19.37, 20.15	20.02, 21.20	20.39, 21.83
RCP 8.5	Rango variación	18.2	18.21	19.46, 20.18	20.57, 22.01	21.97, 24.10
Temperatura máxima (°C)						
RCP 4.5	Rango variación	29.48	29.75	30.11, 32.04	31.18, 33.51	31.90, 34.35

¹ Conabio, IB-UNAM, Conanp-Semarnat, PNUD, INECC. Explorador de cambio climático y biodiversidad, versión 1.0. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <http://www.wegp.unam.mx/Conabio#> (consultada el 27 de mayo, 2019).

Proyecciones		1950-1979	1980-2009	2015-2039	2045-2069	2075-2099
RCP 8.5	Rango variación	29.48	29.75	30.66, 32.04	31.6, 33.87	33.19, 36.21
Precipitación (mm)						
RCP 4.5	Rango variación	586.95	536.37	462.57, 535.43	465.12, 544.12	472.25, 514.08
RCP 8.5	Rango variación	586.95	536.37	521.24, 618.24	456.48, 515.09	438.94, 511.44

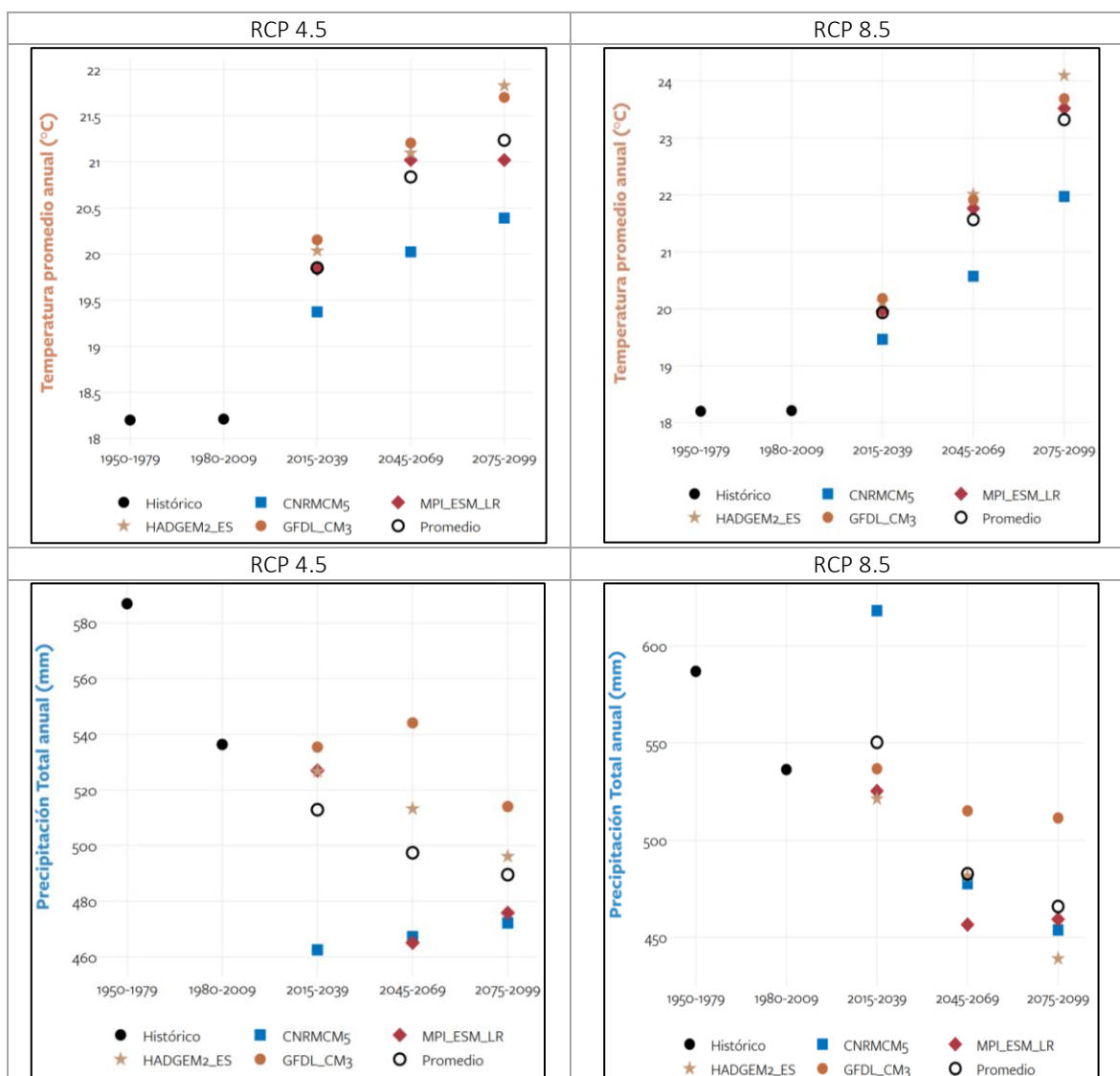


Figura 5. Proyecciones para precipitación y temperatura media en el Polígono del PACC-RBTC.

Identificación de problemáticas e impactos asociadas

Del análisis climático se concluye que las amenazas climáticas se encuentran en el aumento de las temperaturas mínimas, medias y máximas y una drástica disminución de las precipitaciones. Un aumento de las temperaturas se asocia al incremento en los niveles de evapotranspiración, que pueden conducir a un incremento del estrés hídrico en los ecosistemas. Las conclusiones de este análisis, contrastadas con la información obtenida en los talleres comunitarios, permiten identificar las problemáticas climáticas de la región (Tabla 4). Cada problemática fue asociada a un objeto de conservación socioambiental (OCSA), a los que también se les asocia impactos potenciales relevantes derivados de las problemáticas climáticas (Tabla 5).

Tabla 4. Problemáticas climáticas por objeto de conservación socioambiental.

Problemáticas climáticas	MX	BT	SByGV	VR	AS	PH
 Sequías	X	X	X	X	X	X
 Lluvias Intensas ²	X				X	
 Olas de calor						X

MT: Matorral xerófilo, BT: Bosque templado, SByGV: Selva Baja y Guacamaya Verde, VR: Vegetación Ribereña, AS: Agrosistemas y PH: Patrimonio Hídrico

Tabla 5. Impactos asociados al cambio climático por OCSA.

Impactos asociados al cambio climático	MX	BT	SByGV	VR	AS	PH
 Plagas	X	X	X	X	X	
 Incendios	X	X	X	X	X	X

MT: Matorral xerófilo, BT: Bosque templado, SByGV: Selva baja y Guacamaya verde, VR: Vegetación ribereña, AS: Agrosistemas y PH: Patrimonio hídrico

² Si bien el análisis de escenarios concluye en la reducción de la precipitación, a partir de la evidencia manifiesta en las comunidades se identifica un incremento de lluvias intensas en algunas zonas del polígono que pueden conducir a deslizamientos o pérdidas de cultivos.

¿QUIÉN ES VULNERABLE? OBJETOS DE CONSERVACIÓN SOCIOAMBIENTALES

Un Objeto de Conservación Socioambiental (OCSA) es un elemento de importancia focal para la conservación (especies o ecosistemas), con una contribución relevante al funcionamiento de los ecosistemas o en la generación de servicios ecosistémicos prioritarios, de los cuales se benefician las comunidades humanas, y que tiene un papel relevante en vulnerabilidades climáticas identificadas.

Los efectos del cambio climático -como son el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación- están modificando los ecosistemas del planeta, por lo que resulta de suma importancia la protección de los OCSA para continuar con la provisión de los servicios ecosistémicos de los que depende la biodiversidad y la subsistencia de las sociedades.

La selección de los OCSA de la RBTC se realizó a través de un proceso participativo y del conocimiento local, mediante el análisis integral de una cadena de sustento, donde se consideraron variables que intervienen en el proceso social y económico de las comunidades.

Para su identificación, se inició por caracterizar los medios de vida dentro del Polígono PACC-RBTC (Fig. 6), ya que resulta de gran importancia brindar estabilidad a las actividades económicas y de subsistencia de las que depende la población.

Los medios de vida identificados se ajustan a las condiciones que ofrece la RBTC, permitiéndole a la población la subsistencia y el desarrollo de sus capacidades, la utilización de los recursos en los procesos productivos, generando ingresos para su manutención.



Figura 6. Principales medios de vida identificados en el Polígono PACC-RBTC.

El siguiente paso fue identificar los servicios ecosistémicos que sustentan los medios de vida, los cuales son proporcionados por comunidades naturales o sistemas ecológicos (Tabla 6).

Tabla 6. Dependencia entre medios de vida, servicios ecosistémicos y sistemas naturales.

Medio de vida	Servicios ecosistémicos	Sistema natural que proporciona el SE
Ganadería, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Provisión de alimentos	Agrosistemas, matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado y vegetación ribereña.
Ganadería, aprovechamiento forestal, artesanía y recolección.	Materias primas y combustibles	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado, agrosistemas y vegetación ribereña
Agricultura, Ganadería, aprovechamiento forestal, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Agua dulce	Vegetación de cabecera de cuenca (recarga de acuíferos) y agua superficial
Ganadería, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Recursos medicinales	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado y agrosistemas
Aprovechamiento forestal, turismo y gastronomía.	Clima local y calidad del aire	Vegetación de matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado, vegetación ribereña y cuerpos de agua.
Aprovechamiento forestal.	Secuestro y almacenamiento de carbono	Selva baja caducifolia, bosque templado y matorral xerófilo y vegetación ribereña
Agricultura, aprovechamiento forestal, elaboración de pulque, mezcal y artesanías	Moderación de fenómenos extremos	Vegetación de matorral xerófilo, selva baja caducifolia y bosque templado (barreras vivas y cortinas rompeviento)
Turismo y gastronomía.	Tratamiento de aguas residuales	Vegetación ribereña
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo	Vegetación de matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado y ribereña
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Polinización	Especies dispersoras y polinizadoras
Agricultura, aprovechamiento forestal, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, así como la recolección.	Control biológico de plagas	Especies dispersoras y polinizadoras
Aprovechamiento forestal, turismo y gastronomía.	Regulación de los flujos, temperatura de agua y remoción de sedimentos	Bosque templado y vegetación ribereña
Ganadería, aprovechamiento forestal, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Hábitat de especies y generación de corredores ecológicos	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado, vegetación ribereña, agrosistemas y cuerpos de agua.
Agricultura, Ganadería, aprovechamiento forestal, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Conservación de la diversidad genética	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado, vegetación ribereña, agrosistemas y cuerpos de agua.
Turismo y gastronomía.	Actividades de recreo, salud mental y física	Selva baja caducifolia, bosque templado, vegetación ribereña y cuerpos de agua.
Ganadería, artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Turismo	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado, vegetación ribereña y cuerpos de agua.
Artesanía, turismo y gastronomía.	Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque templado, vegetación ribereña y cuerpos de agua.
Artesanía, elaboración de pulque y mezcal, turismo y gastronomía, así como la recolección de plantas y frutos.	Experiencia espiritual, sentimiento de identidad y pertenencia	Matorral xerófilo, selva baja caducifolia y agrosistemas.

Derivado del análisis de correlación entre los medios de vida, servicios ecosistémicos y sistemas naturales, se identificaron seis OCSA mismos que, de acuerdo con el análisis histórico del clima, presentarán una alta

vulnerabilidad ante el cambio climático, con una tendencia hacia un clima más seco y caluroso, exacerbando problemas ambientales, como son: menor precipitación que incide en menor humedad en el suelo, pérdida de bosque, incendios forestales, escasez de agua, mayor frecuencia de sequías y efectos severos en la agricultura.

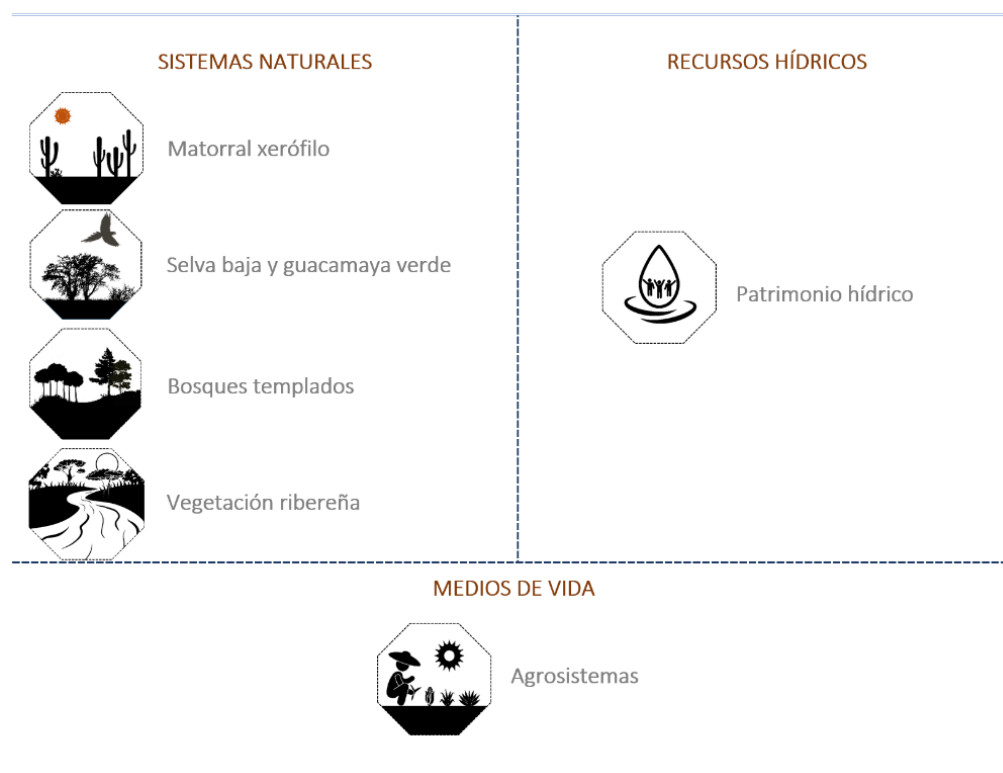


Figura 7. Objetos de Conservación Socio Ambiental (OCSA) identificados para el PACC-RBTC

Se identificaron, además, cuatro atributos claves de los OCSA, descritos como aquellos componentes relevantes o críticos que regulan la estructura y funcionamiento de los OCSA entendiendo que, determinar el estado de los atributos clave, puede ser también un medio para definir el nivel de conservación de los objetos de conservación.

Los atributos clave seleccionados para los OCSA de la RBTC son: 1) Comunidad de especies dispersoras de semillas; 2) Comunidad de especies polinizadoras; 3) Integridad de ecosistemas (conectividad); y 4) Diversidad de especies útiles o culturales.

Vulnerabilidad de los Objetos de Conservación Socioambiental

Se realizó un análisis de la vulnerabilidad de los Objetos de Conservación Socioambiental (OCSA), identificando que son altamente vulnerables a los potenciales efectos derivados del cambio climático. Lo anterior, con base en el resultado del análisis de extremos climáticos, que indica el incremento en la frecuencia e intensidad de la sequía, lluvias intensas y olas de calor, poniendo en riesgo la persistencia de los servicios ecosistémicos y la continuidad de las principales actividades económicas de las que depende la población del Polígono PACC-RBTC.

El análisis de vulnerabilidad de cada OCSA se realizó respecto a cada problemática climática e impacto asociado. Para ello se empleó el modelamiento sugerido por el IPCC bajo la siguiente fórmula:

Vulnerabilidad = (exposición + sensibilidad) – capacidad adaptativa

Un resumen de los resultados de vulnerabilidad se presenta a continuación (Tabla 7):

Tabla 7. Vulnerabilidad de los OCSA a las principales amenazas climáticas e impactos asociados.

Problemáticas climáticas e impactos asociados	OCSA / vulnerabilidad					
	Matorral Xerófilo	Bosque templado	Selva baja y Guacamaya verde	Vegetación ribereña	Agrosistemas	Patrimonio hídrico
Plagas	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	Muy alta	-
Incendios	Muy alta	Muy alta	Media	Media	Media	Muy alta
Sequías	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Lluvias intensas	Muy alta	-	-	-	Muy alta	-
Olas de calor	-	-	-	-	-	Muy alta

Una vez calculado el grado de vulnerabilidad de cada OCSA, fue posible explicitar geográficamente el nivel de vulnerabilidad (Figura 8) (se obtuvieron 504 mapas de vulnerabilidad para el Polígono PACC-RBTC de acuerdo a las combinaciones OCSA-amenaza-escenario).

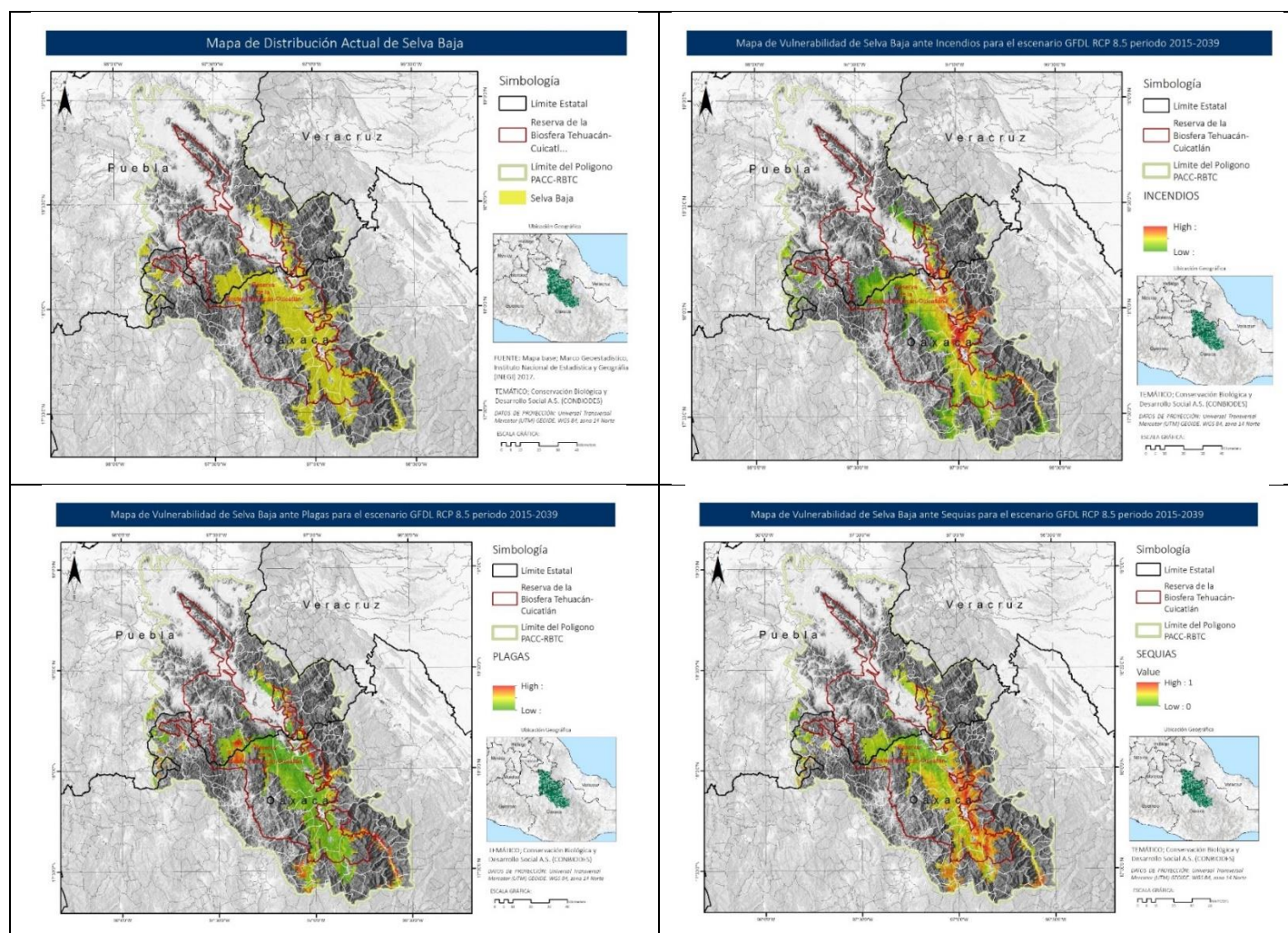


Figura 8. OCSA selva baja caducifolia y sus amenazas bajo escenario actual y de cambio climático.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN

Las medidas de adaptación se diseñaron para reducir la vulnerabilidad, conservar y proteger los Objetos de Conservación Socioambientales ante las amenazas climáticas y no climáticas que, al potenciarse, disminuyen los servicios ecosistémicos y, en consecuencia, afectan los medios de vida de los cuales depende la población. Para la identificación de las medidas, se consideraron los enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y Reducción de Riesgos de Desastres (RRD).

La construcción de las medidas de adaptación específicas para el PACC-RBTC se construyeron en función de: a) acciones identificadas durante los talleres comunitarios que ejecutan los actores locales para atender y dar respuesta a eventos hidrometeorológicos extremos, b) análisis de las acciones con enfoque AbE, y c) selección, depuración, priorización y validación por parte del GT-PACC.

Para el Polígono PACC-RBTC se priorizaron las siguientes medidas de adaptación:

1. Aporte y disponibilidad en cantidad y calidad de agua en subcuencas prioritarias.
2. Manejo Integral de Plagas.
3. Desarrollo del turismo sostenible y recreación en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán.
4. Diversificación de actividades productivas bajo el manejo sostenible de los recursos naturales.
5. Fomento de técnicas agroecológicas amigables con el ambiente y climáticamente resilientes.
6. Manejo Integral del Fuego.
7. Manejo, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales para la conservación de suelos.
8. Participación social y cultural para la conservación con enfoque de adaptación al cambio climático.
9. Prácticas ganaderas compatibles con la conservación.
10. Sistema de alerta temprana y atención al riesgo por eventos hidrometeorológicos extremos con enfoque de cuenca.

Las 10 medidas de orden estratégico se clasifican en medidas duras (implementadoras) y blandas (habilitadoras) (Figura 8).

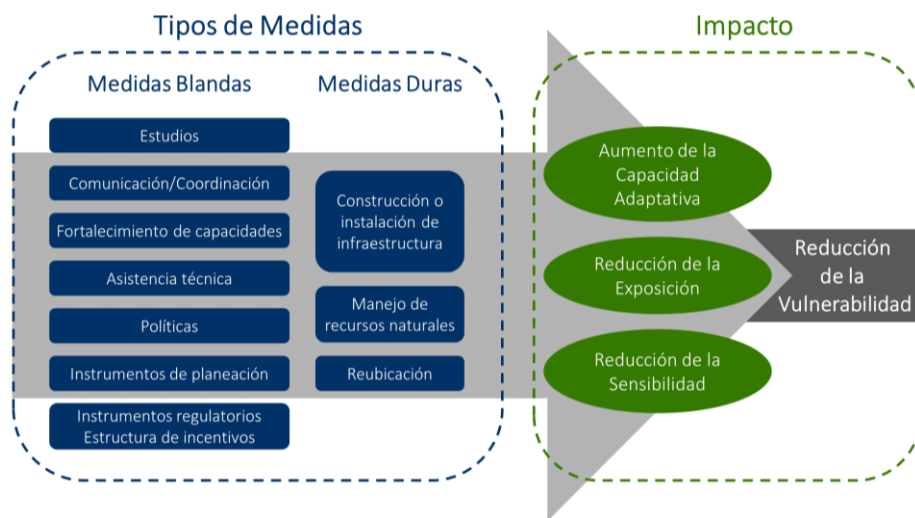
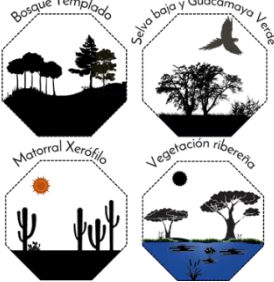
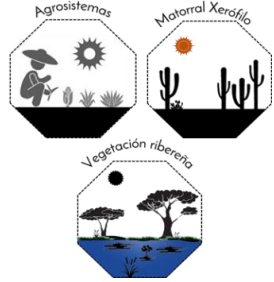
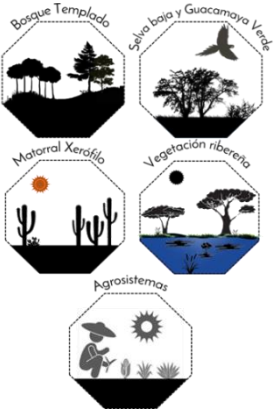
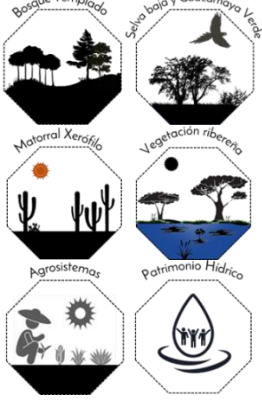
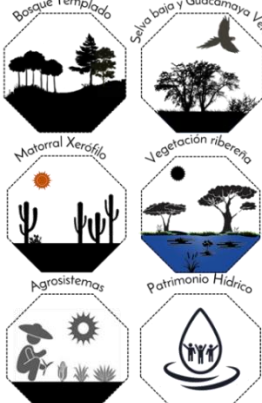
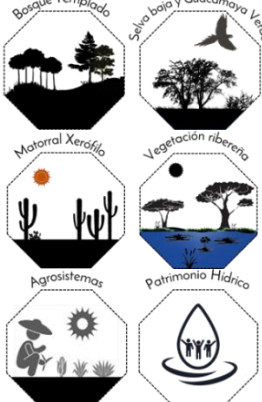
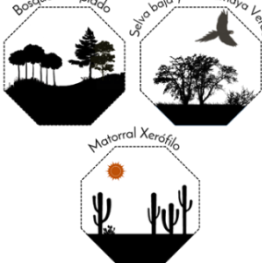


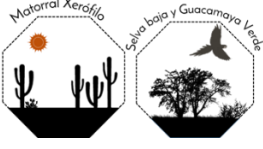
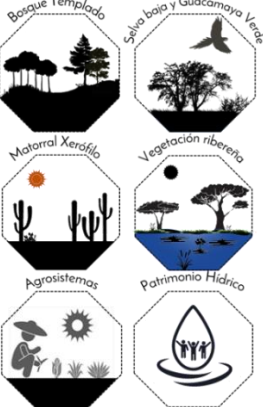
Figura 9. Tipo de medida de adaptación.

Las medidas de adaptación generadas para la Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlán se enlistan a continuación (Tabla 8), presentándose una descripción de la medida, los OCSA que atiende y las problemáticas climáticas y no climáticas que contrarresta. Para mayores detalles sobre las medidas de adaptación generadas, consultar el Anexo 1.

Tabla 8. Medidas de adaptación para el Polígono de la Reserva de la Biosfera Tehuacán – Cuicatlán

Medida de adaptación	Descripción medida	OCSA que atiende	Contrarresta	
			Problemáticas climáticas	Presiones antropogénicas
Diversificación de actividades productivas bajo el manejo sostenible de los recursos naturales	Promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a través del fomento de actividades tradicionales y alternativas factibles de manejo sostenible, garantizando la conservación de los ecosistemas, su biodiversidad, los servicios que proveen y los medios de vida que de ellos depende. Asimismo, el fortalecimiento y apertura de nuevos mercados locales y externos que permitan alcanzar el desarrollo regional, bajo una perspectiva de género, que involucre y dé prioridad a las poblaciones vulnerables.		Sequía, lluvias intensas, olas de calor, incendios, granizadas, heladas, inundaciones, vientos fuertes	Saqueo de especies, prácticas ganaderas incompatibles, tala ilegal y cacería furtiva
Fomento de técnicas agroecológicas amigables con el ambiente y climáticamente resilientes	Promover la capacitación y asistencia especializada sobre técnicas agroecológicas a grupos vulnerables, así como la participación viable y activa de la población, que permita orientar la producción agrícola hacia la resiliencia climática y la conservación de la biodiversidad, asegurando la soberanía alimentaria y su monitoreo a través de indicadores de desempeño.		Sequía, lluvias intensas, olas de calor, heladas y granizadas	Uso de plaguicidas, mal uso del agua, cambio de uso de suelos
Desarrollo del turismo sostenible y recreación en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	Fomentar e impulsar el ecoturismo y turismo cultural como una alternativa factible de aprovechamiento sostenible y no consuntivo de los recursos naturales, que sensibilice sobre la importancia de la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad, a través de la participación activa de la población, con énfasis en la mujer y el fortalecimiento de capacidades, creando un círculo virtuoso entre la conservación de los atributos naturales y el desarrollo socioeconómico regional.		Lluvias intensas, olas de calor	Perturbación, contaminación y degradación de los recursos naturales por parte de los visitantes.

Manejo integral del fuego	Consolidar los programas de prevención y atención temprana de incendios forestales mediante un sistema de protocolos de actuación, vigilancia y monitoreo permanente, así como la factibilidad para el mejoramiento institucional de comunicación y regulación de quemas agrícolas y de roza, a través del fortalecimiento de capacidades y participación activa de la población para preservar los ecosistemas y sus servicios.		Sequía, puntos de calor	Incendios provocados, deforestación
Aporte y disponibilidad en cantidad y calidad de agua en subcuencas prioritarias	Asegurar la dotación del vital líquido a las poblaciones locales y sobre todo a las comunidades más vulnerables en un marco de participación activa, mediante un análisis costo-beneficio de obras y acciones de captación, retención y saneamiento del agua, manteniendo el equilibrio de los recursos naturales y regulando el uso consuntivo del agua.		Sequía, lluvias intensas	Sobreexplotación y contaminación del agua
Participación social y cultural para la conservación con enfoque de adaptación al cambio climático	Establecer estrategias de educación para involucrar a la población de comunidades vulnerables, en especial a jóvenes y mujeres, en programas de difusión, sensibilización y divulgación en materia de cambio climático; que fortalezcan la participación social en acciones de conservación con enfoque de adaptación, encaminadas a construir comunidades más informadas, resilientes y sostenibles.		Sequía, lluvias intensas, olas de calor, heladas, granizadas, vientos fuertes, incendios	Desorganización social, falta de sensibilización, apatía social, falta de presupuesto
Manejo, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales para la conservación de suelos	Restauración y conservación de suelos degradados en zonas con aptitud forestal, para evitar la erosión y prevenir el riesgo por deslaves en zonas vulnerables, reforestando con especies nativas; esto mediante la participación activa de la población, así como del uso sostenible de los ecosistemas, implementando indicadores de evaluación.		Sequía, lluvias intensas, vientos fuertes, granizadas	Cambio de uso de suelos, deforestación, prácticas ganaderas incompatibles, conflictos sociales

Prácticas ganaderas compatibles con la conservación	Fomento de prácticas ganaderas compatibles con la conservación, mediante el estabulado y semiestabulado de los hatos del ganado, la cuantificación y evaluación periódica, el intercambio de buenas prácticas y el análisis de la rentabilidad, con enfoque particular al ganado caprino.		Sequía, ola de calor	Libre pastoreo, cambio de uso de suelos
Manejo Integral de Plagas	Regular el manejo de plagas mediante el empleo del control biológico y la reducción del uso de plaguicidas, estableciendo umbrales y protocolos de actuación, además de involucrar y capacitar a la población en materia de sanidad, asimismo, fomentar el intercambio de buenas prácticas y la generación de líneas de investigación sobre la presencia y potencial aparición de plagas exacerbadas por la variabilidad climática.		Incremento de la temperatura, sequía, estrés hídrico, desertificación	Uso excesivo de fertilizantes y herbicidas, sobre explotación de los recursos naturales
Sistemas de alerta temprana y atención al riesgo por eventos hidrometeorológicos extremos con enfoque de cuencas	Consolidar un sistema de alerta temprana ante fenómenos hidrometeorológicos extremos con enfoque de cuenca, que permita de manera oportuna realizar acciones específicas de prevención para reducir el riesgo, a través de procedimientos operacionales y de planes de contingencia, manteniendo un registro histórico de episodios hidrometeorológicos e impactos socioambientales asociados.		Sequía, lluvias intensas, olas de calor, incendios, granizadas, heladas, inundaciones, vientos fuertes	Falta de equipo, de mantenimiento, de calidad en los datos y de fuentes de información

CONCLUSIONES

Con base en la generación de conocimiento adquirida durante la construcción del PACC, se creó sinergia entre el conocimiento tradicional local, el análisis de expertos y datos científicos, lo que dio como resultado un instrumento de planeación que recopila los intereses y preocupaciones de los usuarios del territorio y da respuesta a los efectos que el cambio climático tendrá sobre los sistemas naturales y los servicios que proveen referente a las actividades de las que depende la población.

Lo anterior, se fundamentó en la hipótesis de que en el Polígono PACC-RBTC presenta un cambio de clima y que está exacerbando las amenazas climáticas y sus impactos asociados, teniendo como consecuencia el aumento de la vulnerabilidad de los ecosistemas y las poblaciones.

Uno de los objetivos del PACC-RBTC es dar respuesta a los impactos y amenazas que presentan los OCSA asociadas al cambio climático, los cuales perturban su distribución espacial actual y futura, lo que indica que, de no tomar las medidas precautorias correspondientes, se verán significativamente afectados los servicios ecosistémicos y los medios de vida que proveen sustento a las comunidades humanas.

El servicio ecosistémico más reiterado por parte de las comunidades fue la provisión de alimentos, a través de la agricultura de temporal de baja escala y de traspato para consumo local, la ganadería de libre pastoreo, así como la captación de agua para servicios básicos y la provisión de recursos medicinales, las cuales son actividades de subsistencia, de las que dependen una gran cantidad de comunidades humanas, haciendo a la RBTC socialmente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático.

Lo anterior se ve agravado si se considera que los valores detectados para el Índice de Desarrollo Humano y el grado de marginación para la población asentada en las comunidades al interior del Polígono PACC-RBTC, indican que el 62% de la población presenta una calidad de vida en situación de “sobrevivencia” (PNUD, 2015), lo que debe ser atendido de manera paralela, estableciendo programas de desarrollo socioeconómico regional.

La adaptación de las comunidades de la RBTC depende del fortalecimiento de las capacidades institucionales y la concurrencia de esfuerzos, que inviertan en materia de recursos económicos, materiales y humanos, que permita implementar de manera oportuna y con eficacia las medidas de adaptación aquí planteadas, además de dar el seguimiento y monitoreo correspondiente.

El desarrollo del PACC-RBTC fue un proceso participativo y multidisciplinario, a través de un esquema de colaboración intersectorial entre gobierno, academia y sociedad; que se complementa con el Programa de Manejo de la RBTC.

La implementación de las medidas de adaptación del PACC-RBTC demanda en un primer momento un esfuerzo de comunicación entorno a las problemáticas aquí detectadas y posteriormente una puesta en común desde los diferentes ámbitos de actuación dentro del territorio para poner en marcha las propuestas aquí recogidas. La coordinación entre el sector público, privado y la sociedad civil debe ser un objetivo común en el camino de mejorar la gobernanza climática de todo el territorio.

Programa de Adaptación al Cambio Climático de la Reserva de la Biosfera Tehuacán – Cuicatlán (PACC RBTC)

Portafolio de medidas de adaptación

Líneas de acción		Actividades específicas
Medida de adaptación:	Aporte y disponibilidad en cantidad y calidad de agua en subcuencas prioritarias	
Descripción:	Asegurar la dotación del vital líquido a las poblaciones locales y la salud de los ecosistemas, a través del desarrollo de obras y acciones de captación, retención, recarga y saneamiento del agua. Los depósitos de agua superficial y sobre todo subterránea que abastecen a las poblaciones, servicios, sectores económico y agropecuario, son alimentados por fuentes de escorrentías e infiltración en aguas subterráneas, que al modificarse el patrón lluvias por el Cambio Climático, altera también el balance hídrico, incidiendo sobre la disponibilidad, distribución y dotación del recurso hídrico.	
1. Fortalecer la Recarga Natural e inducida de Acuíferos y Agua Superficial.	Protección, Mantenimiento y Restauración de Galerías Filtrantes.	
	Apertura y gestión para la construcción de nuevas galerías filtrantes y pozos.	
	Reforestación con planta nativa en curvas a nivel en zonas altas y degradadas	
	Aprovechamiento de Escurrimientos a través de la Construcción de Canales y Ollas de agua y Jagüeyes.	
	Construcción de Zanjas trinchera, Zanjas bordo, Gaviones, Presas de piedra acomodada, Presas de mampostería, Presas de tierra y Pretiles.	
2. Fortalecer el conocimiento respecto al estatus de recurso agua en la RBTC	2.1 Elaboración de Estudios Geo-hidrológicos de balance hídrico y calidad del agua, para toma de decisiones	
	2.2 Capacitación técnica para uso eficiente del agua	
	2.3 Revisión del marco legal y normativo para concesiones y uso consuntivo	
3. Sanidad de cuerpos de agua superficial	3.1 Control de descargas en Ríos y aplicación efectiva de la normativa	
	3.2 Promover la construcción y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales	
	3.3 Limpieza de sólidos flotantes y desazolve de barrancas, corrientes superficiales y embalses	
4. Uso eficiente del agua	4.1 Aplicación de ecotécnicas para la extracción del agua (Promover el uso de energías alternativas para la extracción de agua)	
	4.2 Incidir en la educación ambiental para el uso eficiente del agua	
	4.3 Promover los sistemas tecnificados de riego	
	4.4 Mejorar la eficiencia electromecánica	
5. Fortalecer los espacios de gobernanza y los mecanismos financieros par retribución de los servicios ecosistémicos para la provisión de agua	5.1 Expandir el Pago Por Servicios Ambientales (PSA)	
	5.2 Hacer alianzas público – privadas	
	5.3 Fortalecer los Comités de Aguas Subterráneas y de Cuenca	

Líneas de acción		Actividades específicas
Medida de adaptación:	Manejo, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales para la conservación de suelos	
Descripción:	En el año 2020 se han realizado labores para el manejo, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales. Considerando que se presentaban áreas en condiciones de fuerte degradación, esto es, que además de haber perdido la cubierta vegetal tienen problemas de erosión severa, la restauración comenzó por la estabilización del suelo y la aplicación de prácticas de conservación de suelos (zanjas de ladera, terrazas angostas, terrazas de banco Etc.) y agua. En la reforestación se consideraron objetivos de conservación de la diversidad genética, utilizando preferentemente germoplasma local o justificando claramente el porqué de la introducción de variedades no locales. Mantener la diversidad genética es un seguro frente a condiciones futuras inciertas y fluctuaciones ambientales. Es importante que las plantaciones o reforestaciones no sean genéticamente uniformes, lo cual las hace vulnerables a plagas, enfermedades y fluctuaciones ambientales. Además es necesario un estricto control de procedencia y del estado sanitario de la planta utilizada en reforestación. La explotación clandestina o ilegal de la madera y otros recursos forestales, así como la furtiva, afectaban el cumplimiento de los objetivos de producción y conservación establecidos. Por lo tanto, se aplicaron las medidas correspondientes para la protección y vigilancia en la unidad de manejo. El uso de las tierras forestales para la cacería y el aprovechamiento de recursos o productos no maderables, puede formar parte de una estrategia de manejo para uso múltiple. En todo caso, el aprovechamiento de recursos forestales no maderables y la cacería se regularon, considerando los objetivos de conservación y el cumplimiento de la legislación y la normatividad aplicables en este caso. La presión de la cacería y la extracción de recursos forestales no maderables tienen implicaciones para la conservación de la biodiversidad, por lo cual debe de estar regulado. Esta medida disminuye la vulnerabilidad a lluvias intensas, vientos fuertes y a deslizamientos de suelo, fortalece las capacidades organizativas de las comunidades. Mejora la calidad del suelo, protege la biodiversidad. Contribuye a mejorar la captura de carbono y a conservar los reservorios de carbono. Incremento de la productividad, reduce las pérdidas económicas por la protección del arbolado comercial y de especies comerciales. El enfoque para la adaptación es basado en ecosistemas y en comunidades. Se implementa en los dos primeros años de duración del PACC. Se monitorea anualmente la cobertura forestal degradada y la recuperada, información sobre suelos, (índice de erosión, fertilidad de suelo) y de los servicios ecosistémicos.	
1. Prácticas de conservación y restauración de suelos.	1.1 Construcción de Zanja bordo	
	1.2 Construcción de pretilos	
	1.3 Estudio de deforestación y degradación para la RBTC	
2. Reforestación	2.1 Construcción/rehabilitación de viveros para producción de especies nativas	
	2.2 Identificación de especies para reforestación	
	2.3 Implementar plantaciones de agave	
	2.4 Reforestación con especies nativas (pochote cuajote)	
	2.5 Producción de plantas en viveros comunitarios	
3. Vigilancia	3.1 Crear y fortalecer brigadas de monitoreo para la protección y vigilancia	

Líneas de acción	Actividades específicas
	3.2 Fortalecimiento de capacidades de los comités de vigilancia
	3.3 Monitoreo de biodiversidad

Líneas de acción	Actividades específicas
Medida de adaptación:	Manejo Integral del fuego
Descripción:	Para el año 2020, se cuenta con un sistema de mitigación y control de los incendios forestales, con un enfoque integral de manejo del fuego basado en principios ecológicos. El manejo del fuego se basa en el conocimiento del régimen de incendios característico de los ecosistemas presentes en la unidad de manejo; un régimen de incendios es definido como la amplitud de la variación natural o histórica de la frecuencia (o intervalo entre incendios sucesivos), estacionalidad (época del año en que ocurren los incendios), intensidad (fuerza física), severidad (efectos en el ecosistema) y tamaño (extensión) y patrón espacial de los incendios, y su sinergia con otros factores ambientales o agentes de perturbación. El manejo del fuego incluye una combinación de medidas de prevención, combate, aplicación de tratamientos de combustibles forestales (tratamientos mecánicos de remoción o modificación de combustibles o quemas prescritas) y restauración del régimen de incendios dentro de la amplitud de su variación natural o histórica, así como la utilización adecuada del fuego para fines silviculturales (como tratamiento de sitio para inducir la regeneración natural o mejorar condiciones para establecimiento de plantaciones o reforestación, o para el control de residuos de corta y para la reducción del peligro de incendios causado por la acumulación de combustibles). Las intervenciones de manejo del fuego son también una herramienta para el manejo de hábitat y la conservación de biodiversidad, y deben dirigirse a mantener un mosaico de hábitat favorable tanto para especies adaptadas al régimen de incendios (pirófilas) como sensibles al fuego (pirófagas). Esta medida disminuye la vulnerabilidad a los incendios forestales y a deslizamientos de suelo, fortalece las capacidades organizativas de las comunidades. Mejora la calidad del suelo, protege la biodiversidad. Contribuye a mejorar la captura de carbono y a conservar los reservorios de carbono. Incremento de la productividad, reduce las pérdidas económicas por la protección del arbolado comercial y de especies comerciales. El enfoque para la adaptación es basado en ecosistemas, comunidades y riesgo. Se implementa en los dos primeros años de duración del PACC. Se monitorea las condiciones meteorológicas en la región, número de incendios, la superficie y el tipo de vegetación afectada.
1. Prevención de incendios forestales	1.1 Mantenimiento de brechas cortafuego 1.2 Fortalecimiento e integración de nuevas brigadas 1.3 Capacitación sobre la NOM-015-SEMARNAT-SAGARPA-2007 uso del fuego 1.4 Recorridos y detección de incendios 1.5 Capacitación para el conocimiento sobre los combustibles forestales 1.6 Especialización de brigadas en manejo del fuego (equipo técnico) para la evaluación de áreas potenciales y afectadas por incendios forestales 1.7 Adquisición de equipo básico de protección contra fuego para brigadas 1.8 Rehabilitación de la Red de comunicación (brigada - centro de control)

Líneas de acción	Actividades específicas
2. Reducir el tiempo de atención y respuesta	2.1 Atención oportuna a incendios forestales

Líneas de acción	Actividades específicas
Medida de adaptación:	Manejo Integral de Plagas
Descripción:	Para el 2028 se aplicará un diagnóstico de plagas, enfermedades y especies invasoras tanto forestales como de la vegetación de importancia biológica con la participación de la comunidades, gestores y académicos. El cual consistirá en diversas etapas, como 1) el diagnóstico y localización, 2) la regulación y manejo de plagas forestales y de los diversos ecosistemas que conforman la RBTC mediante el empleo del control biológico y reducción del uso de plaguicidas. 3) Implementar un sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento. Así como la generación de líneas de investigación sobre la presencia y la potencial aparición de plagas en la RBTC.
1. Caracterización de plagas y potenciales brotes	1.1 Diagnóstico para el reconocimiento de plagas y aparición de nuevas plagas 1.2 Elaboración del programa de prevención de brotes de plagas 1.3 Capacitación para el manejo y monitoreo de plagas
2. Investigación en materia de plagas	2.1 Identificación de plagas forestales de nuevo brote 2.2 Investigación sobre especies invasoras y su control 2.3 Investigación para conocer el ciclo vital de plagas que afectan a la <i>Neobuxbaumia tetetzo</i>
3. Control y manejo de plagas	3.1 Facilitar los procesos de autorizaciones de saneamiento 3.2 Incremento del financiamiento de sanidad forestal en la RBTC

Líneas de acción	Actividades específicas
Medida de adaptación:	Prácticas ganaderas compatibles con la conservación
Descripción:	Para el año 2030, los productores aplican prácticas ganaderas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyendo al mantenimiento de los ecosistemas, fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y olas de calor, y mejorando progresivamente la calidad del suelo.
1. Semiestabulado y estabulado de ganado	1.1 Coordinación y asociación con caprino-cultores para el manejo de ganado en la RBTC 1.2 Gestión institucional para la obtención de recursos para estabulación de ganado 1.3 Establecimiento de áreas techadas (bebederos y comederos), así como corrales, mediante infraestructura verde, como materiales naturales y barreras vivas 1.4 Generación de alimento a través de la Implementación de parcelas de forraje (guaje), uso de forraje de cultivos (maíz, trigo, avena) y uso de especies forrajeras nativas (mezquite, huizache, huamucho y sierrecilla) 1.5 Fomento del uso de composteo orgánico mediante abono estiércol seco

Líneas de acción	Actividades específicas
	1.6 Sistema de captación y conducción de agua para consumo del ganado (Olla de agua)
	1.7 Desarrollo de sistemas de aprovechamiento de potencial energético de residuos y desechos del sector silvoagropecuario. (manejo de excretas)
	1.8 Fortalecimiento de la cadena productiva (eficientizar la producción, transformación y comercialización)
2. Control del libre pastoreo	2.1 Delimitación y control de áreas de libre pastoreo, por ejido y comunidades de acuerdo con sus estatutos
3. Capacitación técnica	3.1 Talleres de capacitación de buenas prácticas para el manejo ganadero de pequeña y mediana escala
	3.2 Capacitación en la producción de ganado y comercialización
4. Intercambio de experiencias de remedios tradicionales en enfermedades del ganado	4.1 Realizar foros de intercambio del uso de remedios naturales en enfermedades frecuentes del ganado

Líneas de acción	Actividades específicas
Medida de adaptación:	Fomento de técnicas agroecológicas amigables con el ambiente y climáticamente resilientes
Descripción:	Para el año 2030 los productores aplican prácticas agrícolas resilientes que aumentan la productividad y la producción, contribuyendo al mantenimiento de los ecosistemas, fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejorando progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.
1. Uso de variedades resistentes a la sequía	1.1 Uso de variedades criollas resistentes a la sequía
	1.2 Cambio en los calendarios de siembra para minimizar riesgos climáticos
2. Incremento del rendimiento agrícola	2.1 Uso de técnicas de conservación de suelos en áreas de riesgo (cero labranza, labranza mínima, curvas de nivel, terrazas, otros)
	2.2 Composteo para incorporación de materia orgánica (estiércol seco), así como la implementación de micorrizas
	2.3 Rotación y diversificación de cultivos
3. Protección de cultivos	3.1 Promover la construcción de cortinas rompevientos y barreras vivas
	3.2 Fortalecer el manejo integral de rastrojos
4. Uso eficiente del agua en cultivos	4.1 Implementar el riego tecnificado (goteo y aspersión) y riego nocturno en parcelas extensivas y agricultura de tras patio (atendiendo particularmente las necesidades de las mujeres)
	4.2 Implementación de sistemas de cosecha de agua para riego
5. Capacitación técnica	5.1 Parcelas demostrativas
	5.2 Talleres de capacitación de buenas prácticas considerando además las necesidades formativas de las mujeres

Líneas de acción	Actividades específicas
6. Construcción de un banco de germoplasma local	6.1 Diseñar e implementar programas de capacitación para los técnicos de la RBTC y a su vez replicar a productores y productoras
	6.2 Selección de semillas
	6.3 Proyecto integral para la construcción del banco de germoplasma
	6.4 Gestión institucional para la construcción y equipamiento del banco de germoplasma
	6.5 Construcción y equipamiento del Banco de germoplasma

Líneas de acción	Actividades específicas
Medida de adaptación:	Diversificación de actividades productivas bajo el manejo sostenible de los recursos naturales
Descripción:	Para el año 2030, se realizan actividades tradicionales y alternativas de manejo sostenible de los recursos naturales, garantizando la permanencia de los servicios ecosistémicos y medios de vida, asimismo el fortalecimiento y apertura de nuevos mercados locales y externos que permitan alcanzar el desarrollo regional.
1. Diversificación de actividades productivas en agrosistemas	1.1 Recopilar estudios sobre plantas útiles por región, resistentes a la variabilidad climática a partir del conocimiento ancestral y el acervo cultural de hombres y mujeres
	1.2 Establecimiento de viveros de agaváceas y especies de ornato para plantación en los agrosistemas
	1.3 Generación de un paquete tecnológico basado en especies adaptadas a condiciones de sequía, validado por el sector productivo, dando prioridad al germoplasma nativo de la región
	1.4 Fomento de cultivos alternativos con plantas que cuenten con capacidad de adaptarse a las condiciones de cambio climático incorporando un rol activo de la mujer
	1.5 Realizar un intercambio de experiencias y buenas prácticas entre productores
	1.6 Apoyo y soporte técnico a proyectos, incorporando profesionistas y conocimiento local
	1.7 Estudiar el potencial aprovechamiento de algunas plagas de la RBTC, con fines alimenticios u otros usos
2. Apertura de nuevos mercados a los productos de la RBTC y reducción de riesgos para los productores	2.1 Realizar un análisis de mercado, donde los productos de la RBTC puedan alcanzar un nicho
	2.2 Fortalecer la presencia y participación de las mujeres en las diferentes cadenas de valor, particularmente en los eslabones relacionados con un mayor control de los recursos, como la producción y comercialización
	2.3 Promocionar los productos de la RBTC en los nuevos mercados nacionales e internacionales
3. Impulsar la plusvalía de las artesanías y diversificar las materias primas empleadas	3.1 Apoyar a los artesanos de sombrero de palma, logrando mayor rentabilidad de sus productos, incorporando procesos de terminado como el planchado

Líneas de acción	Actividades específicas
	3.2 Fomentar la elaboración de papel artesanal mediante el reciclaje de Residuos Sólidos con técnicas sostenibles
	3.3 Promover la diversificación de artesanías hacia el carrizo y productos forestales no maderables
	3.4 Dirigir la producción de artesanías hacia aquellas del mercado contemporáneo, que tienen una plusvalía mayor y requieren menor cantidad de materia prima

Líneas de acción	Actividades específicas
Medida de adaptación:	Implementación de sistemas de alerta temprana de atención al riesgo por eventos hidrometeorológicos extremos con enfoque de cuenca
Descripción:	Para el año 2024 se han realizado acciones para disminuir los impactos de fenómenos hidrometeorológicos extremos, análisis de las amenazas, la vulnerabilidad. Por otra parte, la cartografía de eventos meteorológicos señala que en la zona de influencia de la RBTC y con base del modelado meteorológico e hidrológico, así como derivado del diseño de un protocolo basado en umbrales de los elementos meteorológicos, se puede generar y emitir alertas tempranas de fenómenos hidrometeorológicos. Diseñar la implementación de un sistema de alerta temprana, incluyendo procedimientos operacionales que establecen las acciones y responsabilidades de los distintos actores relacionados con las acciones de alerta y respuesta en caso de amenaza en el área de influencia de la RBTC. Aumento de la capacidad local para utilizar oportunamente y de manera coordinada los sistemas de información al momento de enfrentarse a advertencias hidrometeorológicas. Esta medida disminuye el riesgo a fenómenos meteorológicos extremos, fortalece las capacidades organizativas de las comunidades. Protege la biodiversidad. Contribuye a mejorar la captura de carbono y a conservar los reservorios de carbono. Incremento de la productividad, reduce las pérdidas económicas. El enfoque para la adaptación es basado en riesgo. Se implementa en los cuatro primeros años de duración del PACC. Se monitorea las condiciones meteorológicas en la región, las pérdidas de vidas y económicas por desastres.
1. Fortalecer el sistema de información meteorológica de la RBTC y su área de influencia	1.1 Realizar un modelo de predicción meteorológica meso-escalar de resolución de por lo menos 10 Km 1.2 Consolidar la Red meteorológica en el Polígono PACC-RBTC, e instalar al menos otras 25 estaciones meteorológicas más (automáticas)
2. Estudio y pronóstico de amenazas hidrometeorológicas extremas en la RBTC	2.1 Identificar las potenciales amenazas y territorialización de eventos hidrometeorológicos extremos en el Polígono PACC-RBTC 2.2 Realizar un modelado hidrometeorológico y diseño de un protocolo basado en umbrales, para generar y emitir alertas tempranas ante fenómenos hidrometeorológicos
3. Diseño e implementación de un sistema de alerta temprana y fases de contingencia	3.1 Implementar procedimientos de respuesta temprana por parte de las instancias competentes, en caso de amenaza específica en el Polígono PACC-RBTC 3.2 Fortalecer las capacidades locales para actuar de manera oportuna y coordinada en la activación de contingencias; al momento de recibir advertencias hidrometeorológicas extremas 3.3 Promover un programa de difusión y comunicación del riesgo

Líneas de acción		Actividades específicas
Medida de adaptación:	Desarrollo del turismo sostenible y recreación en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán	
Descripción:	Para el año 2030, se han realizado acciones en la RBTC para fomentar e impulsar el ecoturismo y turismo cultural como una alternativa de aprovechamiento no consuntivo de los recursos naturales, que priorice y sensibilice sobre la importancia de su preservación, promoviendo un círculo virtuoso entre la conservación de los atractivos naturales y el desarrollo socioeconómico.	
1. Fortalecimiento y promoción del turismo en la RBTC	1.1	Difusión y promoción turística de sitios de interés en la RBTC, a través de medios masivos de comunicación y redes sociales
	1.2	Fomentar el intercambio de experiencias y buenas prácticas en el sector turístico con enfoque de conservación
2. Impulsar nuevas formas de turismo en la RBTC	2.1	Realizar una evaluación de la rentabilidad del sector turístico en la RBTC, orientándolo a la Estrategia de Turismo de Naturaleza e integrando variables de adaptación al cambio climático
	2.2	Impulsar el turismo en la RBTC bajo la denominación de patrimonio mixto con base en sus atributos
	2.3	Desarrollo del agroturismo (turismo en granjas rurales), y de estancias en ecotecnias
3. Creación de rutas temáticas	3.1	Creación de rutas turísticas temáticas gastronómicas y no gastronómicas (p.e.. ónix, medicina tradicional, ruta de los frailes)
4. Turismo social y ambientalmente responsable	4.1	Crear estaciones de acopio y valorización de Residuos Sólidos en zonas turísticas
	4.2	Inclusión de actividades de monitoreo y conservación biológica, como requisito de operación de los sitios turísticos
	4.3	Fomentar la integración de temáticas de sensibilización de los efectos del cambio climático, como parte de las actividades de los centros turísticos

Líneas de acción		Actividades específicas
Medida de adaptación:	Educación ambiental y fortalecimiento institucional para la adaptación al cambio climático	
Descripción:	A partir del año 2019, se cuenta con modelos de capacitación ambiental en condiciones de cambio climático, dirigidos a la población, así como el fortalecimiento institucional en materia de recursos humanos, económicos y materiales.	
1. Educación ambiental no formal	1.1	Instrumentar los paquetes pedagógicos sobre temas de cambio climático, biodiversidad y servicios ecosistémicos a través de módulos itinerantes
	1.2	Fortalecer las capacidades de las comunidades en la implementación de ecotecnias como medidas de adaptación al cambio climático potenciando acciones adaptadas al medio y con perspectiva de género
	1.3	Promover la implementación del programa "Gestión ambiental escolar"
	1.4	Organizar el intercambio de experiencias sobre medidas de adaptación al cambio climático

Líneas de acción	Actividades específicas
2. Difusión y comunicación	2.1 Elaborar campañas de información en radio local
	2.2 Realizar concursos de percepción del cambio climático a través de Redes sociales
	2.3 Diseñar materiales impresos y promocionales sobre cambio climático con contenidos locales
3. Participación	3.1 Fomentar la participación de los diferentes sectores que comprenden los Consejos Asesores del ANP
	3.2 Celebrar convenios con organizaciones de la sociedad civil, universidades e instancias gubernamentales, para fomentar acciones de adaptación al cambio climático, asesoría e investigación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales
	3.3 Garantizar la participación efectiva de las mujeres en los espacios para la toma de decisiones concernientes a la gestión del territorio