

Gobierno del Estado de Puebla

Secretaría de Gobernación

Orden Jurídico Poblano

Publicación de la Estrategia Estatal de Cambio Climático 2021-2030, que emite la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla



REFORMAS

Publicación

Extracto del texto

4/abr/2022	PUBLICACIÓN de la Estrategia Estatal de Cambio Climático 2021-2030, que emite la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla.
------------	---

CONTENIDO

ESTRATEGIA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 2021-2030	3
Agradecimientos	3
Introducción y Objetivos generales	4
Panorama Global.....	5
Panorama Nacional	13
Panorama Estatal.....	25
Vulnerabilidad Estatal.....	59
Escenarios Climáticos	67
Temperatura	73
Escenarios de temperatura al Futuro Cercano 2015-2039	75
Escenarios de temperatura al Futuro Lejano 2075-2099.....	75
Precipitación	77
Análisis Regional.....	79
Visión	97
Solución de Problemática	97
Estrategias y Líneas de Acción.....	101
Ejes Estratégicos	101
Marco Normativo	104
Acuerdos internacionales	104
Bibliografía.....	109
RAZÓN DE FIRMAS.....	116

ESTRATEGIA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO 2021-2030

Agradecimientos

Se agradece el apoyo y la cooperación en la generación y mejora constante del presente documento de las siguientes instituciones:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ)

Global Green Growth Institute

Iniciativa Climática de México

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Puebla

Universidad de las Américas Puebla

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Universidad Ibero

Universidad del Medio Ambiente

Grupo de Investigación y Enfoque estratégico de Ética y Florecimiento Humano, subgrupo de Sostenibilidad y Antropoceno del Tec de Monterrey

Políticas y Legislación Ambiental A.C. (POLEA)

Sustain Luum

Cooperativa Onergia

Cámara Nacional de la Industria de Transformación Sector Verde (CANACINTRA)

El Consejo Técnico de Cambio Climático del Estado de Puebla que asesoró el desarrollo del presente instrumento fue conformado por:

Aura Elena Moreno Guzmán

Carlos Patiño Gómez

Cuitláhuac Alfonso Roviroso Madrazo

María Auxilio Osorio Lama

María Griselda Corro Hernández

María Eugenia Ibarrarán Viniegra

Miguel Ángel Morales Polioptro

Fortunato Martínez Austria

Ricardo Vázquez Perales

Verónica Gutiérrez Villalpando

Los miembros de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del estado de Puebla responsables por la elaboración del documento:

Beatriz Manrique Guevara

Norma Angélica Sandoval Gómez

Marco Antonio Herrera García

Santiago Creuheras Díaz

Jorge Luis Zenil Alva

Alejandra Bonifacio García

Daniela Guadalupe Soberanis Acosta

Javier Ángel González Cortés

José Luis Alonso Hernández

Alma Griselda Pinillo Flores

Angélica Gutiérrez Del Valle

Jair Reséndiz Pérez

Diana Arisbeli Longares Baza

Sandra Rosalía Espinoza Morales

Angélica Sierra Martínez

María Fernanda Galicia Lugo

Contenido de la Estrategia

Introducción y Objetivos generales

La Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla (LECCP) es el instrumento jurídico rector de la política local en materia de cambio climático que establece, entre otros aspectos, la naturaleza, contenido y alcances de la Estrategia Estatal de Cambio Climático de Puebla.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 35 de la LECCP, la Estrategia Estatal de Cambio Climático es el instrumento de política transversal que integra el conjunto de principios y líneas de acción que orientan el proceso de desarrollo, considerando el diagnóstico de la situación del Estado ante los efectos del cambio climático sobre sus recursos naturales, sectores social, productivo y de apoyo. Además, considera los escenarios climáticos futuros que permitirán determinar la vulnerabilidad del Estado, sus necesidades futuras, así como las fortalezas y debilidades de la Administración Pública Estatal y Municipal, para enfrentarlas efectivamente.

La Estrategia Estatal define de manera general la orientación de la política estatal de cambio climático, identifica los actores y sus responsabilidades frente a este fenómeno, precisa las posibilidades de reducción de efectos adversos del cambio climático, propone los estudios para definir metas de mitigación y necesidades de adaptación y prioriza los temas que deberán ser considerados para elaborar el Programa Estatal de Cambio Climático del Estado.

Este documento está dirigido para las y los poblanos cuyas decisiones dictan el rumbo del Estado, como servidores públicos, empresarios, educadores, estudiantes y ciudadanía en general, que crean las nuevas normas y valores que encaminan al estado hacia un compartido bienestar social, económico y ambiental.

Por lo tanto, se establecen los siguientes objetivos:

1. Establecer acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático para disminuir vulnerabilidades y riesgos al bienestar de la población del Estado.
2. Promover esquemas de economía circular, sistemas de producción, tecnologías, materiales y hábitos de consumo sustentables para minimizar los impactos relacionados a cambio climático en el Estado.
3. Fomentar la transición hacia una cultura ecocentrista y climáticamente justa, para promover la gestión regenerativa de los recursos hídricos, el patrimonio biocultural, y la biodiversidad del Estado.
4. Impulsar la eficiencia, sustentabilidad y transición energética para contribuir a la descarbonización de los sectores prioritarios del estado, y maximizar los cobeneficios a la sociedad poblana.

Panorama Global

Problemática General

Durante los últimos 12,000 años, la temperatura global, así como la capacidad regenerativa de la biósfera se han mantenido relativamente estables, y con esto, fue posible crear civilizaciones gracias al desarrollo de la agricultura y otras tecnologías que permitieron el crecimiento y desarrollo de la humanidad. Sin embargo, en las últimas décadas el nivel del impacto de las actividades humanas en los ciclos naturales ha llegado a límites preocupantes: 3/4 partes de la Tierra y 2/3 de los océanos son impactados por la actividad humana, además, 1 millón de especies de las 8 millones que se conocen, están en peligro de extinción, 25% de las enfermedades corresponden a riesgos ambientales, mientras que la contaminación causa 9 millones de muertes prematuras al año, al mismo tiempo que de 7.8 mil millones de personas que viven actualmente, 1.3 mil millones viven en pobreza y otros 700 millones padecen hambre. Esto muestra que el modelo actual es poco equitativo e intensivo en recursos naturales y ha provocado el declive ambiental (PNUMA, 2021).

El creciente impacto al medio ambiente y las crisis derivadas de éste, se han vuelto un reto sin precedentes que tendrá fuertes consecuencias si no se cambian los patrones de comportamiento como sociedad. Los retos ambientales representan ya Emergencias Planetarias y están causando afectaciones socioeconómicas para millones de personas en todos los países. El bienestar de las juventudes y de las generaciones futuras depende de un urgente quiebre de las actuales tendencias en la degradación ambiental.

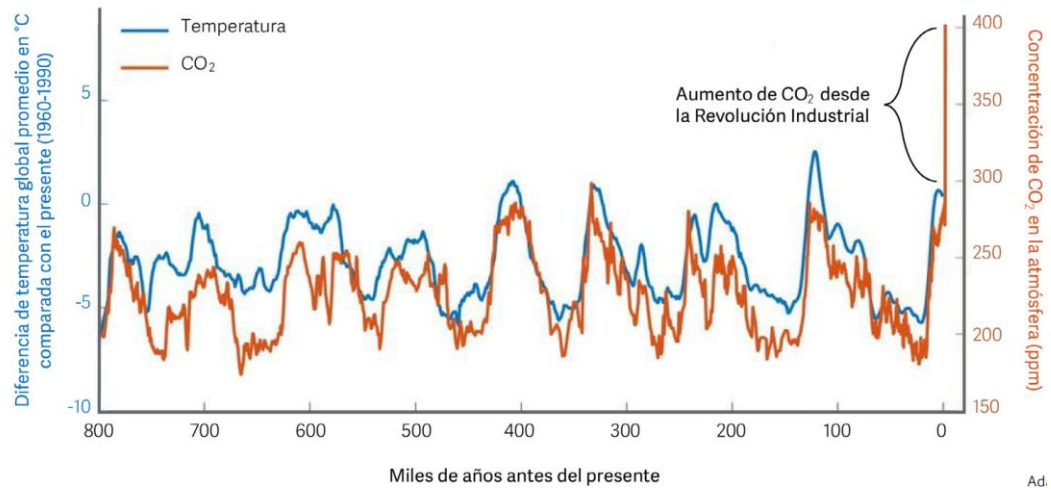
Con esto, vemos que los problemas a los que se enfrenta en el siglo 21, necesitan de una colaboración integral e internacional, y que, afectar al medio ambiente es afectarnos a nosotros mismos. Dentro de los problemas ambientales, el cambio climático global ha tomado relevancia en los últimos años en las conversaciones nacionales e internacionales.



Entendiendo el Cambio Climático

Es importante comprender que, aunque el clima del planeta ha cambiado a lo largo del tiempo de forma natural, en las últimas décadas se ha detectado un incremento en las temperaturas globales al menos 20 veces más rápido que de los patrones históricos. Para analizar los cambios en la composición de la atmósfera, el nivel del mar y el clima, incluyendo sequías e inundaciones, se realizan reconstrucciones mediante archivos de estudios de clima del pasado, lo cual permite documentar la manera en que se comportan los elementos lentos del sistema climático como el ciclo del carbono, mantos de hielo y océano, para generar información sobre cambios bruscos e irreversibles (IPCC, 2021). Se han realizado estudios para encontrar las causas y factores que contribuyen a este problema, y los expertos han encontrado evidencias de que el cambio climático actual es causado por las actividades humanas, principalmente por la quema de combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural, lo que emite a la atmósfera Gases de Efecto Invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂) y metano (IPCC, 2021).

El efecto invernadero es un proceso natural en el que una parte de la radiación solar que atraviesa la atmósfera, es reflejada por la superficie del planeta, es absorbida por los diferentes gases de la atmósfera y, en consecuencia, parte de esta radiación regresa a la superficie de la tierra, lo cual conduce a un aumento de la temperatura superficial promedio. Sin embargo, el aumentar la proporción de éstos gases en la composición de la atmósfera rápida y masivamente, más allá de la capacidad de la biósfera de integrarlos a sus ciclos, aumenta su capacidad de retener el calor, también llamada forzamiento radiativo.



Adaptado de: Uemura, R., Motoyama, H., Masson-Delmotte, V. et al., 2018

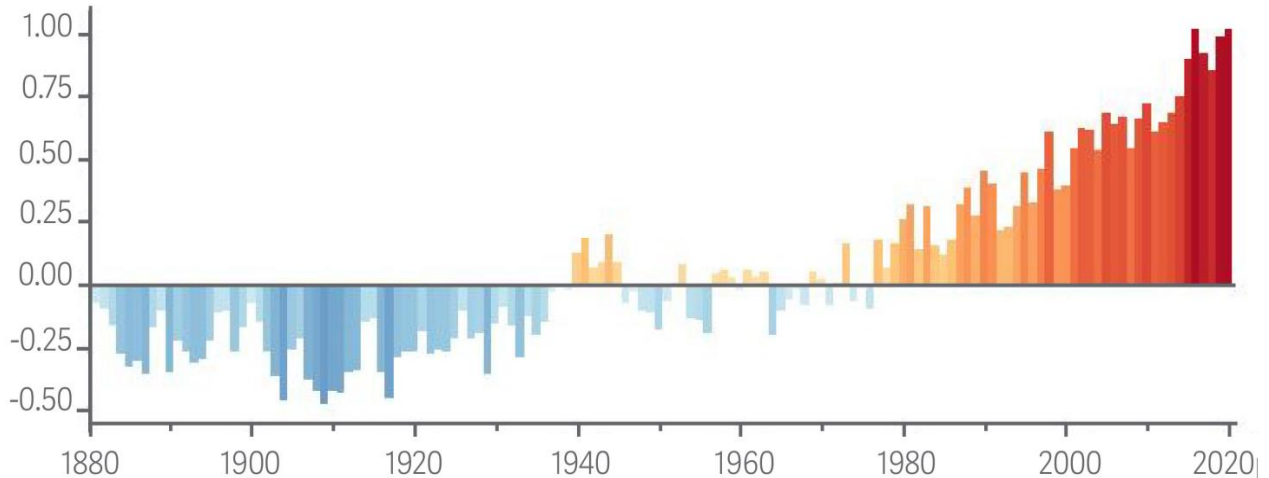
En la gráfica, se muestra en azul el promedio de la temperatura global desde hace 800,000 años en el pasado, y en naranja vemos la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Se observa cómo a través de cientos de miles de años existe una fuerte correlación entre las variables. De igual manera, en la parte superior derecha se indica el aumento de este gas en los años desde la Revolución Industrial.

Cuando la revolución industrial liberó la energía que había estado guardada en los combustibles fósiles por millones de años, liberó su carbono también. Estas emisiones de carbono, en específico dióxido de carbono y metano, fueron pequeñas al inicio, pero a medida que la industrialización se esparció alrededor del mundo, las emisiones han aumentado exponencialmente, tomando en cuenta que se han emitido más entre los 40 años de 1980 y 2020 que entre los 200 años de 1780 y 1980. La concentración de CO₂ en nuestra atmósfera, ha aumentado de 280 partes por millón (ppm) antes de la revolución industrial de 1780, hasta 420 ppm en 2021 (NASA, 2021). En 2019, las concentraciones atmosféricas de CO₂ fueron las más altas que de los últimos dos millones de años, y las concentraciones de metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O) fueron las más altas de los últimos 800,000 años (IPCC, 2021).

Esto ha causado que el promedio de la temperatura mundial aumente constantemente: Desde 1980 no se tiene un año más frío que el promedio de las décadas de los 1950s y 1980s. Los últimos 6 años (2015-2020) han sido los más calurosos de los que se tiene registro y el año 2020 está empatado con 2016 como el año más caliente registrado. El periodo de 2011 a 2020 tuvo un aumento de entre 0.95 a 1.2 °C con respecto al promedio de temperatura global del entre 1850-1900 (IPCC, 2021)

Si bien la tendencia a largo plazo del calentamiento continúa, una variedad de eventos y factores contribuyen a la temperatura global promedio de cualquier año en particular. La mayor fuente de variabilidad de un año a otro en las temperaturas globales generalmente proviene de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), un ciclo de intercambio de calor que ocurre naturalmente entre el océano y la atmósfera.

Anomalía de la Temperatura Global ($\Delta^{\circ}\text{C}$ comparado con el promedio del periodo de 1951-1980)



Fuente: NASA Goddard Institute for Space Studies, 2021

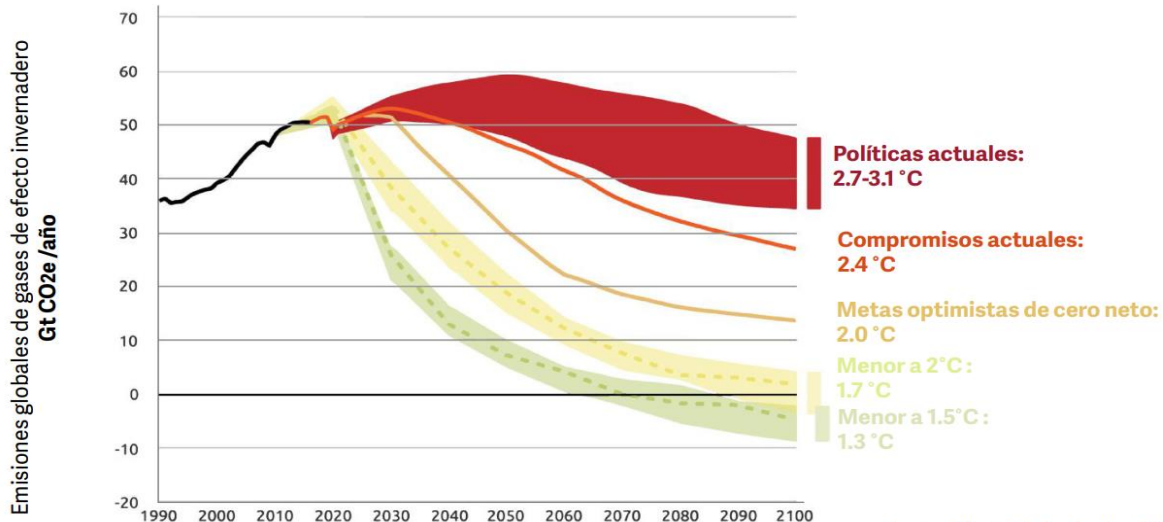
Proyecciones de Calentamiento Global al 2100

Organizaciones internacionales como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU (IPCC) modelan los escenarios potenciales que la temperatura puede seguir dependiendo de la concentración de gases de efecto invernadero. Representan los escenarios que van desde una rápida descarbonización de la economía, hasta lo que pasaría si no se atiende esta problemática, es decir, si se mantiene el Escenario Tendencial (Business as Usual, en inglés). Seguir con la tendencia actual podría generar emisiones que provocarían el incremento de la temperatura en 2°C o más.

Enfrentar esta crisis y cumplir las metas del Acuerdo de París, firmado por México en 2015, principalmente mantener el calentamiento global debajo de los 1.5°C o en su defecto de los 2°C , requiere acelerar y aumentar las acciones de gobiernos, empresas, sociedades y personas. Aunque en la vida cotidiana 1°C o 2°C no tenga mucho efecto, se debe comprender que se refiere a la temperatura global.

Los estudios indican que alcanzar o superar los 2°C de calentamiento, aumentaría el riesgo de cambiar el sistema climático del mundo, lo que podría causar más escasez del agua, sequías más intensas y recurrentes, olas de calor, reducción en la duración de los cultivos, alteración en la intensidad y frecuencia de lluvias, así como otros efectos negativos indirectos, afectando seriamente el bienestar de la población.

Emisiones y calentamiento global estimado con los compromisos y acciones actuales



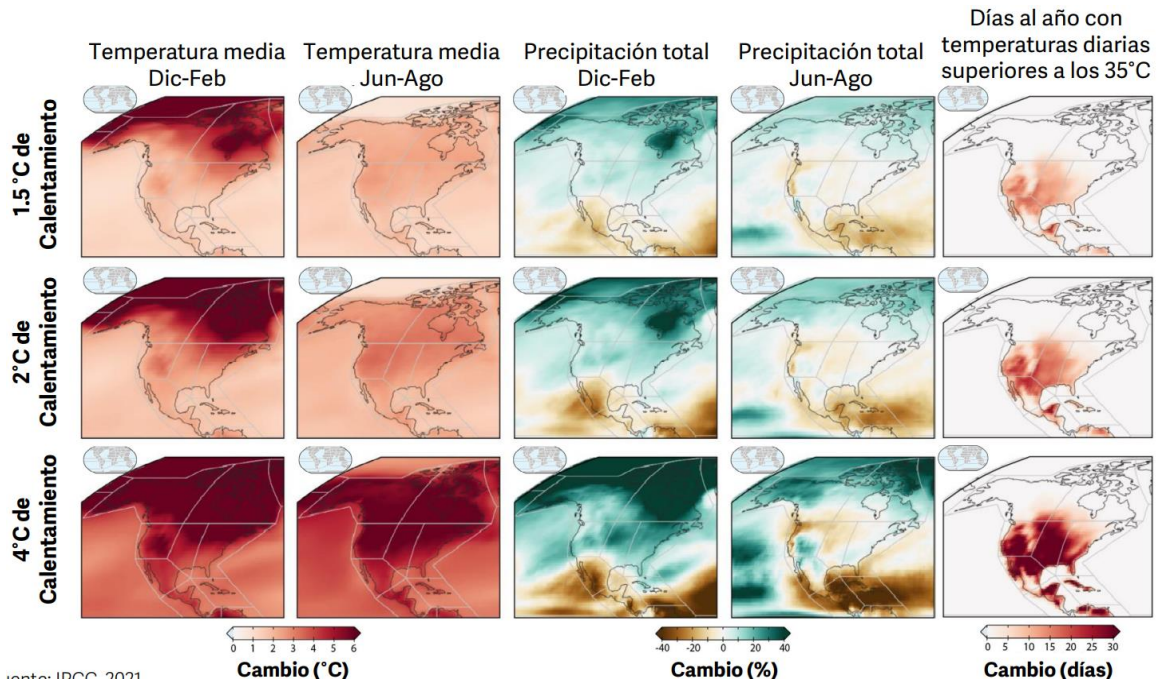
Fuente: Climate Action Tracker, 2021

Proyecciones de Cambio Climático Regional

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC contiene proyecciones globales y regionales sobre los cambios potenciales de la temperatura media y la precipitación en relación con el calentamiento global. Norte y Centroamérica están proyectados a experimentar cambios climáticos a través de todas las subregiones, con algunos cambios comunes, y otros muestran patrones regionales distintos, lo que solicita combinaciones únicas y diferentes de acciones de adaptación y gestión de riesgos más localizadas. Estos cambios se volverán más prominentes a mayores emisiones de GEI y niveles de calentamiento global. Tanto la temperatura media como los extremos, seguirán aumentando bajo todos los escenarios de emisiones en la mayoría de las regiones, especialmente en las subregiones más al norte.

El nivel del mar relativo, está proyectado a incrementar en la mayoría de las costas, lo que aumentará los eventos de inundaciones costeras y erosión. La acidificación oceánica y olas de calor marinas están proyectadas a incrementar de igual manera. Los ciclones tropicales, con mayor precipitación y tormentas severas están proyectadas a aumentar en cantidad e intensidad en el Caribe y el Atlántico. La precipitación media anual y de verano potencialmente disminuirá en todas las subregiones, pero existe gran incertidumbre en la cantidad. Sin embargo, los modelos muestran alta certidumbre que incrementen las sequías.

Los siguientes mapas de la región Norte América, Centro América y el Caribe, indican las proyecciones de cómo cambiarán las variables de temperatura media, precipitación total y días del año que superen los 35°C dependiendo del nivel de calentamiento global comparado con el periodo 1850-1900, usando el escenario de altas emisiones (SSP5 8.5) computado en el CMIP6 (Proyecto de Modelo Compuesto de Intercomparación Fase 6) el cual es un proyecto del Programa Mundial de Investigación Climática. Este proyecto ha llevado a un mejor entendimiento del cambio y variabilidad climática pasado, presente y futuro.



Fuente: IPCC, 2021

Se puede observar el impacto regional del cambio climático global y la gran importancia de limitar el calentamiento al menor nivel posible para evitar las afectaciones potenciales a los sistemas humanos, así como a los ecosistemas naturales.

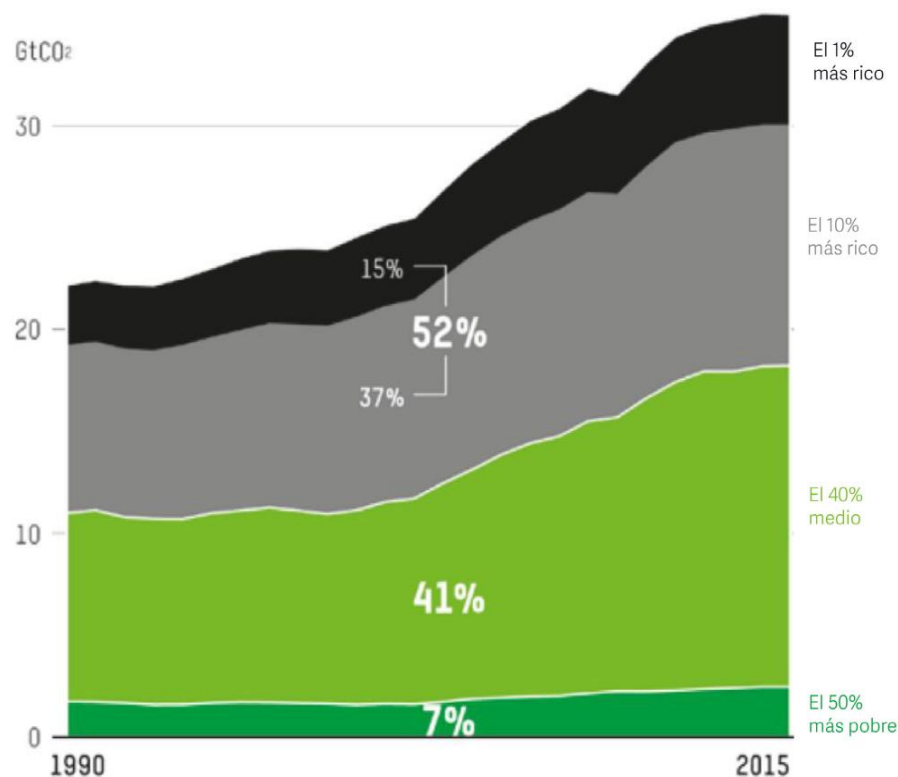
Justicia Climática

Uno de los retos más grandes que se han presentado, es la realización de los cambios a los estilos de vida de las personas, ya que tradicionalmente a mayor nivel de calidad de vida, mayor requerimiento de energía y materiales, y por lo tanto, mayor impacto ambiental y emisiones de CO₂. Esto significa que el 10% más rico del mundo (cerca de 780 millones de personas) son responsables de más de la mitad de las emisiones de CO₂, y el 1% más rico (cerca de 78 millones de personas), es responsable de alrededor del 15% de las emisiones totales de acuerdo a un estudio realizado por Oxfam publicado en 2020.

En otras palabras, durante los últimos 30 años, la crisis climática ha sido potencializada en servicio del incremento del consumo de los grupos tradicionalmente afluentes, en lugar de la erradicación de la pobreza. Los dos grupos que sufren más de esta injusticia son los menos responsables de crearla: los pobres globales, que hoy en día ya luchan contra los impactos del cambio climático y las generaciones futuras, que heredarán un mundo en aceleración hacia una posible catástrofe climática. (Oxfam, 2019)

El término “justicia climática” reconoce los efectos sociales, económicos, psicológicos, de salud pública, entre otros, que afectan de manera exacerbada a poblaciones tradicionalmente desfavorecidas, y busca fomentar la solución de estas problemáticas sistémicas a través de estrategias a largo plazo (Yale, 2018).

Porcentaje de emisiones acumuladas 1990-2015



Fuente: Oxfam, Gore, 2020

Para sobrepasar estos retos y asegurar un futuro sustentable para todas y todos, es imperativo gestionar los riesgos de hoy, prevenir los de mañana y transitar a un tipo de sociedad que no tenga la disyuntiva de poner en peligro su propio futuro por un beneficio a corto plazo e injustamente distribuido, implementando acciones de mitigación y adaptación con una perspectiva social.

El Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe “Acuerdo de Escazú” busca reforzar la participación pública, el acceso a la información y al conocimiento, para elaborar y aplicar políticas climáticas efectivas; así como proteger a las y los defensores de medio ambiente y la acción climática. Estos derechos se concentran en cinco temas principales:

- La implementación plena y efectiva del acceso a la información ambiental de manera oportuna y adecuada.
- El reconocimiento del derecho humano a la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales.
- El acceso a la justicia en temas ambientales.
- La protección a defensores de derechos humanos asociados con el ambiente.
- El fortalecimiento de capacidades y la cooperación en materia ambiental.

Escazú es el primer tratado internacional en el mundo que aborda el tema de defensores de derechos humanos. De acuerdo con la organización Global Witness,

la región latinoamericana es la de mayor riesgo para los defensores de derechos humanos (Global Witness, 2020). Esta es una de las principales razones por la que este acuerdo regional tiene tanta trascendencia para los derechos humanos (IMTA, 2021).

De manera similar, a partir de 2016 en las conferencias de las partes (COP por sus siglas en inglés), se ha considerado que la política climática debe ser sensible a las cuestiones de género. En la COP 25 celebrada en Madrid durante 2019, se adoptó un Plan de Acción de Género para reconocer la labor de las mujeres en materia de cambio climático. No obstante, queda mucho trabajo para la implementación nacional, estatal y municipal, por lo que también representa un reto para las generaciones presentes y futuras.

También es importante reconocer el papel de las infancias, juventudes y pueblos originarios para la acción climática. En 2019 durante la COP 25, México firmó la Declaración sobre los Niños, Niñas, Jóvenes y la Acción Climática, la cual busca reconocer su derecho a un medio ambiente sano y tomar medidas para cumplirlo; respetar y promover sus derechos en la implementación del Acuerdo de París en todos los niveles; ampliar la inversión en medidas de adaptación y mitigación que consideren a niñas, niños y adolescentes; así como fortalecer procesos de participación, educación y sensibilización para estos sectores.

Objetivos de Desarrollo Sostenible



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino hacia la mejora de la vida de todos y todas, sin dejar a nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades.



El Objetivo 13, aspira a reforzar la capacidad de los países para lidiar con los efectos del cambio climático mediante el fortalecimiento de la resiliencia y capacidad de adaptación; incorporar medidas en planes, estrategias y políticas nacionales; así como promover la sensibilización.

El cambio climático afecta a los países de todos los continentes, alterando sus economías nacionales; los niveles del mar están subiendo y los fenómenos meteorológicos son cada vez más extremos. Por lo que es necesario adoptar medidas urgentes para frenar la emergencia climática.

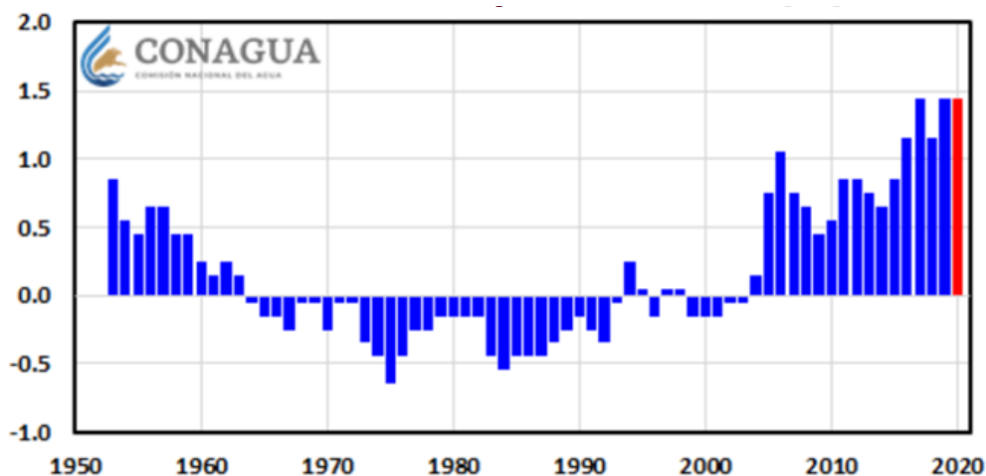
Panorama Nacional

México frente al cambio climático

La información sobre los impactos climáticos y las tendencias socioecológicas y socioeconómicas, sumada a los fenómenos actuales de industrialización y urbanización, así como el uso indiscriminado de los recursos naturales, entre otros, representan un problema ambiental, social y económico que se agudizará por los efectos del cambio climático. Respecto a la emisión de CO₂, México contribuyó en 2019 con 439 millones de toneladas de este gas, representando el 1.2% de las emisiones globales derivadas principalmente de la quema de combustibles fósiles. De acuerdo con estas cifras, México es el décimo cuarto país con mayores emisiones del mundo y segundo país con más emisiones de América Latina, sólo detrás de Brasil (Global Carbon Atlas, 2021). Pese a que podría decirse que esta contribución no es significativa, si se compara con la de los grandes emisores, México no sólo es un país con responsabilidad global, convencido de que el desarrollo económico puede y debe alcanzarse mientras se protege al medio ambiente, por ser éste un bien público del que dependemos todos los países del mundo, sino que también por sus características geográficas y socioeconómicas, en México prevalecen condiciones de alta vulnerabilidad ante el cambio climático (ENCC, 2013).

En el año 2020, en México se observó nuevamente la tendencia en el aumento de temperatura que se observa desde 2004, y con este, se han contabilizado diecisiete años con anomalías de temperatura media nacional por arriba del promedio climatológico de 1981-2010. De acuerdo al Reporte Anual del Clima 2020 de la CONAGUA, la temperatura en México se ha incrementado en 1.4°C en 2020. De esta manera 2020 se ubicó junto a 2017 y 2019 como el año más cálido de acuerdo al registro histórico desde 1953. El mes más cálido del 2020 fue julio, con un promedio nacional de 26.7 °C y una anomalía de 3.0°C por arriba de su promedio, siendo el mes de julio más cálido en los registros. Además, los meses de marzo, abril, mayo y noviembre establecieron su registro más cálido en 2020, de acuerdo con los datos de temperatura a nivel nacional desde 1953.

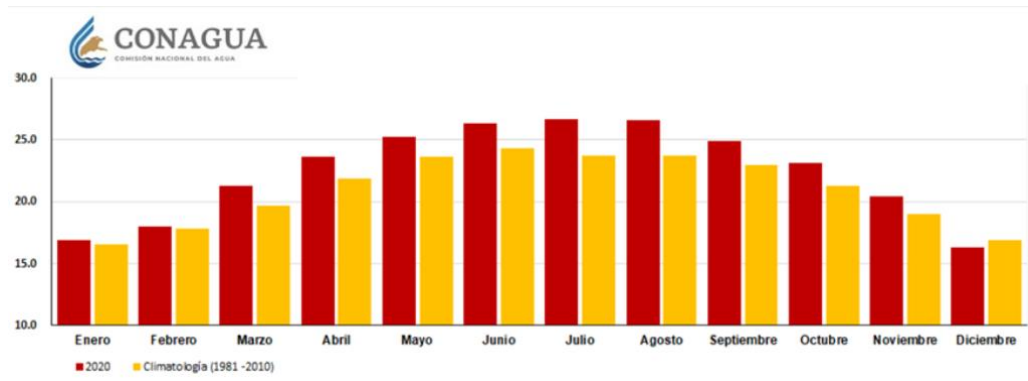
Anomalía de la temperatura media (°C)



Anomalía de la temperatura media anual de México en grados Celsius (°C), la barra en color rojo corresponde a la anomalía nacional estimada en 2020.

Fuente: CONAGUA, 2021

Temperatura media mensual (°C) 2020

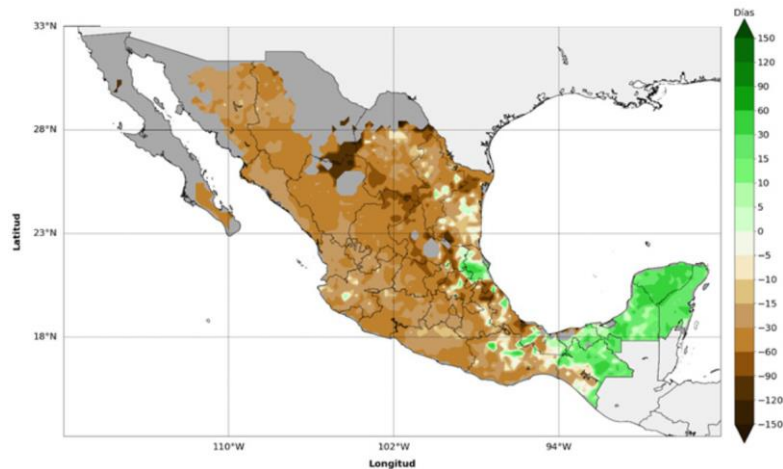


Temperatura media mensual durante 2020 comparada con el periodo climatológico. Fuente: CONAGUA, 2021

De manera similar, los registros históricos de precipitación muestran una variabilidad interanual de la precipitación influenciada por el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). En el reporte Anual de la CONAGUA, clasifica al año 2020 como el vigesimoprimer año más seco. Además, fue el segundo año consecutivo con lluvias por debajo del promedio total anual con un 2.7% por debajo del promedio anual (1981-2010).

La distribución de las lluvias durante el 2020, muestra que los meses de febrero, marzo, mayo, junio y noviembre presentaron lluvias por arriba del promedio anual (1981-2010) y por debajo de este promedio los meses de enero, abril, julio, agosto, septiembre, octubre y diciembre. En el 2020 en la mayor parte del país, se registró una temporada de lluvia más corta de lo normal, con una variación de entre 30 a 60 días de lluvia menos que el su promedio climatológico.

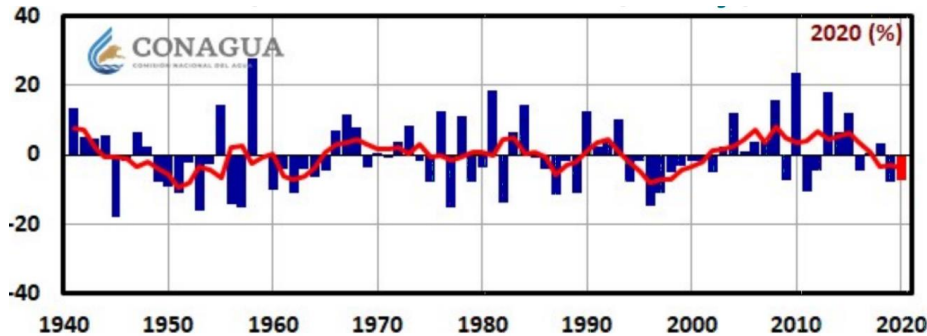
Anomalía de Duración de la Temporada de Lluvias 2020



Fuente: CONAGUA, 2021

Las implicaciones a esta variabilidad pueden crear una gran envergadura de impactos negativos en relación con los recursos naturales, hídricos, en la salud pública, en las actividades agropecuarias, económicas, y culturales, especialmente en las regiones áridas o semiáridas.

Anomalías de precipitación a nivel nacional anual (barras azules), media móvil de cinco años (línea roja)



Fuente: CONAGUA, 2021

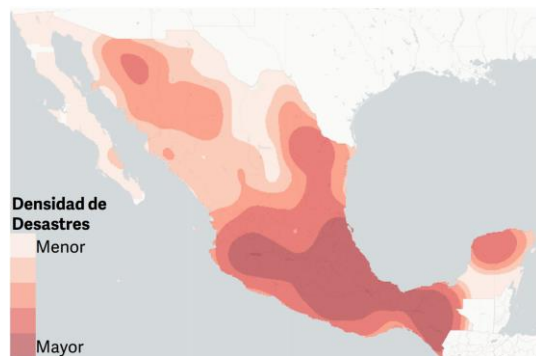
Desastres Hidrometeorológicos

Por sus características geográficas, México es vulnerable a una amplia gama de desastres naturales, que pueden tener importantes repercusiones sociales y económicas.

Del 2000 al 2018 se registraron al menos 253 eventos de desastres naturales, considerando que la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT por sus siglas en inglés), sólo considera “desastres” a eventos que cumplan con alguno de los siguientes cuatro criterios: 1) al menos diez personas muertas, 2) al menos cien personas afectadas, 3) la declaración de estado de emergencia, y 4) una llama de asistencia internacional.

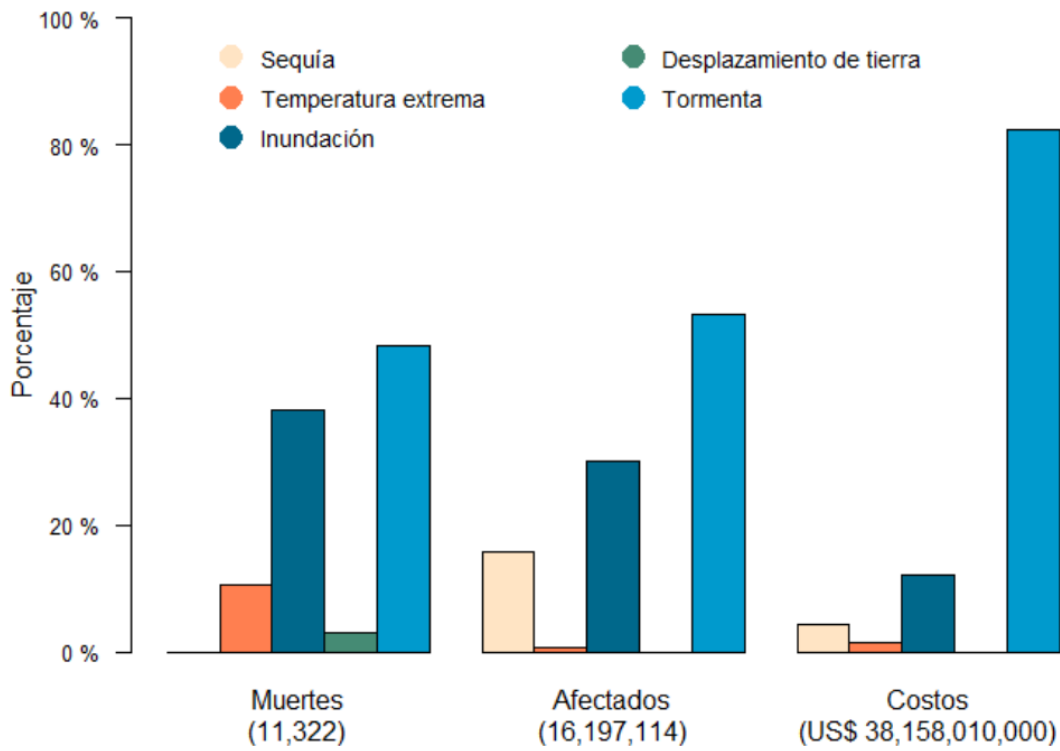
De estos, el 80 por ciento del total tienen un origen hidrometeorológico. (Calderón, 2018) ya que el tipo de desastre con mayor ocurrencia en México son las tormentas, con 57 ocurrencias (46% de los desastres registrados), seguido de inundaciones (37 ocurrencias y 30%). Las tormentas son también el tipo de desastre más mortífero entre 2000 y 2018, con 628 muertes (32% de las muertes registradas). Le siguen de cerca las inundaciones (547 muertes, 28%) y los terremotos (505 muertes, 25%). El tipo de desastre que afecta a la mayoría de las personas en México es la tormenta, con 6,162,462 personas afectadas (44% de las personas afectadas). El desastre que afectó a la mayoría de las personas fue una sequía que comenzó en septiembre de 2011 y que afectó a más de 2,500,000 personas (UCLouvain, 2020).

Densidad de distribución de desastres naturales del 2000-2018



Fuente: EMDAT, 2021

Proporción de los efectos de desastres hidrometeorológicos por tipo



Fuente: Calderón, 2018

Sequías

Aunque sea un fenómeno recurrente en México, la escasez de agua ha causado daños en gran parte del país a lo largo de la historia. Las consecuencias socioeconómicas derivadas de las sequías son: migración, falta de empleo, tensiones y conflictos en diversas escalas, el alza de los precios en la canasta básica por pérdidas en la producción agropecuaria. Sumado a esto la pérdida de la biodiversidad por escasez de agua es parte de la problemática que se vive por falta de agua. De forma simple, una sequía se define como la disminución o la ausencia de precipitaciones pluviales respecto al índice anual y, contrario a lo que se supone, es un evento normal y recurrente que se presenta de forma cíclica en todas las zonas climáticas del estado. La clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo al Monitor de Sequía de América del Norte (NADM) es la siguiente:

Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía.

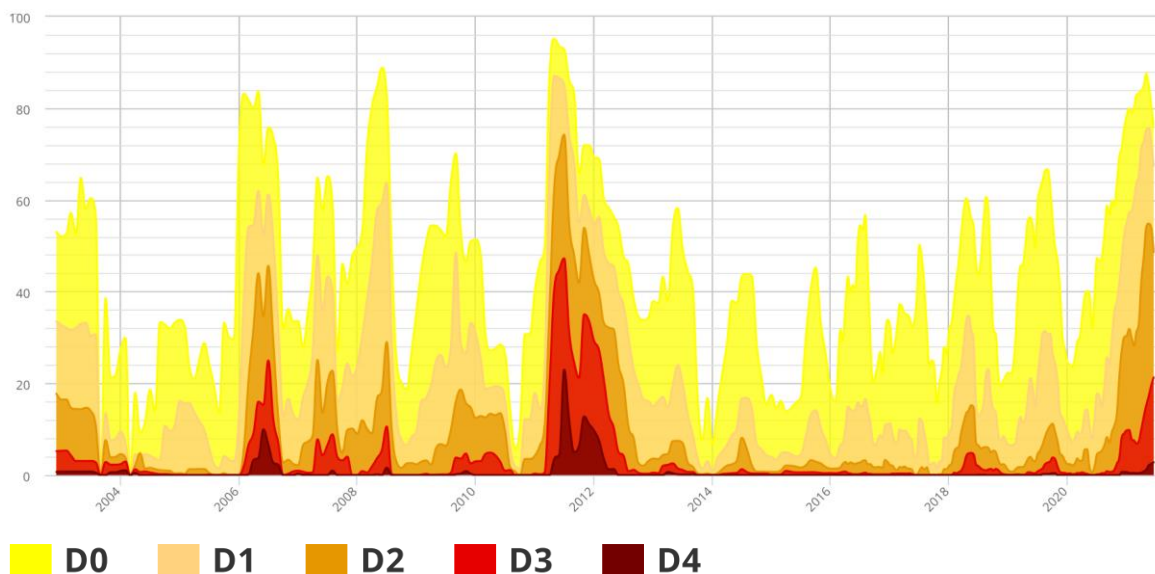
Sequía Moderada (D1): Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.

Sequía Severa (D2): Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.

Sequía Excepcional (D4): Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Porcentaje del territorio afectado por sequía en México



Fuente: CONAGUA, 2021

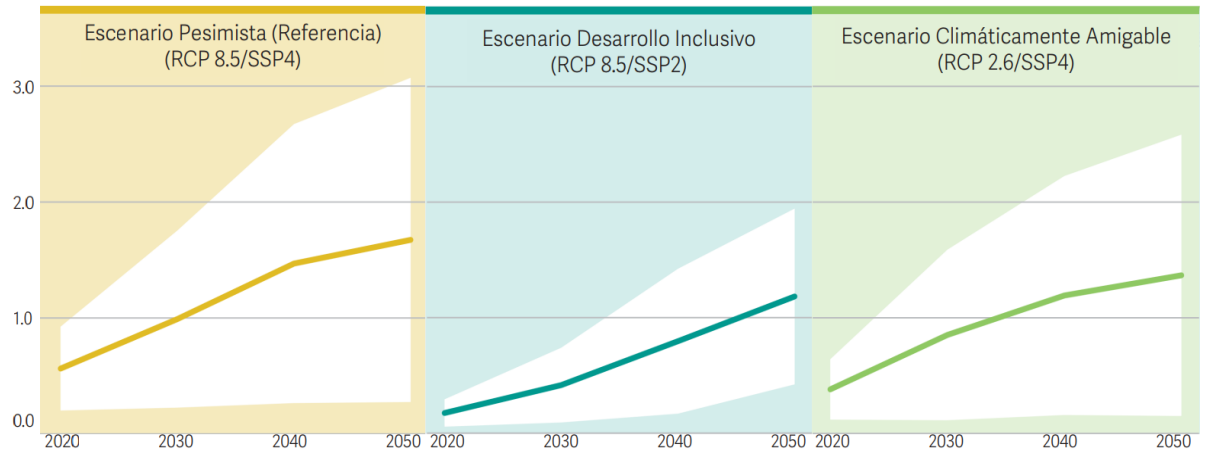
Potencial de Migración Climática Interna

El Banco Mundial, en su estudio "Groundswell" publicado en 2018, proyecta que la escala de la migración dentro del país por causas climáticas, incrementa en todos los escenarios hacia el 2050, en conjunto con la tendencia de crecimiento poblacional. Como un país en vías de desarrollo con una economía diversificada que ya ha experimentado una transición demográfica, México puede estar en buena posición para anticipar y gestionar con una redistribución poblacional inducida por el cambio climático. El número de migrantes climáticos, es mayor para 2050 en el escenario pesimista de referencia, y podría llegar hasta las 3.1 millones de personas. Estas proyecciones son menores en los escenarios de mayor desarrollo sustentable que busquen obtener menores emisiones de GEI, así como menores niveles de pobreza y desigualdad. Ganancias sostenidas de desarrollo y una economía más fuerte significan mejores capacidades adaptativas y recursos financieros para apoyar a los sectores y grupos más vulnerables (World Bank, 2018).

El altiplano central, donde se localizan la Ciudad de México, Puebla y otras ciudades importantes, será un centro de migración, el árido norte del país, así como las áreas agrícolas rurales y las zonas costales de baja elevación, serán las principales zonas de donde vendrán estos migrantes climáticos internos. Este patrón se alinea con los avanzados niveles de urbanización del país, declinante relevancia de los medios de vida de agricultura de subsistencia y continuación de las tendencias de despoblación de las áreas rurales. Los flujos "rural a urbanos"

están siendo reemplazados por movilidad intra-metropolitana y movilidad de las áreas centrales de las ciudades hacia las zonas sub-urbanas y peri-urbanas (World Bank, 2018).

Proyección de número de migrantes climáticos internos bajo tres escenarios para el periodo 2050-2050



Fuente: World Bank, 2018

Centros proyectados a tener altos niveles de migración y emigración climática al 2050

- Alta certidumbre en altos niveles de migración
- Alta certidumbre en altos niveles de emigración



Fuente: World Bank, 2018

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

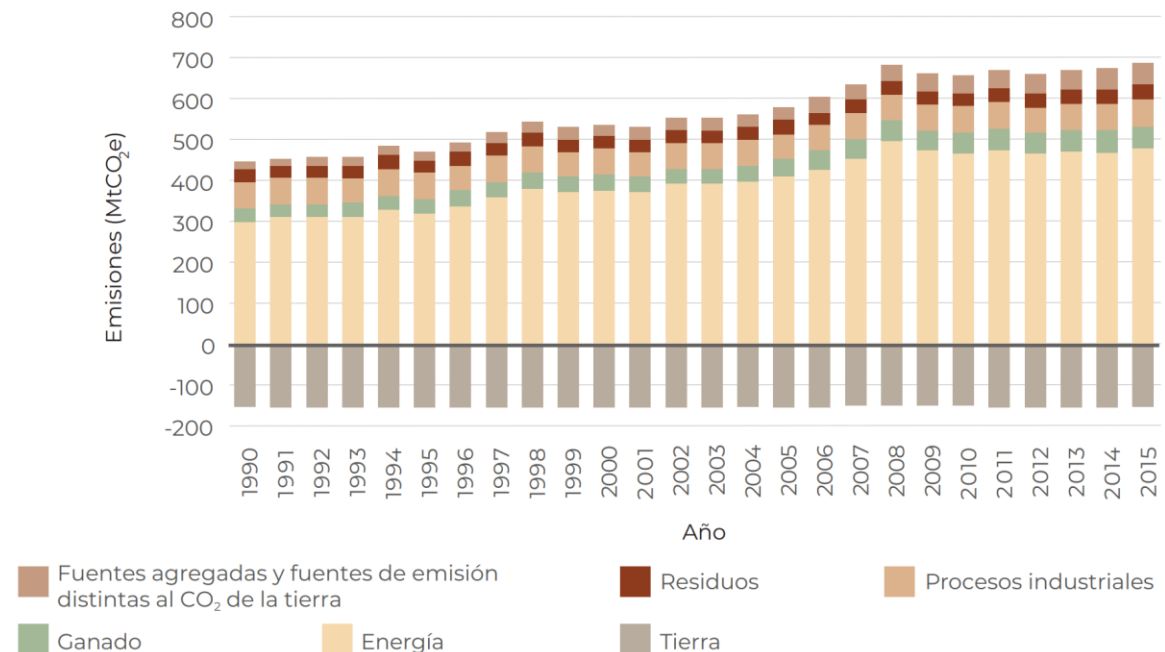
El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero permite identificar y conocer las emisiones que se originan en el país derivadas de las actividades humanas. Es un instrumento que contribuye al diseño de políticas de reducción de emisiones, al identificar las principales fuentes, así como el papel de los ecosistemas para la captura de éstas.

El inventario considera las emisiones de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre y carbono negro, en este caso, para el periodo de 1990 a 2015. Se identificó que el gas más relevante es el dióxido de carbono con un 71% del total, posteriormente el metano con un 21% de las emisiones.

El equivalente de dióxido de carbono (CO₂e), es una medida en toneladas de la huella de carbono. El CO₂ es el más conocido y prevalente, por lo que esta medida ayuda a contextualizar el efecto del resto de los gases de efecto invernadero, a los que se considera causantes del calentamiento del planeta. Como unidad se utiliza tCO₂e que supone un volumen de emisión de gas de efecto invernadero equivalente a una tonelada de CO₂ (IPCC, 2013).

En la siguiente gráfica, se describen algunos porcentajes identificados. Asimismo, se contabilizaron 148 MtCO₂e absorbidas por la vegetación, en su mayoría por bosques y selvas. Derivado de ello, el balance neto entre emisiones y absorciones para 2015 fue de 535 MtCO₂e. Si se considera el año de 1990, las emisiones de GEI fueron 445 MtCO₂e en todo el país. Por lo que, las emisiones en México aumentaron un 54% en el periodo de 1990 a 2015, con una tasa de crecimiento anual (TCMA) de 1.7% (INECC, 2018).

Emisiones nacionales anuales de CO₂ equivalente por sector



Fuente: SEMARNAT, 2019

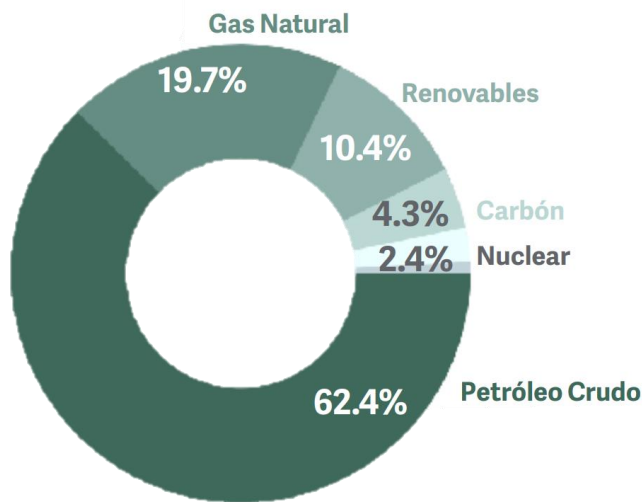
Sector Energético en México

El sector energético nacional, dominado por las fuentes fósiles de energía, ha jugado un papel decisivo para el desarrollo económico de México por su clara influencia sobre todo en el aparato productivo del país. Si bien toda la sociedad requiere, ineludiblemente, producir y consumir la energía para sus procesos productivos, es importante considerar que los patrones de producción y consumo de energía tienen incidencia en las transformaciones del medio ambiente. Se consideran fuentes de energía a aquellas que producen energía útil directamente o por medio de una transformación, estas se clasifican en dos tipos: primarias y secundarias.

La energía primaria comprende aquellos productos energéticos que se extraen o captan directamente de los recursos naturales. Por ejemplo: carbón, petróleo, gas natural, hidroenergía, geoenergía, energía eólica, energía solar y leña.

Por otro lado, las fuentes de energía secundaria son aquellas derivadas de las fuentes primarias, las cuales se obtienen en los centros de transformación, con características específicas para su consumo final. Primordialmente se refiere a la electricidad, pero incluye coque de carbón y de petróleo, gas licuado de petróleo (gas LP), gasolinas, naftas, querosenos, diésel, combustóleo, gasóleo, gas seco, etanol, gases industriales derivados del carbón y productos no energéticos.

Estructura de la producción de energía primaria en México, 2018



SENER, 2019

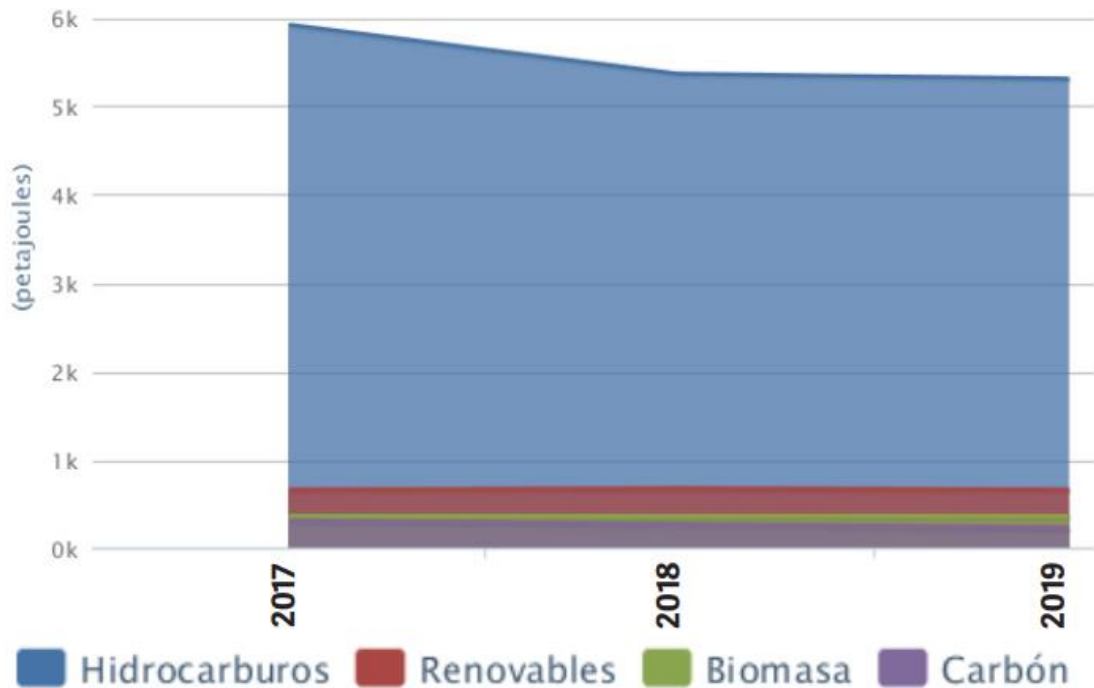
Las energías renovables se generan a partir de fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales que se regeneran naturalmente, y representaron el 10.4% de la producción total en 2018. La energía hidráulica, representó el 1.8% del total del año 2018. La producción de geoenergía, energía solar y eólica representaron el 2.8%. La energía eólica registró un crecimiento significativo de 23.3% en comparación con el 2017, alcanzando 47.12 PJ. México tiene un gran potencial para el desarrollo de centrales fotovoltaicas y generación distribuida permitió que la producción de energía solar incrementará 58.2% respecto al año anterior. La producción de biomasa, que se integra por el bagazo de caña y leña, pasó de 367.18 PJ en 2017 a 371.01 PJ en 2018.

El consumo de energía tiene una relación con el bienestar de la población, debido a que un buen abasto de energía es un factor de crecimiento, sin embargo, en México el mayor consumo se da por combustibles fósiles lo que ocasiona emisiones a la atmósfera. De acuerdo al Sistema de Información Energética de la SENER, en 2019 se tuvo un consumo nacional de energía de 8,811.055 Petajoules.

La intensidad energética está definida por la relación entre el consumo energético y el Producto Interno Bruto (PIB), esta es una medida de eficiencia energética en el país, en México tenemos una eficiencia energética de 476 KJ/\$ PIB producido (SENER, 2019).

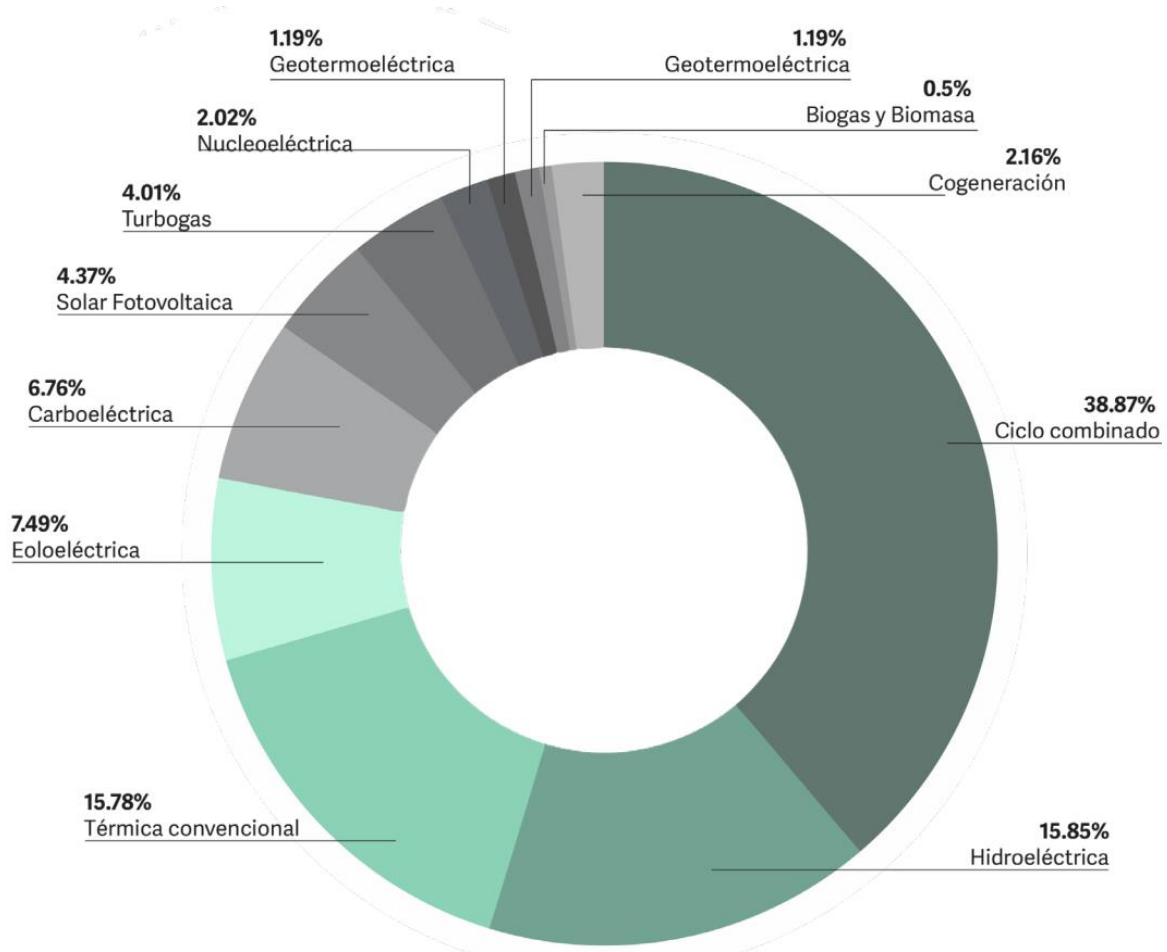
A nivel nacional el consumo per cápita de energía en el país es de 69.96 GJ/habitante y el consumo de energía eléctrica per cápita es de 2,259.9 kWh/habitante (SENER, 2019).

Balance Nacional de Energía: Consumo final energético total por combustible (petajoules)



Fuente: Sistema de Información Energética, 2021

Generación eléctrica en México por tecnología, 2019

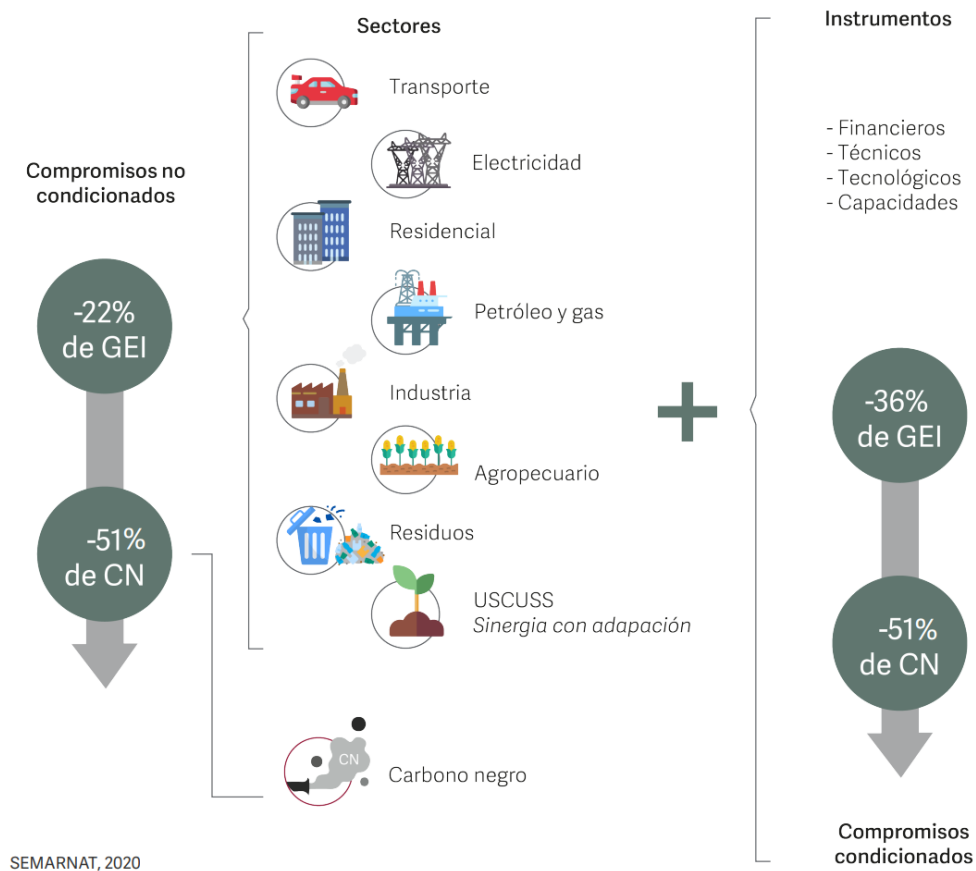


Fuente: SENER, 2021

Contribución Nacionalmente Determinada

En diciembre de 2020, México presentó la actualización para la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) en concordancia con la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y de conformidad con las decisiones del Acuerdo de París. Con lo que se refrendan los compromisos de 2015 ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), así como la intención de trabajo conjunto con la comunidad internacional, para mantener el incremento global de la temperatura por debajo de los 2°C y hacer esfuerzos adicionales para lograr sólo un 1.5°C. Lo anterior, poniendo en el mismo nivel de importancia los compromisos en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI).

Actualización de la Contribución Determinada a nivel Nacional, Componente Mitigación



Dentro de los compromisos no condicionados que manifestó México, se encuentra reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 22% y las de carbono negro en un 51% al 2030, considerando la línea base del escenario tendencial estimado para el 2013 (BAU). Aunado a lo anterior, los compromisos condicionados contribuirían a aumentar la mitigación de emisiones, con una meta de reducción de hasta el 36% de emisiones de GEI y 70% las de carbono negro al 2030, conforme al escenario tendencial.

Lo anterior, requiere la consolidación a nivel internacional de mecanismos de transferencia tecnológica, cooperación técnica y acceso a recursos financieros de bajo costo, un precio internacional de comercio de carbono, ajuste de aranceles por contenido de carbono, en escala equivalente a los retos del cambio climático.

La actualización de la NDC incluye un componente de adaptación más amplio, y fortalece el de mitigación. Además, contiene un anexo relacionado a la decisión 4/CMA.1 de las Reglas de Katowice, que consisten en brindar información sobre la rendición de cuentas, punto de referencia, supuestos y enfoques metodológicos, entre otros aspectos.

La pandemia por COVID-19 ha obligado a replantear los modelos de desarrollo, por lo que la actualización de la NDC mexicana establece las bases para una recuperación sostenible y responsable. El Gobierno de México ha reconocido el

estrecho vínculo entre la protección del medio ambiente y el bienestar de la población como una condición necesaria para acceder a otras dimensiones del bienestar como son la salud, la seguridad alimentaria y el empleo.

El componente de mitigación considera compromisos no condicionados, que serán implementados con recursos propios del país y los condicionados, que requieren del apoyo de instrumentos financieros, técnicos, tecnológicos y de fortalecimiento de capacidades, que aceleren la ejecución de acciones de mitigación en el territorio nacional:

Compromisos no condicionados:

Buscan reducir el 22% de las emisiones de GEI y 51% de las emisiones de carbono negro al año 2030 respecto al escenario tendencial (BAU).

Compromisos condicionados:

Apoyarán a reducir hasta en un 36% las emisiones de GEI y 70% de las emisiones de carbono negro al año 2030 respecto al escenario BAU.

Sobre el componente de adaptación, refleja una mayor comprensión de la vulnerabilidad del país ante los impactos del cambio climático. Incluye 5 ejes y 27 líneas de acción, además, prevé el establecimiento y consolidación de mecanismos de Monitoreo y Evaluación para fortalecer la transparencia.

Panorama Estatal

Descripción general del Estado de Puebla

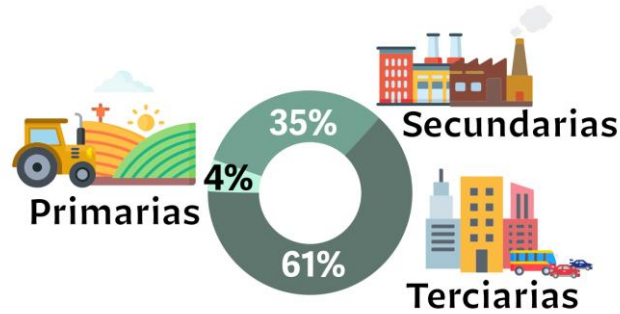
Coordenadas geográficas: Al Norte 20° 52', al Sur 17° 52' de latitud Norte, Al Este 96° 43' y al Oeste 99° 04' de longitud Oeste.

Superficie: Puebla tiene una extensión de 34.309.6 kilómetros cuadrados (Km²), #21 a nivel nacional y 1.7% de la superficie del país.

Colindancias: Colinda al norte y al este con el estado de Veracruz, al oeste con los estados de Hidalgo, Tlaxcala, México y Morelos y al sur con los estados de Guerrero y Oaxaca.

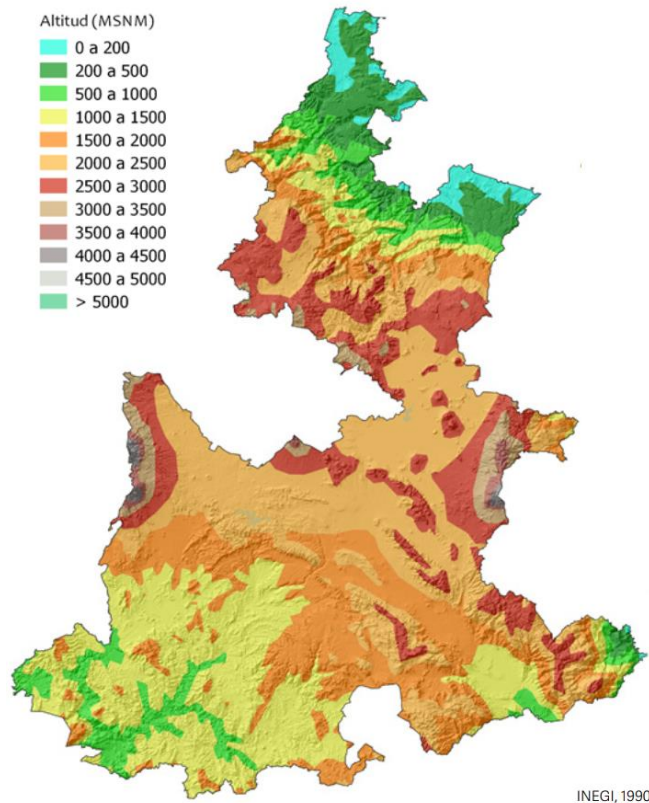
Población total (2020): 6, 583,278 personas, 48% Hombres y 52% Mujeres

Total de Viviendas particulares habitadas (2020): 1,713,381 viviendas.



Actividades Económicas al 2016:

Relieve



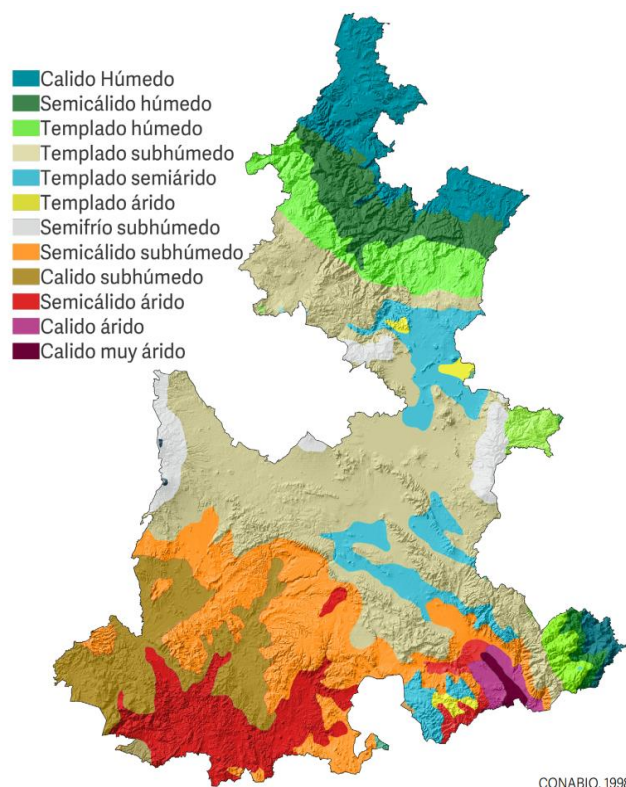
El relieve del Estado de Puebla es bastante accidentado por lo que las sierras y los lomeríos son una constante a lo largo y ancho del territorio; en contraste, la región central se extiende una inmensa llanura que se denomina Valle de Puebla-Tlaxcala.

Las sierras abarcan el 60.48% de la superficie del estado, las llanuras el 20.65%, los lomeríos el 8%, los valles el 4.87%, las mesetas el 4.69% y los cañones el 1.31%.

La superficie estatal forma parte de las provincias fisiográficas: “Eje Neovolcánico”, “Sierra Madre Oriental”, “Llanura Costera del Golfo Norte” y “Sierra Madre del Sur”. El “Eje Neovolcánico” abarca el 69.25% del territorio estatal, cubriendo casi toda la entidad excepto los extremos norte, sur y sureste. Las subprovincias que lo conforman dentro del estado de Puebla y la porción del territorio estatal que cobijan son: Lagos y volcanes de Anáhuac (41.12%), Sierras del Sur de Puebla (25.48%) y Chiconquiaco (2.65%). La “Sierra Madre del Sur” abarca el 16.13% del territorio estatal, cubriendo el extremo sur y sureste de la entidad. Las subprovincias que lo conforman dentro del estado de Puebla y la porción del territorio estatal que cobijan son: Sierras Centrales de Oaxaca (6.67%), Sierras Orientales (7.06%), Sierras y Valles Guerrerenses (1.13%) y Cordillera Costera del Sur (1.27%).

La Sierra Madre Oriental con la Subprovincia Carso Huasteco, abarca el 13.87% del territorio estatal de Puebla, cubriendo el extremo noroeste de la entidad. La “Llanura Costera del Golfo Norte” con la Subprovincia Llanuras y Lomeríos, abarca el 0.75% del territorio estatal de Puebla, cubriendo el extremo noreste de la entidad.

Climas

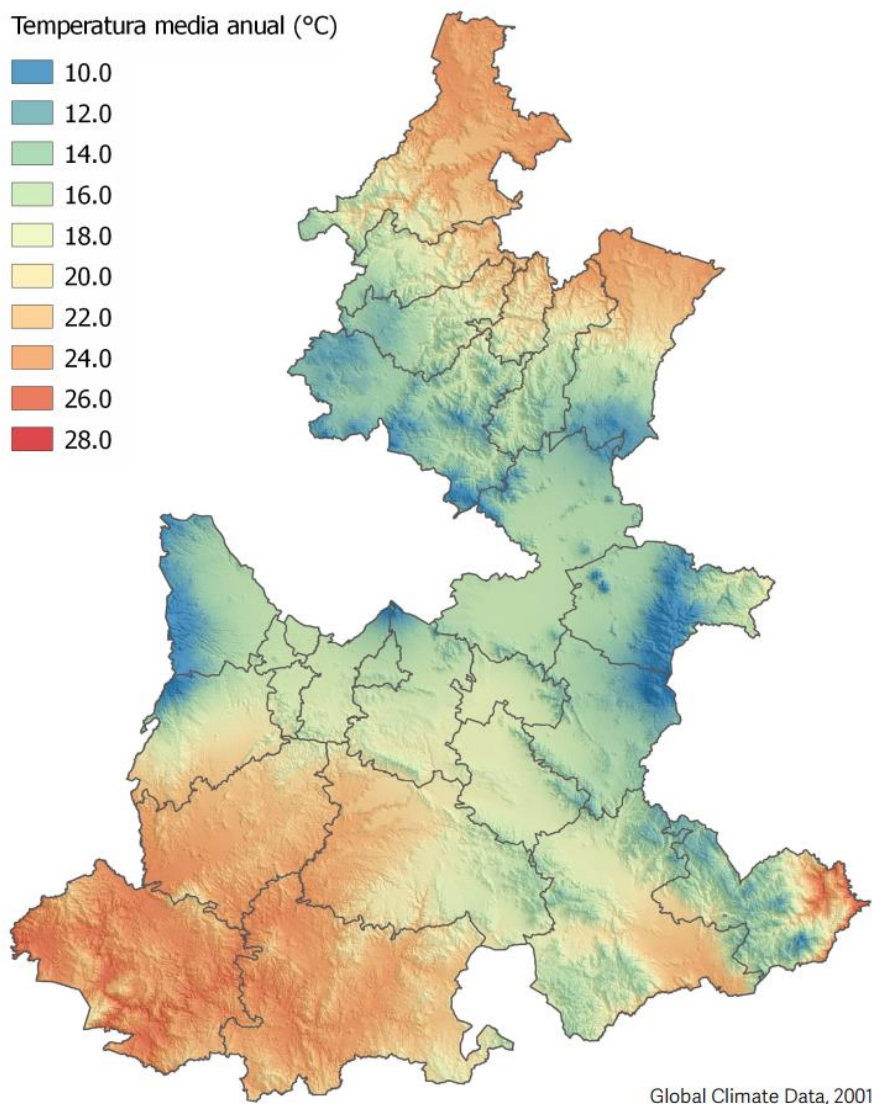


La situación geográfica y la diversidad de alturas y regiones naturales, han conferido al Estado de Puebla una integración climatológica de las más variadas del país. En el Estado se distinguen principalmente cinco regiones climáticas: la parte central y sur presenta un clima templado subhúmedo con medias anuales de 858 milímetros de precipitación y 15° C de temperatura; en el suroeste el clima es cálido y semicálido, subhúmedo en ambos, con medias anuales de 830 milímetros de precipitación y 22°C de temperatura; el norte, donde se presenta un clima cálido y semicálido, húmedo en ambos, pero con precipitación de 2,250 milímetros, y 22°C de temperatura; en la región sureste existen áreas en las que los climas son semisecos y la temperatura varía desde cálido hasta templado, las medias anuales con precipitación de 550 milímetros, y 22°C, de temperatura y; finalmente, la zona de los volcanes, en donde los climas varían de semifríos hasta muy fríos. (INAFED, s.f)

Las zonas templadas (entre 12 y 18°C) ocupan el 47.67% del territorio estatal, le siguen las zonas cálidas (de 22°C o más) que ocupan el 27.92%, las zonas semicálidas (entre 18 y 22°C) que ocupan el 21.26%, las zonas semifrías (entre 5 y 12°C) que ocupan el 2.95% y finalmente las zonas frías (entre -2 y 5°C) que ocupan el restante 0.20%.

En términos generales los climas predominantes en el Estado de Puebla, por extensión territorial, son: templado subhúmedo (32.31%), cálido subhúmedo (16.45%), semicálido subhúmedo (8.92%), semicálido húmedo (8.86%), templado semiseco (8.24%), templado húmedo (7.12%), muy cálido y cálido semiseco (5.28%), cálido húmedo (4.71%), semifrío subhúmedo (2.95%), semicálido semiseco (2.43%), cálido seco (1.48%), semicálido semiseco (1.05%) y frío (0.20%). (INAFED, s.f.)

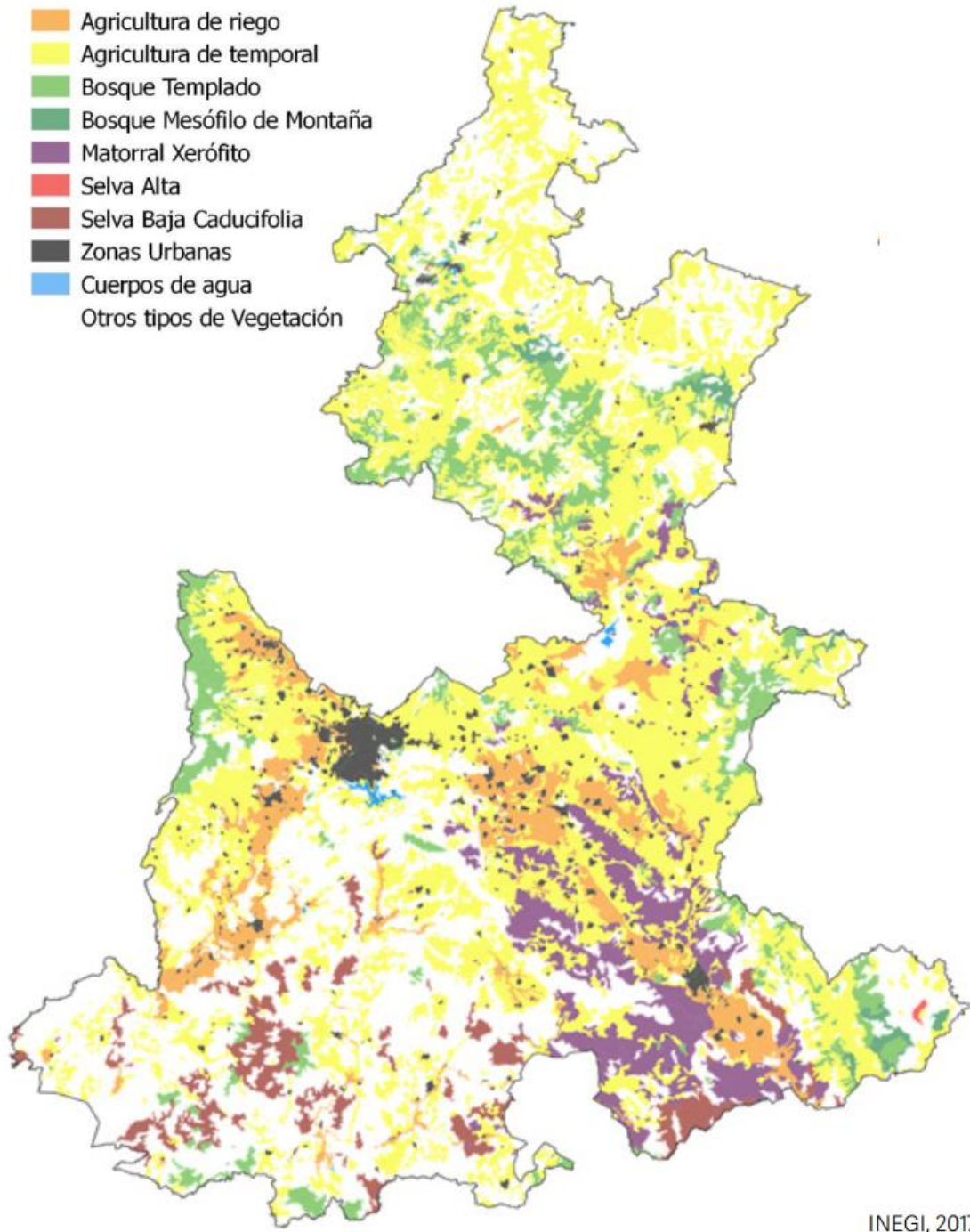
Temperatura



Por su ubicación geográfica la temperatura media anual en el Estado de Puebla es de 17.5°C; la temperatura mínima promedio es de 6.5°C y se presenta en el mes de enero; la temperatura máxima promedio es de 28.5°C en los meses de abril y mayo. Las temperaturas más altas se presentan en los extremos norte y sur de la entidad; y las más bajas sobre las cumbres de las principales elevaciones.

Las zonas templadas (entre 12 y 18°C) ocupan el 47.67% del territorio estatal; le siguen las zonas cálidas (de 22°C a más) con un 27.92%; las zonas semicálidas (entre 18 y 22°C) con un porcentaje de 21.26%; zonas semifrías (entre 5 y 12°C) con una ocupación del 2.95%; y finalmente, las zonas frías (entre -2 y 5°C) presentes en el restante 0.20%.

Superficie y Vegetación



Para el estado de Puebla la superficie estatal está cubierta en un 45.9% por zonas agrícolas, el 19.4% por selvas, el 17.3% por bosques, el 8.3% por matorral, el 7.4% por pastizales y el 1.7% restante por otros tipos de vegetación, cuerpos de agua y zonas urbanas.

Bosques:

Para la zona de bosques estas se ubican sobre los sistemas montañosos dispersos por el estado. Predominan los de coníferas y en menor proporción los de encino y los mesófilos de montaña; las principales especies presentes son: ocote, pino colorado, encino y oyamel.

Matorral:

Los matorrales se ubican principalmente en la región de Tehuacán, al sureste del estado. Predomina el matorral xerófilo; las principales especies presentes son: tetetza, cucharillo, isote, lechuguilla y argubuche.

Selvas:

Las selvas se ubican especialmente en la región Mixteca al suroeste del estado. Predomina la selva caducifolia y las principales especies presentes son: palo mulato, chote, capulín, guacima y jonote.

Pastizales:

Los pastizales están dispersos por el estado principalmente en las inmediaciones de las ciudades de Puebla, Teziutlán, Ayotoxco de Guerrero, Xicotepec de Juárez y Acatlán de Osorio. Predominan los pastizales cultivados e inducidos; las principales especies presentes son: paral, kikuyu, estrella mejorada y pangola.

Áreas Naturales Protegidas

Áreas Naturales de Jurisdicción Federal

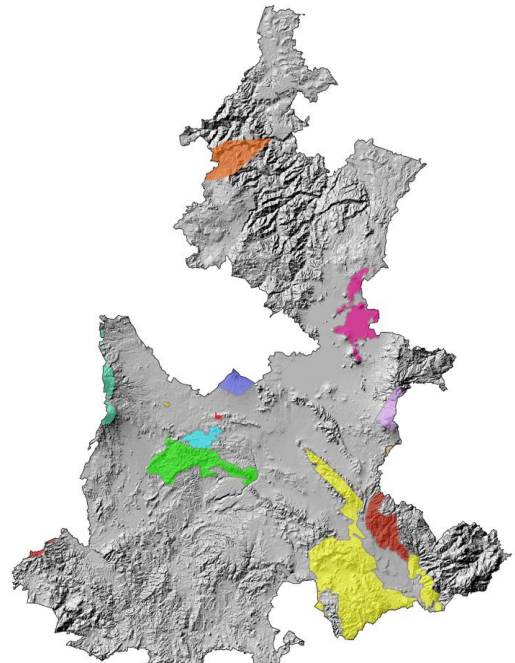
- Cañón del Río Blanco
- Iztaccíhuatl-Popocatepetl
- La Montaña Malinche o Matlalcueytl
- Pico de Orizaba
- Sierra de Huautla
- Tehuacán-Cuicatlán
- Z.P.F.V. la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa

Áreas Naturales de Jurisdicción Estatal

- Cerro Colorado
- Cerro Zapotecas
- Humedal de Valsequillo
- Lagos de Tepeyahualco y Guadalupe Victoria
- Sierra del Tentzo

Área Voluntaria Destinada a la Conservación

- Flor del Bosque

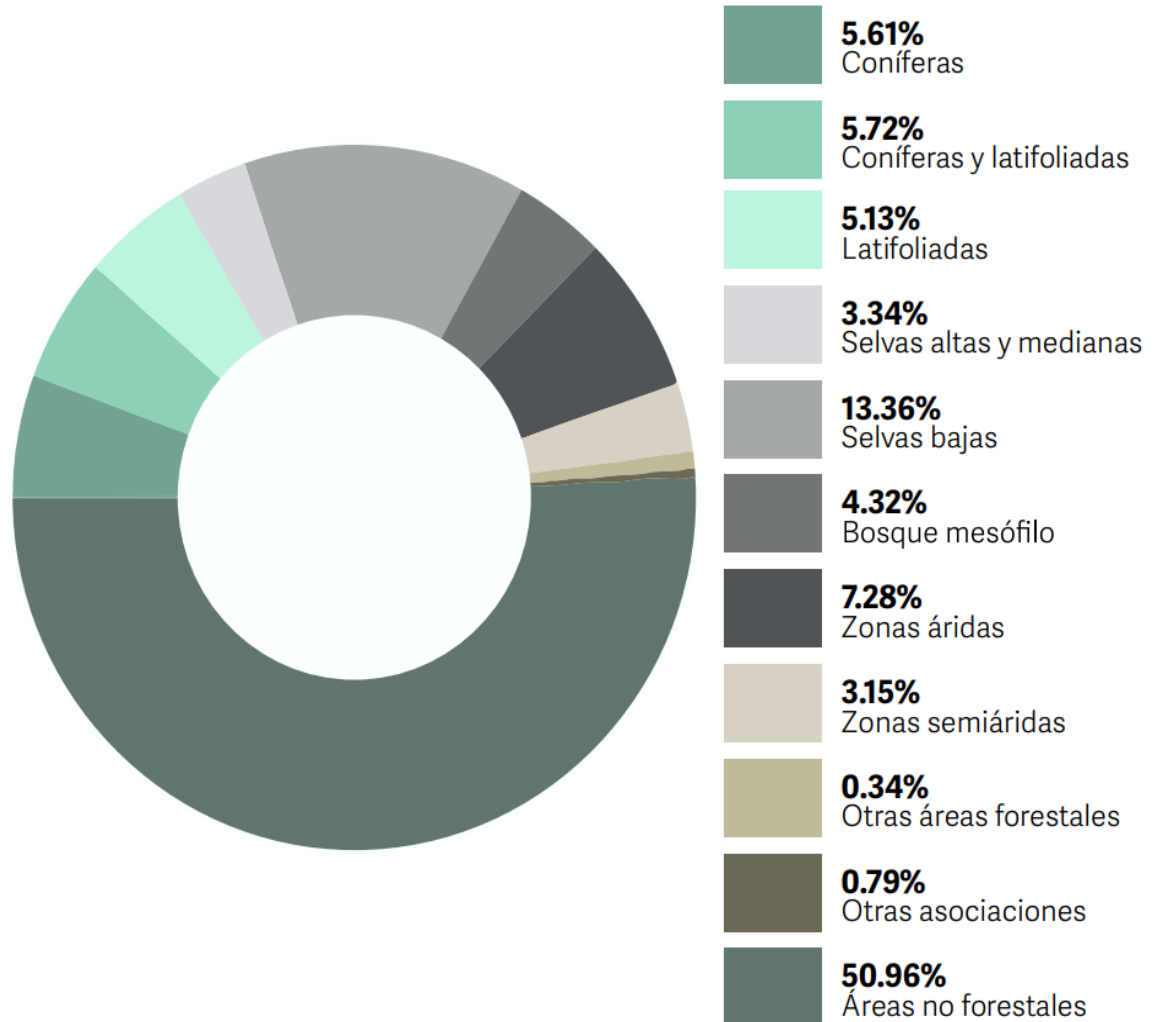


Las Áreas Naturales Protegidas son instrumentos de política ambiental para la conservación de la biodiversidad que delimitan porciones terrestres o acuáticas representativas de las distintas regiones biogeográficas del país, en donde las condiciones naturales no han sido esencialmente alteradas por el hombre y que producen beneficios ambientales. La protección de estos sitios ha sido social y políticamente impulsada a partir del reconocimiento de su importancia para

conservar la biodiversidad, su contribución a la regulación del clima, el aprovisionamiento de agua y otros recursos naturales y como espacios idóneos para la investigación científica, la educación ambiental y el turismo de naturaleza. El estado de Puebla cuenta con una superficie de 143, 728.74 hectáreas de Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal.

Recursos forestales

Proporción de recursos forestales en el estado de Puebla por tipo



Fuente: Inventario Estatal forestal y de suelos, 2013

Se estima que existen alrededor de 1.6 millones de hectáreas forestales, ocupando casi el 50% de la superficie del estado. Se tienen registrados 1,100 núcleos agrarios que cuentan con superficie forestal y 8 Unidades de Manejo Forestal que mantienen directamente a 300 mil personas que dependen del manejo de los bosques.

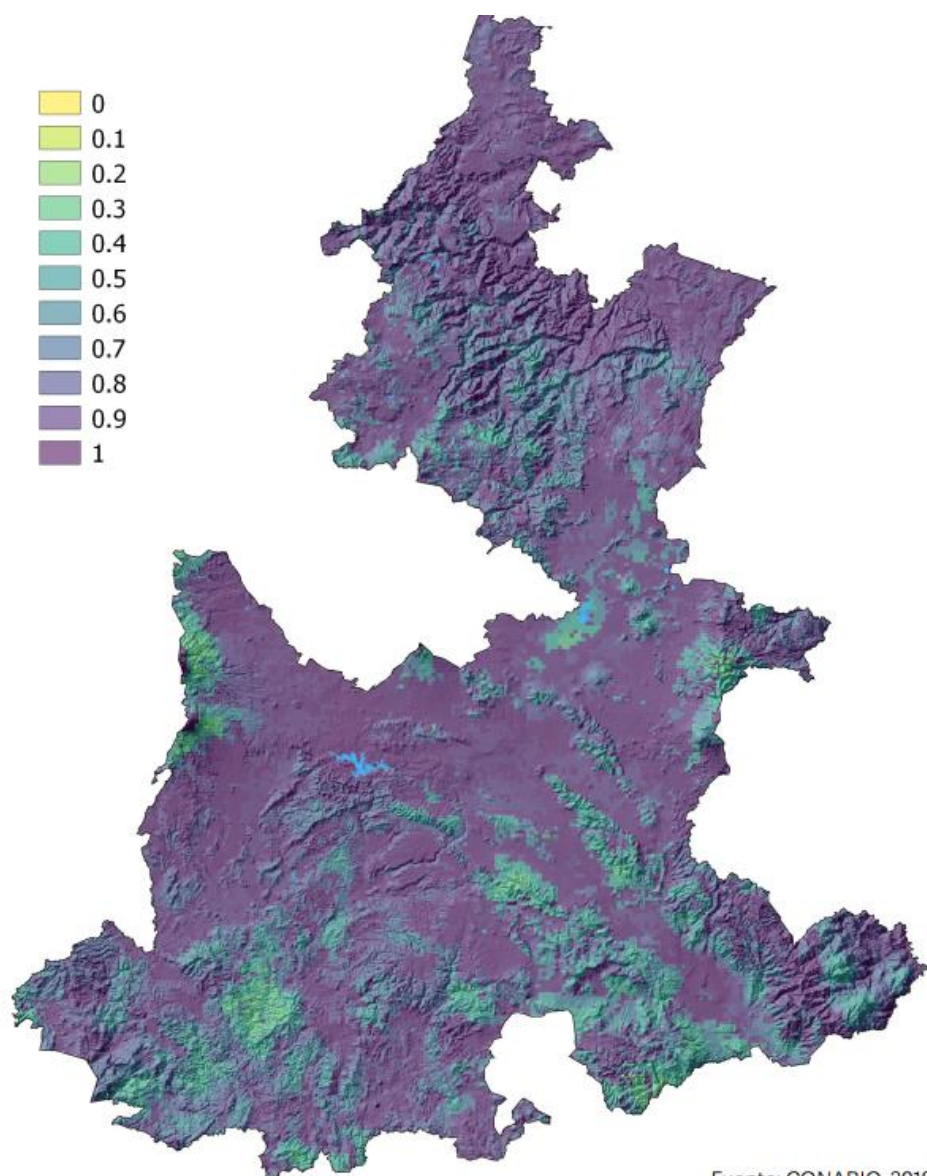
Como resultado del relieve, existe una alta variabilidad altitudinal y climática, principales factores determinantes del tipo de vegetación. Se encuentra en una zona de transición entre dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical,

lo cual permite la presencia de formaciones vegetales propias de cada región y por ende de una gran biodiversidad y alta tasa de endemismo.

La conjunción de todos estos factores y las interacciones entre ellos dan lugar a una alta riqueza ecosistémica, en su territorio se encuentran 21 tipos de vegetación: siete de bosques, seis para selvas, cuatro en matorral xerófilo y cuatro en otras áreas forestales, todas ellas agrupados en 10 formaciones y tres ecosistemas, donde los bosques son los mejor representados en el estado, seguidos de las selvas y los matorrales.

Estos ecosistemas funcionan como sumideros de carbono, por lo que los cambios de temperatura y precipitación afectan el desarrollo y distribución de los bosques con las implicaciones negativas para la población y el ambiente (CONAFOR, 2021).

Índice del impacto humano en la biodiversidad



El índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre de México se basa en el marco teórico del Modelo Global de Biodiversidad (GLOBIO3, por sus siglas en inglés), el cual se desarrolló para evaluar los cambios en la biodiversidad inducidos por el hombre y permite evaluar los cambios temporales en el estado de conservación de la biodiversidad terrestre a diferentes escalas.

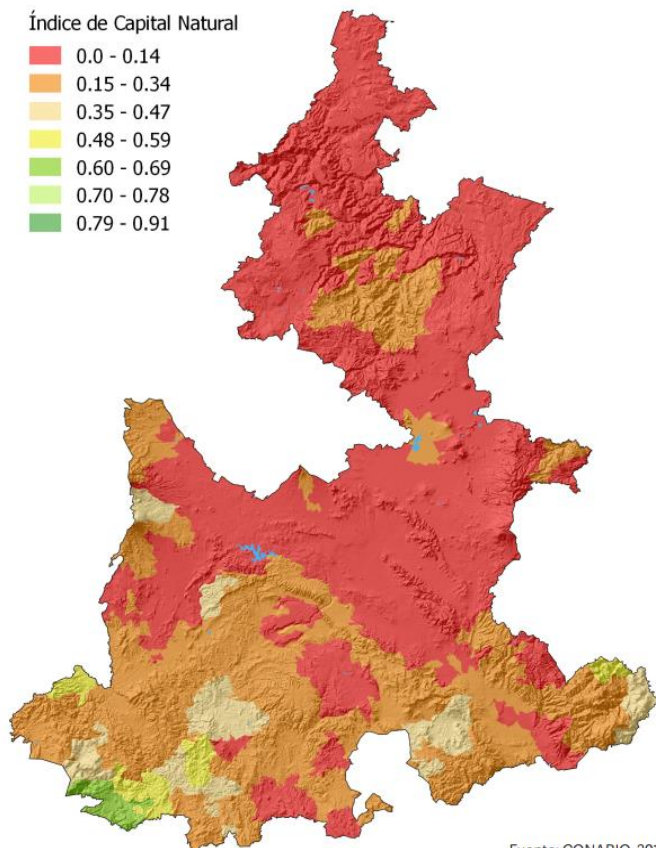
El modelo establece relaciones simples de causa-efecto entre diferentes factores de presión y amenaza para evaluar su impacto sobre la biodiversidad con información proveniente de la literatura científica. Las principales presiones y factores de amenaza que incorpora el modelo GLOBIO3 son: uso del suelo, infraestructura, fragmentación, cambio climático y deposición de nitrógeno.

El modelo incluye como factores de presión y amenaza el uso del suelo, la infraestructura de carreteras y la fragmentación ecológica.

Además, se adecuaron los valores de impacto asociados a las categorías de uso de suelo de pastizales cultivados y matorrales primarios. El impacto sobre la biodiversidad fue estimado a partir de un índice, con valores entre 0 a 1, donde 0 representa ningún impacto por los factores de presión y amenaza previamente mencionados y 1 el máximo grado de impacto.

Más del 60% de la superficie del estado de Puebla tiene un índice de impacto de 0.8 a 1, mostrando la profundidad y extensión de la afectación a los sistemas naturales por actividades y estructuras humanas.

Índice del Capital Natural



Fuente: CONABIO, 2018

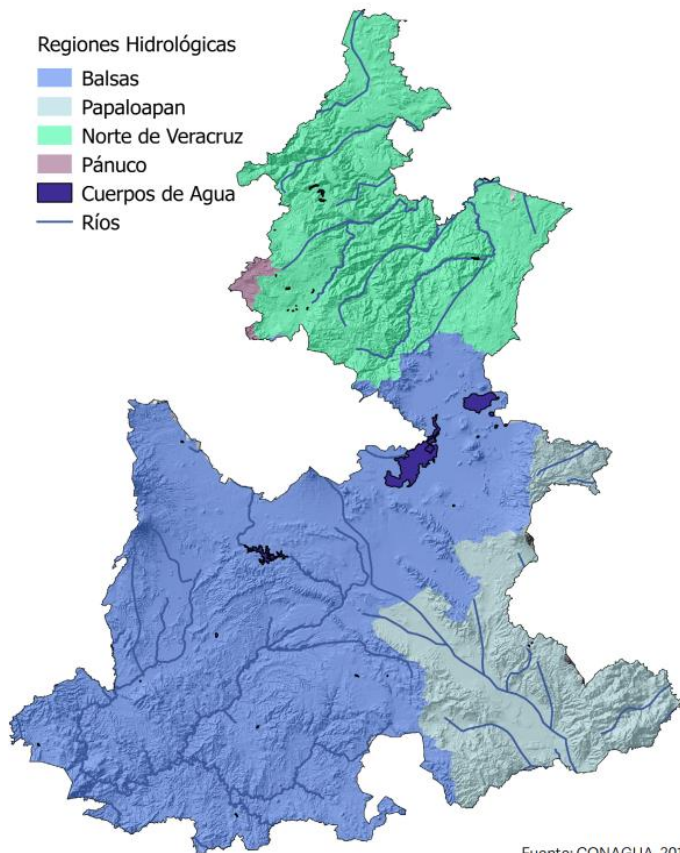
Puebla no es la excepción en el deterioro de ecosistemas y de la pérdida de especies documentada durante los últimos 25 años. Los resultados de la actividad humana durante las últimas décadas, se han traducido notablemente en la crisis de la biodiversidad, y en la pérdida de la condición íntegra de los ecosistemas.

El Índice de Capital Natural (ICN) sirve para conocer el papel de la biodiversidad en el mantenimiento de los procesos ecológicos a largo plazo. De acuerdo a CONABIO, “una aproximación de la biodiversidad terrestre y acuática de los ecosistemas naturales y ecosistemas agrícolas”. Se obtiene como producto de la cantidad del ecosistema (en porcentaje)

De acuerdo con esta evaluación del ICN en México, realizado por la CONABIO en 2018, se puede apreciar que dos tercios del estado presentan altos niveles de degradación (representado en tonos rojizos), y solo 6 municipios mantienen condiciones de sustentabilidad donde aún pueden generarse bienes y servicios ecosistémicos sin poner en riesgo el Capital Natural de futuras generaciones (representados en tonos verdes).

Por otro lado, 24 municipios tienen su Capital Natural en riesgo, es decir, con una alta probabilidad de alcanzar niveles no sustentables, y los 187 restantes han prácticamente agotado su capital natural, lo que representa un vacío importante en el legado ecológico-evolutivo para mantener el capital natural de futuras generaciones.

Regiones Hidrológicas



Fuente: CONAGUA, 2019

Las aguas superficiales del Estado de Puebla están distribuidas en cuatro regiones hidrológicas: RH18 “Balsas”, RH26 “Pánuco”, RH27 “Tuxpan-Nautla” y RH28 “Papaloapan”.

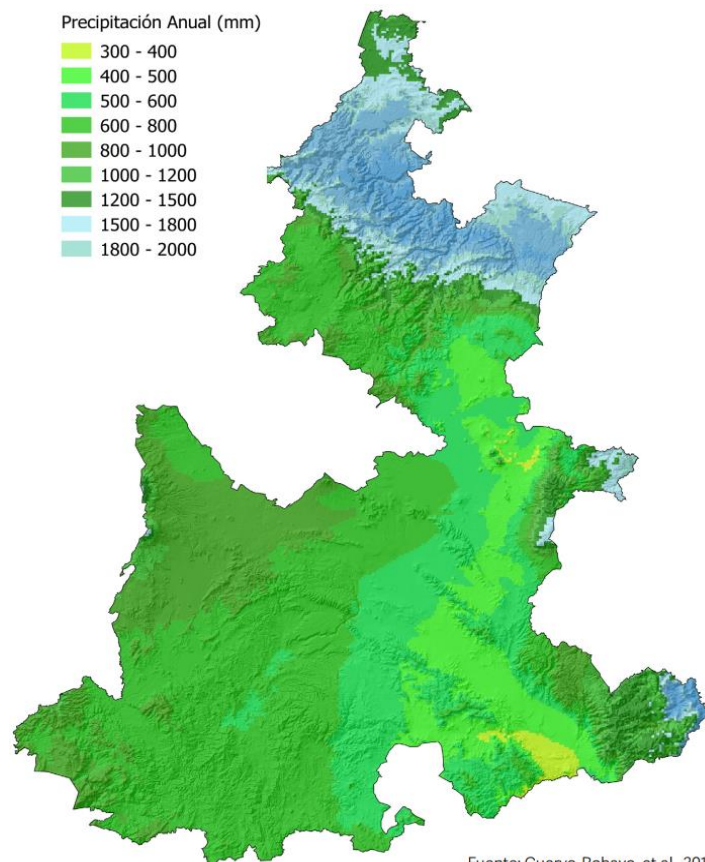
La región hidrológica RH18 “Balsas” Cubre el 59.12% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y sur de la entidad hacia el río Atoyac que se convierte en el río Balsas y finalmente vierte sus aguas al océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Atoyac (57.23%), Río Tlapaneco (0.86%) y Río Grande de Amacuzac (1.03%).

La región hidrológica RH27 “Tuxpan-Nautla” Cubre el 23.64% de la superficie estatal, drenando las aguas del norte de la entidad hacia Golfo de México. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Tecolutla (16.56%), Río Cazones (3.43%), Río Tuxpan (2.64%) y Río Nautla y otros (1.01%).

La región hidrológica RH28 “Papaloapan” Cubre el 16.73% de la superficie estatal, drenando las aguas del extremo sureste de la entidad hacia Golfo de México. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Papaloapan (15.28%) y Río Jamapa y otros (1.45%).

La región hidrológica RH26 “Pánuco” Con la cuenca Río Moctezuma, cubre el 0.51% de la superficie estatal, drenando las aguas de una pequeña porción del territorio colindante con el estado de Hidalgo.

Precipitación



Fuente: Cuervo-Robayo, et al., 2014

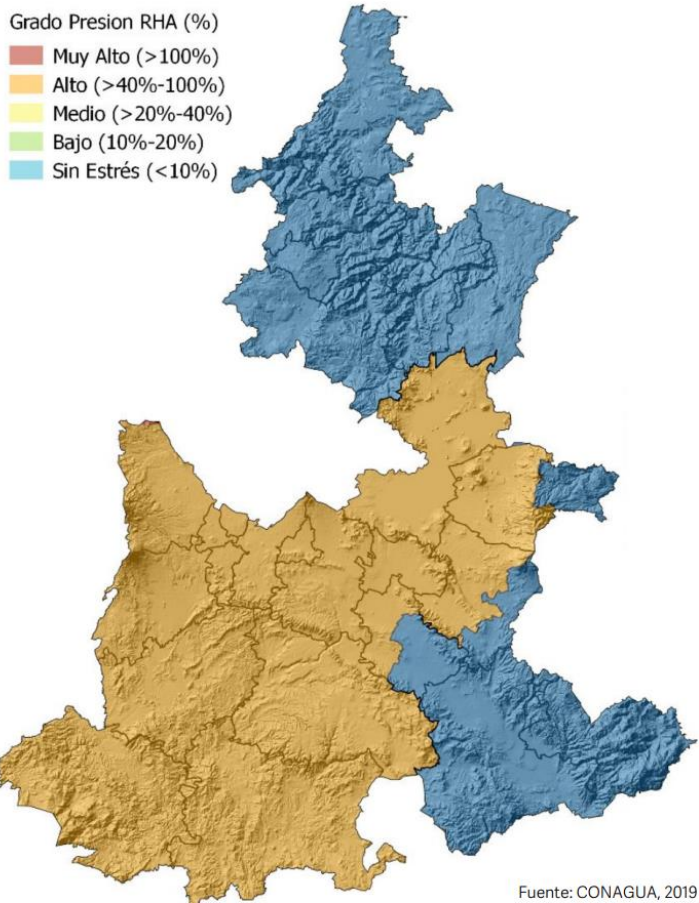
La precipitación está determinada por factores como el relieve, la dirección de los vientos dominantes y ciclones tropicales, además la variabilidad puede estar correlacionada por los eventos oceánicos de gran escala con variaciones plurianuales derivado del fenómeno de El Niño/La Niña.

En Puebla, la distribución de la precipitación media anual para el periodo 1985-2020 es de 1,365 mm de acuerdo con la CONAGUA (2020). La distribución mensual de lluvia es menor en diciembre, enero, febrero y marzo. Durante la temporada de lluvia se presenta el fenómeno de la canícula o sequía intraestival, lo que implica una reducción de la precipitación entre los meses de julio y agosto (Rojas et al, 2020). La distribución espacial de la precipitación media anual varía de 100 mm/año en la Mixteca y región de Tehuacán hasta 650 mm/año en la Sierra Norte y Sierra Nororiental.

Las precipitaciones son importantes porque ayudan a mantener el balance atmosférico, para el consumo humano y la producción agropecuaria. Sin precipitaciones, todas las tierras del planeta serían desiertos. Las precipitaciones también pueden ser dañinas, demasiada lluvia puede ocasionar inundaciones severas y daños en el campo y en zonas urbanas.

En el siguiente mapa se muestra la precipitación anual en Puebla en el periodo 1910-2009.

Grado de Presión Hidrológica



El grado de presión sobre los recursos hídricos es el porcentaje que representa el volumen de extracción de agua media anual total para usos consuntivos del total de recursos hídricos renovables. El uso consuntivo es el volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga.

Para clasificar el grado de presión, la Comisión Nacional del Agua define cinco categorías, que van de “sin estrés” (donde el agua extraída no rebasa el 10% del líquido renovable disponible) a “Muy alto” (cuando la extracción es mayor al 100% de la disponibilidad natural).

El Estado de Puebla tiene un grado de presión “alto” en la región hidrológica del Balsas, lo que significa que la extracción es mayor al 40% de la disponibilidad natural, en cambio en las regiones Tuxpan- Nautla, Papaloapan y Pánuco están clasificadas sin estrés de grado de presión hidrológica.

La sobreexplotación y contaminación de agua tiene implicaciones en la salud de la población, continuidad de algunas actividades económicas y sobre todo tiene implicaciones en la sostenibilidad del medio ambiente, ya que esto limita los servicios ambientales. (CONAGUA, 2019).

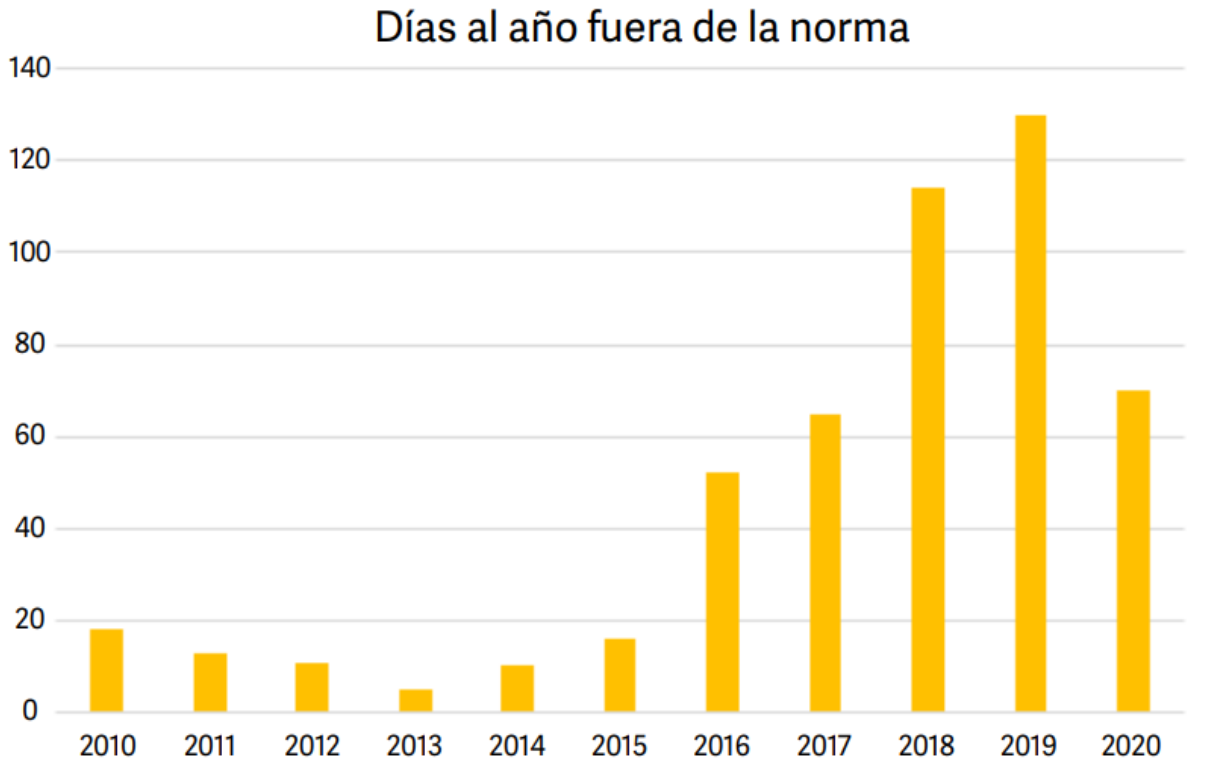
Calidad del Aire

De acuerdo al Informe 2020 de Calidad del Aire emitido por la SMADSOT, 95 días presentaron Calidad del Aire Buena, es decir, ningún contaminante excedió la normatividad oficial vigente en la materia. En cuanto a la Calidad del Aire Regular o moderada, 201 días presentaron esta condición, por lo menos un contaminante se mantuvo en un rango de concentraciones altas sin exceder la normatividad.

Por otro lado, 70 días del año (15%) presentaron una calidad del aire Mala, excediendo la normatividad en los contaminantes de Partículas PM-10, PM-2.5 y Ozono (O3), implicando un riesgo latente a la salud y bienestar de la población.

Durante el 2020, las condiciones meteorológicas fueron similares a las registradas en el año 2019. Sin embargo, la pandemia COVID-19 propició condiciones atípicas en la movilidad urbana, reduciendo las actividades antropogénicas, lo cual dio como resultado que los días fuera de norma disminuyeran considerablemente con respecto a los últimos dos años y contraria a la tendencia reciente, como se observa en la gráfica. De esta manera, fueron 70 días fuera de norma en comparación con los 130 días contabilizados en 2019, representando un 46% de reducción de 2019 a 2020. De esta manera se observa que la mejora ambiental es posible con el cambio de comportamiento social y a la vez, la necesidad de revertir la tendencia presentada del 2014 al 2019. El monitoreo de la calidad del aire en Puebla, se realiza a través de la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico (REMA).

Excedencia anual de la normatividad de partículas contaminantes



Fuente: SMADSOT Puebla con información de CONAGUA, 2021

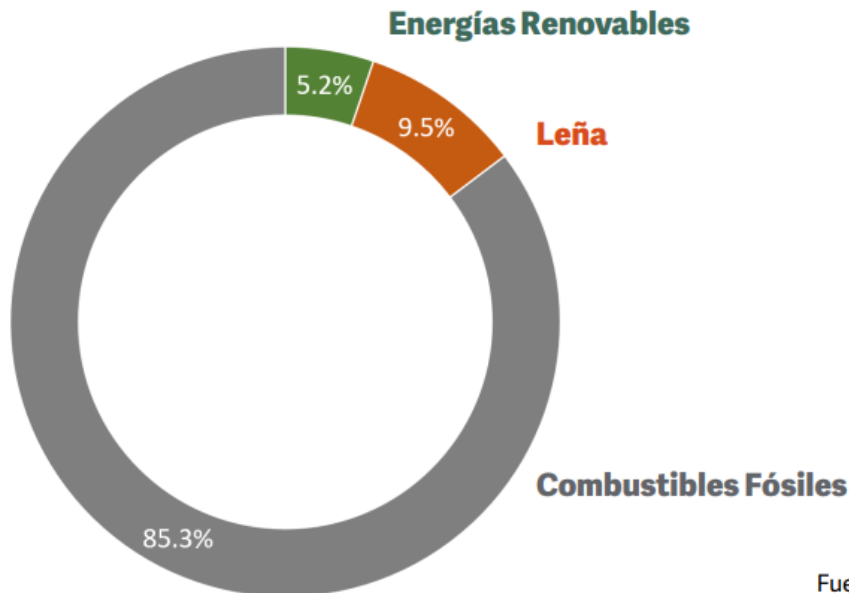
Energía

Cada vez los recursos no renovables (petróleo, carbón, gas natural) para la generación de energía son más escasos, al mismo tiempo que su demanda aumenta. Además, la generación de energía es una de las principales actividades que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo cual contribuye al cambio climático. Por ello es importante conocer la situación actual del Estado de Puebla, para entender el contexto energético y poder identificar líneas de acción.

La cadena energética es un sistema en el que los recursos naturales son extraídos o captados para ser transformados, dando origen a recursos energéticos cuya utilidad es la de satisfacer las necesidades de la población.

La principal generación de energía en los últimos años ha sido por medio de centrales de ciclo combinado. Se observa también que ha aumentado la generación por medio de energía eólica, pero aun así la mayor forma de generación y consumo de energía en el Estado de Puebla son los combustibles fósiles.

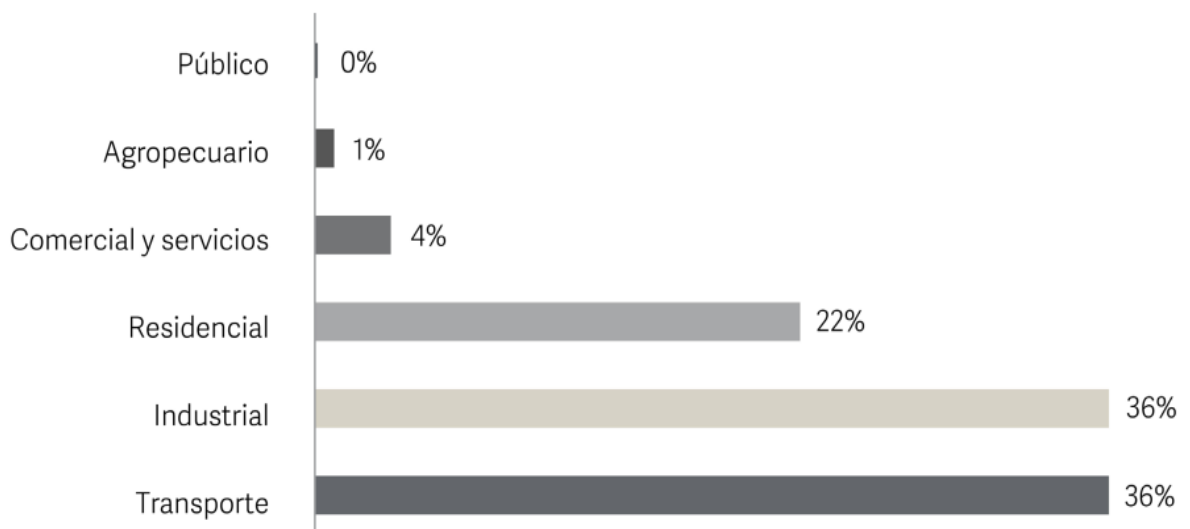
Distribución de la generación energética en el estado de Puebla por tipo en 2019



Fuente: ICM, 2021

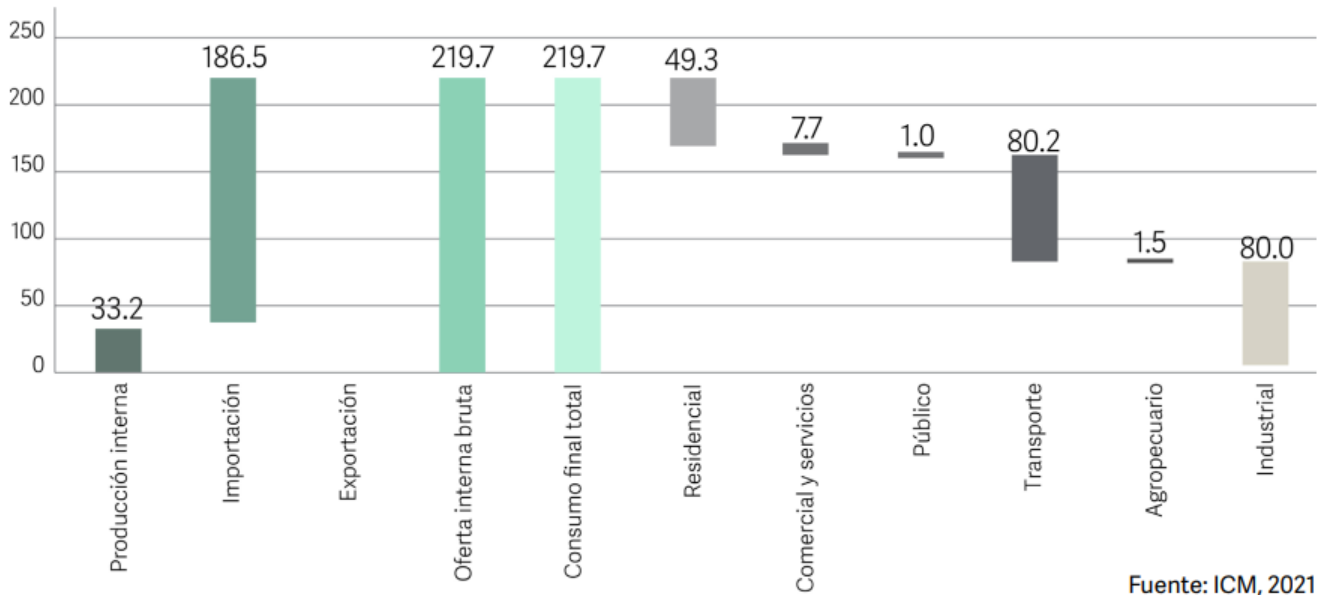
En el estado de Puebla, el mayor consumo de energía se da por combustibles fósiles, con un 85.3%, por lo que dependemos de este tipo de combustibles, en segundo lugar, se tiene a la leña con un 9.5% y en último lugar a las energías renovables con un 5.2%. La quema de combustibles fósiles contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero y esto promueve el cambio climático. En el estado de Puebla, el origen de la energía consumida depende en gran medida de la importación de combustibles, con un 85% del total. Por lo que no es un estado con independencia energética.

Distribución del consumo energético en el estado de Puebla por sectores en 2019



Fuente: ICM, 2021

Balance de Energía del estado de Puebla en 2019 (Peta Joules)

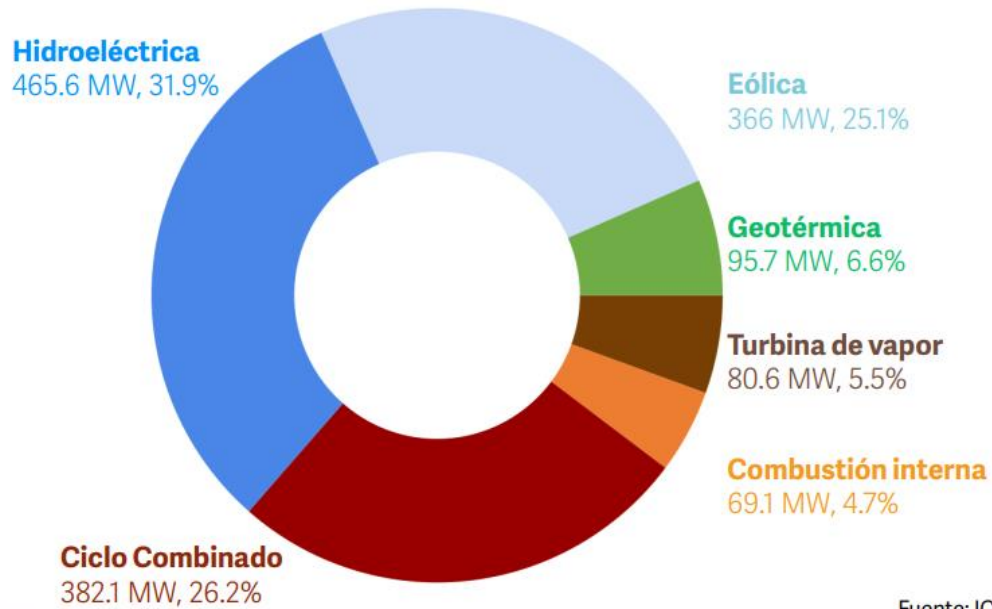


De acuerdo a la gráfica, el Estado de Puebla tiene un consumo final de Energía de 219.7 PetaJoules. El mayor consumo se da en el sector transporte con el 36% de consumo, que son 80.2 PJ, lo equivalente a más de 21 millones de casas poblanas consumiendo electricidad. El segundo mayor consumidor es el sector industrial, en este sector el combustible más consumido es el gas seco, seguido de la electricidad.

Y el tercer sector, es el residencial, en este sector el combustible más consumido es la leña con un 44% de total del consumo del sector, seguido del Gas Licuado de Petróleo (GLP). Cabe mencionar que la leña tiene una participación significativamente alta, con un 9.5%, dejando así a las energías renovables con una aportación de solo 5.2% en el Estado (ICM, 2021).

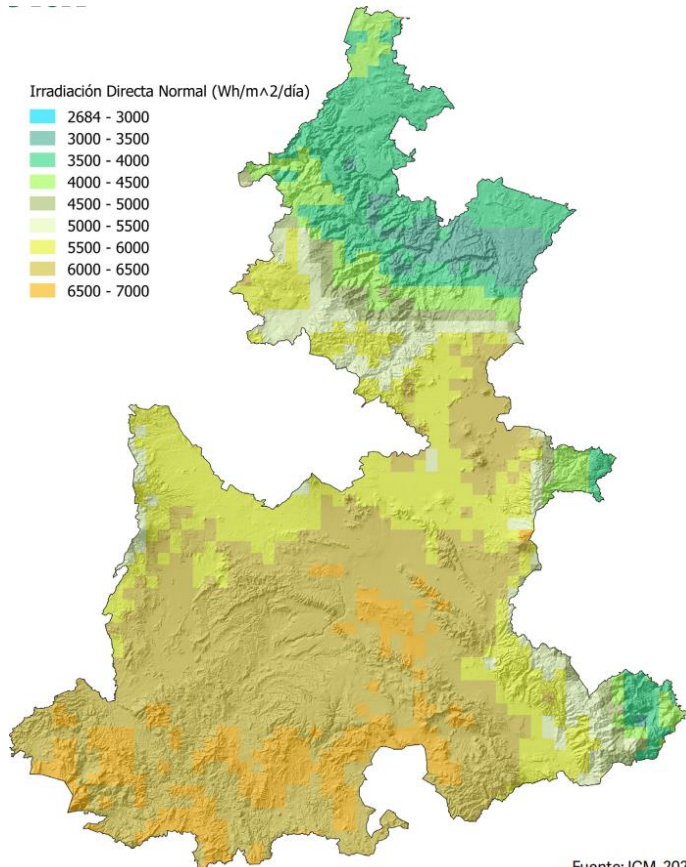
En el Estado de Puebla, la mayor capacidad de generación la tiene las centrales hidroeléctricas con un 31.9%, en seguida el ciclo combinado con el 26.2% y en tercer lugar las centrales eólicas. La transición energética demanda cambios tanto en la forma de producción como de consumo de energía. Derivado de ello, la eficiencia energética prevalece como una de las medidas más importantes y de menor costo en cuestión de ahorro energético. La eficiencia energética se entiende como la mejora en la forma de consumo de energía tanto por cambios y/o mejoras en la tecnología utilizada para su consumo, como también, por la modificación de hábitos en el mismo.

Capacidad instalada por tecnología en centrales de generación en Puebla, 2019



Fuente: ICM, 2021

Potencial de Energía Renovable: Solar



Fuente: ICM, 2021

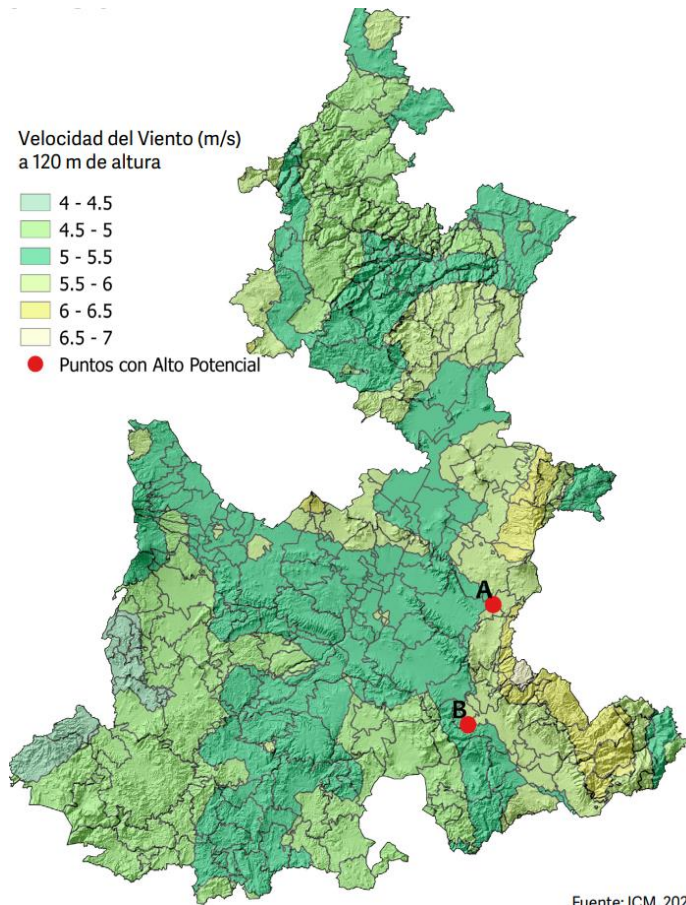
Una aplicación de la energía solar es la generación de electricidad. Hay dos tecnologías disponibles: la energía solar fotovoltaica y los fototérmicos. Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en electricidad mediante el uso de materiales semiconductores, mientras que los fototérmicos concentran y transfieren el calor solar a un motor térmico que genera electricidad.

La forma de medir el potencial de energía solar de una zona es a través de la radiación solar. Según datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), Puebla por su ubicación geográfica, está favorecida para la energía solar, ya que más del 50% del territorio cuenta con una radiación superior a 6000 Wh/m²/día y algunas regiones, principalmente en la zona sur del estado, se acercan a los 7000 Wh/m²/día (Iniciativa Climática de México, 2021).

De acuerdo con la Agencia de Energía del Estado de Puebla en 2020, se identifican los 10 municipios con mayor potencial para la generación de energía eléctrica fotovoltaica:

- Acatzingo
- Chalchicomula de Sesma
- Chignahuapan
- Izúcar de Matamoros
- Libres
- Quimixtlán
- Tecamachalco
- Tehuacán
- Tepeaca
- Tepexi de Rodríguez

Potencial de Energía Renovable: Eólico

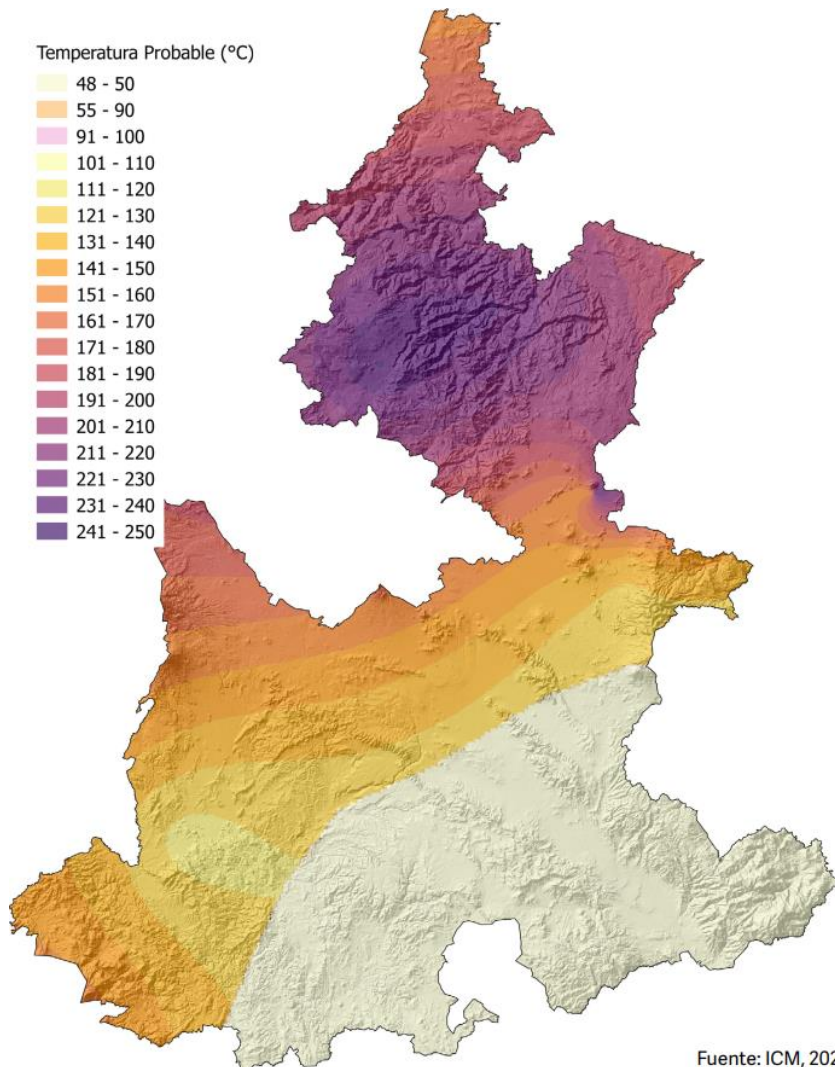


La energía eólica es aquella que utiliza la fuerza del viento para producir energía eléctrica, mediante aerogeneradores que mueven una turbina, se convierte la energía cinética en mecánica. Esta energía proviene de una fuente renovable, por lo que las emisiones de CO₂ son muy bajas (Cervantes, 2019).

Los proyectos eólicos ofrecen una reducción en el costo de la electricidad no solo frente a sus tarifas actuales, sino también frente a otras posibles ofertas de tecnología fósil, además de poder atender objetivos de sustentabilidad (AMDEE, s. f.).

El municipio de Puebla tiene un buen potencial para energía eólica. Los recursos que se pueden utilizar se estimaron en aproximadamente 160, 370,799 MJ anuales (el equivalente de 44, 547,444 kWh), que podrían contribuir a casi el 1.2% de las necesidades totales de energía de la ciudad de Puebla (TRACE, 2016). En el municipio de Esperanza se encuentra el Parque Industrial de Energía Renovable (PIER II), perteneciente a Iberdrola México, iniciando actividades en 2019 y siendo el más grande del estado con una producción de 66 MW (Grupo Iberdrola, 2018). Esta empresa ya tiene experiencia dentro del Estado, ya que es el segundo parque eólico que posee dentro de la entidad, el primero fue llamado PIER y se encuentra en el municipio de Cañada Morelos. Se espera que se reduzcan las emisiones de CO₂ en alrededor de 365,000 toneladas al año, que equivale a las mismas emisiones que 90,000 autos producen al año (Cervantes, 2019).

Potencial de Energía Renovable: Geotérmico



La energía geotérmica es la energía térmica natural que existe en el interior de la Tierra, y que puede ser obtenida mediante el aprovechamiento del calor generado al interior del Planeta. Para producir electricidad, se aprovecha la salida del vapor de las fuentes geotérmicas, que accionan turbinas las cuales ponen en marcha generadores. La energía geotérmica no tiene ciclos de actividad ni reposo, produciendo el mínimo impacto visual y auditivo (Secretaría de Energía, 2016).

Al norte del Estado, en la región conocida como Teziutlán, se encuentra la instalación de generación de energía conocida como “Los Humeros”, específicamente instalada en el municipio de Chignautla. Esta zona está ubicada sobre el Cinturón Volcánico Transmexicano (Eje Neo-Volcánico) (Cervantes, 2019).

La central geotérmica se encuentra explotando el tercer campo geotérmico más importante de México, la producción está a cargo de 9 generadores que tienen una capacidad instalada de 95.7 MW para la última actualización en 2017 (Cacho Carranza, 2018). El nacimiento de “Los Humeros” estuvo a cargo de la CFE, iniciando con la exploración en 1978, para finalizar en 1991 con la puesta en marcha del primer

generador de 5 MW. En la actualidad consta de una producción de entre 25 y 30 t/h. Recientemente fue inaugurada la fase A de “Los Humeros III”, y es con esta nueva instalación que lograron llegar a los 95.7 MW, haciendo énfasis en que gracias a todas estas instalaciones se reduce la huella ecológica en 131 mil toneladas de CO2 de emisiones al año (Bloomberg, 2017).

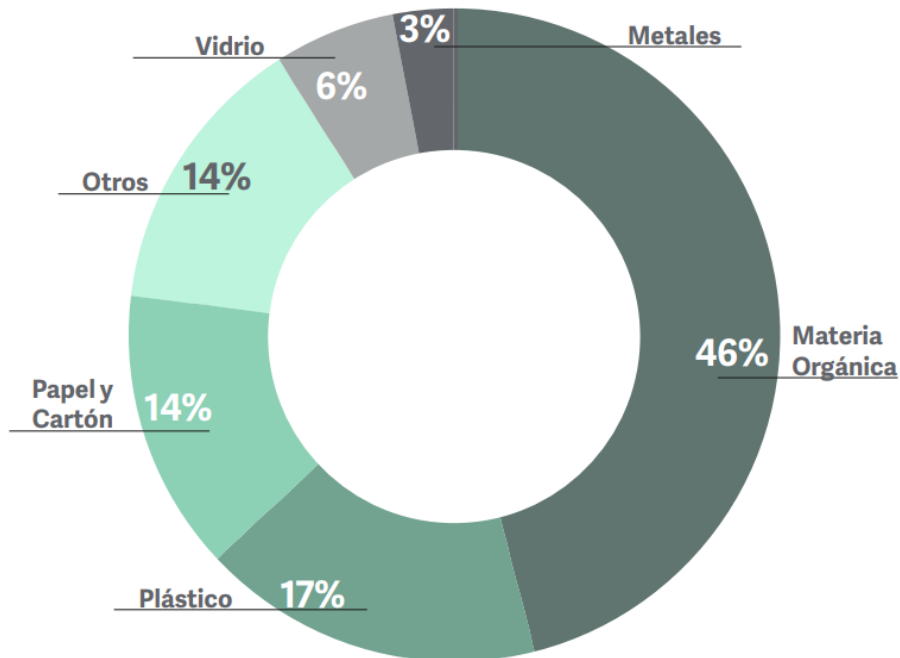
Residuos

El estado de Puebla presenta una generación estimada de 5,991 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) al día, con un promedio de cobertura del 70.41%, y recolección aproximada de 4,218 toneladas diarias; de acuerdo al “Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos” emitido por la SEMARNAT en 2020. Se identificaron 5 centros de acopio y 3 plantas de tratamiento, de las cuales 2 realizan procesos de digestión anaerobia; se ubicaron 4 estaciones de transferencia de (RSU), en donde 3 seleccionan o separan los residuos.

Aunado a lo anterior, 91 municipios de los 217 cuentan con sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos; en el Estado se identificaron 17 empresas de almacenamiento y acopio; 44 empresas de recolección y/o transporte de residuos; y 6 empresas autorizadas para reciclaje de residuos peligrosos.

Por otra parte, en el “Diagnóstico de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos. Puebla”, del Observatorio Ciudadano IGAVIM (2020), se ubicaron 19 rellenos sanitarios y 1 planta para manejo de residuos sólidos, identificados en su momento por la Secretaría de Desarrollo Rural, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial. También se encontró que solo 24 sitios de disposición final (24.74% del total) cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003, y se identificaron 6 sitios que no tienen captura de lixiviados ni geomembrana, lo que genera riesgo de contaminación, como el sitio ubicado en Izúcar de Matamoros.

Proporción de Residuos generados en el estado de Puebla

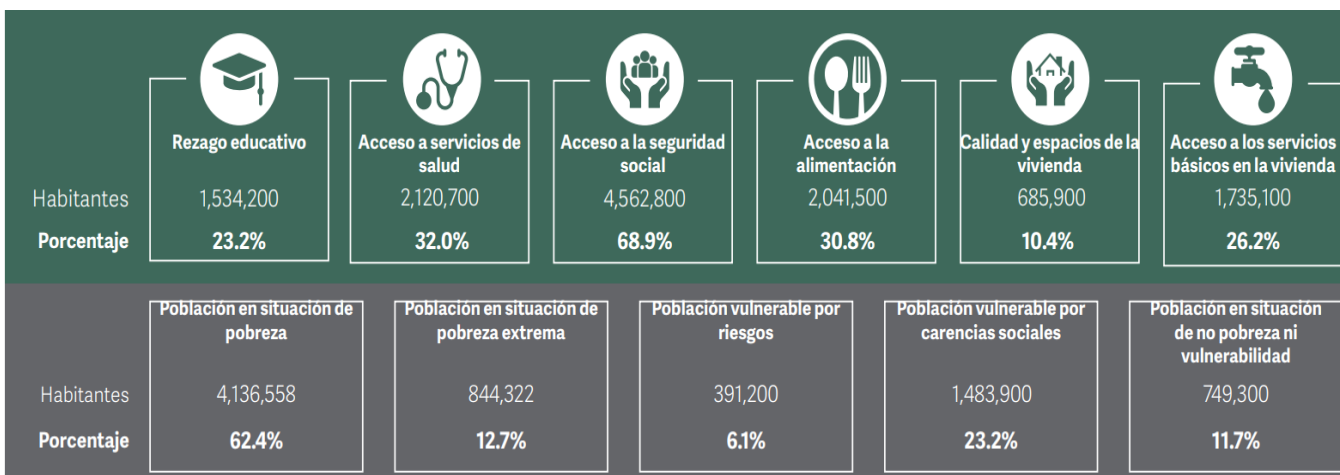


Fuente: UNIDES, 2011

Brechas Sociales

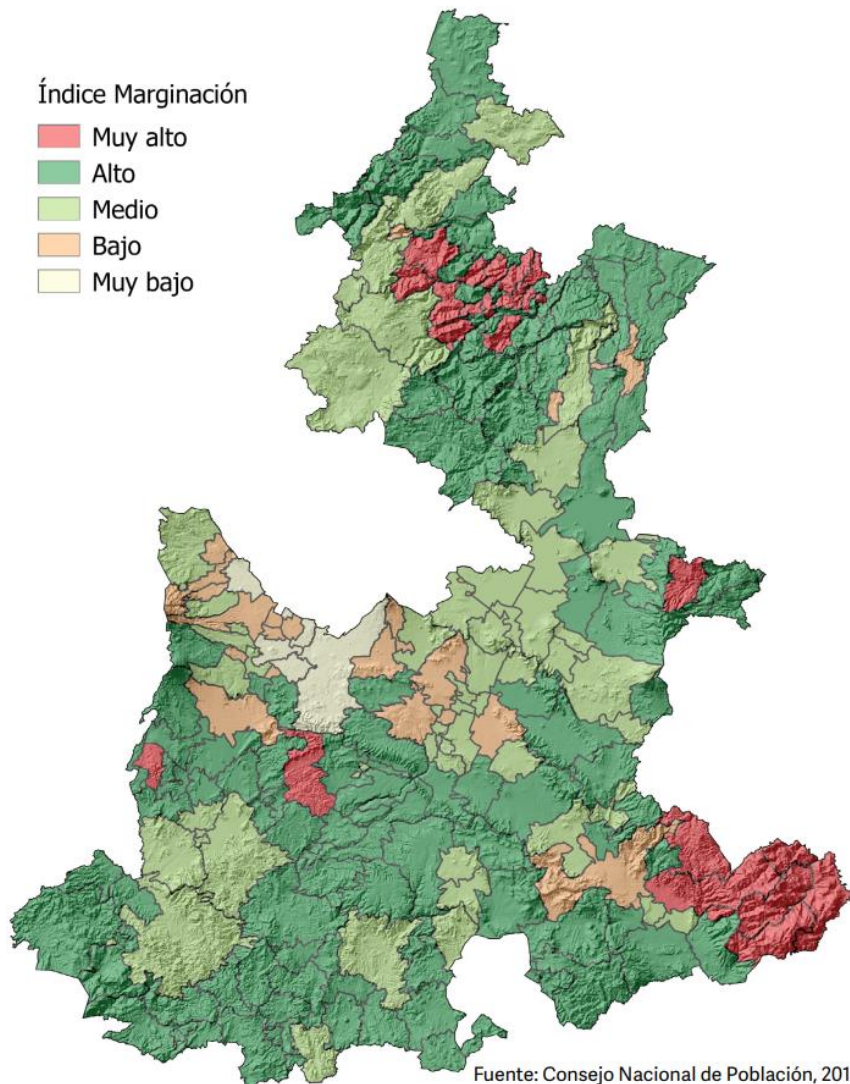
Para medir la pobreza, el CONEVAL ha emitido la Medición multidimensional de la pobreza en México 2018-2020, donde parte de dos enfoques de análisis: el de bienestar económico y el de derechos sociales y, a partir de ellos, es posible determinar las siguientes categorías:

- Se considera en pobreza a la población con al menos una carencia social e ingreso inferior al valor de la línea de pobreza por ingresos, antes línea de bienestar y que se refiere al valor total de la canasta alimentaria y de la canasta no alimentaria por persona al mes.
- Se considera en pobreza extrema a la población con tres o más carencias sociales e ingreso inferior al valor de la línea de pobreza extrema por ingresos, antes línea de bienestar mínimo que se refiere al valor de la canasta alimentaria por persona al mes.
- Se considera en vulnerabilidad por carencias sociales a la población con un ingreso superior a la línea de pobreza por ingresos, antes línea de bienestar, pero con una o más carencias sociales.
- Se considera en vulnerabilidad por ingresos a la población que no padece ninguna carencia social, pero su ingreso es igual o inferior a la línea de pobreza por ingresos, antes línea de bienestar.



Fuente: CONEVAL, 2021

Índice de Marginación Municipal



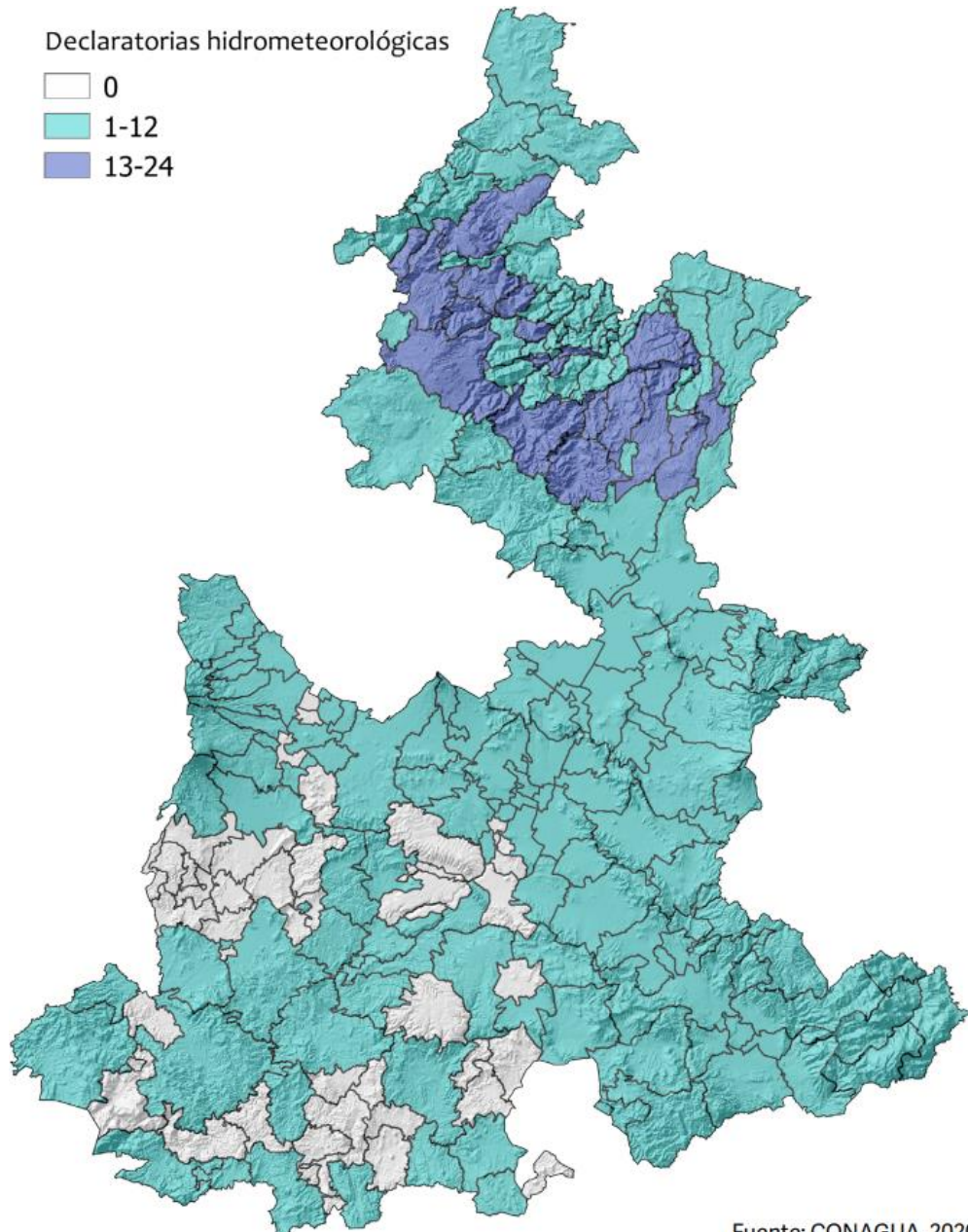
Se muestra el grado de marginación municipal para el año 2015 tomando cuatro dimensiones de expresión del fenómeno de marginación: educación, vivienda, ingresos monetarios y distribución espacial de la población.

El índice de marginación a nivel municipal permite diferenciar y ordenar estas áreas geostatísticas según el nivel o la intensidad de nueve tipos de carencias englobadas en cuatro dimensiones socioeconómicas: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios, medidos como porcentaje de la población que carece de éstos. El índice es un parámetro analítico y de resumen que permite la identificación y ubicación en el espacio de sectores de la sociedad que carecen de oportunidades para el desarrollo y de la capacidad para encontrarlas o generarlas.

El índice de marginación a nivel municipal permite diferenciar y ordenar estas áreas geostatísticas según el nivel o la intensidad de nueve tipos de carencias englobadas en cuatro dimensiones socioeconómicas: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios, medidos como porcentaje de

la población que carece de éstos. El índice es un parámetro analítico y de resumen que permite la identificación y ubicación en el espacio de sectores de la sociedad que carecen de oportunidades para el desarrollo y de la capacidad para encontrarlas o generarlas.

Desastres Hidrometeorológicos



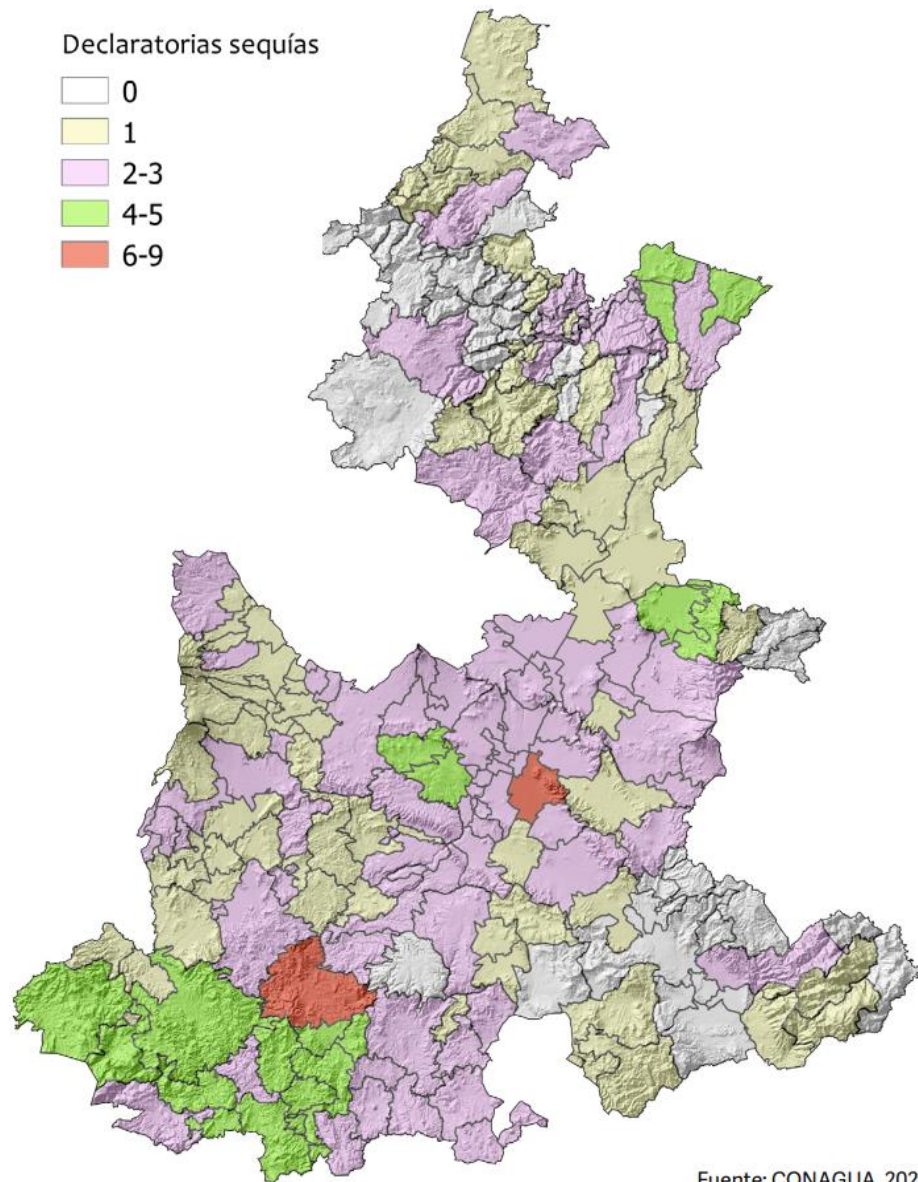
La ubicación geográfica del estado de Puebla exacerba la vulnerabilidad ante los fenómenos hidrometeorológicos, ya que entre los meses de mayo a noviembre, aumenta la probabilidad de la existencia efectos destructivos originados por ciclones, huracanes y tormentas tropicales. Esto, debido al desarrollo de

condiciones extremas de precipitación que a su vez, incrementan el potencial de eventos de granizadas, inundaciones, deslaves, o desbordamientos de cauces.

En el mapa de Declaratoria por fenómenos hidrometeorológicos por municipios de 2000 a 2019, publicado con CONAGUA, se aprecia que, para el Estado de Puebla, 19 municipios se ubican en el rango de 13 a 24 eventos, 153 estuvieron en el rango de 1 a 12, mientras que sólo 45 municipios no presentaron declaratorias en ese periodo de tiempo. Es decir, aproximadamente el 80% de todo el territorio de la Entidad ha tenido por lo menos una declaratoria por fenómenos hidrometeorológicos, en el lapso señalado.

Por lo tanto, la Coordinación General de Protección Civil, considera que el estado de Puebla tiene 133 municipios susceptibles. (CONAGUA, 2020)

Sequías



Aunque sea un fenómeno recurrente en México, la escasez de agua ha causado daños en gran parte del estado. De forma simple, una sequía se define como la disminución o la ausencia de precipitaciones pluviales respecto al índice anual y, contrario a lo que se supone, es un evento normal y recurrente que se presenta de forma cíclica en todas las zonas climáticas del estado.

Las consecuencias sociales derivadas de las sequías son la migración, la falta de empleo, las tensiones y conflictos en diversas escalas, tanto en municipios por en localidades, sumado a esto, el alza de los precios en la canasta básica por pérdidas de cultivos, el ganado, son de los factores importantes que se ve afectado la sociedad y economía, sumado a esto la pérdida de la biodiversidad por escasez de agua es parte de la problemática que se vive por falta de agua.

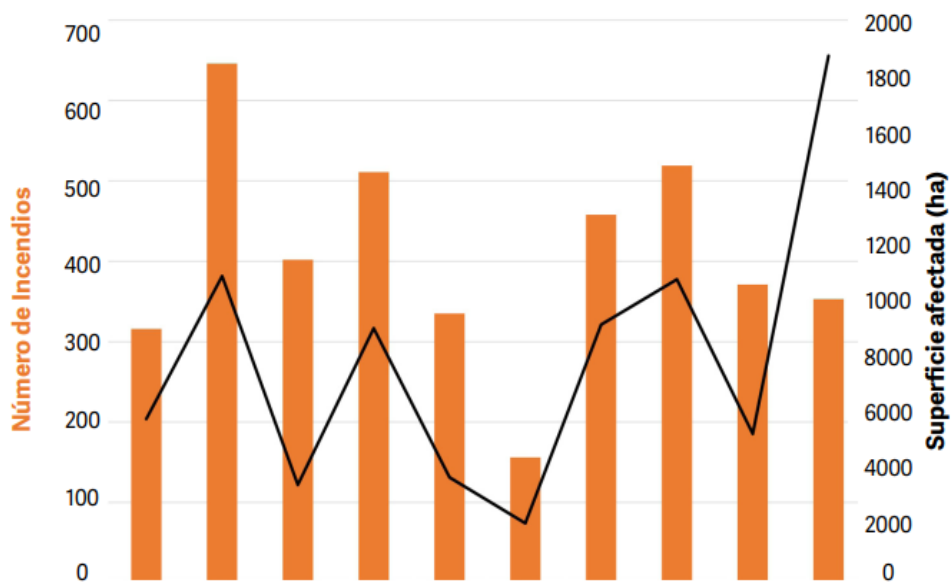
Se puede apreciar en el mapa, que en el periodo de 2000-2019, dos municipios del estado declararon más de 5 sequías, y que la mayoría de los municipios en ese mismo periodo, declararon de 2 a 3. De manera similar, se observa que la mayor incidencia de declaratoria de sequías es en el suroeste del estado.

Incendios Forestales

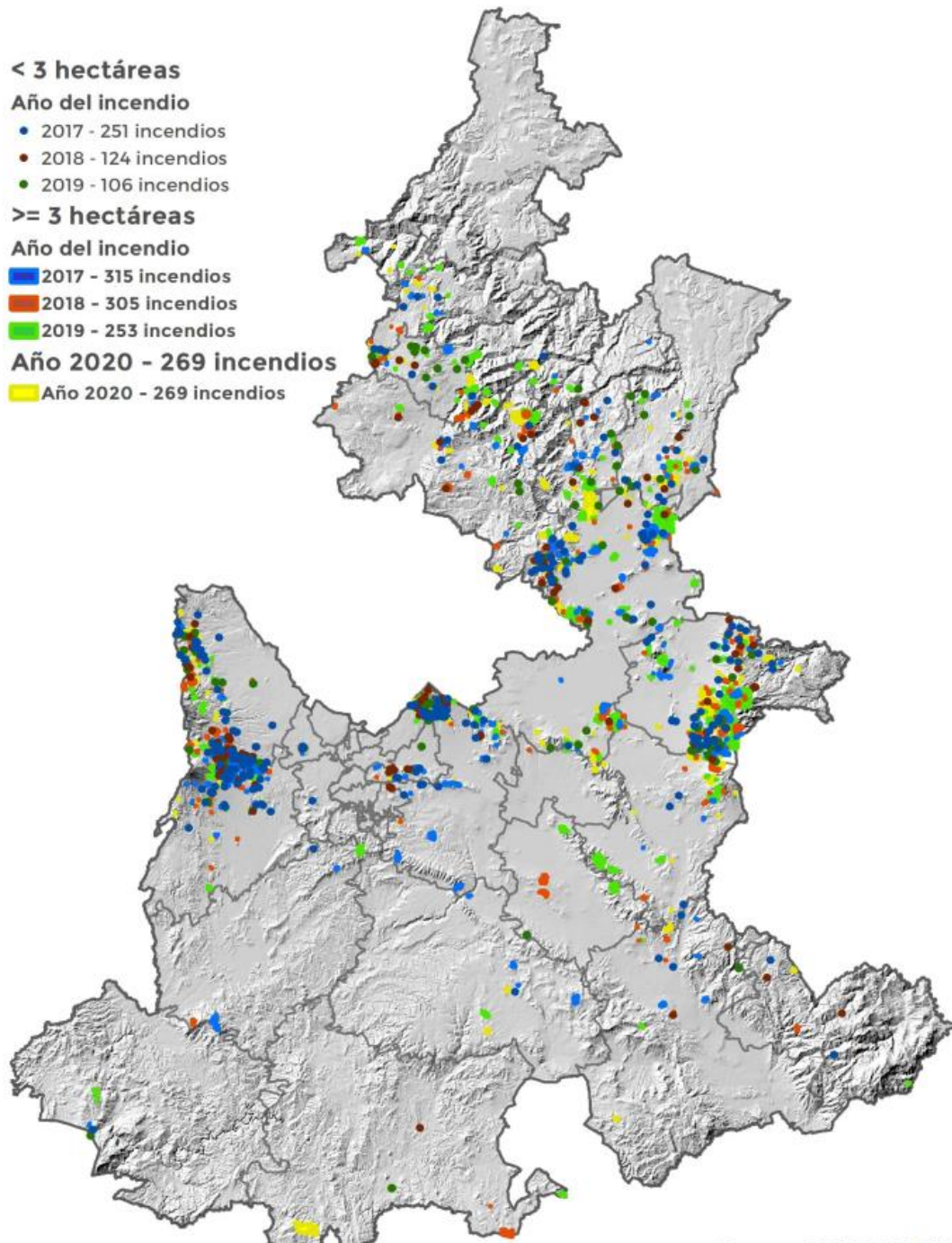
El mal manejo del fuego en el sector agrícola y el fuego ocasionado para el cambio de uso de suelo, para la ganadería o la urbanización, aunado a las condiciones climáticas de aumento de la temperatura y sequías efectos del cambio climático aumentan la probabilidad de eventos de incendios forestales.

La relación del fuego con un ecosistema se define en lo que se llama régimen del fuego; que tiene que ver con la severidad, la intensidad, la escala espacial, la estacionalidad y la fuente predominante de ignición, es decir, la presencia del fuego en un ecosistema posee un patrón específico y atributos. Los incendios forestales son causados en un 90% por causas antropogénicas. Los años con mayor afectación han sido el 2011, 2013 y 2017, relacionados a eventos de sequías fuertes.

Cantidad y extensión de incendios forestales registrados en el estado de Puebla



Fuente: SMADSOT, 2021



Fuente: SMADSOT, 2021

Producción agrícola

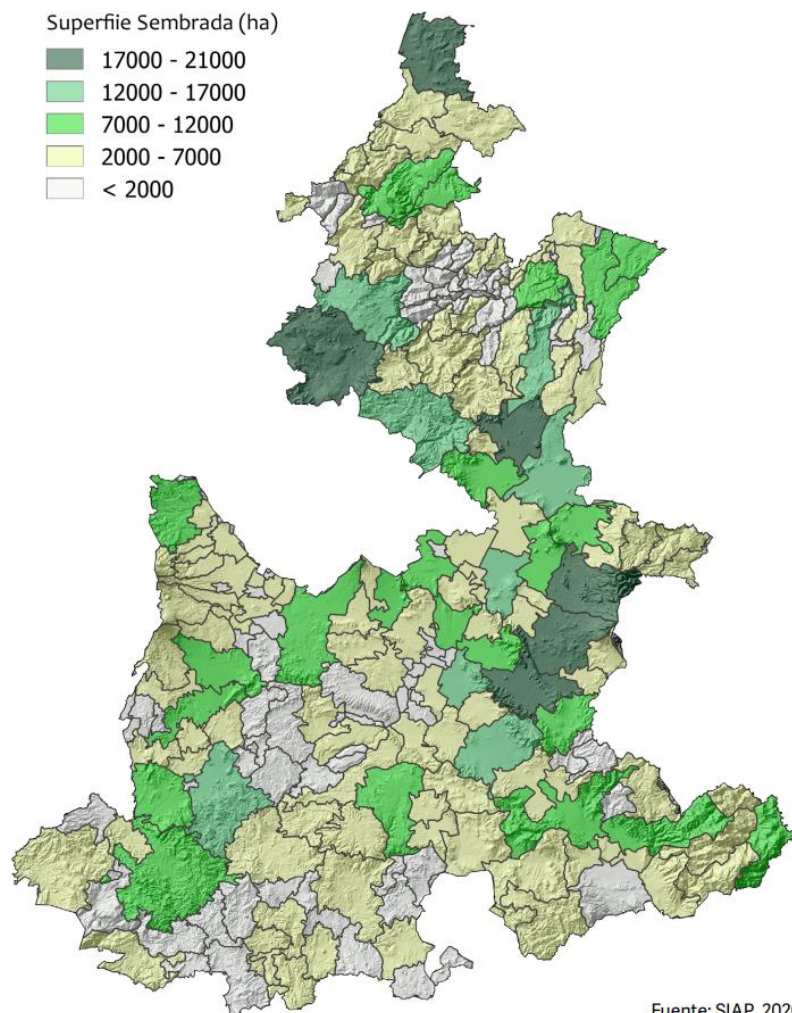
Puebla es un estado con todos los microclimas, con la mayor diversidad de cadenas productivas del país y con gran potencial de crecimiento en el sector primario y agroindustrial. Esta diversidad de climas les permite a las regiones de la entidad,

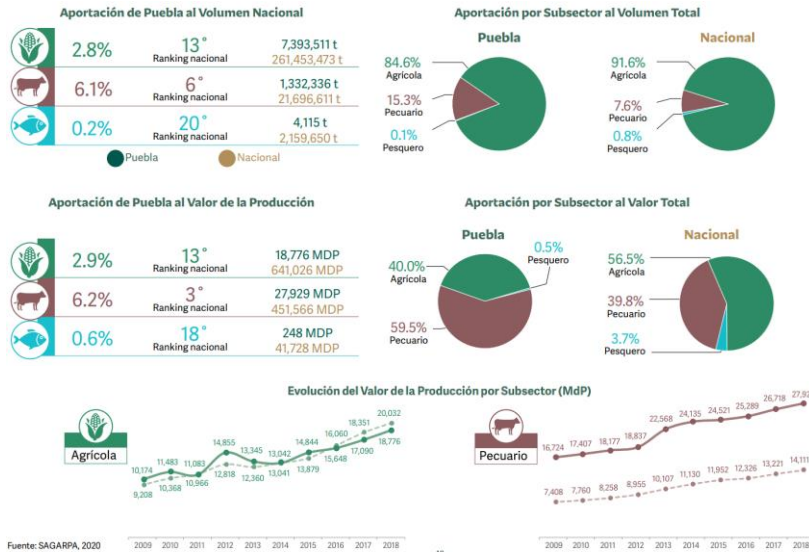
producir granos como avena, cebada, maíz amarillo, maíz azul, maíz blanco, sorgo y trigo, así como diversas leguminosas; igualmente se distingue en cultivos industriales como agave mezcalero, bambú, café, caña de azúcar, vainilla y en cítricos como mandarina y limón persa, entre otros.

El estado de Puebla, a pesar de contar con una superficie equivalente al 1.8% del territorio nacional, genera 168 productos de los 385 que se elaboran en el país. La diversidad productiva del Estado es una clara oportunidad de desarrollo y recuperación del campo poblano. Sin embargo, debido a la dependencia intrínseca de esta actividad económica con el medio ambiente, y en especial con el clima, es uno de los sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático.

La frontera agrícola, que es la extensión acumulada de toda la superficie dedicada a la actividad primaria, es de 917,275 hectáreas, de las cuales 161,888 hectáreas (equivalente al 7.6% del total), cuentan con sistemas de riego (INEGI, 2019).

Las regiones de Izúcar de Matamoros, Tecamachalco, Tehuacán, Atlixco y Acatzingo, son las que más superficie tienen con 97,702 hectáreas, y representan el 52% del total de la superficie regada; el valor de la producción en condiciones de riego es de 9,798 millones de pesos.















Condiciones y Ciclos para la producción Agrícola en Puebla

	Otoño-invierno (OI)	Primavera-verano (PV)	Ciclo perenne (P)
	Siembra: octubre-marzo	Siembra: marzo-septiembre	Cosecha: enero-diciembre
	Cosecha: enero-septiembre	Cosecha: junio-febrero	Los perennes contribuyen con 5 de cada 16 pesos en el valor de producción agrícola poblano
	Uno de cada 14 toneladas producidas en suelo agrícola poblano pertenece al ciclo otoño invierno.	Más de la mitad del valor de producción agrícola de Puebla se crea en el ciclo primavera verano.	
	Riego		
Modalidad hídrica	54.1%	13.6%	22.3%
	Temporal		
	45.9%	86.4%	77.7%
	Número		
Cultivos	50	81	57
	Participación		
	26.6%	43.1%	30.3%
	Hectáreas		
Superficie sembrada	53,253	682,719	181,303
	Participación		
	5.8%	74.4%	19.8%
	Toneladas		
Volumen cosechado	504,873	2,493,245	4,395,393
	Participación		
	6.9%	33.7%	59.4%
	Millones de pesos		
Valor de la producción	2,467	10,182	6,128
	Participación		
	13.2%	54.2%	32.6%

Productos Agrícolas destacados en 2019

	Maíz grano	Caña de azúcar	Papa	Tomate rojo	Café cereza
					
Valor(MDP)	\$3,877	\$1,581	\$1,352	\$988	\$926
Porcentaje del valor total de la entidad	20.6%	8.4%	7.2%	5.3%	4.9%
Volumen	1,000,391 t	1,857,950 t	189,595 t	149,456 t	135,710 t

Productos Pecuarios destacados en 2019

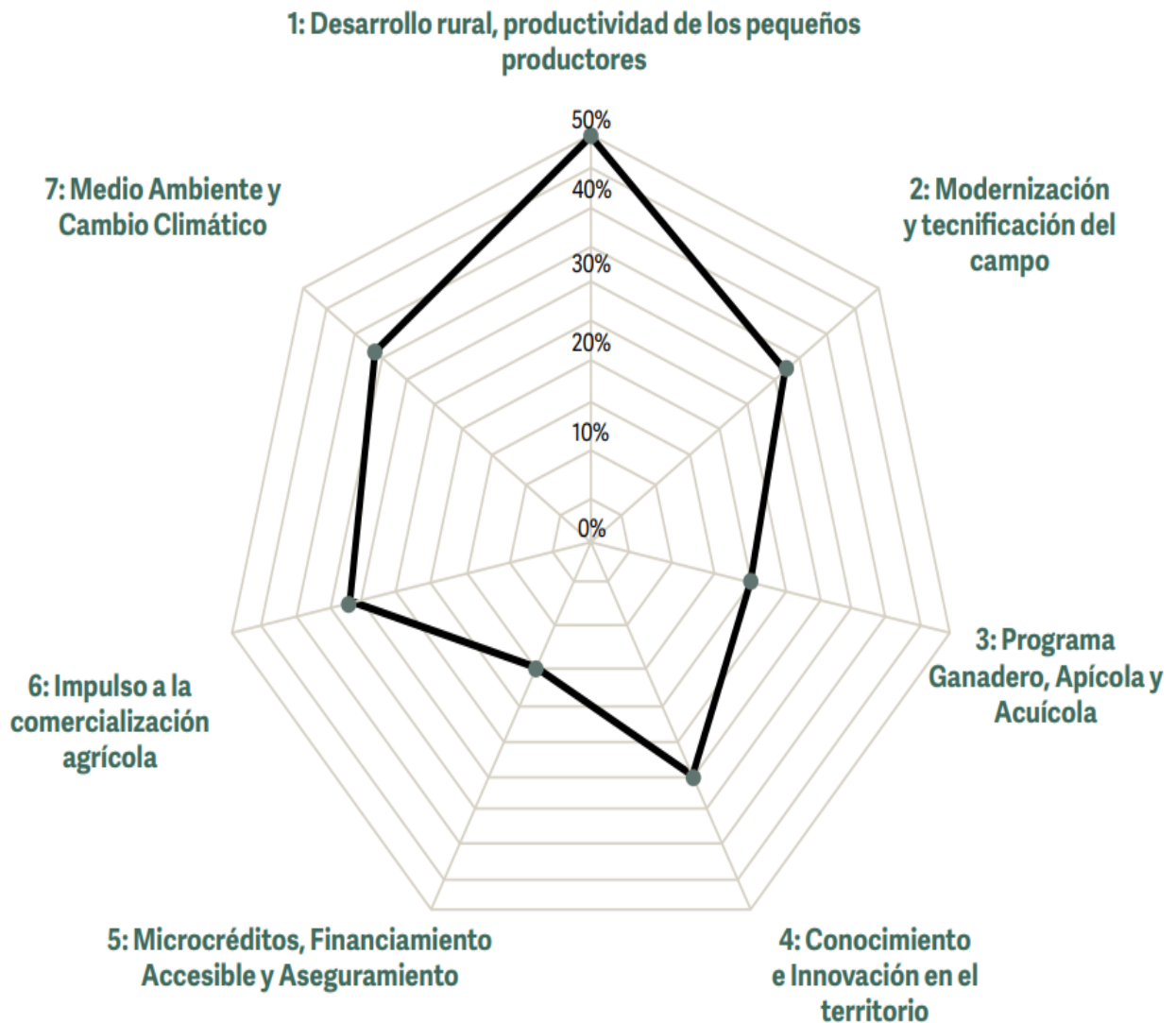
	Huevo para plato	Carne en canal de porcino	Carne en canal de ave	Leche de bovino	Carne en canal de bovino
					
Valor(MdP)	\$10,404	\$7,262	\$5,227	\$2,518	\$1,807
Porcentaje del valor total de la entidad	37.3%	26.0%	18.7%	9.0%	6.5%
Volumen	490,535 t	167,314 t	186,069 t	445,751 ml	40,168 t

Fuente: SAGARPA, 2020

Por sus altos niveles de exposición, sensibilidad y vulnerabilidad, el campo poblano presenta un sector crítico ante los efectos del cambio climático.

De la información recolectada durante los foros de participación ciudadana en 2019, donde participaron 1,506 ciudadanos de 165 municipios, se puede observar que el medio ambiente y el cambio climático es uno de los principales temas de interés de los encuestados, con más del 30% de los participantes señalando una preocupación o interés en las soluciones enfocadas a esta temática.

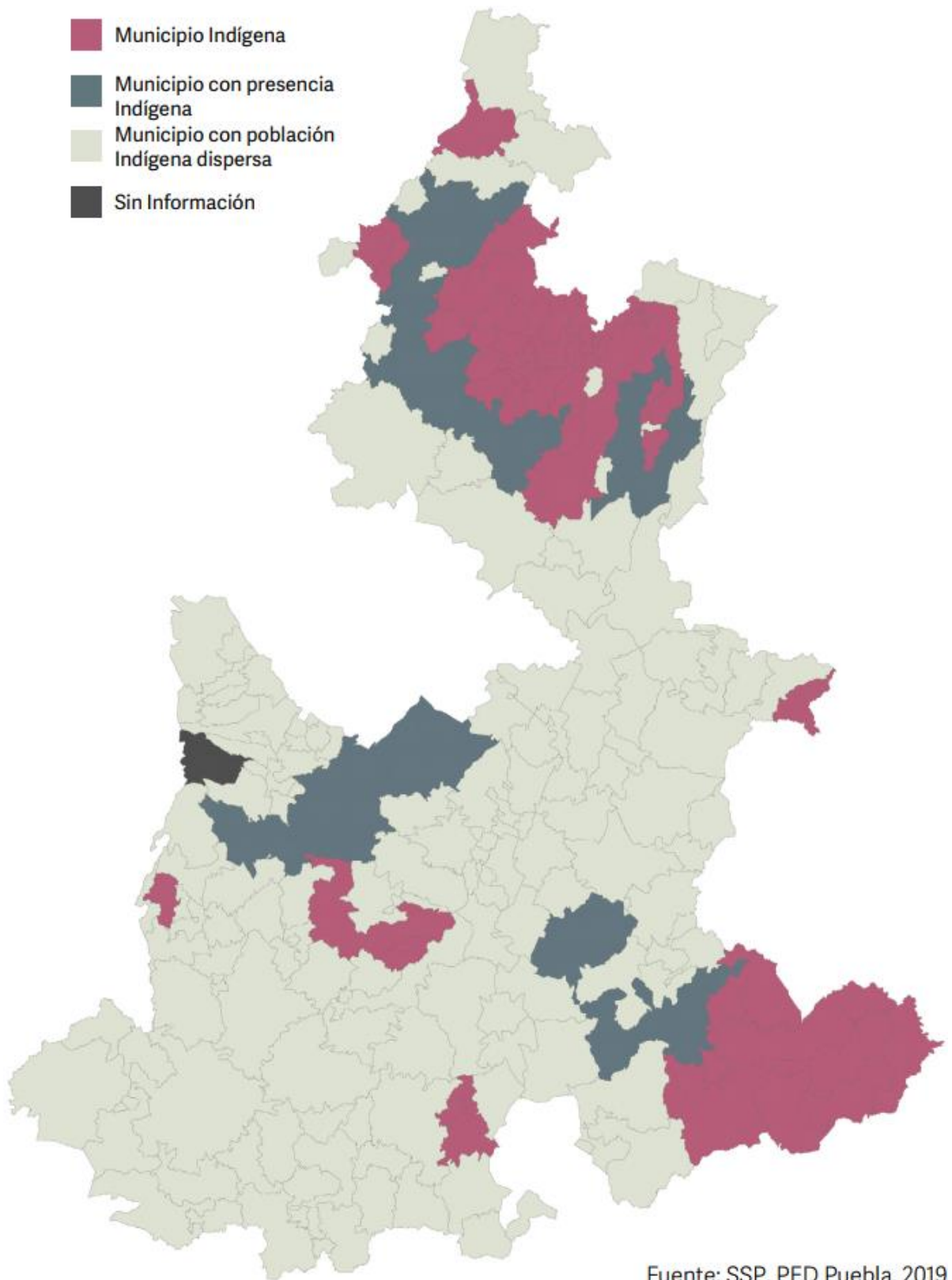
Incidencia de interés por tema en participantes de Foros Regionales de Participación Ciudadana para el Desarrollo Rural 2019



Fuente: SDR Puebla, 2019

De manera similar, las temáticas de Desarrollo Rural y Productividad, Modernización y tecnificación del campo y Conocimiento e Innovación en el territorio están relacionadas con la Ley Estatal de Desarrollo Rural Sustentable y por consecuencia, de manera indirecta con la acción climática.

Pueblos Originarios



Fuente: SSP, PED Puebla, 2019

En el Estado de Puebla, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda Puebla emitido por INEGI en 2020, la población indígena asciende a 1,043,116 habitantes, de los cuales 501,074 son hombres y 542 042 son mujeres. En el Censo, se aclara que se identifica como población indígena a las personas en viviendas donde la jefa o jefe de familia o sus ascendientes, declararon hablar alguna lengua indígena (INEGI, 2020).

Con base en el Instituto Poblano de los Pueblos Indígenas (2019), en la Entidad existen 7 lenguas indígenas: Nahuas, Totonacas, Mixtecos, N’giwa, Mazatecos, Otomíes y Tepehuas, quienes se encuentran en cuatro de las siete regiones del Estado. Aunado a lo anterior, los resultados del Censo INEGI 2020 arrojan una población total de hablantes de 615,622 de alguna lengua indígena, equivalente al 9.9% de la población total, es decir, 1.6% menos que el Censo de 2010 (INEGI, 2020).

En el Estado de Puebla, de acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, el eje 4 “Disminución de las Desigualdades”, Eje Transversal “Cuidado Del Medio Ambiente Y Atención Al Cambio Climático”, establece la línea de acción 6 “Promover acciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de los pueblos indígenas.”. Por otro lado, en cuanto a los enfoques transversales, la línea de acción 9 señala “Promover mecanismos que propicien la capacidad adaptativa de los pueblos indígenas ante el cambio climático”, y la línea 14 estipula “Desarrollar capacidades de adaptación en servicios ecosistémicos para mitigar el cambio climático aprovechando los saberes de los pueblos indígenas”.

Patrimonio Biocultural



Fuente: iied, 2017

El patrimonio biocultural es el conjunto de conocimientos, innovaciones y prácticas de los pueblos originarios o indígenas relacionados con la gestión de la biodiversidad del territorio habitado. Sus componentes operan en la práctica diaria y en la cosmovisión de los pueblos indígenas, y son mantenidos a través de generaciones gracias a los valores culturales y espirituales.

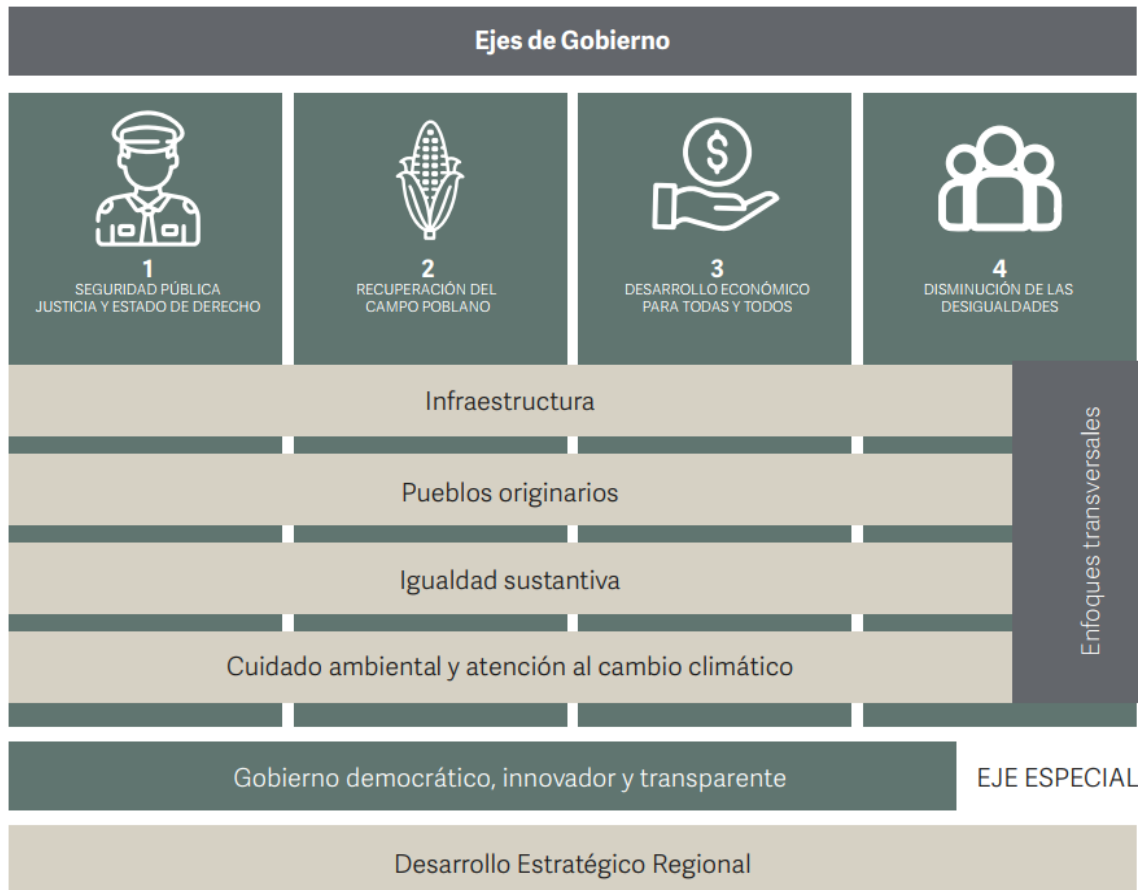
El patrimonio biocultural es fundamental para el bienestar de los pueblos indígenas, las comunidades locales y la sociedad en general, ya que proporciona diversidad de variedades de cultivos, ganado y estrategias de producción resilientes para la adaptación al cambio climático, saberes y sistemas de valores que promueven la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, prácticas agrícolas sostenibles y alimentos nutritivos, conceptos de bienestar alternativos que integran los ecosistemas y la economía, promueven el desarrollo inclusivo y bajo en carbono, y fortalecen la cohesión social, productos y servicios únicos como gastronomía, artesanías, medicinas naturales, y paisajes preciosos.

En cuanto a la acción climática, es trascendente reconocer el papel fundamental de los pueblos indígenas. La Organización Internacional del Trabajo identifica seis características que hacen a los pueblos indígenas vulnerables al cambio climático:

nivel de pobreza; dependen de los recursos naturales renovables; viven en regiones más expuestas a los impactos del cambio climático; los altos niveles de exposición y vulnerabilidad orillan a la migración; existen grandes desigualdades de género, lo cual se magnifica; y las comunidades generalmente son excluidas en la toma de decisiones de asuntos relacionados con sus derechos (OIT, 2019). Además, cuentan con conocimientos tradicionales con los que se pueden tener respuestas activas y de manera creativa a los efectos de cambio climático, por ejemplo, en Guyana los pueblos indígenas se desplazaron a zonas forestales en épocas de sequía de la sabana, para plantar mandioca en planicies que generalmente son húmedas para otros cultivos (Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas de las Naciones Unidas, 2009). Por lo que puede apreciarse el fundamental rol de los pueblos indígenas en relación al desarrollo e implementación de medidas de adaptación del cambio climático en el Estado.

Plan Estatal de Desarrollo

Para lograr que Puebla tenga un desarrollo sostenible, el Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2019-2024 se conforma por cuatro Ejes de Gobierno y un Eje Especial, mediante los cuales se facilitará la capacidad de responder a las diferentes barreras que existen; se consideran, además, cuatro Enfoques Transversales cuya finalidad es mejorar la problemática actual y alcanzar los objetivos desde un enfoque integral. De igual manera, incorpora cuatro Enfoques Transversales, con la finalidad de articular acciones conjuntas que contribuyan a dar solución a problemáticas que por su complejidad necesitan ser abordadas de manera integral y no aisladamente.



La transversalidad busca que el desarrollo de acciones gubernamentales, que tradicionalmente se relacionan con los sectores, puedan complementarse entre ellas con la finalidad de establecer esquemas articulados que contribuyan al alcance de los objetivos establecidos, esto a través de un esquema de corresponsabilidad entre Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal que permita alinear esfuerzos en el desarrollo de acciones. La transversalidad entre ejes y enfoques se representa como la relación que guardan entre sí, esto permite realizar trabajos coordinados para atender problemáticas complejas de manera integral, esta se verá reflejada en las estrategias y líneas de acción como un trabajo coordinado para alcanzar un desarrollo sostenible.

Vulnerabilidad Estatal

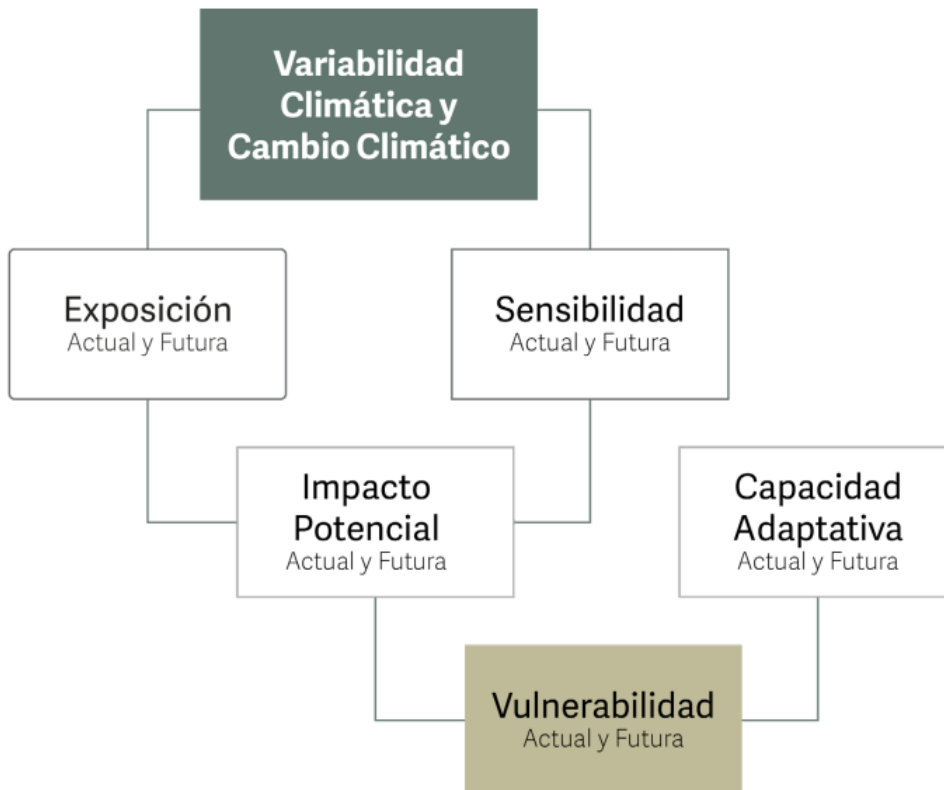
Vulnerabilidad

En México muchas regiones sufren ante la variabilidad del clima, que va desde riesgos de sequía, inundaciones, hasta problemas de enfermedades transmitidas por vectores. La situación geográfica, condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que México sea una de las zonas más vulnerables del mundo frente a los efectos adversos del cambio climático. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) estima que el 15% del territorio nacional, 68% de la población y el 71% de la economía son altamente vulnerables a los impactos negativos del cambio climático.

El concepto de vulnerabilidad adoptado en el país se basa en la propuesta del IPCC (2007), por lo que se define como “el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”.

El INECC ha definido las problemáticas específicas asociadas al clima para construir las diferentes vulnerabilidades al cambio climático en conjunto con otras dependencias de gobierno, así como identificar las variables de sensibilidad y capacidad adaptativa, con esto, desarrolló el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) publicado en 2019.

Componentes para el desarrollo de análisis de vulnerabilidad actual y futura del ANVCC



Fuente: INECC, 2019

La vulnerabilidad al cambio climático en México puede resultar exacerbada a consecuencia de los actuales fenómenos climáticos extremos. Además, están la pobreza, el acceso desigual a los recursos naturales como el agua, la inseguridad alimentaria y otros conflictos sociales que potencian la vulnerabilidad.

Para realizar el análisis de vulnerabilidad actual y futura, el INECC usa la metodología propuesta por el IPCC (2007), que se retoma en la Ley General de Cambio Climático (2012) y que considera que la vulnerabilidad está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa. De manera similar, para determinar la vulnerabilidad actual y futura se consideran los siguientes componentes:

Exposición: Es el carácter, magnitud y velocidad de cambio y variación del clima que afecta a un sistema en condiciones actuales y con cambio climático.

Sensibilidad: Es el grado en que un sistema es afectado por el cambio y la variabilidad climática debido a las características que lo definen

Capacidad Adaptativa: Se concentra en describir las capacidades institucionales con que se cuenta para disminuir los potenciales impactos de las amenazas relacionadas con el clima.

Sumado a lo anterior, la resiliencia se refiere a la capacidad de los sistemas urbanos para mantener continuidad después de impactos o catástrofes, mientras que contribuye a la adaptación. Por lo tanto, las ciudades resilientes evalúan, planean y actúan para responder a los obstáculos esperados o inesperados (ONU Hábitat, 2018).

Vulnerabilidades asociadas con el Cambio Climático



Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones



Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslizamientos



Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución del dengue



Vulnerabilidad de la producción ganadera a inundaciones y al estrés hídrico



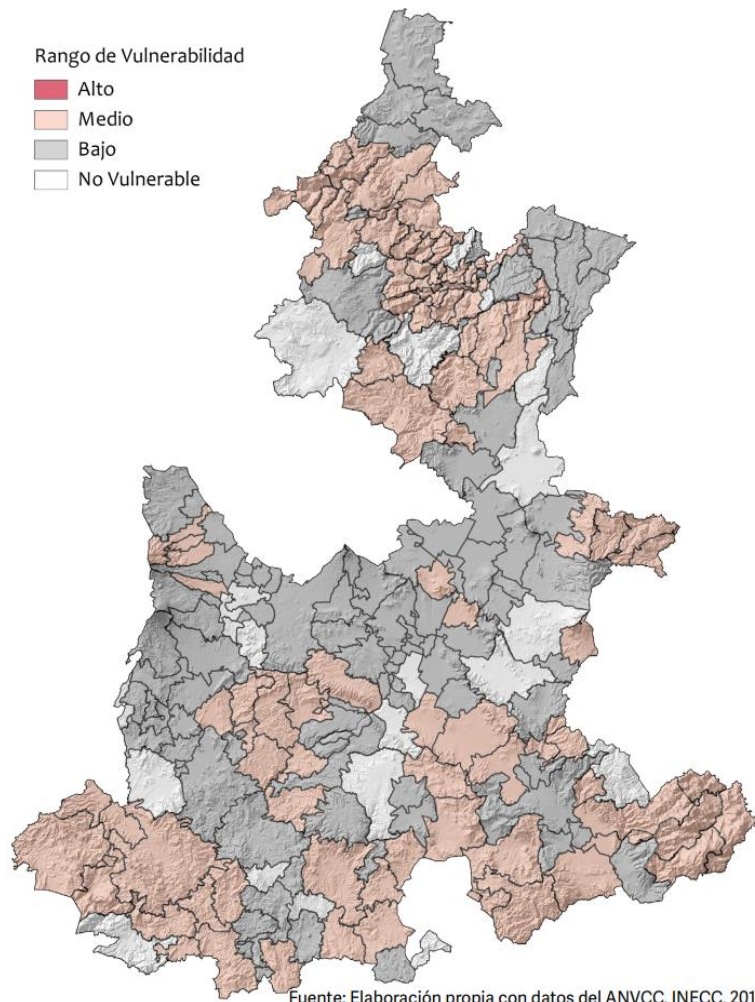
Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico



Cambio en la distribución potencial de especies prioritarias y en riesgo de extinción

Fuente: ANVCC, INECC, 2019

Vulnerabilidad: Deslaves



De acuerdo al Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático emitido por INECC y SEMARNAT en 2019, los deslaves causan miles de muertes alrededor del mundo cada año, así como pérdidas de propiedades. De 2007 a 2010 causó la muerte a más 11,500 personas en 70 países (NASA, n.d.). Las precipitaciones intensas y prolongadas, contribuyen a los deslaves, ya que aumentan el peso volumétrico del suelo, saturan el terreno y reducen su resistencia al esfuerzo cortante.

Considerando que los deslaves arrastran rocas, tierra y escombros pesados en grandes cantidades, al producirse un impacto pueden provocar daños a infraestructura, viviendas, hasta cobrar vidas humanas. Quienes presentan un mayor riesgo son las comunidades que se ubican al pie o sobre las laderas y montañas, tanto en zonas urbanas como rurales). Incluso la Estrategia Nacional de Cambio Climático, estimó que el peligro por deslaves podría afectar a 283 municipios en donde habitan 4 millones de personas (Gobierno de la República, 2013).

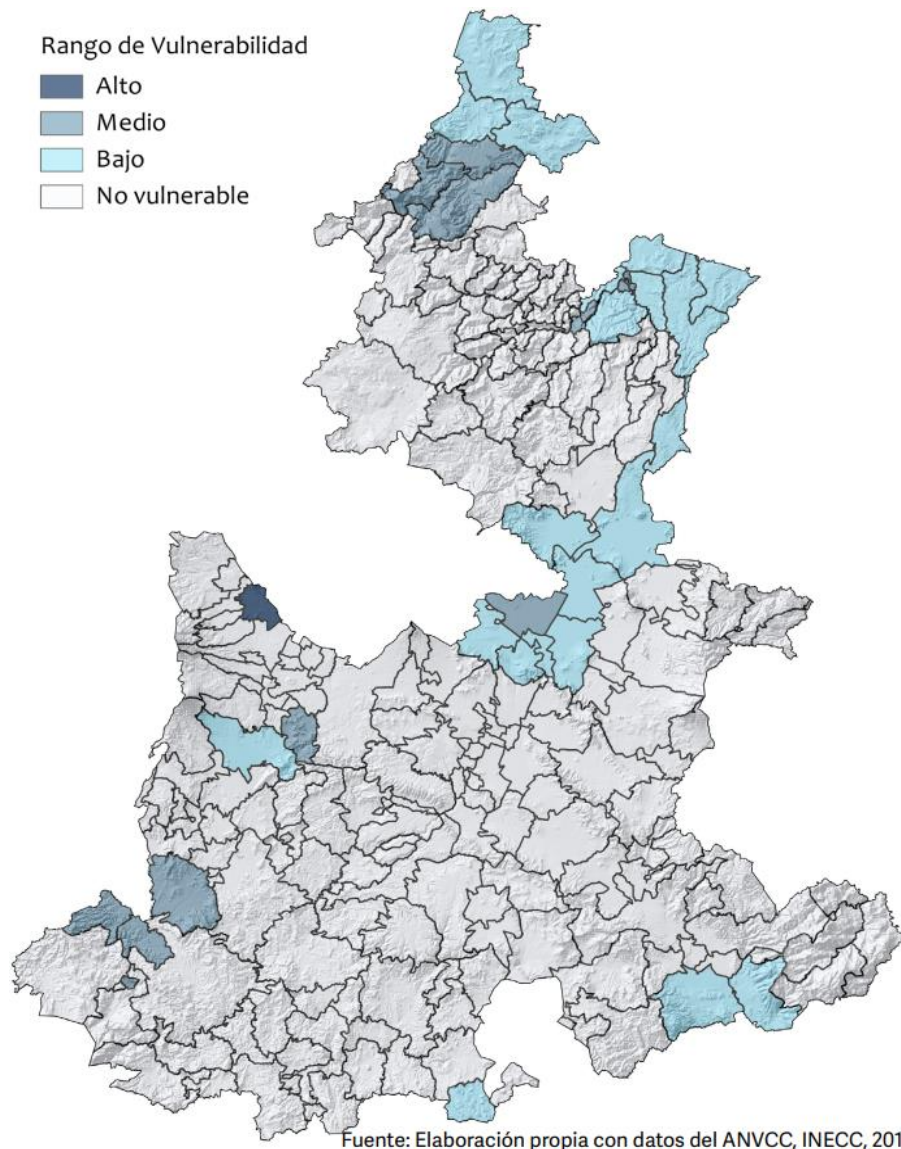
Para determinar los niveles de vulnerabilidad a deslaves, conforme ANVCC, se considera:

Exposición: La causa principal de los deslaves son las precipitaciones intensas y prolongadas.

Sensibilidad: Dentro de los factores a considerar para determinar la sensibilidad a deslaves, se encuentra la población susceptible, así como las condiciones de la vegetación en zonas de inestabilidad de laderas. Sobre la población, es importante identificar los asentamientos humanos y su distribución en zonas susceptibles a inestabilidad de laderas; por ello también la vegetación tiene un rol importante, al interceptar la precipitación.

Capacidad adaptativa: Debido a los daños y pérdidas que pueden representar los deslaves, es fundamental considerar mecanismos, instrumentos de planeación y programas de gestión de riesgos, así como el fortalecimiento de capacidades hacia los municipios en materia de prevención de riesgos para reducir la vulnerabilidad.

Vulnerabilidad: Inundaciones



Las inundaciones ocurren de manera natural en todo el país, no obstante, cuando se involucran los asentamientos humanos o zonas de actividad productiva, puede haber afectaciones a la vida y propiedad. A nivel global, las inundaciones generan el mayor número de devastaciones y pérdidas económicas; tan solo en 2012 afectaron a 178 millones de personas, por lo que se catalogan como los eventos extremos más frecuentes (Cavazos, 2015 en INECC, 2019).

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el 62% (10,678 millones de pesos) de la estimación de pérdidas y daños reportada por eventos extremos, correspondió a lluvias e inundaciones (Cavazos, 2015). Para el caso de Puebla, la mayoría de los municipios se ubican en un riesgo bajo, no obstante, algunos sí presentan condiciones de vulnerabilidad en niveles medios y cercanos a medios, por lo que se debe mantener el monitoreo de estas zonas.

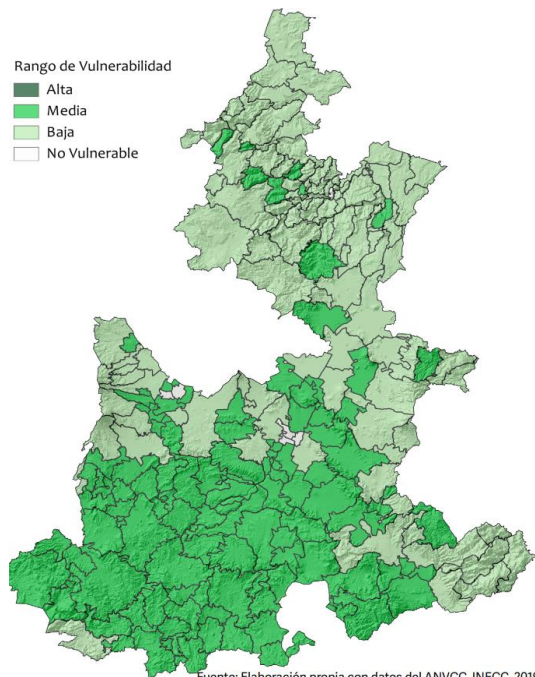
Para calcular la vulnerabilidad a inundaciones el ANVCC contempla los siguientes elementos:

Exposición: Se considera la frecuencia potencial de inundaciones y el índice de la estacionalidad de la precipitación, debido a que los municipios donde se presenta un régimen de lluvias concentrado en pocos meses, resultan en mayor susceptibilidad a inundaciones.

Sensibilidad: Se considera la respuesta hidrológica de la cuenca, la respuesta ante eventos extremos para evitar riesgos, así como la población y el porcentaje del área de municipios susceptibles a inundaciones.

Capacidad adaptativa: Se considera el número de instrumentos de planeación y gestión del riesgo recomendados que existan. Las inundaciones tienen riesgos asociados que van desde la muerte, pérdidas económicas, afectaciones a la infraestructura, salud, por lo que es importante la gestión de riesgos a estos fenómenos, considerando medidas de prevención.

Vulnerabilidad: Producción Forrajera



La producción forrajera varía de una región a otra y es estacional, acorde al clima, el suelo, la especie del forraje y su manejo. En cuanto a su rendimiento y calidad, están en función de la precipitación, que influye conforme a su cantidad total y distribución durante el año. Esto determina la estacionalidad de la producción, además de propiciar la abundancia de forraje en la época de lluvia, y la escasez en la época seca, cuando hay estrés hídrico (INECC, 2019).

En temporadas de sequías, el estrés hídrico producido debilita las plantas forrajeras, limitando su rendimiento, ya que causa un retraso en la madurez de la planta, acortando los tallos (Enríquez et al., 2011). La reducción de la disponibilidad de forrajes, afecta la producción de bovinos de pastoreo en época de sequías, ocasionando una pérdida de la producción pecuaria. Por lo que, cuando vuelve a haber lluvias, un adecuado manejo del pastoreo contribuiría a capturar humedad por el suelo, optimizando el crecimiento del forraje (González y Ávila, 2010).

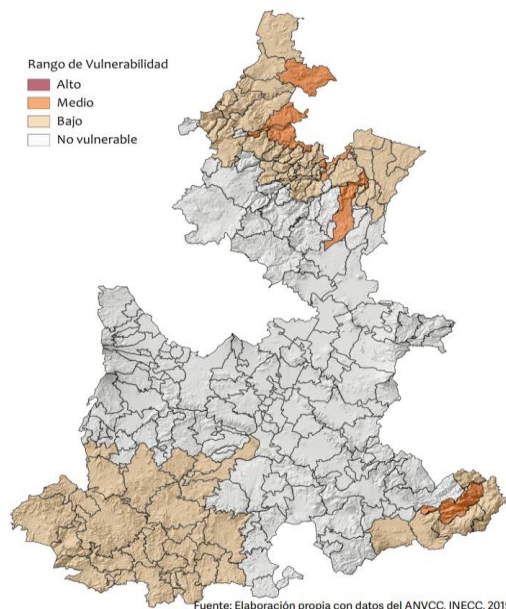
Para calcular la Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico, el ANVCC contempla los siguientes elementos:

Exposición: Se incluye la condición de aridez, debido a que eventos como las sequías, son características de zonas áridas y pueden tener repercusiones negativas en la productividad de tierras, pérdida de vegetación y producción ganadera. Por ello también se considera el índice de estacionalidad de la lluvia.

Sensibilidad: Intervienen varios factores tales como la resistencia de la vegetación, es decir, presencia de árboles y arbustos, así como su sensibilidad ante sequías. También se considera el suelo (nivel de erosión y capacidad de almacenamiento de agua); grado de presión sobre los recursos naturales (oferta y demanda de forraje, sobrepastoreo) y la producción forrajera (agostaderos y variabilidad de la producción)

Capacidad adaptativa: Se toman en cuenta la existencia de atlas de riesgos municipales, programas de atención a desastres y de protección a áreas naturales, así como programas de fomento ganadero, entre otros.

Vulnerabilidad: Dengue



El dengue es ocasionado por un virus que se transmite mediante mosquitos del género *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. Se suele desarrollar más en zonas de climas tropicales y subtropicales (OMS, 2017; Dantés et al, 2014), debido a que las heladas no matan a los transmisores y tampoco dañan los huevos depositados durante el invierno.

La variabilidad del clima, puede acelerar la proliferación del virus, debido a variables como la precipitación y temperatura, ya que afectan la distribución y abundancia de la enfermedad (INECC, 2019). El virus se asocia, entre otros factores, a ambientes urbanos domésticos, los hábitos de la población, así como la carencia de servicios básicos (suministro de agua, falta de recolección de residuos).

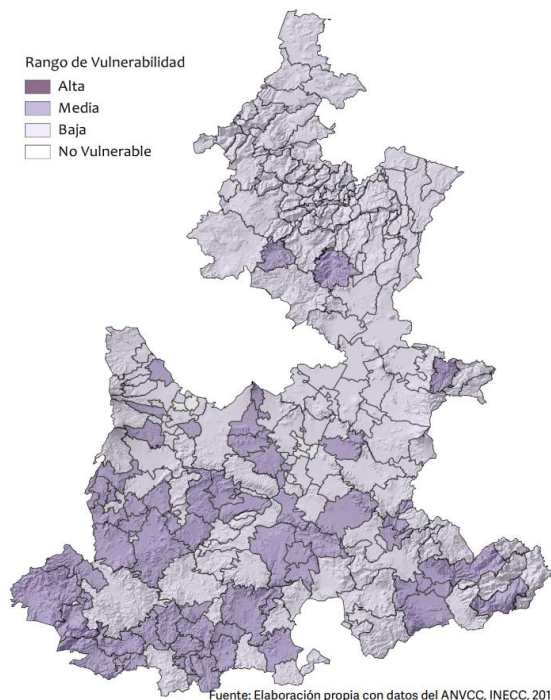
Para el caso de Puebla, en la mayoría de los municipios no existe actualmente una vulnerabilidad al dengue. Sin embargo, el país presenta condiciones favorables para enfermedades que se transmiten por vectores, las cuales aumentarán a medida que incrementa el calentamiento global, convirtiéndose en un problema de salud pública (San Martín et al., 2010; Secretaría de Salud, 2008).

Exposición: Se consideran el endemismo, referido a una enfermedad que se presenta en determinadas regiones; y el brote, mediante el índice de ocurrencia.

Sensibilidad: Intervienen la conectividad y urbanización de las poblaciones, el potencial de criaderos por acumulación de agua (por cercanía a cuerpos de agua o susceptibilidad a inundaciones), y el potencial de criaderos por infraestructura urbana (agua entubada en el hogar y acumulación de residuos sólidos urbanos).

Capacidad adaptativa: Es indispensable la disponibilidad de servicios de salud, una red de abasto de agua potable en domicilios, servicio de recolección de residuos, reducir el número de tiraderos a cielo abierto y programas para la población sin derechohabencia para el tratamiento de enfermedades como dengue.

Vulnerabilidad: Producción Ganadera



Este rubro se contempló como colaboración entre el INECC y la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (INECC, 2020). De lo anterior, se desprende conocer las condiciones en el país, y el nivel de vulnerabilidad en el Estado. La ganadería bovina que se explota en condiciones de agostadero ha tenido impactos por sequías en México. Como consecuencia, se ha identificado el incremento de la mortalidad en el ganado, venta del mismo, disminución de parámetros productivos, mayor sobrepastoreo y disminución de la capacidad de carga (Gutiérrez et al., 2012 en INECC, 2019). Por tal motivo, puede haber grandes pérdidas si las condiciones de sequía se prolongan o son más frecuentes; recordando que, al haber un manejo inadecuado de las actividades agropecuarias, aumentan la degradación del suelo y erosión.

Para el estado de Puebla, pueden identificarse en el mapa a varios municipios en condición de vulnerabilidad media, respecto a la producción ganadera ante estrés hídrico, por lo que también debe atenderse este rubro en las consideraciones de los impactos del cambio climático para la entidad. Los elementos que componen esta medición de vulnerabilidad son:

Exposición: Se incluye la condición de aridez en zonas ganaderas, y el índice de estacionalidad de la lluvia.

Sensibilidad: Factores como la resistencia a la vegetación (porcentaje de degradación y sensibilidad a la sequía), acceso de agua y forraje, infraestructura para el manejo de pastoreo y ganado, relevancia (importancia territorial y presión sobre los recursos), así como las condiciones de producción (manejo y disponibilidad).

Capacidad adaptativa: Se considera la existencia de instrumentos como un atlas de riesgo municipal con mapa de riesgo por sequía, el desarrollo de un programa de atención a desastres, programas de Protección y restauración de ecosistemas para prevenir aridez, considerando áreas naturales protegidas, programas de fomento ganadero y organización de productores.

Escenarios Climáticos

Climatología y Tendencias Estatales

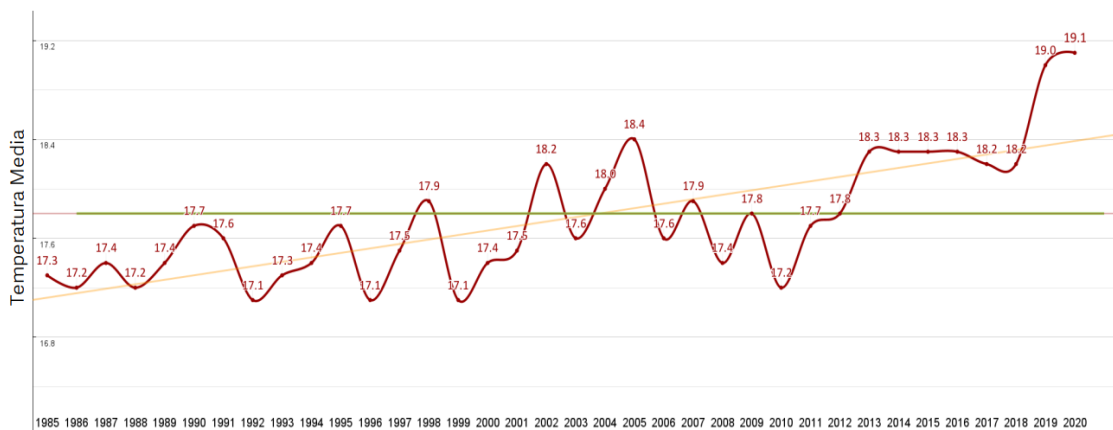
La información climatológica es de gran importancia para todos los sectores de la sociedad, por lo cual el Servicio Meteorológico Nacional a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se encargan de vigilar las condiciones atmosféricas y acopiar la información climatológica de las variables como precipitación, temperatura media, máxima y mínima.

De acuerdo a la normatividad de la Organización Meteorológica Mundial, las normales climatológicas se calculan para periodos de 30 años, por lo que se toman los datos del periodo 1981-2010. Esto permite minimizar las variaciones normales y valores atípicos que un año pudiera tener y con esto se obtiene una mejor representación del clima en la región analizada. En climatología, una anomalía es una desviación o sesgo de un valor medido (temperatura o precipitación) respecto a su valor promedio en el mismo lapso de tiempo, es decir, que tanto se desvía de su normal climatológica.

Para el estado de Puebla la climatología de la temperatura media anual del periodo 1981-2010 es de 17.8°C. En Puebla se observa una tendencia de incremento de

0.04°C/año en la temperatura media. Por otra parte, de acuerdo a la anomalía respecto al periodo 1981-2010, existen valores de aumento con un rango de +0.1°C hasta +1.3°C. El año 2020 presentó la mayor anomalía de aumento (+1.3) respecto a la climatología observada, seguido de 2019 (+1.2). Los 8 años más cálidos continuos se han presentado a partir del 2013. Por otra parte, el informe más reciente del IPCC (2021), menciona que las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las actividades humanas son responsables de un calentamiento de aproximadamente 1.1 °C desde 1850-1900, y se prevé que la temperatura mundial promediada durante los próximos 20 años alcanzará o superará un calentamiento de 1.5 °C.

Histórico de la temperatura media anual del periodo 1985-2020 en el estado de Puebla



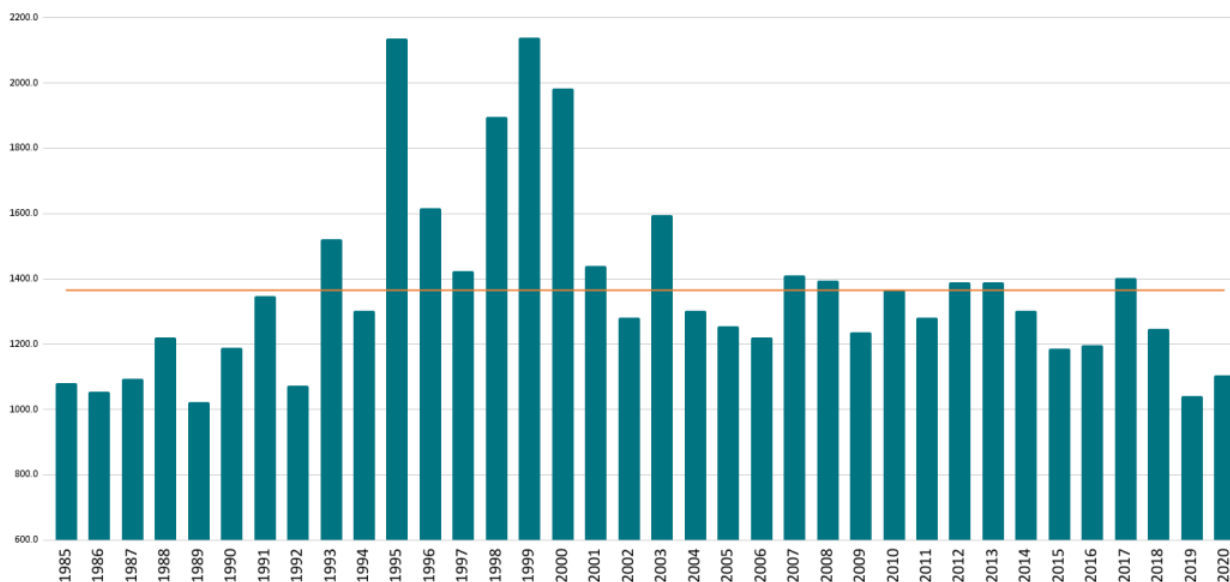
Fuente: Elaboración propia con datos del SMN, 2021

Cuantificar y entender los cambios climáticos en una escala regional es uno de los retos más importantes en la ciencia. Un paso importante para la comprensión de sus impactos es la evaluación de variabilidad climática natural (Lionello et al. 2006), debido a que diversas contribuciones biofísicas gobiernan la respuesta de los extremos de precipitación. El cambio de los extremos pluviales es analizado usando resultados de teoría, simulaciones y observaciones con enfoque en los factores físicos que impactan estos ciclos dinámicos. Las observaciones y simulaciones de modelos de circulación, generalmente muestran que los extremos se intensifican en respuesta a un aumento de temperatura. Sin embargo, la sensibilidad de la intensidad de lluvias permanece incierta cuando la convección es importante (O’Gorman, 2015). Por esta razón, cada vez es más necesario conocer el funcionamiento de los sistemas meteorológicos a una escala regional y detallada para poder evaluar y mejorar los modelos climáticos. De este modo se reduce la incertidumbre sobre la magnitud y tendencia de los cambios potenciales futuros (Aguilar, 2007).

La climatología promedio estatal del periodo 1981-2010 de la precipitación acumulada anual es de 1,365 mm. En Puebla se aprecia una tendencia de disminución de -1.7 mm/año en la precipitación acumulada anual. Por otra parte, de acuerdo a la anomalía respecto al periodo 1981-2010, existen valores de aumento de 731.0 mm (1999) y de disminución de hasta -384.0 mm (1989). Los años 1995, 1998, 1999 y 2000 fueron muy húmedos, particularmente 1995 y 1999 se identificaron como los años de mayor precipitación anual. A partir del 2004 al

2020 las anomalías respecto al periodo 1981-2010, son negativas, siendo 2019 el de mayor decremento de -366.9 mm.

Histórico de la precipitación acumulada anual del periodo 1985-2020 en el estado de Puebla



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA

Variabilidad Climática

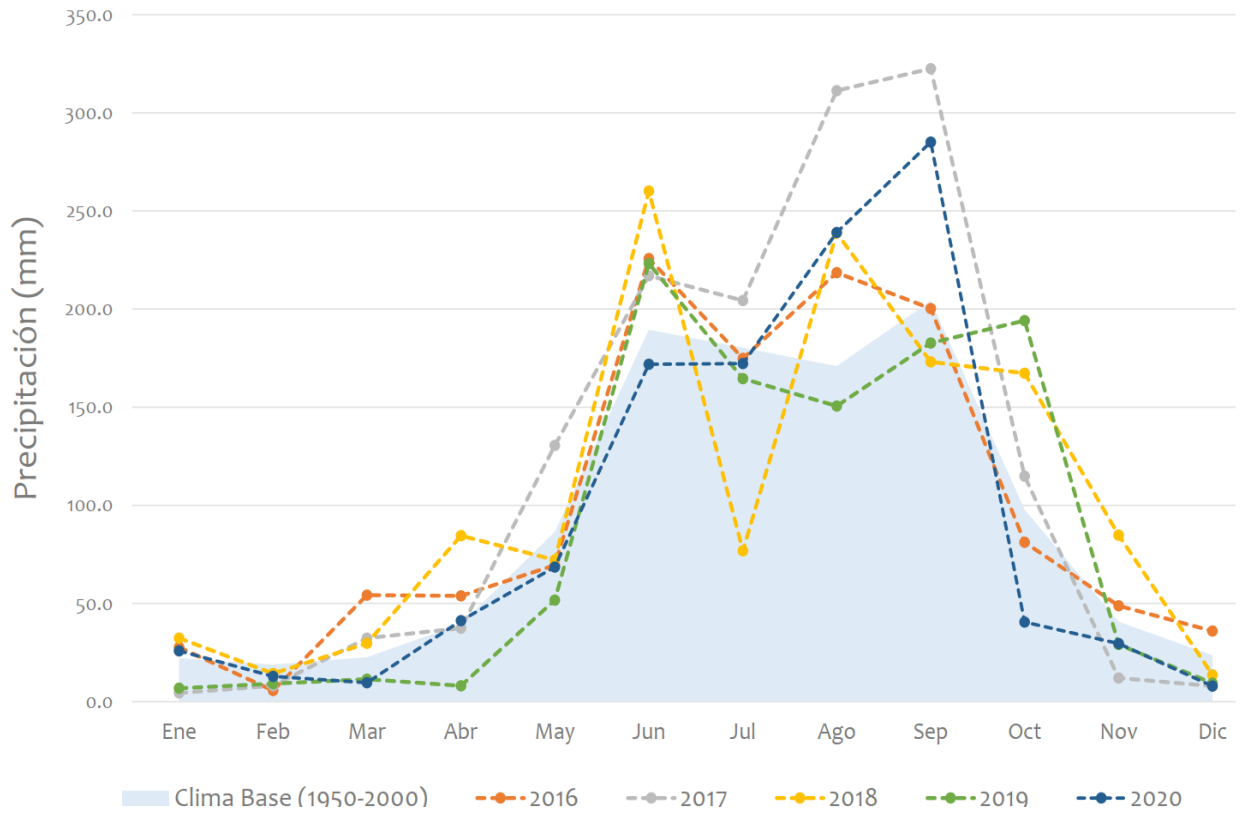
La estrecha correlación entre los gases de invernadero y el impacto en variables climáticas como temperatura y precipitación está sustentada en principios postulados por la ciencia a partir del siglo XIX. El cambio en un elemento del clima global puede producir cambios en el clima regional, por ejemplo, si la temperatura promedio de la región aumenta significativamente, puede afectar la cantidad de nubes, así como el tipo de precipitación que puede ocurrir. Si estos cambios ocurren en periodos de tiempo largos, los valores promedio del clima para estos elementos también se verán afectados.

La variabilidad climática se refiere al parámetro climático de una región al variar de su promedio de algo plazo. Cada año en un periodo de tiempo específico, el clima en de un lugar es diferente, algunos años tienen lluvias por debajo del promedio, algunos por arriba de este. (FAO, s.f)

La variabilidad climática genera incertidumbre en un sistema, aumentando su riesgo. El riesgo puede ser físico o económico sin ser ambos necesariamente excluyentes. Dado que la atmósfera es un sistema dinámico no lineal, en el sentido determinístico no es fácil predecir su comportamiento, de aquí que los métodos estadísticos sean de utilidad en el proceso de determinar el comportamiento futuro de las variables climatológicas que impactan a los ecosistemas (Cohen & Padilla, 2008). La frecuencia e intensidad de muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos está aumentando a nivel mundial como sucede con los episodios de calor extremo, las sequías, las tormentas.

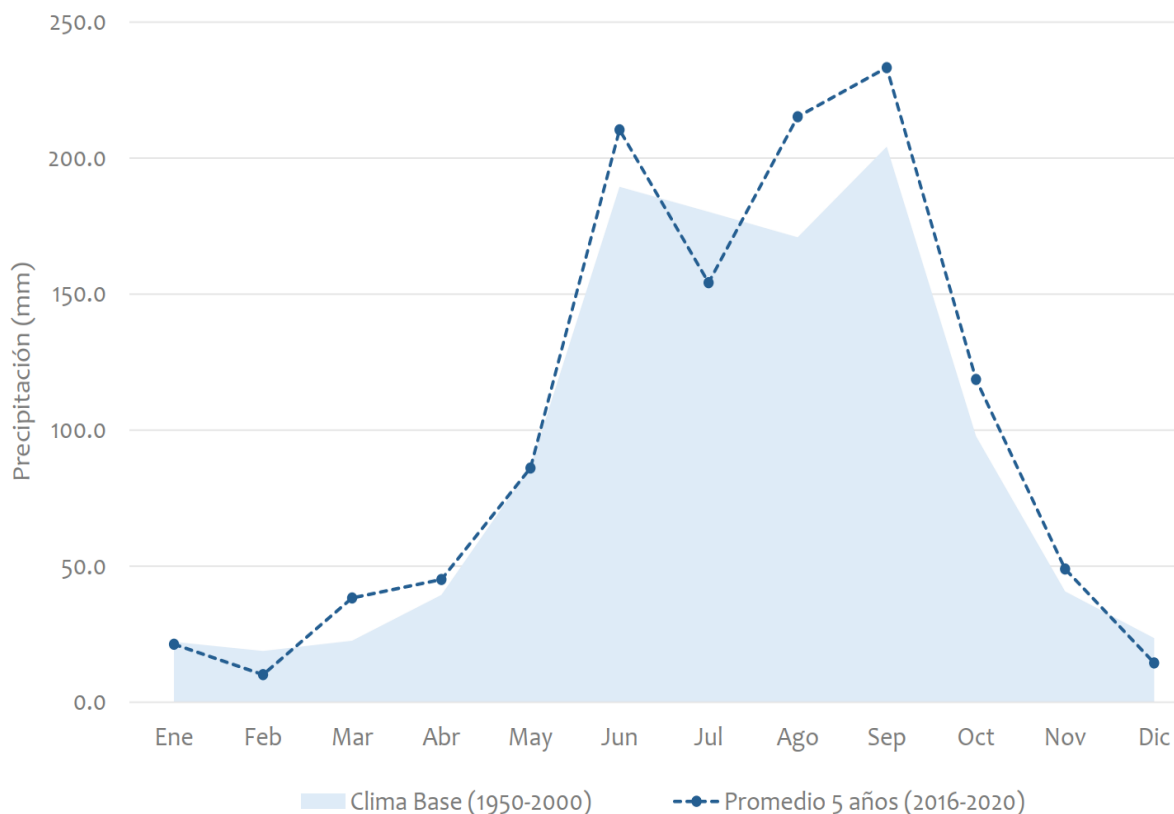
Es esta la importancia de analizar los datos de largo plazo, ya que una variación anual o multianual de corto plazo podría arrojar conclusiones incorrectas sobre los cambios climáticos. Sin embargo, estos datos sirven para ejemplificar los patrones generales, así como para visualizar la variabilidad natural de los patrones climáticos.

Precipitación mensual de 2016 a 2020 comparada con Clima Base



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA

Promedio de precipitación mensual de 2015 a 2020 comparada con Clima Base



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA

Como parte de la Estrategia Estatal de Cambio Climático, se generan escenarios de cambio climático como base para desarrollar las estrategias y acciones de adaptación. Los escenarios, son una representación plausible y simplificada del clima futuro y son contruidos para investigar las consecuencias posibles del cambio climático. La información es utilizada para abordar los impactos positivos o negativos, y de esta forma establecer las acciones.

Actualmente, se considera que los MCG son la herramienta más creíble y con más información para simular la respuesta del sistema climático global, frente al incremento de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) por acciones humanas, que se reflejan en los cambios en la transparencia de la atmósfera a la radiación terrestre, en la temperatura, presiones, nubosidad. Las Trayectorias de Concentración Representativas o (RCP por sus siglas in inglés) son trayectorias estimadas de la concentración de gases de efecto invernadero estandarizadas por el IPCC, quien utilizó cuatro trayectorias para la modelización del clima y la investigación para el Quinto Informe de Evaluación del IPCC en 2014. Las trayectorias describen diferentes futuros climáticos, todos los cuales se consideran posibles dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos en los próximos años.

Aunque existe una gran cantidad de modelos, para el presente análisis, siguiendo las recomendaciones del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) se consideraron cuatro modelos de circulación general con una RCP 8.5, ya que

esta trayectoria combina supuestos sobre un alto crecimiento poblacional al mismo tiempo que crecimientos de ingresos bajos e innovación tecnológica y eficiencia energética moderada, llevando a una alta demanda energética y emisión de gases de efecto invernadero altos a largo plazo. Comparado con el conjunto de RCP, el RCP 8.5 corresponde con la trayectoria con mayores emisiones de GEI en sus tres periodos de tiempo (Riahi et al, 2011). Los modelos fueron reportados en cumplimiento a los compromisos internacionales reportados en el informe de la Sexta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) bajo estándares del INECC, quien a su vez sigue las directrices del IPCC.

Componentes de Escenarios de Cambio Climático para el estado de Puebla

Modelo de Circulación General	Institución Desarrolladora	Periodos	Cambios Analizados
CRNRMCM5	Centre National de Recherchers Metereologuiques	2015 - 2039	Temperatura Máxima (°C)
GFDL-CM3	Geophysical Fluid Dyamics Laboratory	2045 - 2069	Temperatura Media (°C)
HADGEM2-ES	Met Office Hadley Center	2075 - 2099	Temperatura Mínima (°C)
MPI-ESM-LE	Max Plank Institute for Meteorology		Precipitación (mm)

Fuente: INECC, 2017

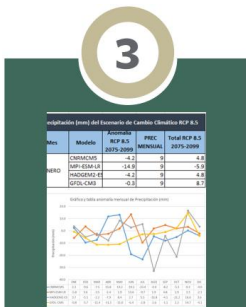
Procedimiento para obtener los Escenarios de Cambio Climático Estatal



1 Descargar la información del portal del INECC los Modelos de Circulación General (MCG). Así como la información climatológica base.

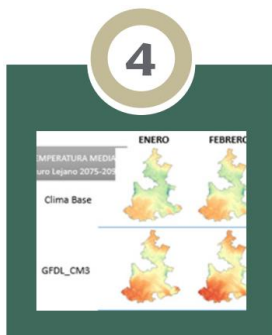


2 Mediante Qgis® se realiza el análisis cartográfico donde se procesa la información del clima base y las anomalías de los escenarios climáticos de los 4 Modelos de Circulación General (MCG) con sus respectivos RCP para las variables de Temperatura y Precipitación.



3 Se extrae y analizan los datos del clima base y las anomalías de los escenarios cambio climático de las variables Temperatura y

Precipitación. Posteriormente se concentran en tablas para su análisis y validación de datos a través de análisis estadísticos. Finalmente, se gráfica la información.



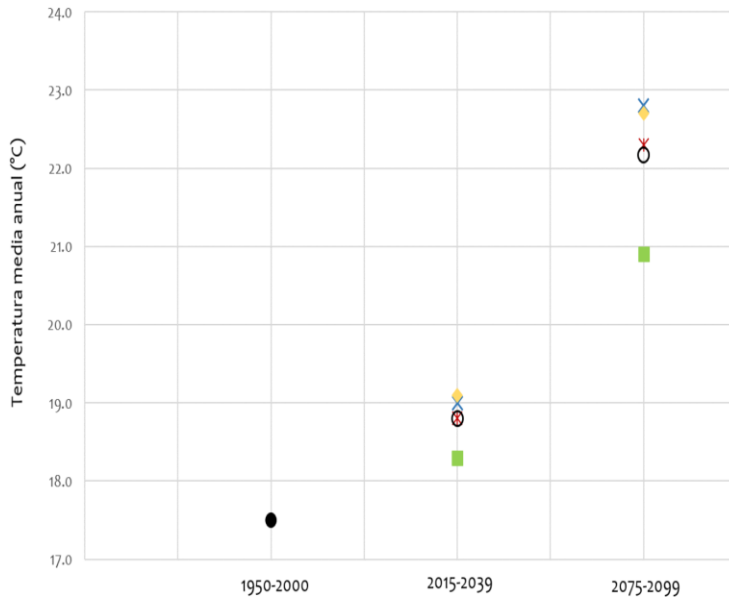
A partir del clima base + anomalía se obtiene la proyección total a nivel mensual, finalmente en Qgis® se realiza la delimitación Estatal y regional.

Temperatura

Actualmente, se considera que los modelos de circulación general (MCG) son la herramienta más creíble para simular la respuesta del sistema climático global, frente al incremento de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) por acciones humanas, que se reflejan en los cambios en la transparencia de la atmósfera a la radiación terrestre, en la temperatura, presiones, nubosidad. Los MCG muestran para el estado de Puebla para el periodo futuro cercano 2015-2039, con el escenario de altas emisiones RCP 8.5, un incremento de la temperatura media anual en los siguientes rangos: CNRMCM5 (+0.6, 1.1°C), GFDL CM3 (+1.1, 2.4°C), HADGEM2 ES (+1.1, 1.9°C) y MPI ESM LR (+1.1, 1.5°C), respecto al clima base 1950-2000.

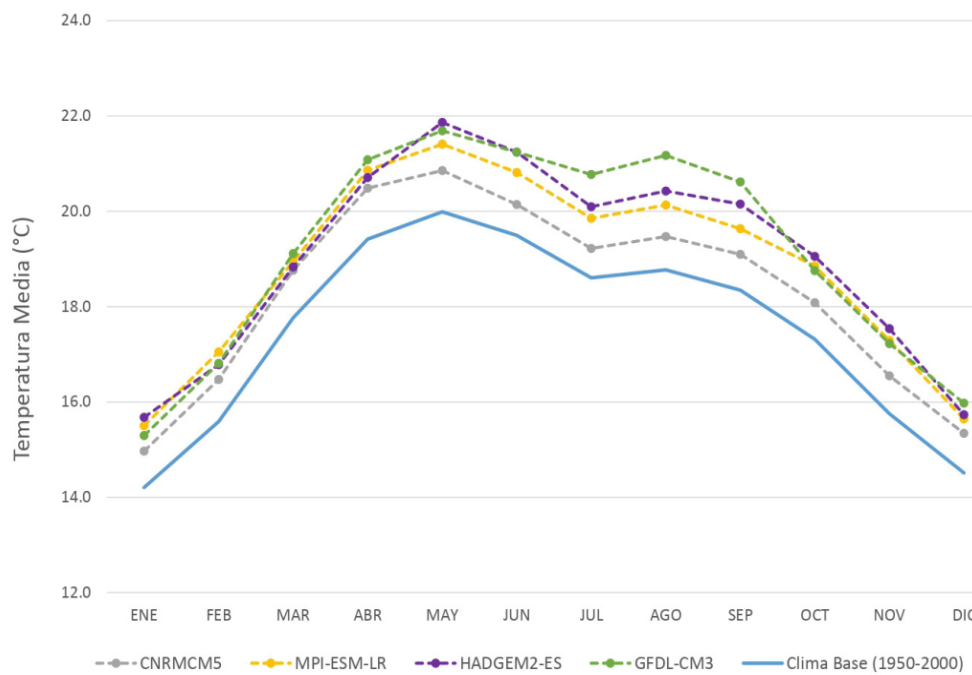
Los cambios proyectados respecto al clima base para el futuro cercano 2015-2039, muestran que se alcanzaría una temperatura promedio anual de 18.8 °C. Para un futuro lejano (2075-2099) hasta 22.2 °C. En relación al comportamiento de la temperatura media mensual del futuro cercano 2015-2039, muestran un incremento en la proyección total de todos los modelos manteniendo una similitud en el patrón de comportamiento con respecto al clima base. La temperatura más alta se registra en el mes de mayo y los meses más fríos son enero y diciembre. Con respecto a las proyecciones mensuales, el incremento de la temperatura media varía entre 0.8 a 1.5 °C. Con los cambios proyectados a nivel mensual del periodo 2015-2039 con RCP 8.5 se observa un incremento significativo en los modelos GFL-CM3 y HADGEM2-ES. En la proyección total del modelo GFDLCM3 se muestra un incremento pronunciado durante la canícula (julio-agosto).

Histórico y proyección total de temperatura media en el estado de Puebla a futuro cercano y lejano, RCP 8.5



Elaboración propia con datos de INECC y WORDCLIM-Global Climate Data (1950-2000), 2021

Proyección total de Temperatura media en el estado de Puebla, Periodo 2015-2039, RCP 8.5

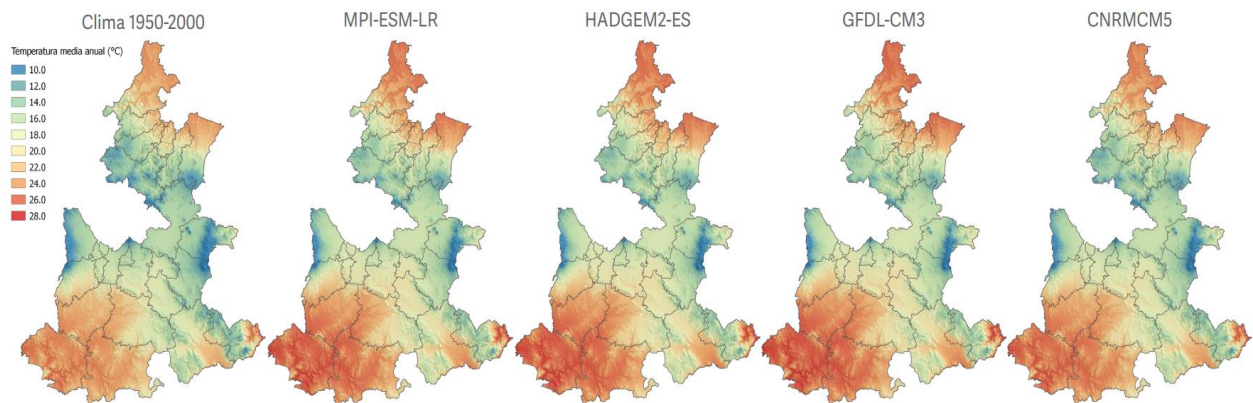


Elaboración propia con datos de INECC y WORDCLIM-Global Climate Data (1950-2000), 2021

Escenarios de temperatura al Futuro Cercano 2015-2039

La información física del clima busca entender cómo el sistema climático responde a la dinámica entre influencia humana, efectos naturales y variabilidad interna. El conocimiento de la respuesta del clima y el rango de resultados posible, incluyendo escenarios de baja probabilidad y alto riesgo, informa a las acciones para la identificación, categorización de riesgos climáticos relacionados y las medidas para la planeación de la adaptación. (IPCC, 2021). La información física del clima en escalas globales, regionales y locales es desarrollada desde múltiples líneas de evidencia, incluyendo productos observacionales, diagnósticos especializados y resultados de modelos como los presentados a continuación. Con más calentamiento global, cada región está proyectada a experimentar múltiples y simultáneos cambios en las condiciones del sistema climático (promedios, eventos y extremos) que afectan a un elemento de la sociedad o ecosistemas. Estos efectos serán más intensos y generalizados en un calentamiento global de 2°C, comparado con 1.5°C de aumento (IPCC, 2021).

Cartografía de escenarios de precipitación al Futuro Cercano 2015-2039, comparado con el clima del periodo 1950-2000



Fuente: Elaboración propia con datos de INECC y WORDCLIM-Global Climate Data (1950-2000), 2021

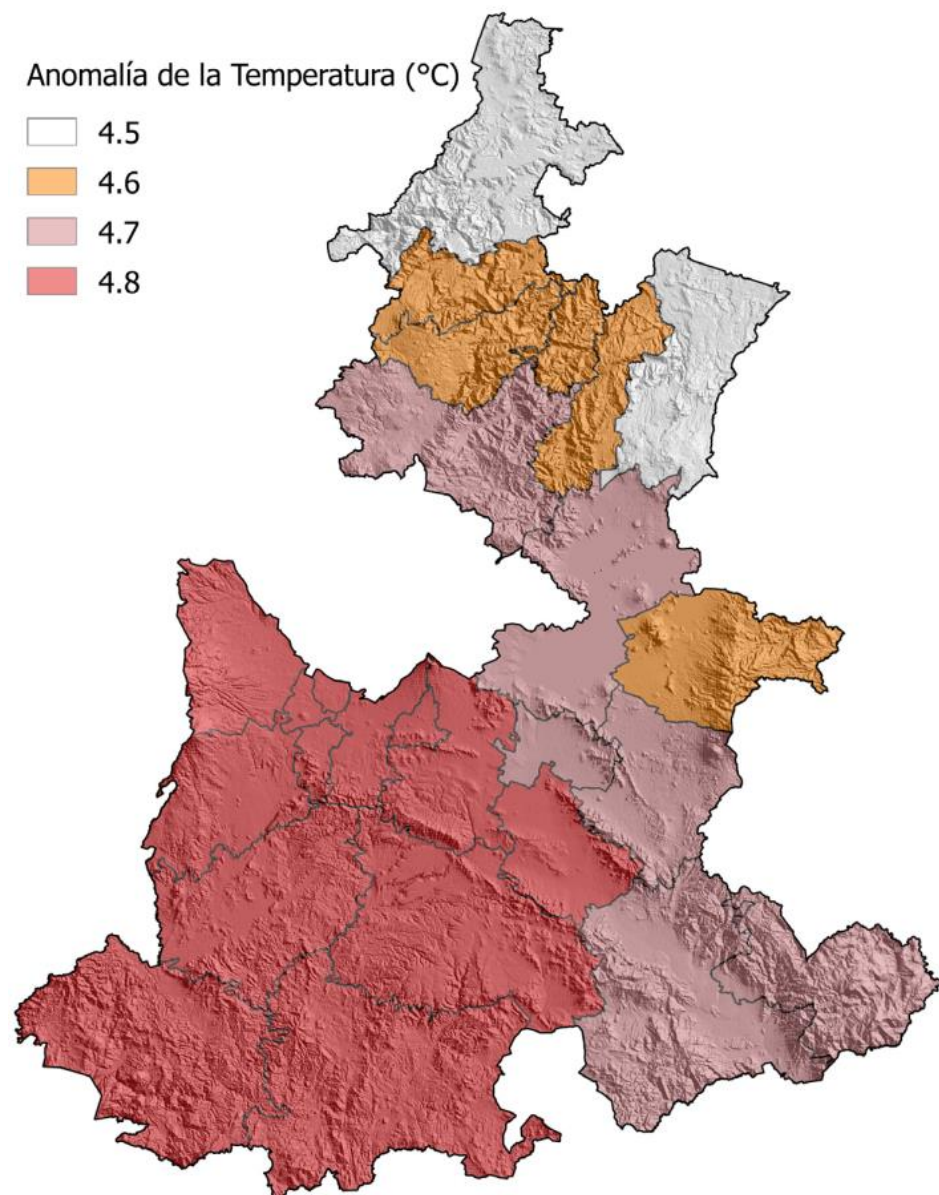
Las regiones más cálidas en la zona sur del Estado Chiautla, Acatlán, Izúcar de Matamoros, Tepexi de Rodríguez, Tehuacán, Atlixco, así como la zona norte como Xicotepetec, Zacatlan, Huehuetla, Huachinango, Zacapoaxtla Y Sierra Negra muestran incrementos con valores hasta de 1.8°C en su temperatura media anual en el futuro cercano, principalmente con los modelos de HADGEM2-ES y GFDL-CM3. Para el resto de las regiones como San Martín Texmelucan, la zona metropolitana, Libres, Ciudad Serdán, Quimixtlán, Chignahuapan, Acatzingo y Tecamachalco el comportamiento de los modelos muestra incrementos de 0.8 hasta 1.4°C. El modelo HADGEM2-ES y GFDL-CM3, muestran proyecciones más extremas en la temperatura media con respecto al clima base y a los otros modelos.

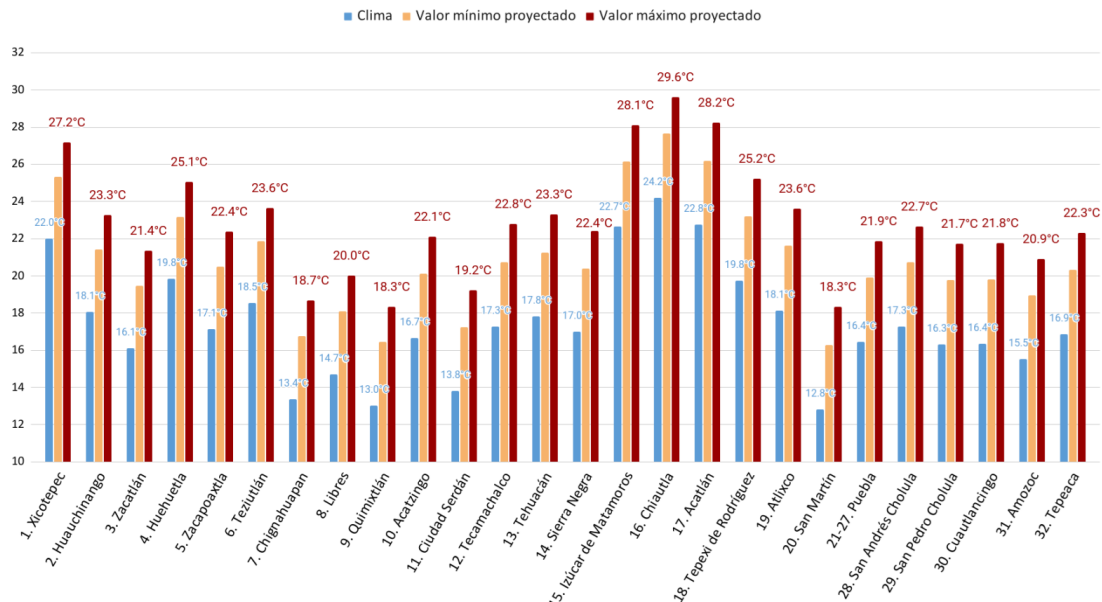
Escenarios de temperatura al Futuro Lejano 2075-2099

La proyección de temperatura media anual en el RCP 8.5 futuro lejano (2075-2099), los aumentos de temperatura media respecto al clima base (1950-2000) oscilarían entre 4.8 y 4.5 °C. Las regiones con incrementos de 4.8°C son: Acatlán, Amozoc, Atlixco, Chiutla, Cuautlancingo, Izúcar de Matamoros, Puebla, San Andrés Cholula, San Martín Texmelucan, San Pedro Cholula, Tecamachalco, Tepeaca, Tepexi de

Rodríguez. Para regiones con incrementos de 4.7 °C Acatzingo, Chignhuapan, Ciudad Serdán, Libres, Sierra Negra, Tehuacán. Posteriormente las regiones Huachinango, Huehuetla, Quimixtlán, Zacatlán, Zacapoaxtla, Xicotepec y Teziutlán.

El Gráfico nos muestra los incrementos mínimos en naranja y máximos en rojo proyectados para cada una de las 32 Regiones establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, y la barra azul indica el clima base del periodo 1950-2000. El cambio esperado en la temperatura media anual con respecto al clima base del periodo 1950-2000, es variable en función de las condiciones físico-geográficas de cada una de las regiones, teniendo efectos importantes en los sistemas productivos humanos y los sistemas naturales.





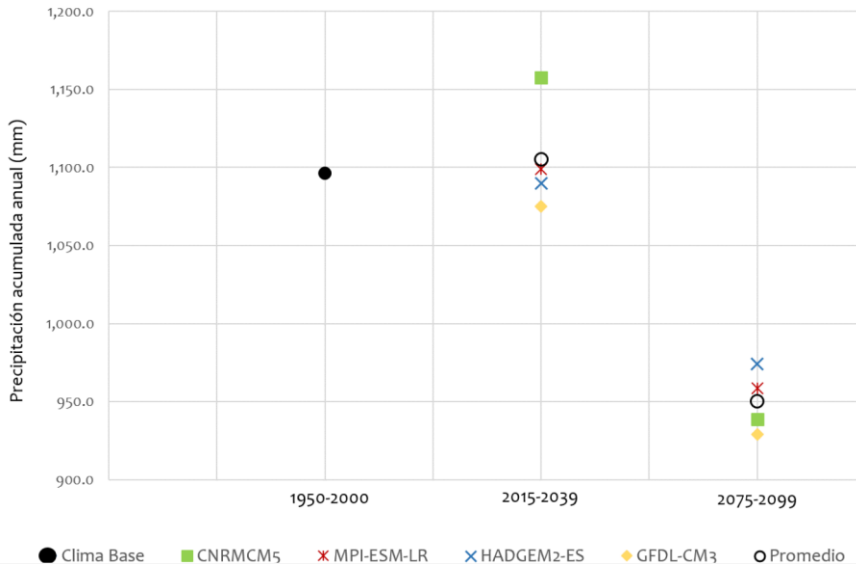
Precipitación

Los modelos de circulación general para el periodo futuro cercano 2015-2039 en el escenario de altas emisiones, RCP 8.5, muestran que para el estado de Puebla en relación a la precipitación acumulada anual, De manera general en el Estado, bajo los diferentes modelos se proyecta un incremento en un Intervalo de variación de la anomalía por modelo como se muestra a continuación: CNRMCM5 (+12%), GFDL CM3 (-5%), HADGEM2 ES (-2.5%) y MPI ESM LR (-2%), respecto al clima base 1950-2000. El patrón del comportamiento de la precipitación mensual en los diferentes modelos muestra una canícula más pronunciada, además nos indica que el mes de septiembre incrementará la precipitación.

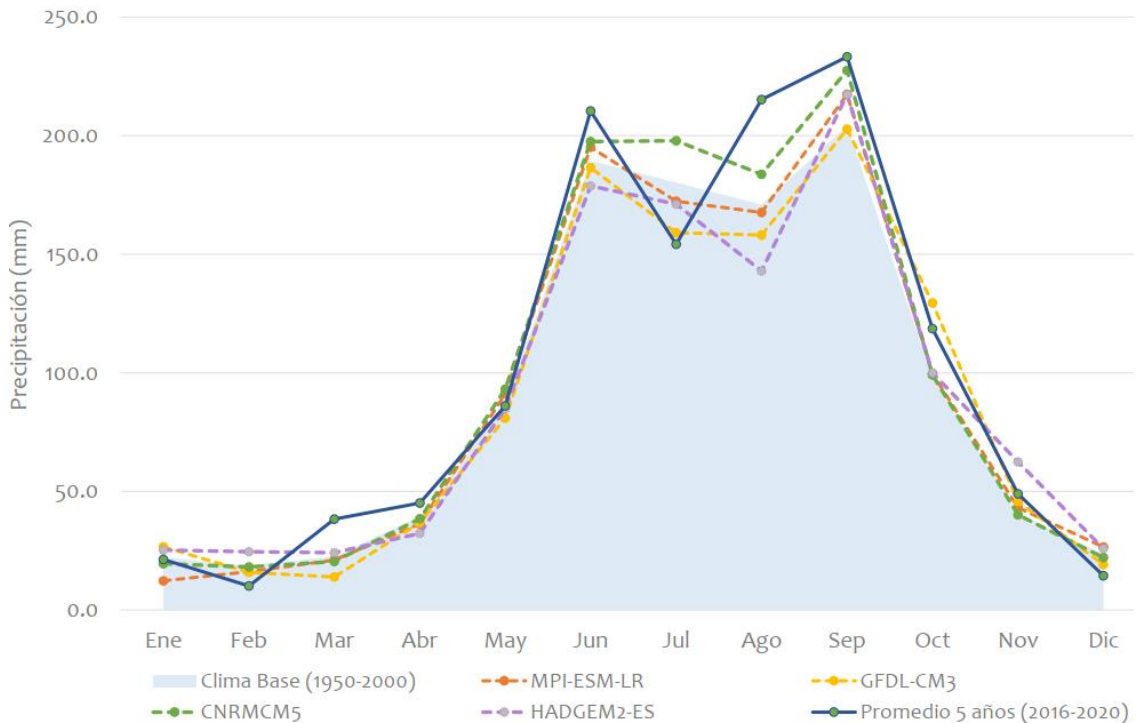
La climatología 1950-2000 fue desarrollada por Hijmans et al. (2005) y se considera la topografía del territorio como un factor muy importante que no es tomado en cuenta en los modelos y escenarios de cambio climático. Al sumar la anomalía de los modelos a la climatología de referencia, se incorpora el efecto topográfico y se obtiene una mejor alternativa de distribución espacial de la variable de cambio climático considerada.

Y aunque el volumen de precipitación es sin duda importante, también lo es su distribución temporal. Estos cambios en los patrones climatológicos podrían traer consecuencias económicas, sociales y ambientales negativas. Los ecosistemas se verían más vulnerables, se afectaría la producción industrial, se disminuiría disponibilidad de agua para consumo humano y el potencial de generación hidroeléctrica. El mayor impacto sería para el sector agrícola, específicamente una disminución abrupta durante el fenómeno de la canícula.

Histórico y proyección de precipitación anual en el estado de Puebla a futuro cercano y lejano, RCP 8.5



Proyección de precipitación en el estado de Puebla, Periodo 2015 - 2039, RCP 8.5



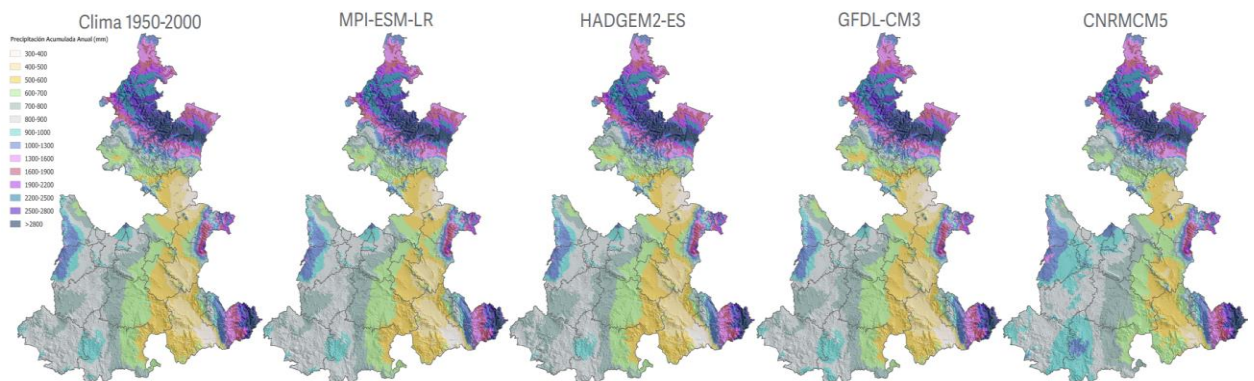
Escenarios de precipitación al Futuro Cercano 2015-2039

Para el periodo 2015-2039 con RCP 8.5, el modelo HADGEM2-ES muestra una disminución de la precipitación en las regiones de Chiautla, Izucar de Matamoros, Tepexi de Rodriguez y Tepeaca. Por otro lado, el Modelo MPI-ESM-LR presenta una

disminución en algunas regiones del estado mayor impactos son Acatlán, Tepeji de Rodríguez, Chignahuapan y Libres. El Modelo CNRMCM5 muestra un incremento de la precipitación en las regiones de Atlixco, Chiauutla y Acatlán, por otra parte, una disminución en Tepeji de Rodríguez y Tecamachalco. El modelo GFDL-CM3 presenta una disminución de la precipitación en la zona Metropolitana, Tepeaca e Izucar de Matamoros.

Y aunque las sequías y otros patrones de comportamiento y cambio climático son una preocupación, especialmente en zonas áridas y semiáridas, como la Mixteca Poblana, los modelos y escenarios a nivel global o país no permiten prever con un nivel de incertidumbre aceptable el cambio potencial de las condiciones de precipitación en escalas regionales, por lo que se hace necesario incrementar el estudio de las tendencias y comportamientos climáticos locales (Martínez-Austria, P. F., Díaz-Jiménez D., 2018)

Cartografía de escenarios de precipitación al Futuro Cercano 2015-2039, comparado con el clima del periodo 1950-2000



Fuente: Elaboración propia con datos de INECC y WORDCLIM-Global Climate Data (1950-2000), 2021

Escenarios de precipitación al Futuro Lejano 2075-2099

La evolución de las precipitaciones anuales en cada una de las Regiones, siguen una tendencia ligeramente descendente, pero con diferencias en sus valores mínimos y máximos proyectados. Las regiones con precipitaciones mayores a 2000 mm como Huachinango (7-1%) y Huehuetla (5-0%). Rangos de 1000-2000 como las regiones de Quimixtlán (10-4%), Zacatlán (9-0%), Sierra Negra (8-2%), Xicotepec (8-0%), Zacapoaxtla (7-0%) y Teziutlán (6-1%). Para las regiones donde la precipitación acumulada anual entre un rango 500-1000 mm, Tehuacán (28-9%), Libres (21-4%), Chignahuapan (18%), Ciudad Serdán (16,10%), Tepexi de Rodríguez (16-9%), Acatlán (16-5%), Cuautlancingo (15-4%), Acatzingo (14-10%), San Martín Texmelucan (15-4%), San Pedro Cholula (15-4%), Tecamachalco (15%), Amozoc (13-4%), Puebla (12-7%), Chiutla (12-4%), Tepeaca (11-9%), San Andrés Cholula (11-7%), Izúcar de Matamoros (11-6%) y Atlixco (10-5%).

Análisis Regional

Con el objetivo de afinar los escenarios climáticos dentro del estado, se realizó una subdivisión en los modelos, usando como base la regionalización del estado desarrollada por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal

(INAFED) y utilizada por otras instituciones federales como la SEMARNAT, SADER, INEGI, entre otros y establecida en la Ley de Desarrollo Económico del Estado de Puebla (LDEEP) en su artículo 3.

Esta distribución socioeconómica se utilizó por necesidades de planeación y por ser unidades de desarrollo más homogéneas. Esta regionalización rige oficialmente desde 1986 y responde a las interacciones económicas, sociales y políticas que se dan entre los municipios.

Bajo este criterio, el Estado se encuentra dividido en 7 regiones socioeconómicas, siendo éstas:

Región I: Angelópolis;

Región II: Valle de Atlixco y Matamoros;

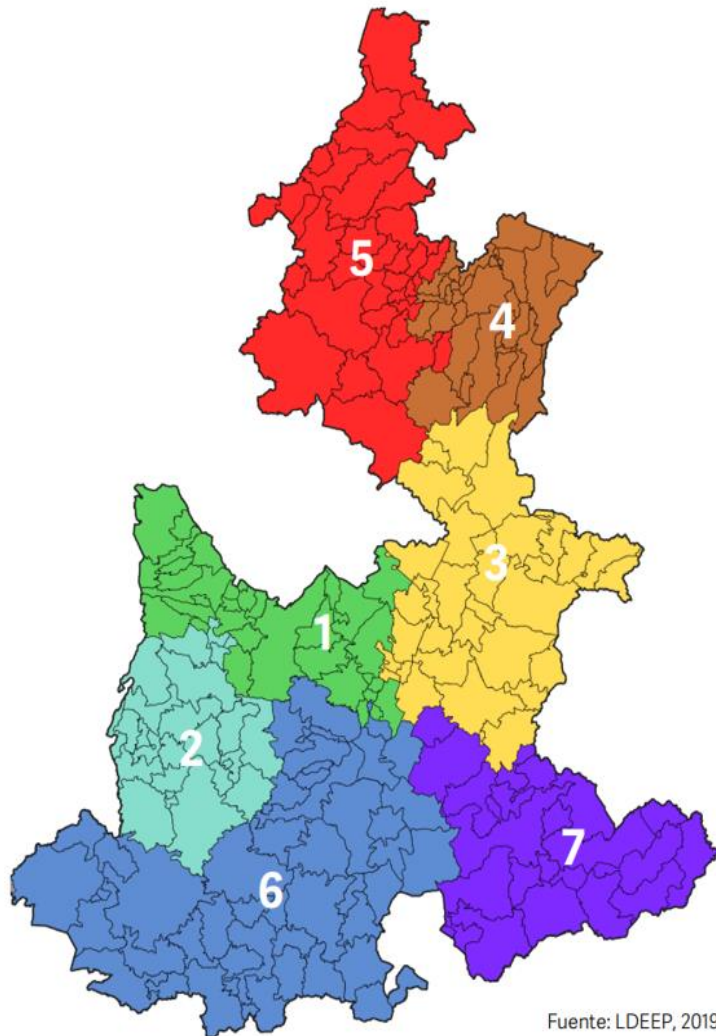
Región III: Región Serdán y Valles Centrales;

Región IV: Sierra Nororiental;

Región V: Sierra Norte;

Región VI: Mixteca;

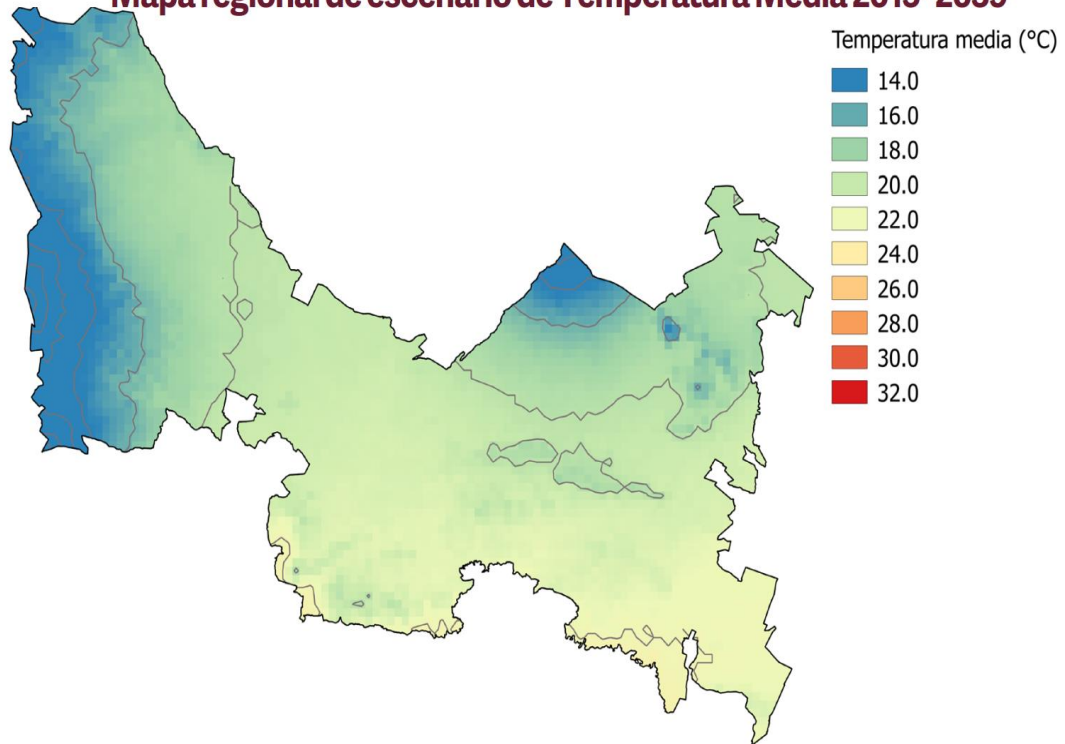
Región VII: Tehuacán y Sierra Negra.



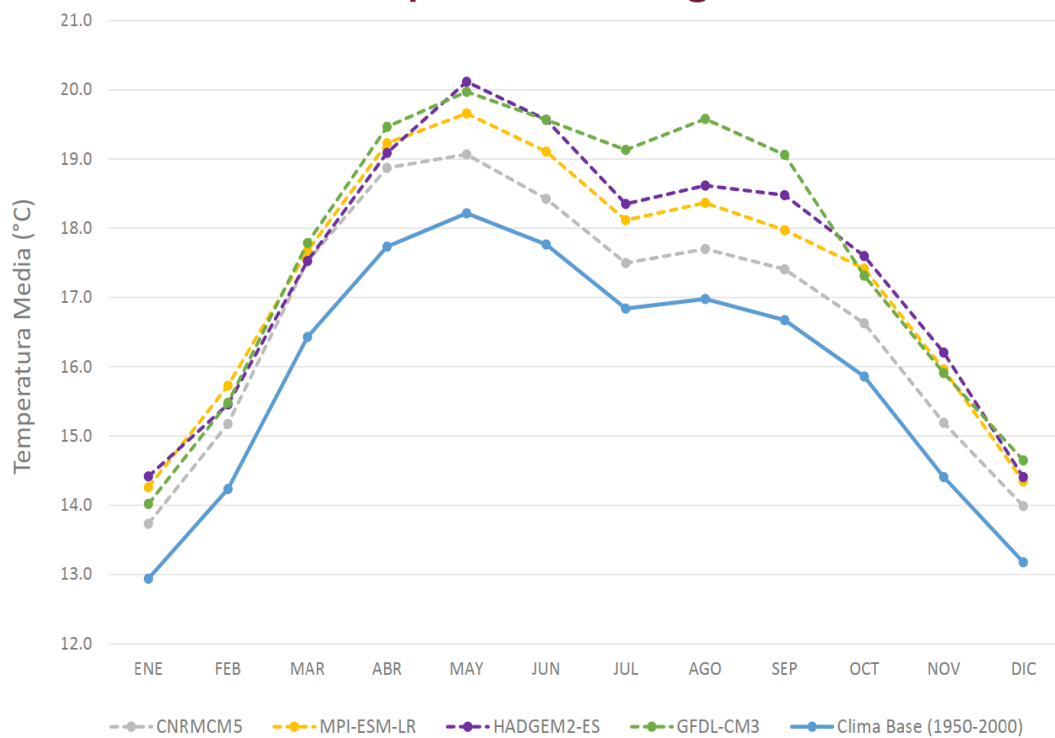
Fuente: LDEEP, 2019

Región I: Angelópolis

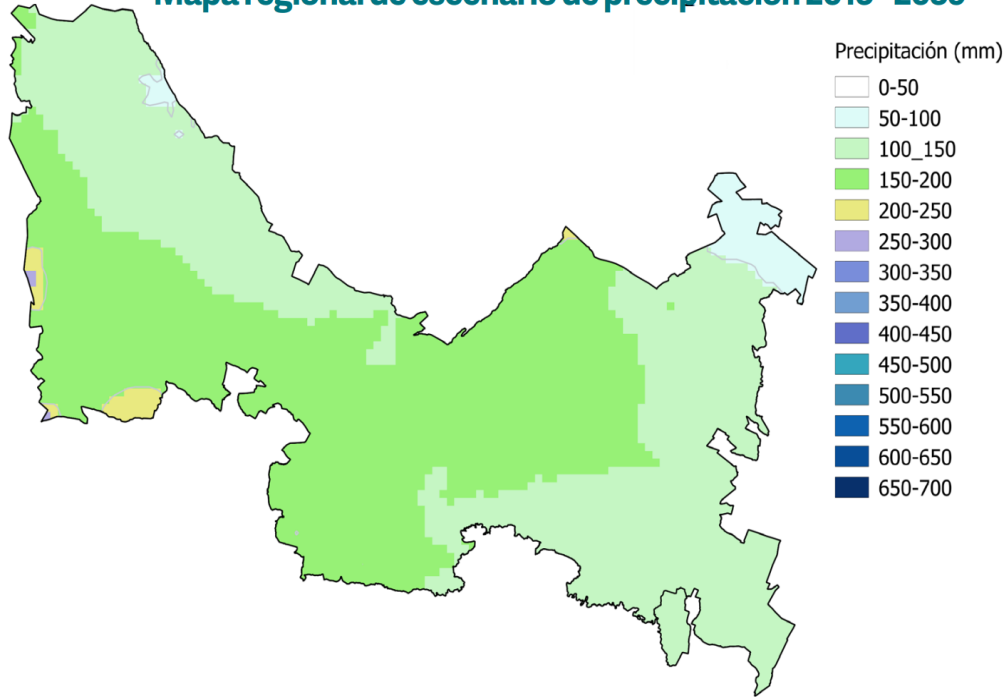
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015- 2039



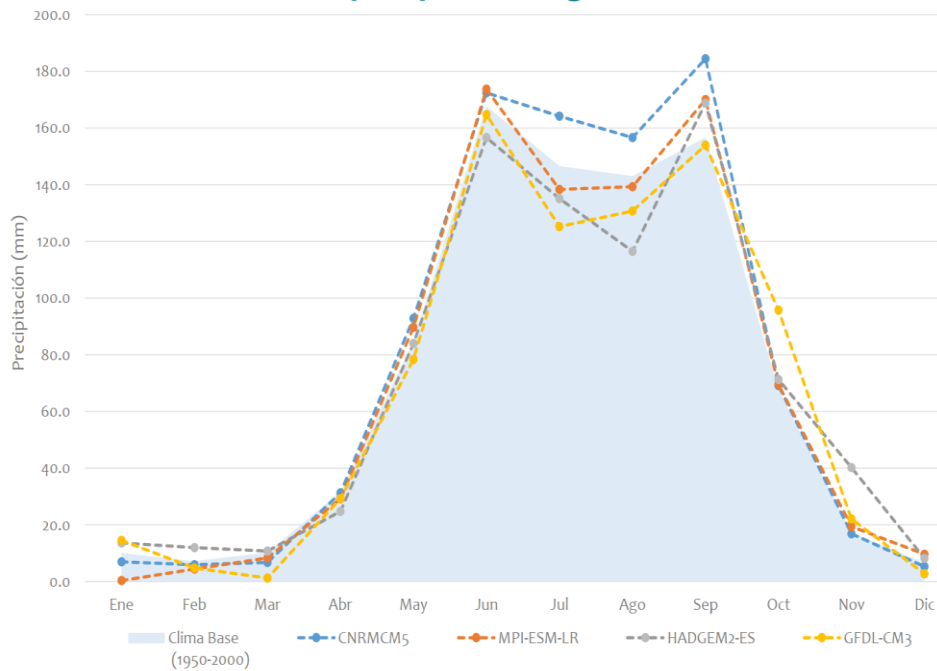
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de precipitación 2015 - 2039

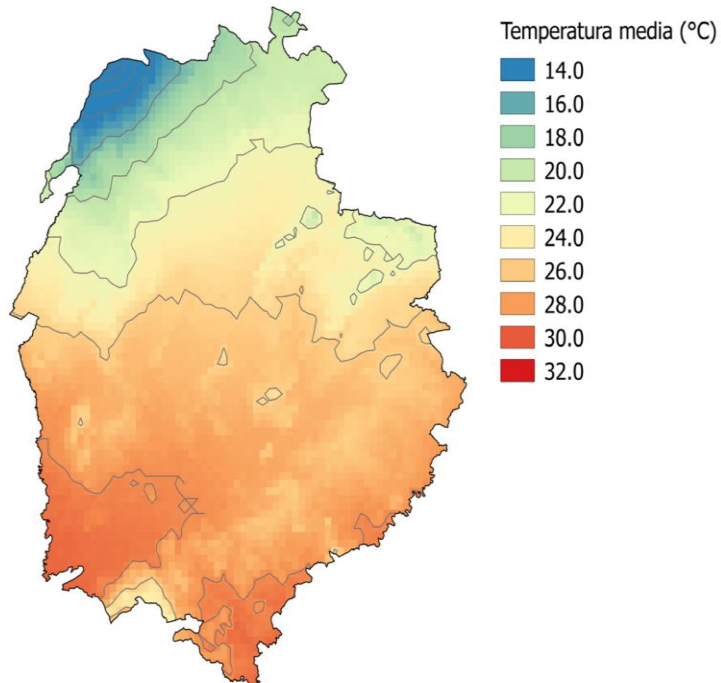


Escenarios de precipitación regional 2015 - 2039

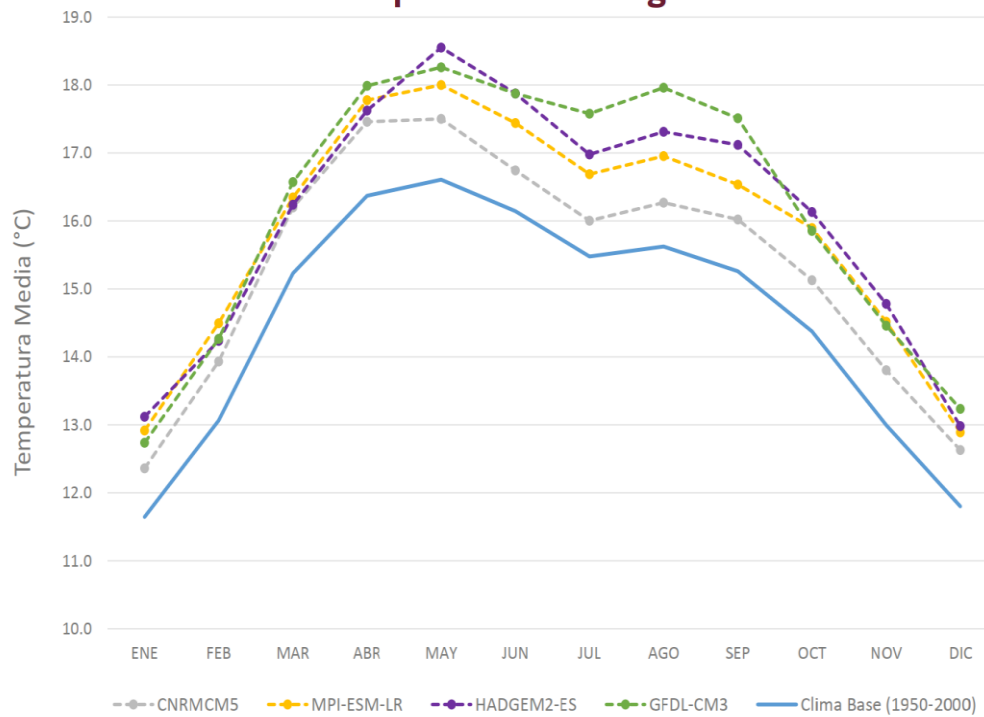


Región II: Valle de Atlixco y Matamoros

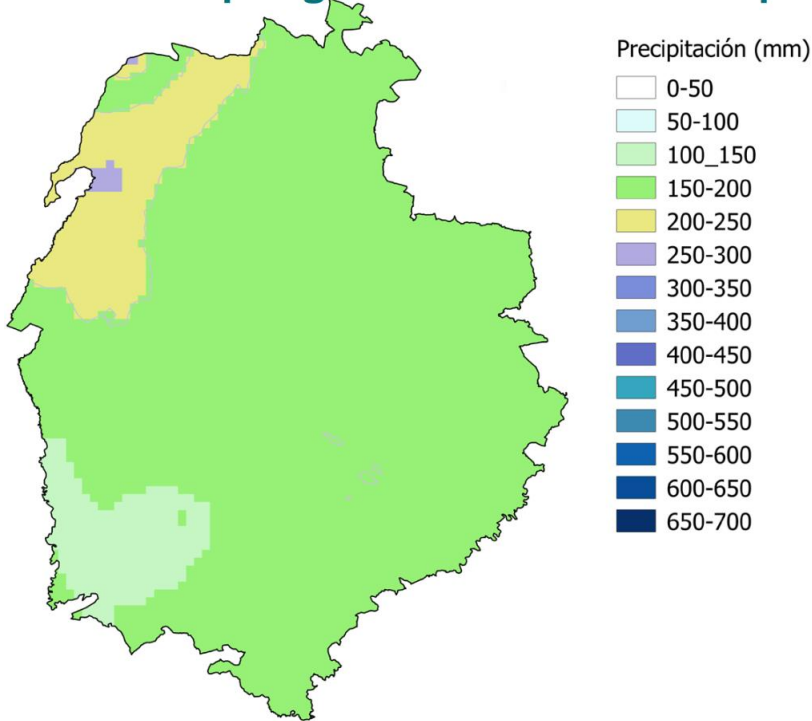
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015- 2039



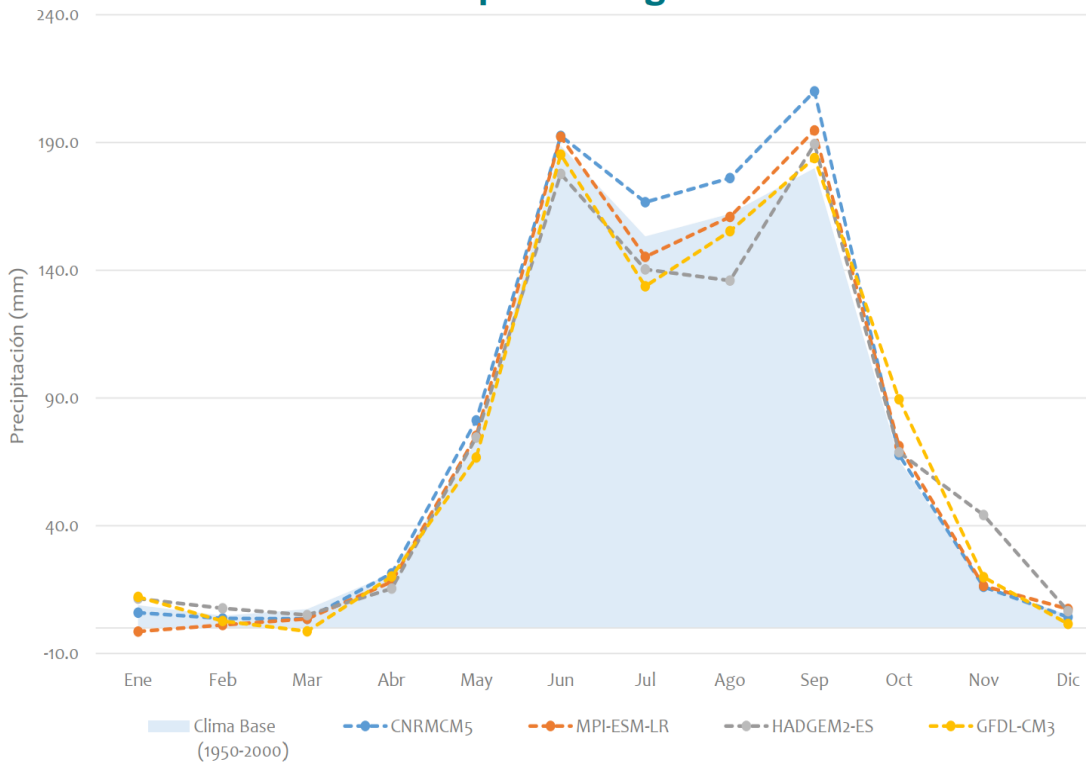
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de Precipitación 2015 - 2039

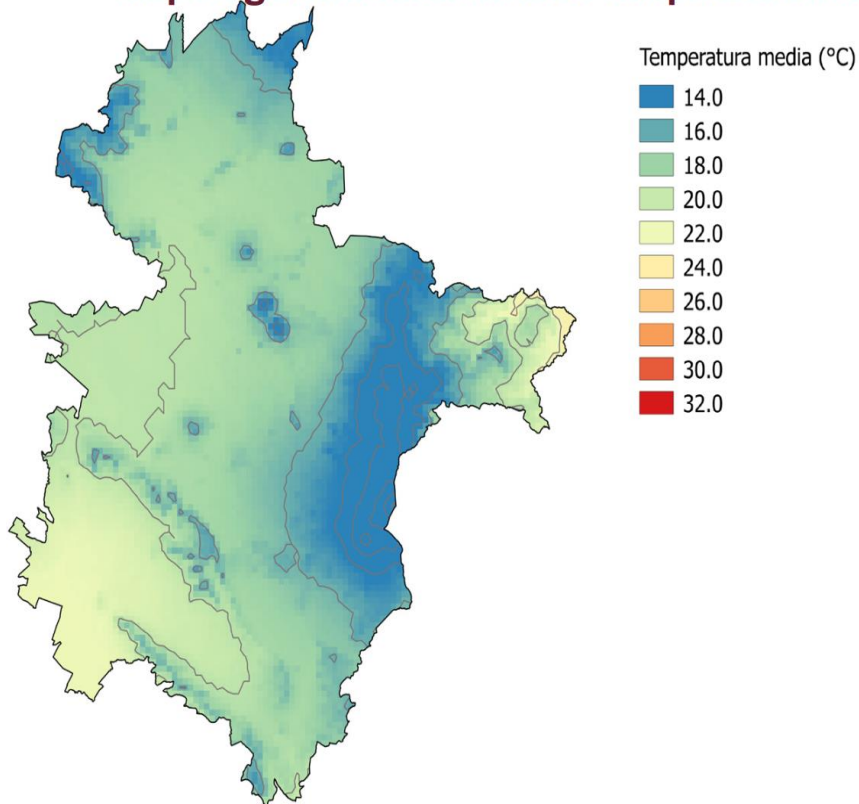


Escenarios de Precipitación regional 2015 - 2039

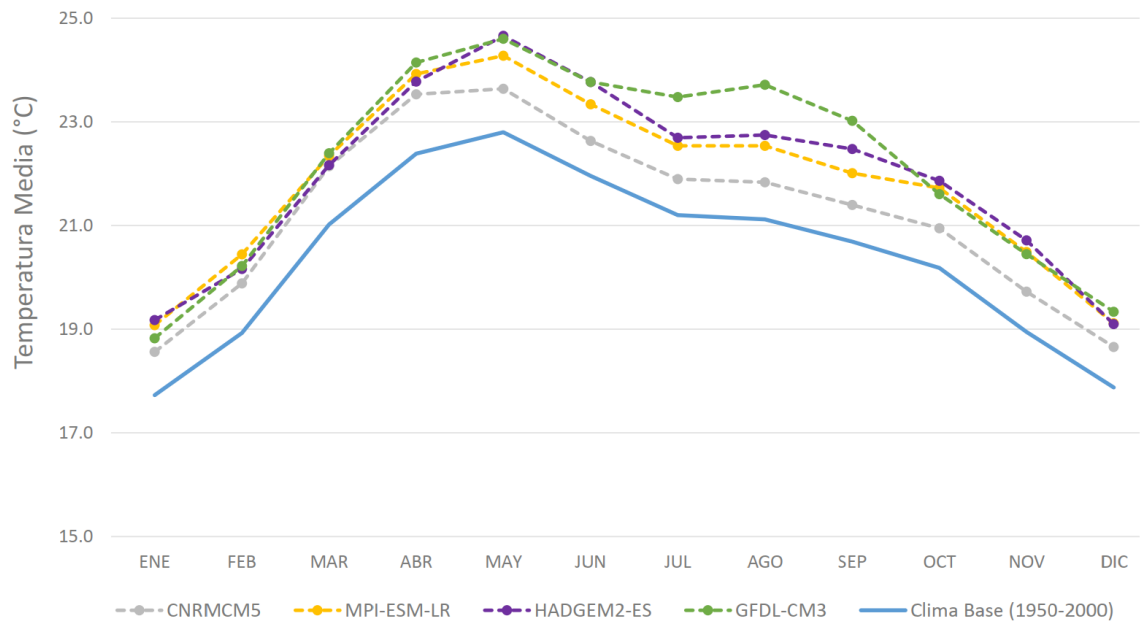


Región III: Región Serdán y Valles Centrales

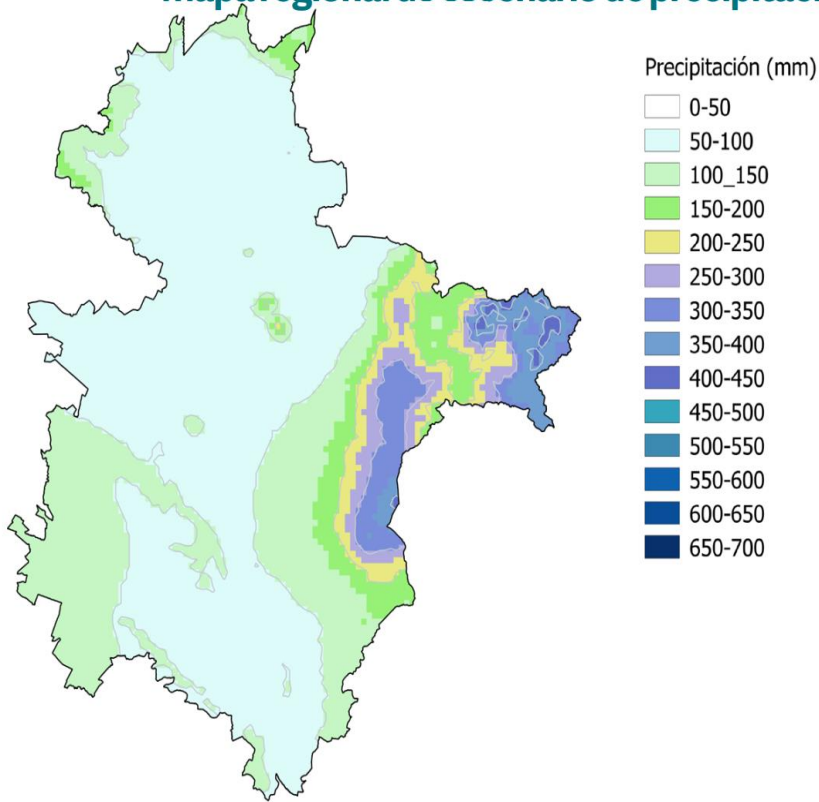
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015-2039



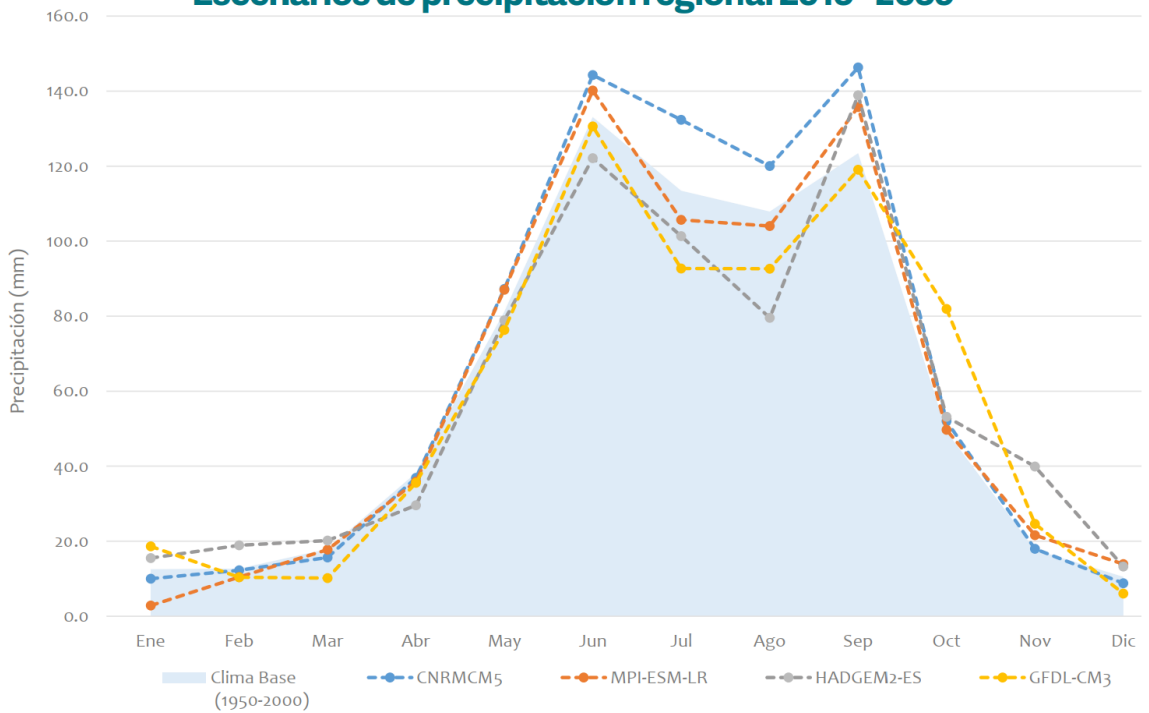
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de precipitación 2015 - 2039

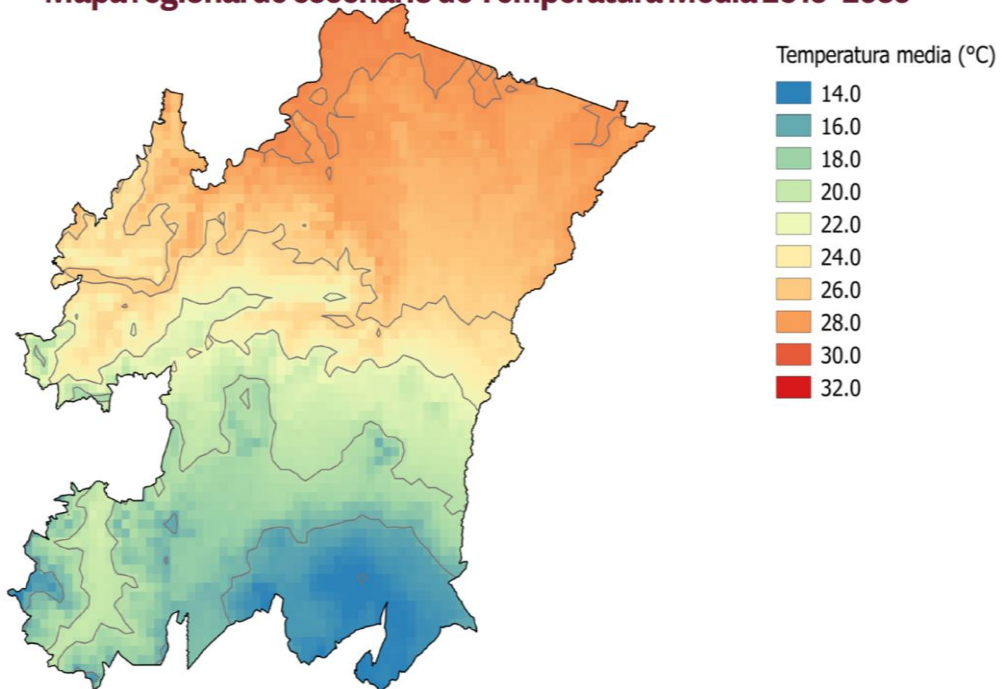


Escenarios de precipitación regional 2015 - 2039

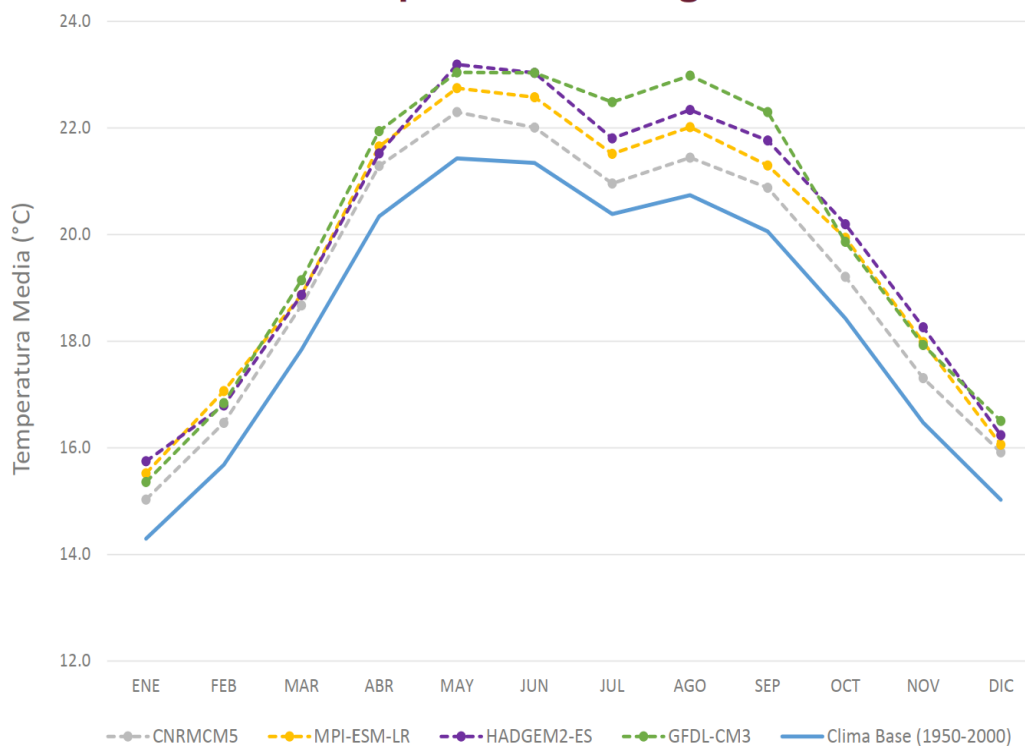


Región IV: Sierra Nororiental

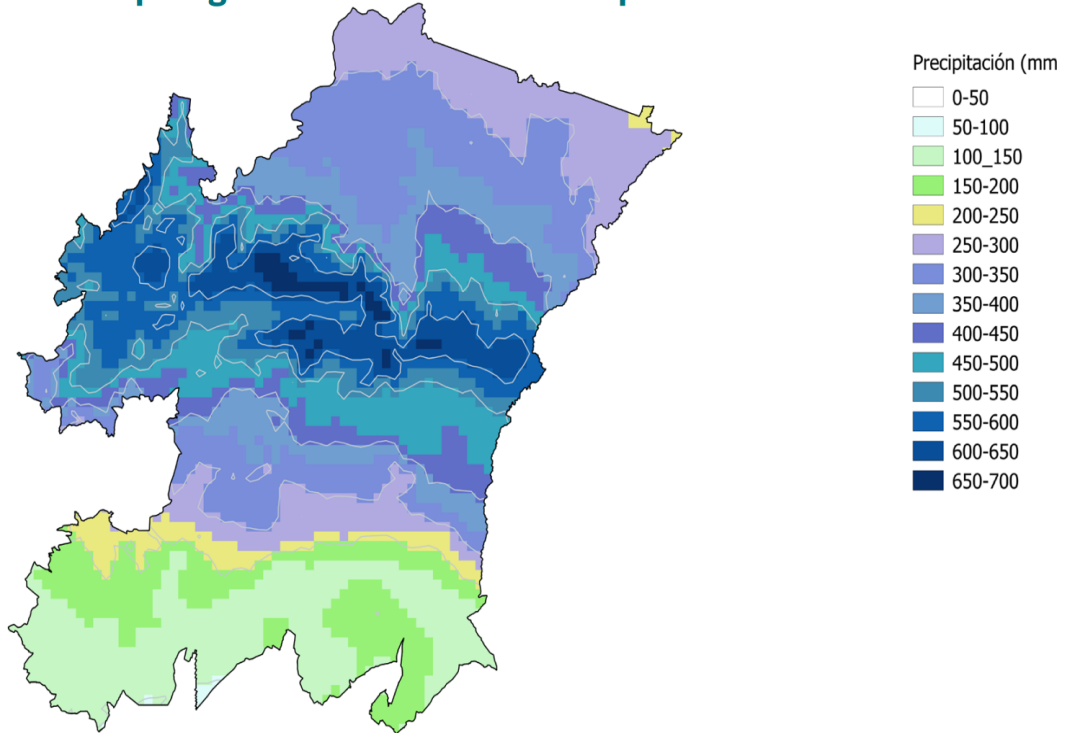
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015-2039



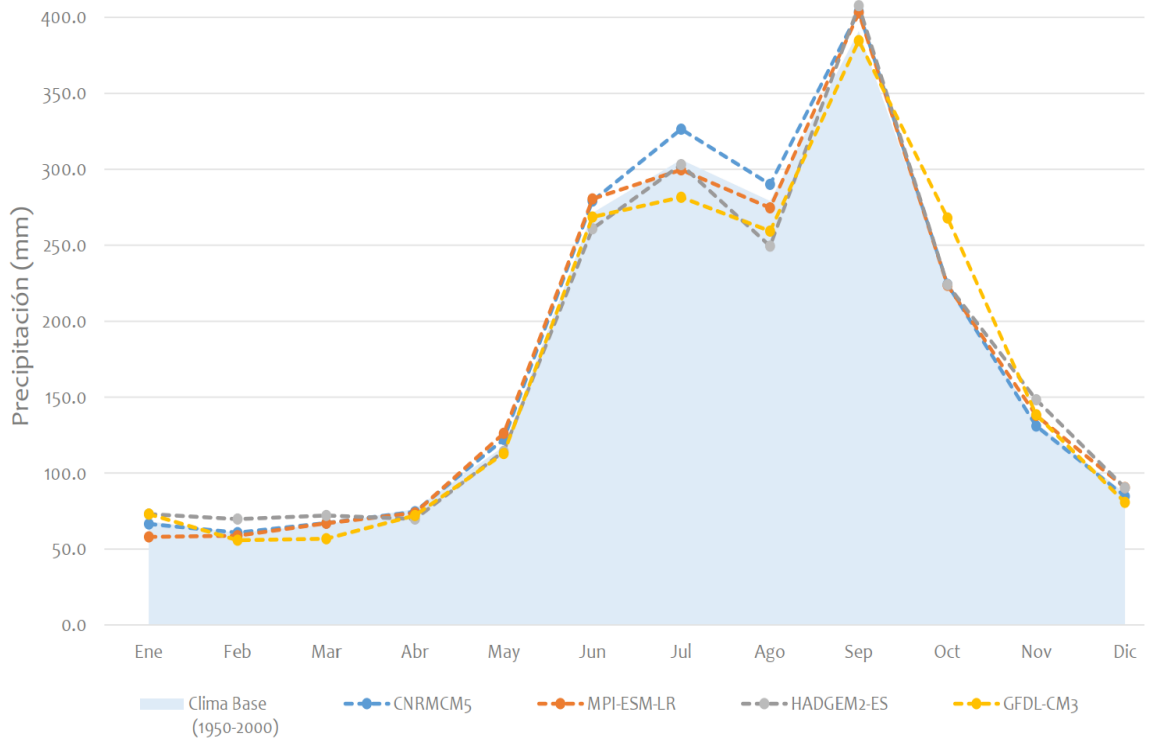
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de Precipitación 2015 - 2039

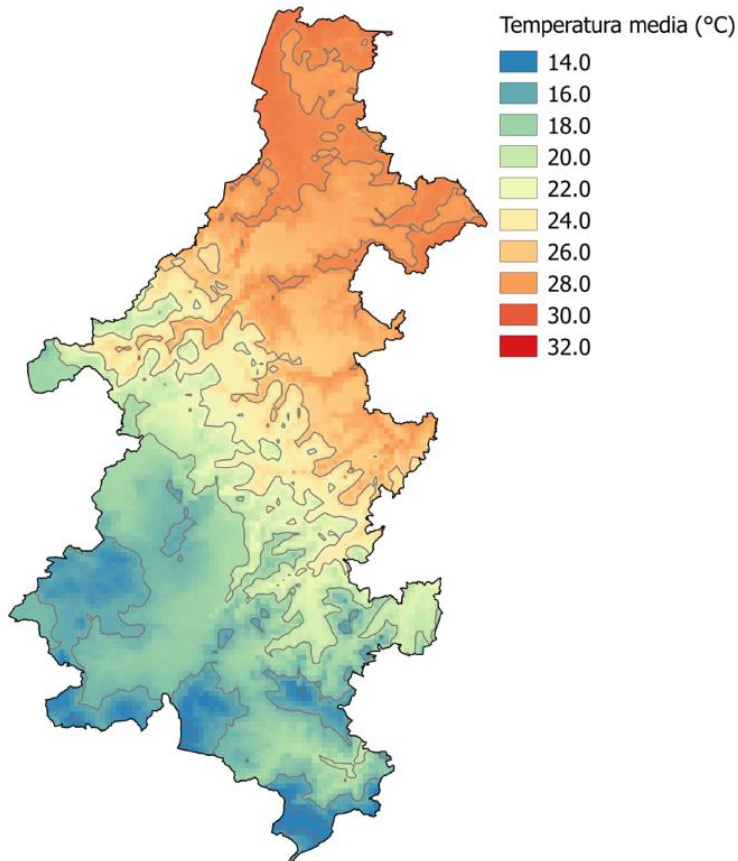


Escenarios de Precipitación regional 2015 - 2039

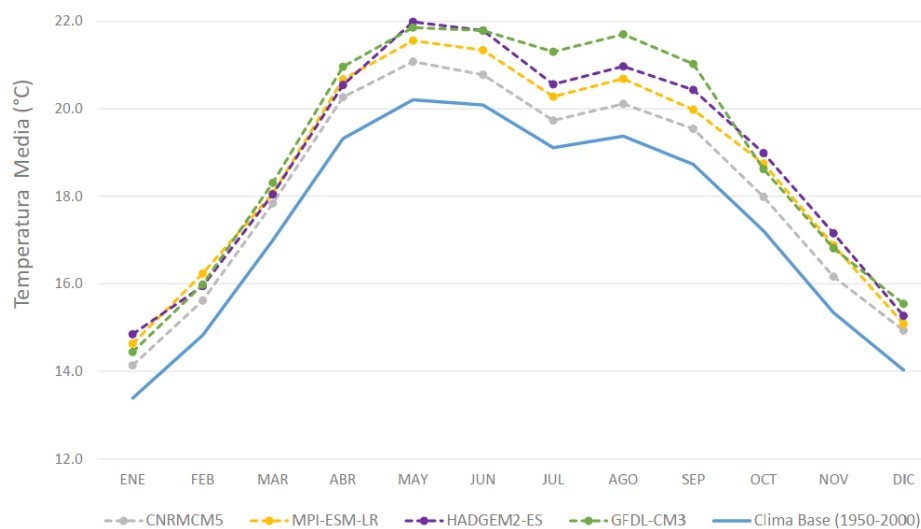


Región V: Sierra Norte

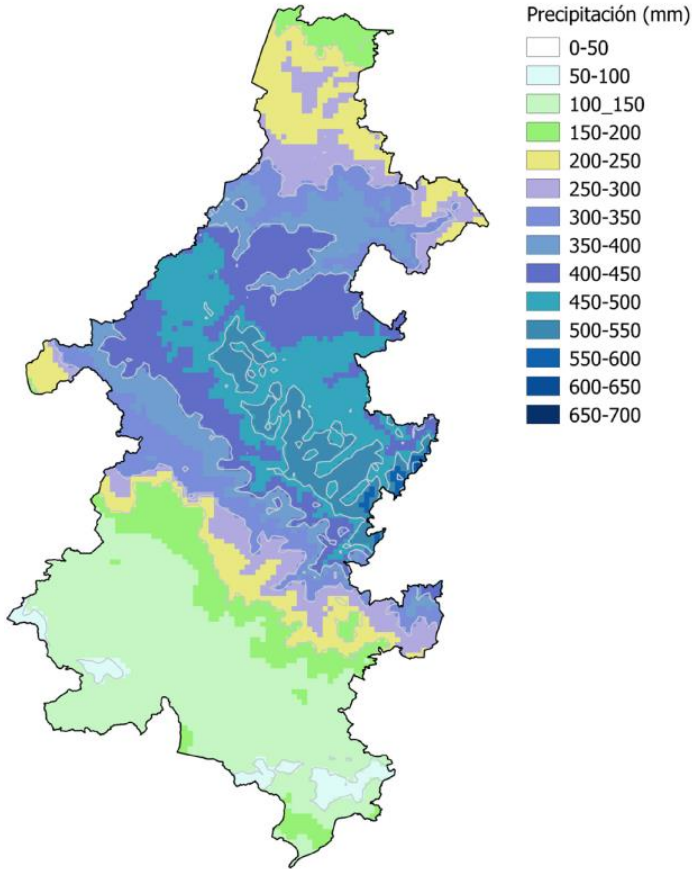
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015- 2039



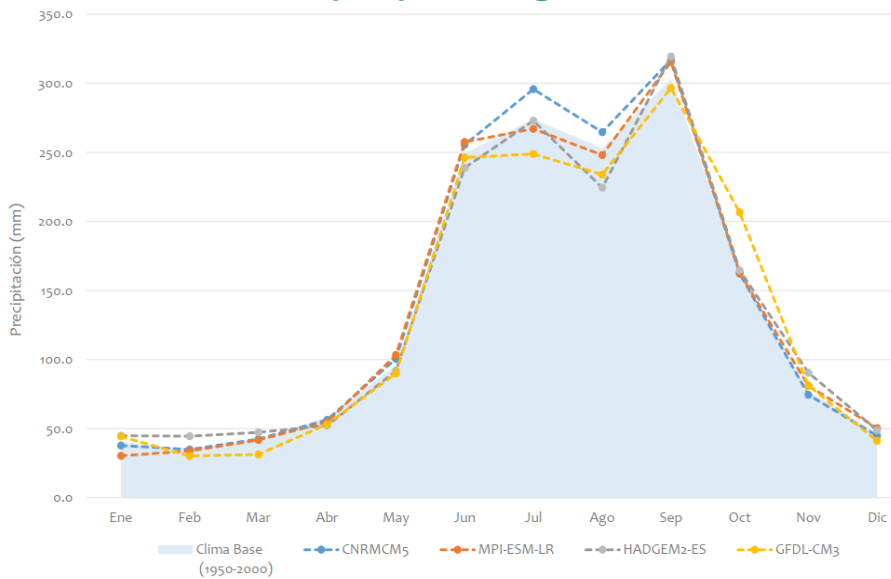
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de Precipitación 2015 - 2039

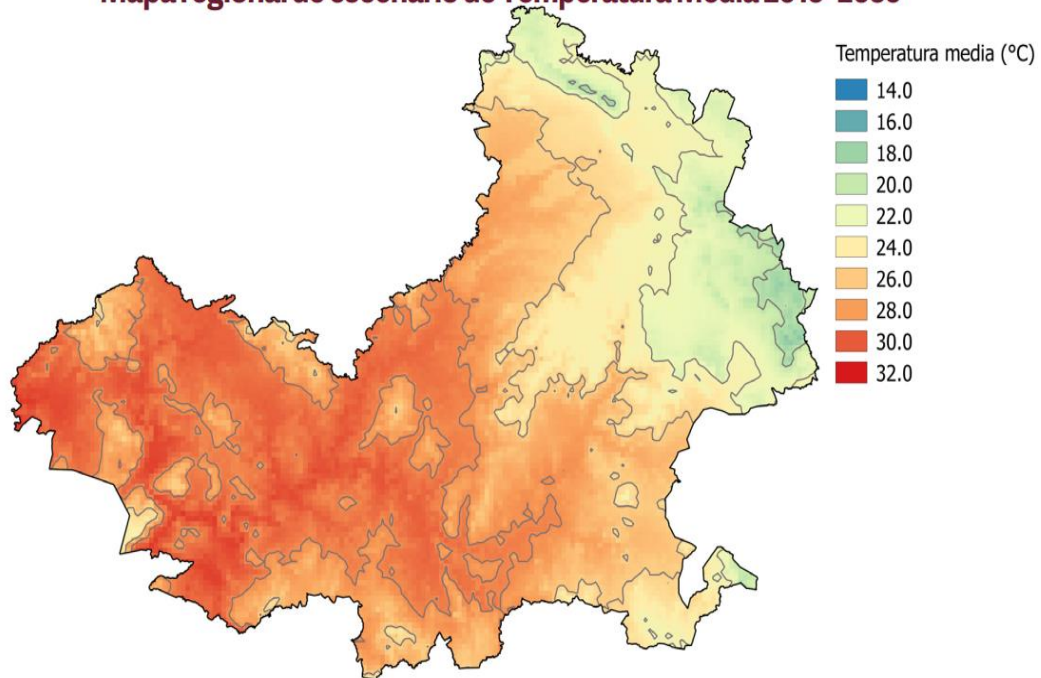


Escenarios de precipitación regional 2015 - 2039

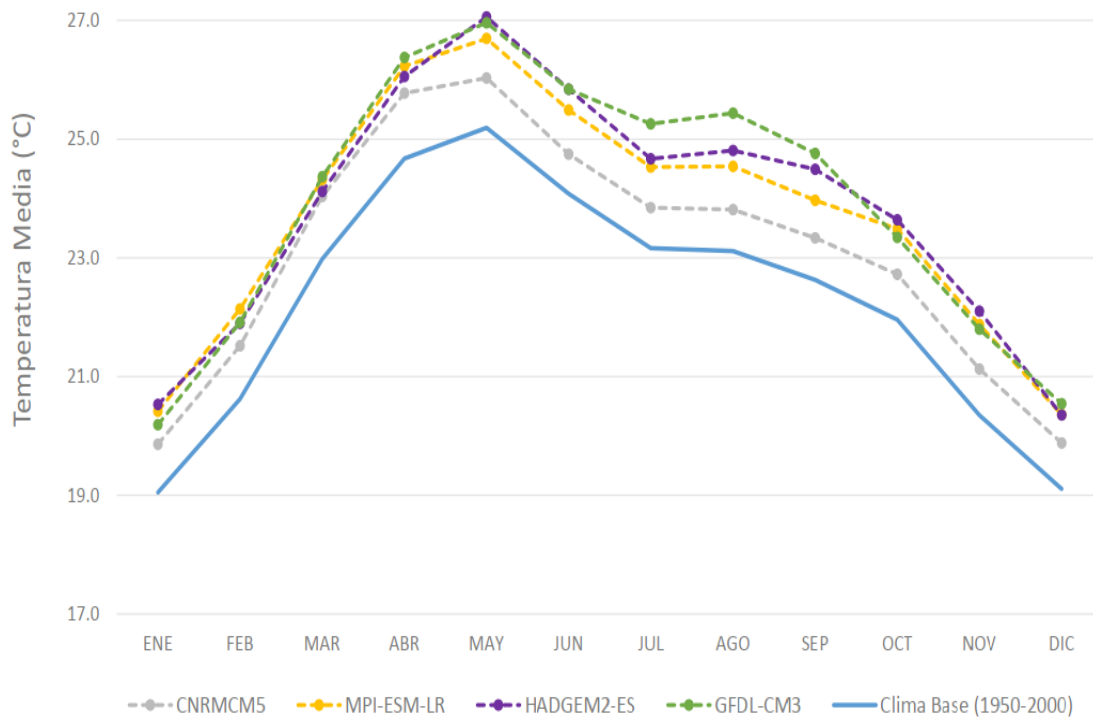


Región VI: Mixteca

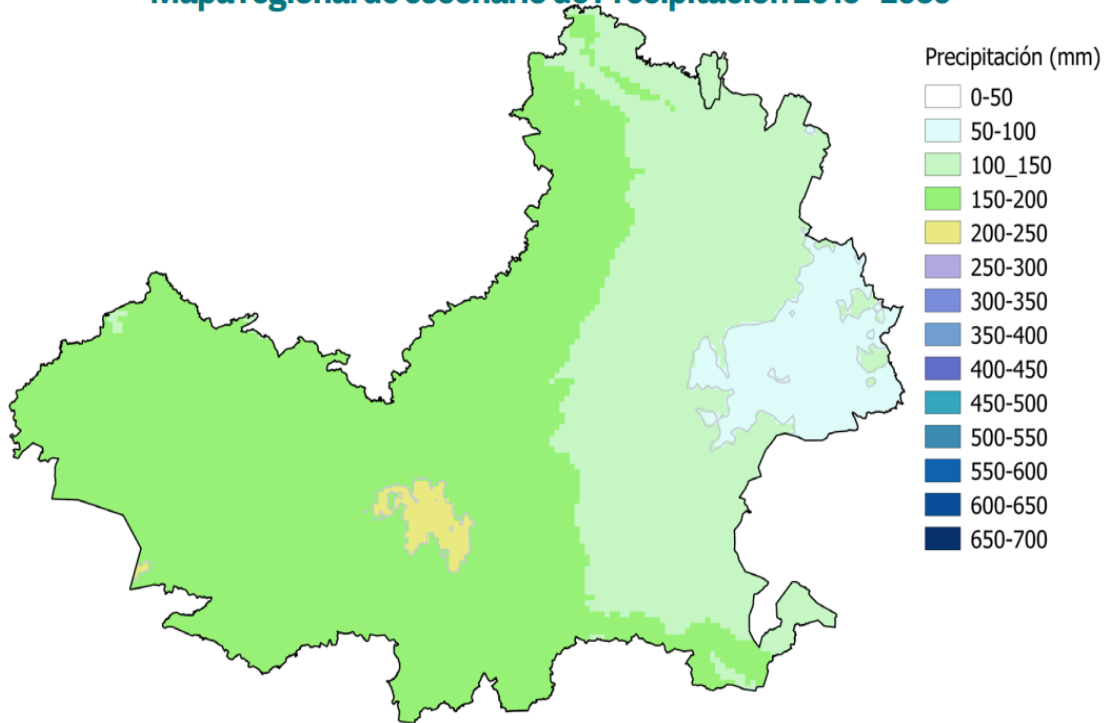
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015-2039



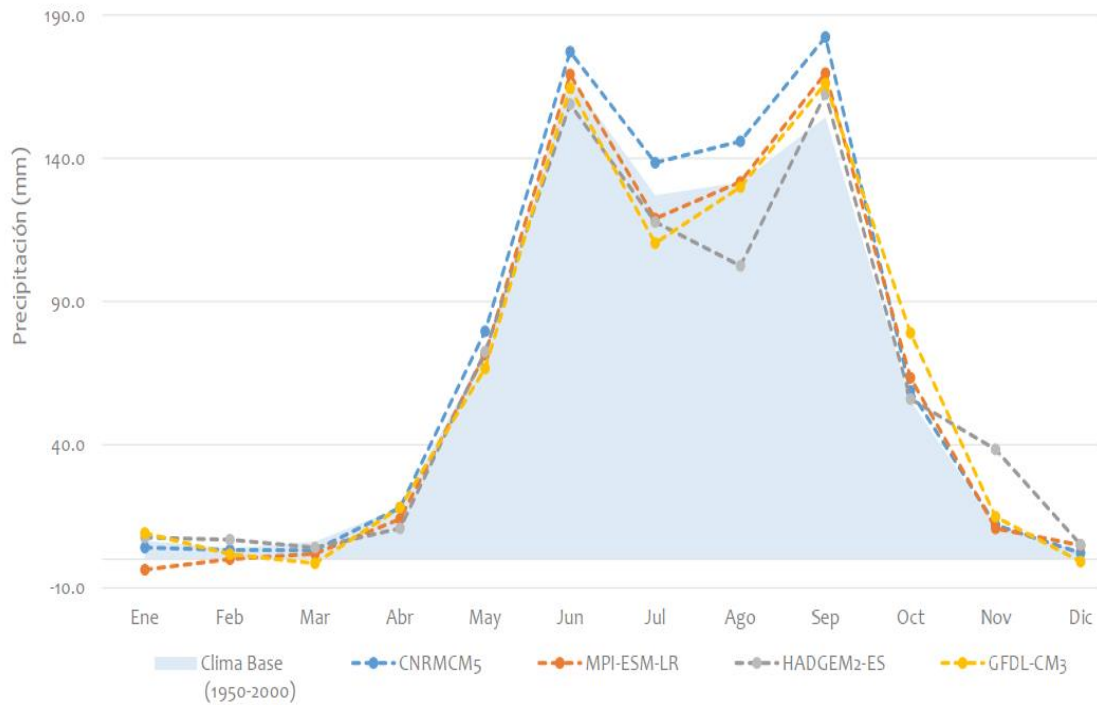
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de Precipitación 2015 - 2039

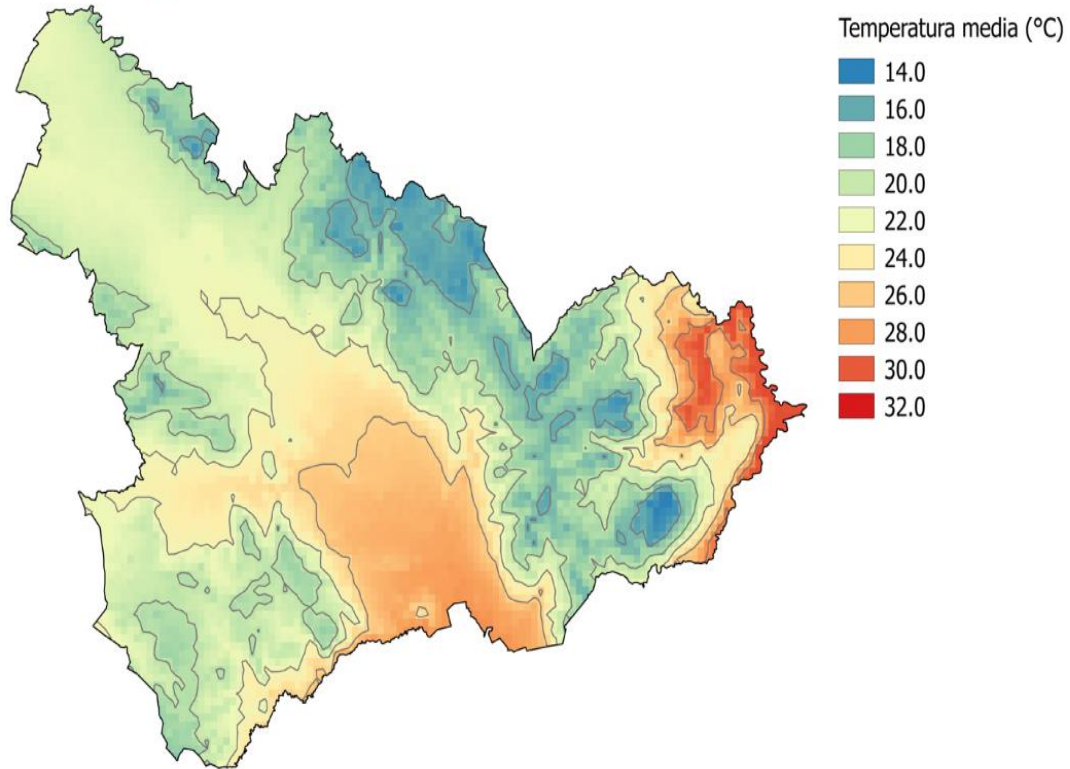


Escenarios de Precipitación regional 2015 - 2039

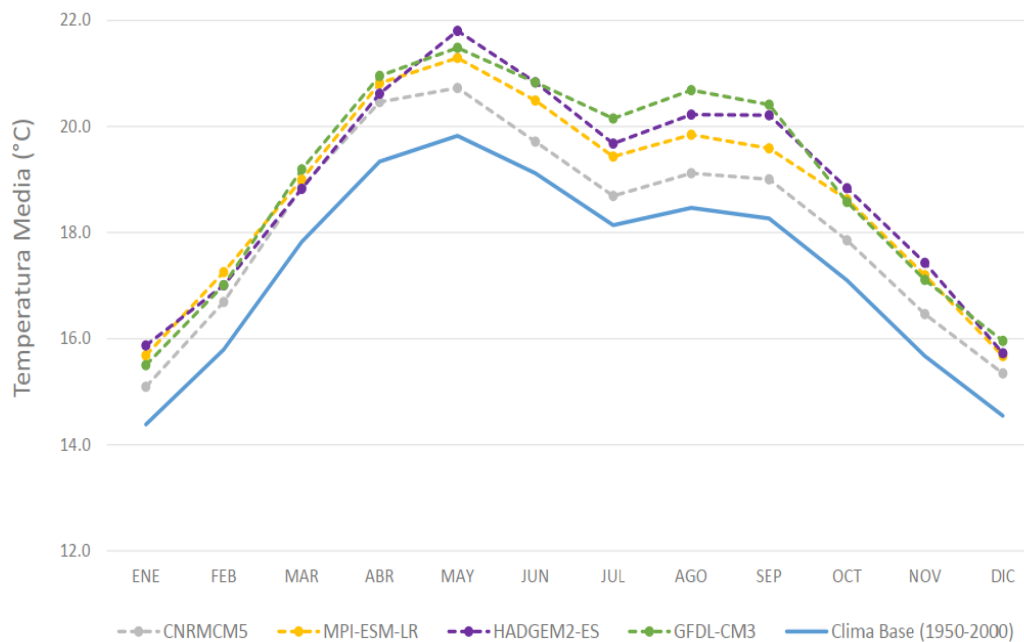


Región VII: Tehuacán y Sierra Negra

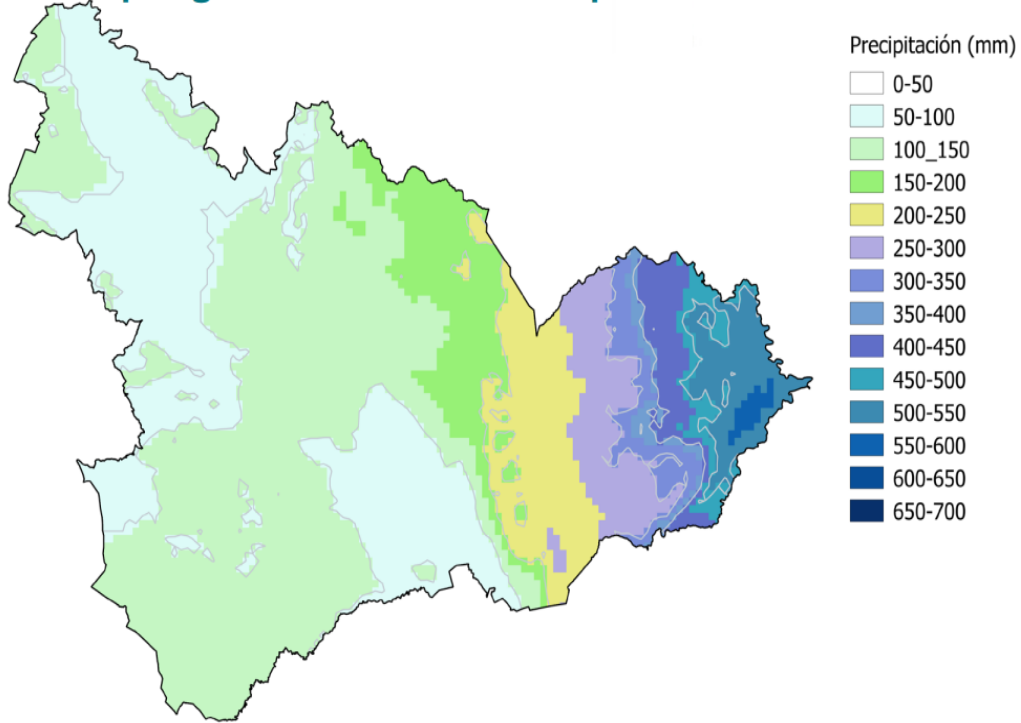
Mapa regional de escenario de Temperatura Media 2015-2039



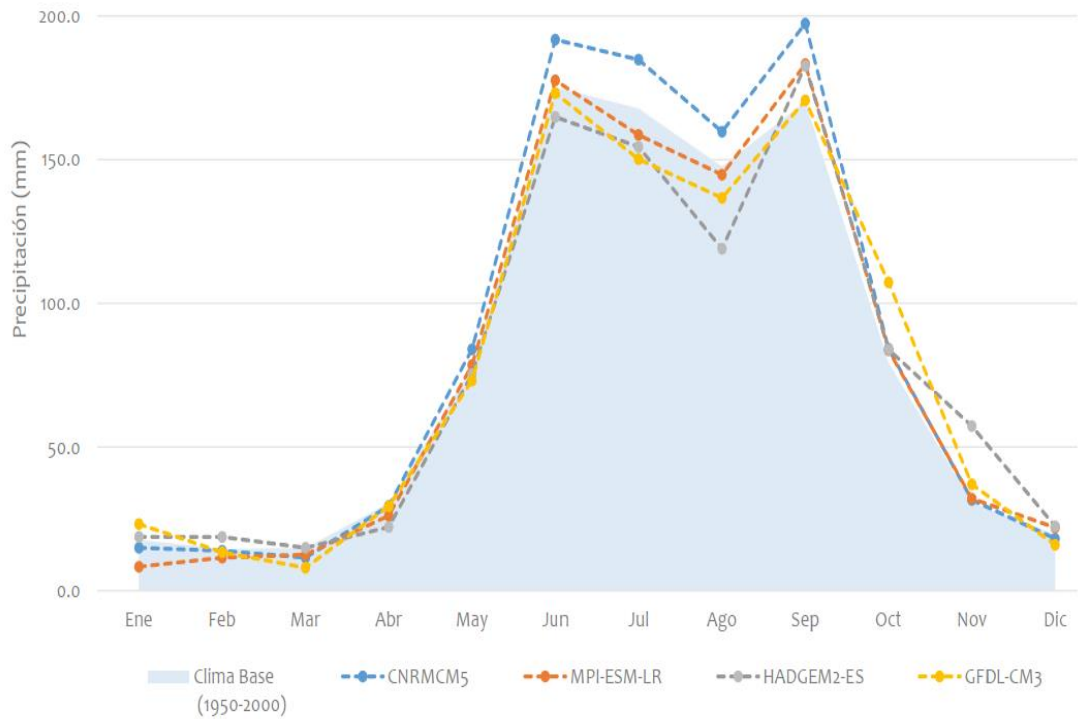
Escenarios de Temperatura Media regional 2015 - 2039



Mapa regional de escenario de Precipitación 2015 - 2039



Escenarios de Precipitación regional 2015 - 2039



Potenciales efectos directos e indirectos del Calentamiento Global en el estado de Puebla

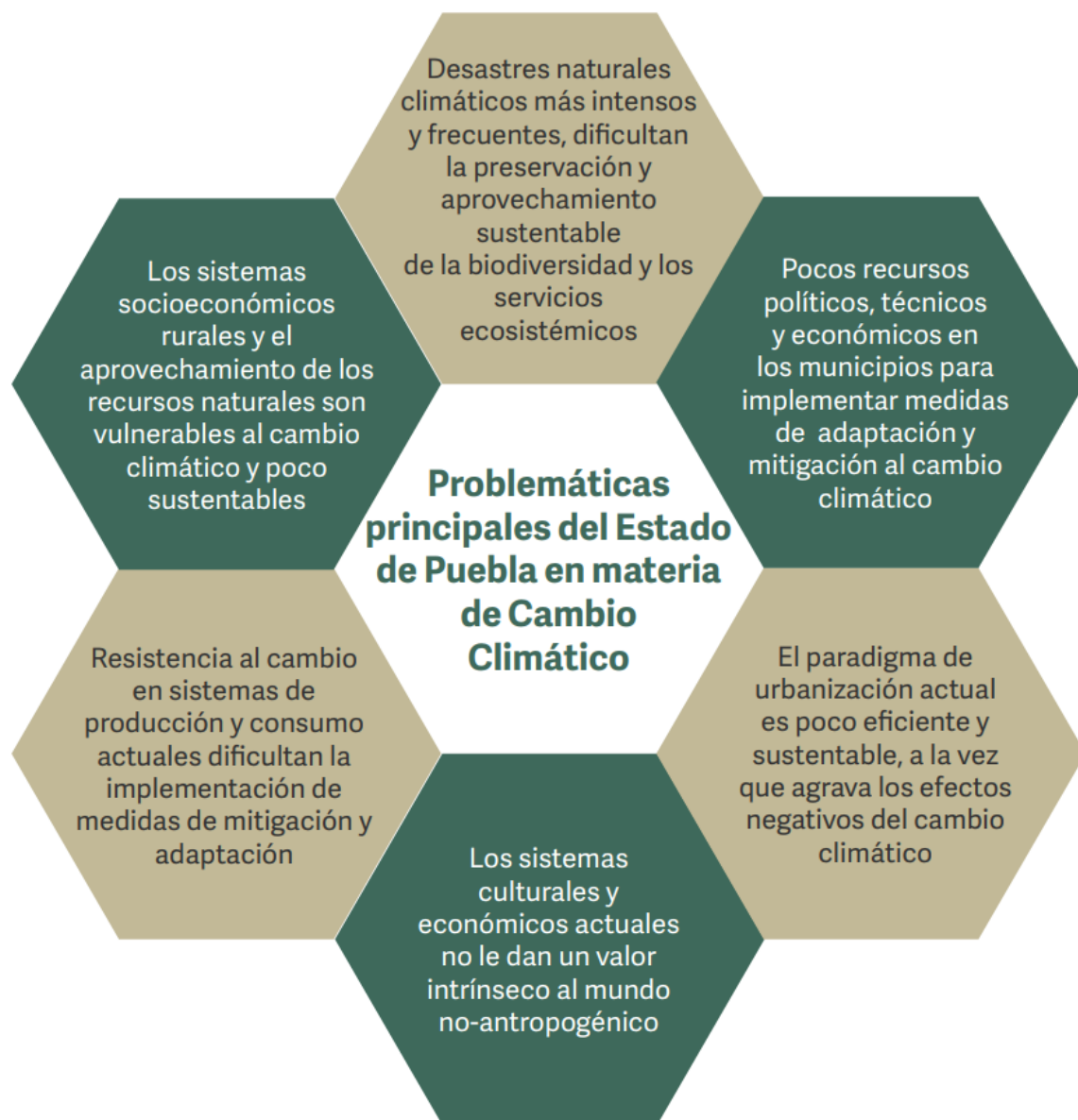
Aunque el efecto de problemática del cambio climático parezca distante en tiempo y espacio, la realidad es que ya se están sufriendo los impactos. Uno de los mayores problemas para que las sociedades e individuos le den la prioridad necesaria a esta crisis global, es su naturaleza abstracta y eterea, es decir, la psicología humana ha evolucionado para responder rápidamente a peligros físicos, simples e inmediatos, por ejemplo, huir de un depredador, no para un cataclismo global que evoluciona en décadas y siglos y que está correlacionado con todas nuestras acciones y decisiones.

Por lo tanto, es importante comprender la interconexión entre el calentamiento global y cómo estaría afectando a la población del estado. En la siguiente hoja, se presenta un árbol de efectos donde se puede apreciar la interrelación entre los problemas ambientales, los económicos y los sociales. Por ejemplo, el calentamiento global causa un cambio en los patrones climáticos en el estado, lo que a su vez disminuye la disponibilidad del agua, esto causa una menor producción agrícola, por ejemplo, de maíz o frijol, por su dependencia en los ciclos climáticos, con esto, disminuye la existencia de alimento para la venta, aunque continúe la misma demanda, lo que a su vez causa un aumento en el precio de los alimentos. Con esto se afecta económicamente a todos los miembros de la sociedad, sean empresas o individuos, lo que conlleva a una potencial migración desde las zonas rurales a los centros urbanos, donde si no existe un sistema para que estas personas obtengan un bienestar y calidad de vida, se crean las condiciones para el aumento del descontento social, inestabilidad política, aumento de niveles de pobreza y al aumento de la delincuencia e inseguridad.

Disrupciones repentinas en la cadena de suministro agrícola debido a éstos cambios y eventos climatológicos pueden reducir el suministro alimentario y desencadenar un alza en los precios de comida, causando a un efecto dominó negativo en sociedades y negocios. La vulnerabilidad existente de los sistemas alimentarios es altamente exacerbada por el cambio climático (Lloyd's, 2018). México tiene un alto nivel de estrés hídrico, en esta categoría negativa se posiciona como el 2° de América Latina y el 24^a a nivel mundial, de acuerdo a un informe hecho por el World Resources Institute (WRI, 2019). En esta lista, donde el mayor nivel de estrés corresponde a países de África y Medio Oriente, sólo hay dos países de América Latina en el top 25, en donde solo Chile tiene una situación más complicada que México. Un alto estrés hídrico implica que se usa una cantidad de agua que no se repone a plenitud con el ciclo natural. En México, hay cinco regiones que están utilizando un volumen de agua que excede lo que el ciclo produce. En estas zonas, están las mayores ciudades y las mayores superficies productoras de alimentos. Estas cinco regiones son Noroeste (Sonora-Sinaloa), Río Bravo (Monterrey), Lerma-Santiago-Pacífico (Jalisco), Región del Valle de México y la Región del Balsas (centro del país, incluyendo Puebla).

En México, una de las grandes oportunidades es invertir para hacer más eficiente el uso del agua en el campo, ahí ocurren aproximadamente dos terceras partes del consumo total del país. El mismo monto de inversión permitiría recuperar seis veces más agua en el campo que en las ciudades. También hay que invertir en eficiencias urbanas, porque ahí vive la mayoría de la población, pero si no resuelves lo que ocurre en las cuencas, los esfuerzos tendrán un impacto limitado (Armenta, 2019). Es imperativo asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las

Derivado de lo anterior, se aprecia que los cimientos de los sistemas socioeconómicos del Estado no se encuentran preparados para afrontar los efectos del cambio climático y que son vulnerables a estas afectaciones. Por lo que, partiendo de una visión sistémica, es posible resumir y categorizar las barreras que dificultan una acción climática efectiva en las problemáticas enunciadas a continuación.



Visión

Solución de Problemática

Los estudios científicos muestran que es posible limitar los daños resultantes del cambio climático. La única manera de frenar el problema es anular la emisión de gases de efecto invernadero lo antes posible, y al mismo tiempo proteger y ampliar

los espacios naturales que almacenan carbono. Vivir en un mundo con la temperatura más alta conlleva no solo mayores daños a los ecosistemas, sino mayores pérdidas económicas y humanas. Cuanto menos graves se desee que sean estas consecuencias, más rápido hay que reducir las emisiones mundiales.

Las estrategias a largo plazo, son fundamentales para lograr el objetivo de neutralizar las emisiones globales, limitar el calentamiento y prevenir algunos de los peores impactos del cambio climático. Estas estrategias establecen objetivos a largo plazo para el clima y el desarrollo, además, dirigen la toma de decisiones a corto plazo con el fin de apoyar los cambios necesarios para limitar el calentamiento global.

Transitar hacia el desarrollo sostenible y la acción climática contundente desde este momento, permitirá tener beneficios para toda la sociedad a largo plazo, ya que permitirá evitar los riesgos más grandes del cambio climático como afectaciones en el sistema agroproductivo del Estado por aumentos de temperatura y eventos meteorológicos extremos.

Es necesario enfocarse en sectores específicos de adaptación para reducir la vulnerabilidad de las sociedades ante el cambio climático, dado que los efectos se sentirán distintos en cada región dependiendo de la vocación productiva y condiciones específicas de su población. La adaptación puede reducir la vulnerabilidad, especialmente cuando se enmarca en iniciativas sectoriales más amplias. Existen opciones de adaptación viables que son posible de aplicar en algunos sectores a bajo costo, o con un alto coeficiente de costo/beneficio.

Mitigación y Adaptación

La adaptación y la mitigación son las dos respuestas principales al cambio climático. Constituyen dos caras de la misma moneda: la mitigación busca disminuir la contribución a las causas del cambio climático, en específico a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, mientras que la adaptación aborda disminuir los impactos negativos a los sistemas económicos, sociales y ambientales (FAO, s.f.).

La vulnerabilidad de comunidades e individuos a los impactos del cambio climático no está simplemente determinada por su localización, sino también por los servicios que atienden esas comunidades, la capacidad y efectividad de sus gobiernos locales y la intensidad de los efectos locales y regionales del cambio climático global. Es ampliamente aceptado que las comunidades más pobres son las más vulnerables porque carecen de acceso de hasta los servicios urbanos más básicos, poniéndoles en una desventaja y retando sus capacidades de soportar presiones aumentadas. Estas vulnerabilidades complejas requieren respuestas holísticas que enlacen la adaptación al cambio climático con los esfuerzos de mitigación y el desarrollo sustentable para aumentar la capacidad adaptativa de las comunidades.

En lo que refiere al tema de seguridad alimentaria y como consecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos atípicos y cambios en los patrones del clima base, se han producido pérdidas en agricultura y ganadería que han llegado a afectar a más del 50 por ciento del total de la producción, situación que impactó de forma negativa a la industria de procesamiento de alimentos. Vinculado a lo anterior, en México, el 88% de las 145 especies cuyo fruto o semilla se cultivan para uso alimenticio dependen de los polinizadores para su producción. Sin embargo, sus poblaciones, sobre todo insectos, como las abejas, enfrentan graves amenazas, desafían la pérdida de hábitat y se ha documentado de manera inicial que podrían

estar siendo afectados por condiciones cambiantes en el clima. La actividad pesquera también es vulnerada por cambio climático debido al cambio de distribución de especies derivado de cambios de temperatura del océano y con ello de las corrientes marinas (SEMARNAT, 2021).

No es suficiente concentrarse en las acciones de mitigación o en las de adaptación, sino es necesario buscar sinergias de ambas para alcanzar los resultados de resiliencia y sustentabilidad más eficientemente, las cuales pueden ser encontradas en diversos sectores como el forestal, agrícola, ordenamiento territorial, gestión hídrica, planeación urbana, entre otros. Identificar estas oportunidades puede llevar desarrollar políticas públicas que se refuercen mutuamente (OECD, 2021).

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) son medidas que pueden proteger, gestionar sustentablemente y restaurar la naturaleza, con el objetivo de preservar y mejorar los servicios ecosistémicos para ayudar a cumplir metas socioeconómicas (OECD, 2020). Las medidas de gestión del agua con SbN, como la restauración de humedales o la rehabilitación de manglares, son ejemplos destacados de la creación de importantes sumideros de carbono, al mismo tiempo que mejoran las defensas naturales contra los riesgos relacionados con el agua. Cuando las soluciones contra los riesgos relacionados con el agua se basan en la naturaleza, pueden mejorar la adaptación frente a eventos climáticos extremos y traer beneficios de mitigación (INECC, 2020). Las SbN forestales tienen un gran potencial para perseguir los dos objetivos de la política climática. Las medidas de conservación forestal, forestación y reforestación pueden contribuir a aumentar la captura de carbón mientras que reducen el riesgo de inundaciones y las inestabilidades de las pendientes asociadas que provocan deslizamientos de tierra o torrentes (IPCC, 2019).

Innovación Socioeconómica

Estos retos brindan oportunidades para repensar los paradigmas actuales y para generar modelos socioeconómicos cada vez mejores. Uno de los recomendados por organizaciones internacionales para el desarrollo de políticas públicas que minimicen el daño ambiental y maximicen el bienestar de toda la población, es el modelo de “Economía Dona” propuesto por Kate Raworth. Este modelo consta de dos anillos concéntricos, uno es la base social, que busca garantizar que todos cumplan con sus necesidades materiales básicas y el otro anillo es el techo ecológico, que garantiza que la humanidad no sobrepase colectivamente los límites planetarios.

Entre estos dos límites se encuentra un espacio en forma de rosquilla que es ecológicamente seguro y socialmente justo, un espacio en el que la humanidad puede prosperar.

Las 12 dimensiones de la base social se derivan de las prioridades sociales acordadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las 9 dimensiones del techo ecológico son los nueve límites planetarios propuestos por Rockström, et al en 2009.

El modelo muestra que millones de personas todavía no alcanzan las 12 dimensiones sociales, al mismo tiempo que la humanidad ya ha sobrepasado al menos cuatro límites planetarios (la contaminación del aire y la contaminación química no están cuantificadas actualmente).

Es necesario reformular la comprensión de los alcances de los sistemas socioeconómicos, rompiendo con las actuales premisas de crecimiento infinito, imposibles de sostener con valores sustentables. Hay que rediseñar los sistemas

financieros, monetarios, empresariales y de producción y consumo para servir a las sociedades, creando economías regenerativas, distribuidas desde su diseño.

Pensamiento Sistémico

Hoy en día, el mundo se enfrenta a problemas cuya complejidad, escala, interconexión y ritmo de cambio no tienen precedentes, afectando a sistemas económicos, sociales y naturales, así como a las relaciones entre ellos. La evidencia muestra que no podemos gestionar estos problemas sistémicos mediante enfoques y políticas separadas o dependencias gubernamentales enfocada en una parte de la verdad general. Para superar las emergencias planetarias como el cambio climático y las tendencias y problemas que dan forma al mundo de hoy y mañana, se necesita entender las propiedades sistémicas de las problemáticas, como los puntos de inflexión, la interconectividad de factores y la resiliencia de redes.

El pensamiento sistémico es un enfoque holístico de entendimiento que se centra en la forma en que los diferentes componentes se interrelacionan entre sí. De igual forma, estudia cómo funcionan los sistemas a lo largo del tiempo y dentro del contexto de sistemas más grandes. Un sistema es un grupo de componentes que interactúan entre sí y que forman un concepto unificado. Un sistema es entendido por sus límites, estructura, interacciones y por cómo expresa su funcionamiento. Esta herramienta puede promover procesos de colaboración transversales y multidisciplinarios para el desarrollo de políticas públicas al tomar en cuenta los vínculos cruciales entre las problemáticas generalmente tratadas de manera separada por diversas especializaciones científicas o institucionales. Este acercamiento provee una metodología para alcanzar un mejor entendimiento del comportamiento no lineal de sistemas complejos y mejora la comprensión de las estrategias y acciones.

Es necesario unir diversas visiones para organizar una respuesta eficaz y para ser conscientes de que las intervenciones sectoriales a corto plazo y aisladas pueden tener consecuencias imprevistas en otras áreas. Es importante entender el comportamiento y la evolución del sistema social, económico y ambiental como un todo si se desea saber cómo, dónde y cuándo actuar para impactar positivamente y de la manera más eficiente, porque las soluciones integradas tienden a ser más eficientes y eficaces que las soluciones individuales debido a las sinergias creadas.

Según el pensamiento sistémico, el comportamiento del sistema resulta de los efectos de los procesos de refuerzo y equilibrio que surgen de la interacción de sus componentes. Un proceso de refuerzo conduce al aumento de algún componente del sistema. Si el refuerzo no se controla mediante un proceso de equilibrio, eventualmente conduce al colapso o a un crecimiento exponencial. El enfoque sistémico difiere con el análisis tradicional, el cual estudia los sistemas dividiéndolos en sus elementos componentes. Por eso, el pensamiento sistémico puede ser usado en cualquier área de investigación y se ha aplicado al estudio de los sistemas médicos, ambientales, políticos, económicos, entre muchos otros.

La complejidad es la característica central de la mayoría de los problemas actuales. La globalización ha introducido nuevas interdependencias en la mayoría de las áreas de política pública, lo que significa que los gobiernos no tienen el control exclusivo del éxito o fracaso de las iniciativas, o cómo los ciudadanos perciben sus acciones. Además, las sociedades se enfrentan a Problemas Perversos, los cuales son problemas que no tienen una sola causa o solución (OECD, IISA, 2020).

Sistema de Información

Para comprender con mayor profundidad y exactitud los efectos potenciales del cambio climático en el estado de Puebla, encontrar las soluciones de mitigación y adaptación más eficientes y efectivas, es necesario el fortalecimiento de las capacidades de generación de investigación de los sistemas ambientales, sociales y económicos, así como la interacción entre éstos, para mejorar la toma de decisiones de diversos actores y el desarrollo de políticas públicas que lleven a la sustentabilidad, los siguientes estudios son sugeridos a desarrollar antes del 2030: Inventario Estatal de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero, Trayectorias Socio Económicas Compartidas (SSP) para el estado de Puebla, Estudio de Balance Hídrico en el Estado, Metodologías e indicadores de evaluación para acciones de mitigación y adaptación en el Estado, Impacto del cambio climático en ANPs dentro del Estado, así como de especies endémicas, Vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa Climática Municipal, Mix energético óptimo estatal a 5 y 10 años, Monitoreo de volatilidad y emisión de gases por compuestos contaminantes en los cuerpos de agua superficiales, Análisis de Co-beneficios de Soluciones basadas en la Naturaleza en el estado de Puebla, Análisis costo/beneficio de electrificación de transporte público y transición energética, Impactos del cambio climático en los pueblos originarios del Estado de Puebla, Potencial de mitigación de emisiones de CO₂e de diferentes soluciones en el estado, Acciones para el impulso de la cultura de sustentabilidad en el estado.

Estrategias y Líneas de Acción

Ejes Estratégicos



Para cumplir estos objetivos, se necesita impulsar la renovación y mejora de los sectores que contribuyen al problema de cambio climático de una manera que cada acción complemente y potencie a las otras. Es importante pensar y actuar de manera sistémica, es decir, entendiendo la situación como un todo donde cada una de sus partes interactúa con todas las demás. La estrategia contempla también el acompañamiento a

municipios y otras organizaciones en la elaboración y actualización de planes y proyectos en materia de cambio climático, particularmente en aquellos municipios y

comunidades identificadas como más vulnerables y de alta marginación, que al mismo tiempo serán las más afectadas.

La perspectiva de género está presente en la estrategia considerando criterios de atención diferenciada e interseccional, para que todas las personas, sin importar su origen, género, edad, discapacidades, condición social, condiciones de salud, religión, opiniones, las preferencias sexuales, estado civil o cualquier otra condición, participen, contribuyan y accedan a los procesos de adaptación y mitigación al cambio climático en igualdad de condiciones y derechos.

Se proponen 6 estrategias y 20 líneas de acción que permitirían un cambio socioeconómico integral para impulsar la mitigación y sobre todo la adaptación al cambio climático.

El accionamiento de las estrategias será a través de proyectos modulares, escalables y replicables que permitan flexibilidad y eficiencia en el uso de recursos humanos y económicos.

Cada estrategia indica los ODS a los que aporta, al igual que cada línea de acción tiene un símbolo para indicar si contiene un componente de Adaptación o de Mitigación del Cambio Climático.

El accionamiento de las estrategias será a través de proyectos modulares, escalables y replicables que permitan flexibilidad y eficiencia en el uso de recursos humanos y económicos.

Cada estrategia indica los ODS a los que aporta, al igual que cada línea de acción tiene un símbolo para indicar si contiene un componente de Adaptación o de Mitigación del Cambio Climático.

Estrategia 1: Impulsar la gestión sustentable e integral de los recursos hídricos regionales.

Líneas de Acción:

1. Fortalecer de manera regional el aprovechamiento sustentable, conservación, desarrollo de conocimiento, monitoreo y la disponibilidad de los recursos hídricos.
2. Promover el empleo de tecnologías y prácticas para el aprovechamiento sustentable de fuentes de agua y la captación de agua pluvial en entornos rurales y urbanos.
3. Promover la mejora de infraestructura resiliente y los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de drenaje.

Estrategia 2: Desarrollar sistemas innovadores de aprovechamiento regenerativo y justo de los ecosistemas y biodiversidad del estado.

Líneas de Acción:

1. Promover prácticas de producción agroecológica sostenibles, de aprovechamiento sustentable del patrimonio biocultural y la recuperación de ecosistemas.
2. Implementar soluciones basadas en la naturaleza de mitigación y adaptación al cambio climático en medios urbanos y rurales.
3. Implementar instrumentos de gobernanza ambiental para conservar, restaurar y favorecer la resiliencia de los ecosistemas y el patrimonio biocultural estatal.

Estrategia 3: Impulsar el cambio cultural y económico dentro del estado hacia la valorización del bienestar ecológico, social y económicamente justo.

Líneas de Acción:

1. Impulsar la transición a un esquema circular, sustentable y justo de modelos de negocio, productos y cadenas de valor actuales.
2. Incentivar la adopción de nuevas tecnologías, técnicas, materiales, normatividad de construcción y desarrollo urbano sustentable.
3. Impulsar el desarrollo de una cultura ecocentrista y de sustentabilidad en el estado.
4. Fortalecer los instrumentos de financiamiento público y privado para iniciativas de transición hacia una bioeconomía circular y cultura de sustentabilidad.

Estrategia 4: Establecer la ruta crítica para alcanzar la descarbonización, eficiencia y sustentabilidad del estado a largo plazo.

Líneas de Acción:

1. Establecer las rutas críticas para la descarbonización de los sectores de transporte, residencial, electricidad, industrial y residuos en el estado.
2. Desarrollar instrumentos de planeación, políticas públicas y proyectos de energías limpias y eficiencia energética maximizando los co-beneficios al bienestar social.
3. Coadyuvar en la descarbonización de sistemas de producción industrial del estado.
4. Proponer iniciativas de valoración y limitación de emisiones atmosféricas de CO₂e para minimizar las externalidades económicas del cambio climático.

Estrategia 5: Desarrollar e implementar programas para el fortalecimiento de los conocimientos, coordinación y capacidades humanas e institucionales.

Líneas de Acción:

1. Apoyar el desarrollo de esquemas de gobierno abierto y transparente, participación ciudadana y alianzas con instituciones municipales, estatales, nacionales e internacionales.
2. Difundir conocimiento y capacidades en materia de desarrollo sustentable y educación ambiental con perspectiva de género e igualdad sustantiva.
3. Coadyuvar en proyectos de investigación, evaluación y comunicación científica de materia climática dentro del estado.

Estrategia 6: Implementar estrategias integrales de adaptación que fortalezcan la resiliencia en asentamientos y sistemas socioeconómicos y ecosistemas.

Líneas de Acción:

1. Contribuir en la implementación de métodos de evaluación y reducción de riesgos y vulnerabilidades mediante adaptación basada en ecosistemas para entornos rurales y urbanos.

2. Coadyuvar a la implementación de criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en los instrumentos de planeación y gestión de organizaciones públicas y privadas.

3. Coadyuvar en reducir los riesgos a la salud pública derivados de los efectos del cambio climático.

Marco Normativo

La Política Nacional de Cambio Climático se ha formulado considerando la normativa nacional e internacional de diversa índole: desde acuerdos multilaterales internacionales suscritos por el país, hasta normas internas de distintas jerarquías e instrumentos de política pública (políticas, estrategias y planes). México cuenta con una serie de instrumentos legales que oficializan compromisos internacionales, los cuales constituyen el marco habilitador para el presente instrumento.

Acuerdos internacionales

1.- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, mejor conocida como la Cumbre de Río, México suscribió la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y ese mismo año fue aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión. La Convención fue ratificada ante la ONU en 1993 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994, este instrumento consta de 26 artículos.

El objetivo último de la presente Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Como parte de los acuerdos de la CMNUCC se estableció celebrar anualmente la Conferencia de las Partes (COP, por sus siglas en inglés), reunión en la cual se llevan a cabo negociaciones para avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de la CMNUCC. La primera COP se llevó a cabo en 1995 en Berlín, Alemania y desde entonces México participa de forma activa y regular. En noviembre de 2021, se realizará la COP 26 en Glasgow, Escocia.

2.- Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kioto es un instrumento jurídicamente vinculante, para poner en práctica lo acordado en la CMNUCC, fue adoptado en 1995 y compromete a los países industrializados a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆). Es importante mencionar que también establece una serie de mecanismos de mercado como: Comercio de Derechos de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL). El Protocolo se aprobó en diciembre de 1997 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005; México lo firmó el 9 de junio de 1998 y el Senado de la República aprobó su ratificación el 29 de abril de 2000.

3.- Acuerdo de París sobre Cambio Climático

Como parte del esfuerzo global para hacer frente el cambio climático, durante la COP21 en París, Francia, se aprobó el Acuerdo de París sobre Cambio Climático, entrando en vigor el 4 de noviembre de 2016. Se trata del compromiso voluntario

más importante que se ha realizado en los últimos años en materia de Cambio Climático.

México firmó el tratado el 22 de abril de 2016, siendo aprobado por el Senado el 14 de septiembre del mismo año, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre y ratificado ante la ONU el 21 de septiembre de 2016.

El Acuerdo de París está conformado por 29 artículos y dentro de su estructura es posible encontrar cuatro componentes principales:

- 1) Objetivos
- 2) Campos para la acción (mitigación, REDD+, mecanismos cooperativos, adaptación, y pérdidas y daños)
- 3) Medios de implementación (financiamiento, desarrollo y transferencia de tecnología y fortalecimiento de capacidades)
- 4) Procedimientos para la gestión del cumplimiento (marco de transparencia reforzado para las medidas y el apoyo, balance mundial y mecanismo para facilitar la aplicación y promover el cumplimiento)

En su artículo 2, el Acuerdo de París establece:

a. Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y seguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

b. Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima, así como un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos c. Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre sus aspectos principales, resalta la revisión de los compromisos de reducción cada cinco años, así como los avances colectivos hacia el cumplimiento de sus metas, iniciando en el 2023 y el compromiso de los países desarrollados de contribuir para financiar la mitigación y adaptación de las naciones en desarrollo, además de cooperar en materia de transferencia de tecnología y de construcción de capacidades.

4.- Agenda 2030- Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU fueron adoptados por los líderes mundiales en 2015, con el fin de que los países intensifiquen sus esfuerzos para terminar con la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático, garantizando al mismo tiempo que ningún país se quede atrás. Cada objetivo cuenta con una serie de metas específicas que se espera alcanzar en la década de acción 2020 – 2030.

La perspectiva de derechos humanos es la base de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, cuyo objetivo es que nadie se quede atrás. El ODS 13 Acción por el clima, consiste en: “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”. Para ello, se establece una serie de metas que incluyen el fortalecimiento de la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos

relacionados con el clima y los desastres; medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales; la mejora de la educación, sensibilización y capacidad humana e institucional respecto a la mitigación y adaptación del cambio climático, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

Marco Legal Mexicano

1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El Artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho.

2.- Ley General de Cambio Climático (LGCC) Esta ley fue publicada en el DOF el 6 de junio de 2012, tiene como objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano, mediante la elaboración de políticas públicas para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. La Ley determina el alcance de la política nacional de cambio climático, define las obligaciones de las autoridades del Estado y las facultades de los tres órdenes de gobierno; y, establece los mecanismos institucionales necesarios para hacer frente al cambio climático.

En abril de 2018, el Senado de la República aprobó el proyecto de Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley General de Cambio Climático (LGCC). Entre los principales cambios a la Ley destacan:

- a. El establecimiento de bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París.
- b. Incorporación de metas, conceptos y premisas del Acuerdo de París como parte de los compromisos nacionales de México, incluyendo la meta de limitar el incremento en la temperatura promedio del planeta a menos de 2°C, con esfuerzos por limitarlo a 1.5°C.
- c. Se adopta la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) como el instrumento asociado al Acuerdo de París donde México establece los objetivos y las metas nacionales en mitigación y adaptación con las que nuestro país aporta a alcanzar las metas de este Acuerdo y los objetivos de largo plazo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- d. Se establece el mandato de generar un Programa Nacional de Adaptación y el desarrollo de un sistema de alertas tempranas para reducir la vulnerabilidad social ante eventos extremos del clima.
- e. Se da el mandato de establecer de forma progresiva y gradual un sistema de comercio de emisiones (mercado de carbono) para promover la reducción de emisiones al menor costo posible, de forma medible, reportable y verificable, y sin vulnerar la competitividad de los sectores participantes.
- f. Se incluye el esquema de reducción y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero para la aviación civil (CORSIA) como un posible elemento.
- g. Se reconoce la importancia de considerar los Informes de evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) para la modificación, adición o reorientación de la política nacional de cambio climático.

h. Se adopta la noción de desarrollar un marco de transparencia sobre la acción en cambio climático, de tal forma que sea posible informar y conocer acerca de los avances nacionales hacia el cumplimiento de la NDC.

Por otro lado, se resalta el artículo 8, que faculta a las entidades federativas formular, conducir y evaluar la política estatal en materia de cambio climático, en concordancia con la política nacional. Aunado a lo anterior, el artículo 11, estipula que las entidades federativas y municipios podrán expedir disposiciones legales necesarias para regular las materias de su competencia, que en este caso se trata de todo lo relacionado a cambio climático.

Se resaltan los principios rectores de la política nacional en el artículo 26:

- a. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y recursos naturales
- b. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad
- c. Precaución ante la incertidumbre
- d. Prevención de los daños al medio ambiente y preservación del equilibrio ecológico
- e. Adopción de patrones de producción y consumo sustentables
- f. Integralidad y transversalidad, al adoptar un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social, público y privado
- g. Participación ciudadana efectiva
- h. Responsabilidad ambiental
- i. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático
- j. Transparencia, acceso a la información y a la justicia
- k. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad
- l. Compromiso con la economía y el desarrollo económico sin vulnerar la competitividad frente a los mercados internacionales
- m. Progresividad

Finalmente, en el artículo 58, los instrumentos de planeación de la política nacional de Cambio Climático son los siguientes:

La Estrategia Nacional de Cambio Climático

El Programa Especial de Cambio Climático

La Política Nacional de Adaptación

Las contribuciones determinadas a nivel nacional

Los programas de las Entidades Federativas

Marco Legal Estatal

1.- Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla.

Fue aprobada en el Congreso local desde noviembre de 2013, como una de las últimas acciones de la LVII Legislatura, y en ella se contemplan diferentes acciones y medidas en temas de mitigación de cambio climático.

En el artículo 9 de la Ley Estatal de Cambio Climático del Estado de Puebla, se establece que corresponde a la Secretaría elaborar o en su caso, actualizar, con la participación de la sociedad, la Estrategia Estatal y presentarla a la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de Puebla para su aprobación.

El artículo 34 menciona los instrumentos de planeación de la política estatal de cambio climático, los cuales se enlistan a continuación:

I. La Estrategia Estatal;

II. El Programa Estatal; y

III. Los programas municipales de acción climática.

Éstos se consideran como elementos de instrumentación del Sistema Estatal de Planeación Democrática y se suman a los previstos en la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla.

El artículo 35, expone que la Estrategia Estatal de Cambio climático será el instrumento de política transversal que integran los principios y líneas de acción para orientar el proceso de desarrollo, considerando el diagnóstico de la situación del Estado ante los efectos del Cambio Climático. Además, definirá de forma general la orientación de la política estatal de cambio climático, identificando actores y responsabilidad, precisará posibilidades de reducir efectos adversos, y propondrá estudios necesarios para definir las metas de mitigación y adaptación, priorizando los temas considerados en el Programa Estatal de Cambio Climático del Estado. Además, deberá ser considerada en la integración del Plan Estatal de Desarrollo. Por otro lado, el artículo 36 establece que la Estrategia Estatal deberá ser revisada y, en su caso, reformada al menos cada seis años.

Alineación con Instrumentos de Planeación

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024

En el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, principio rector 2, “Política Social”, se hace alusión al desarrollo sostenible, en el cual el gobierno de México se compromete a impulsarlo, ya que en el presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar, definiéndolo como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Asimismo, advierte que hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido, por lo, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país, teniendo como guía una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2019-2024

El Plan Estatal de Desarrollo presenta Enfoques Transversales: Infraestructura; Pueblos Originarios; Igualdad Sustantiva; y, Cuidado Ambiental y Atención al Cambio Climático; cuya finalidad es articular acciones que contribuyan a disminuir las problemáticas y alcanzar los objetivos establecidos desde una visión integral, bajo un esquema de corresponsabilidad entre las instituciones de la Administración Pública Estatal, orientado al desarrollo estratégico regional.

En particular, el Enfoque Transversal “Cuidado Ambiental y Cambio Climático” busca asegurar que el desarrollo del estado recaiga en un ambiente sostenible en donde se encuentre un equilibrio en la interacción entre la sociedad y el medio natural, propiciando la conservación de espacios y la resiliencia del estado.

Bibliografía

AMDEE. (s. f.). El Potencial eólico mexicano: Oportunidades y retos en el nuevo sector eléctrico. Publicaciones. Recuperado de: <https://amdee.org/Publicaciones/>

AMDEE-PwC-El-potencial-eolico-mexicano.pdf

Bloomberg. (2017). Puebla inaugura central para producir energía geotérmica. El Financiero, 21.

Cacho Carranza, Y. (2018). Estado de la Energía Geotérmica en México. Petroquímex (96), 9-10.

CENAPRED (2018). “Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana. http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/430-IMPACTO_SOCIOECONOMICO_2018.PDF

CEPAL (2020). Acuerdo de Escazú. Reforzando la acción climática. https://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/c2000350_web.pdf

Cervantes, G. (2019). LAS POLITICAS DE ENERGÍAS RENOVABLES, EL CASO DE LOSMUNICIPIOS DE: ESPERANZA, JUAN GALINDO Y CHIGNAUTLA DEL ESTADO DE PUEBLA. Facultad de Economía BUAP. Recuperado de: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/4810/814519TL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONAGUA (2021). Resúmenes Mensuales de temperatura. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-detemperaturas-y-lluvias>

CONABIO (2018). Índice de sustentabilidad de capital natural (ISCN)', escala: 1:250000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Ciudad de México, México.

CONABIO (2019). Índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre. MEXBIO 2.0 (2014)', escala: 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Dantés, H. G., Farfán-Ale, J. A. y Sarti, E. (2014). Epidemiological Trend of

Dengue Disease in Mexico (2000-2011): A Systematic Literature Search and Analysis. PLOS NTD 8(11): e3158

Enriquez Quiroz, J. F., Meléndez Nava, F., Bolaños Aguilar, E. D. y Esqueda Esquivel, V. A. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. México: INIFAP-SAGARPA.

Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas de las Naciones Unidas. (2009). El cambio climático y los pueblos indígenas. https://www.un.org/es/events/indigenous/2009/pdf/backgrounder_climate_ESP.pdf

GIZ (2019). Directrices para responsables de formular políticas sobre las contribuciones determinadas a nivel nacional y el marco de transparencia reforzado. https://www.transparencyartnership.net/system/files/document/191204_paris_abkommen_lay_out_paper31_ES_rz_01_print.pdf

Gobierno del Estado de Puebla (2019). Plan Estatal de Desarrollo, 2019-2024. González Valenzuela, E. A. y Ávila Curriel, J. M. (2010). Manejo de la sequía en ranchos ganaderos del noreste de México. México: INIFAP-SAGARPA
Gutiérrez, B. H., Aguirre, C. E. C., Ibarra, J. M. F., González, F. C., Gutiérrez, R. L. y Martínez, G. T. (2012). Alimentación y manejo de bovinos en agostadero durante épocas de sequía. Folleto Técnico No. 45. México: Campo Experimental Zacatecas CIRNOC-INIFAP.

INAFED. (s. f.). Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/>

[EMM21puebla/municipios/21019a.html](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21019a.html)

INECC (2018). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Recuperado de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>

INECC. 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.

Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Puebla. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_pue.pdf

Iniciativa Climática de México. (2021). Potencial de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Planeación Energética Subnacional como Estrategia para la Aceleración de la Transición Energética en México.

Instituto Poblano de los Pueblos Indígenas (2019). Uniendo dos mundos, respetándonos y manteniendo las tradiciones. 7 lenguas. <http://ippi.puebla.gob.mx/es>

Juárez, A. (2015). Energías renovables en el estado de Puebla y su posibilidad de

utilización. Repositorio Institucional. Recuperado de:
<https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/714/Energias+Renovables+;jsessionid=C9B3FE206FA2E84FE34B4A9AF73CF625?sequence=1>
México ante el cambio climático (2021). Contribución Determinada a Nivel Nacional. Recuperado de <https://cambioclimatico.gob.mx/contribucion-determinada-anivel-nacional-actualizacion-2020/>
Observatorio de Inteligencia del Sector Energético. (s/f). Energía Eólica. Recuperado de: <https://www.oise.mx/eolica>
OIT (2019). Indigenous Peoples and Climate Change: Emerging Research on Traditional Knowledge and Livelihoods. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---ilo_aids/documents/publication/wcms_686780.pdf
Organización Mundial de la Salud (2017). Dengue y dengue grave. Nota descriptiva. Francia: World Health Organization. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
Organización Mundial de la Salud (2018). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

ONU (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

ONU (2020). 17 objetivos para transformar nuestro mundo. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

ONU (2021). Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

ONU Hábitat (2018). Ciudades resilientes. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-resilientes>

ONU Mujeres (2018). Cambio climático y medioambiente. <https://www.unwomen.org/es/how-we-work/intergovernmental-support/climate-change-and-theenvironment>

Rojas, O., Rodríguez de España, M.V. y Hernández, T. (2020). Nuevo índice de la “canícula” para estudiar el impacto en agricultura en el Corredor Seco Centroamericano y su relación con El Niño. Panamá. <https://doi.org/10.4060/cb1818es>

San Martín, J. L., Brathwaite, O., Zambrano, B., Solórzano, J. O. y Bouckennooghe, A. (2010). The epidemiology of dengue in the Americas over the last three decades: a worrisome reality. *Am. J Trop Med Hyg* 82:128-135

Secretaría de Energía. (2016). México es el sexto país en el mundo con mayor capacidad instalada para la generación de energía geotérmica. Blog. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sener/articulos/mexico-es-el-sexto-pais-en-el-mundo-con-mayor-capacidad-instalada-para-la-generacion-de-energia-geotermica>

Secretaría de Salud (2008). Programa de Acción Específico 2007-2012, Dengue. México.

Secretaría General de Gobierno, Puebla (2013). Ley de Cambio Climático del Estado

de Puebla. <https://cambioclimatico.gob.mx/wp-content/uploads/2018/11/Documento-1-Ley-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-Puebla-2013.pdf>

Trace. (2016). Evaluación Rápida del Uso de Energía. Puebla. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170667/25_Puebla.pdf

UNICEF (s.f.). COP25: Declaración sobre los Niños, Niñas, Jóvenes y la Acción Climática. <https://www.voicesofyouth.org/es/campa%C3%B1a/cop25-declaracion-sobrelos-ninos-ninas-jovenes-y-la-accion-climatica>

Martínez-Austria, P. F., Díaz-Jiménez D. 2018. Precipitation trends and their relationship with El Niño Oceanic Index. The case of the Mixteca Region, Mexico. *Ingeniería del agua*, 22(1), 1-14. <https://doi.org/10.4995/Ia.2018.7779>

Aguilar M., 2007. El cambio climático en Andalucía: evolución y consecuencias medioambientales

OECD, 2021. Strengthening Adaptation-Mitigation Linkages for a Low-Carbon, Climate Resilient Future

Agencia EFE (2021). México ratifica el Acuerdo de Escazú, que entrará en vigor el 22 de abril. <https://www.efe.com/efe/america/mexico/mexico-ratifica-el-acuerdo-de-escazu-que-entrara-en-vigor-22-abril/50000545-4447235>

Aguilar M., 2007. El cambio climático en Andalucía: evolución y consecuencias medioambientales

AMDEE. (s. f.). El Potencial eólico mexicano: Oportunidades y retos en el nuevo sector eléctrico. Publicaciones. Recuperado de: <https://amdee.org/Publicaciones/>

AMDEE-PwC-El- [potencial-eolico-mexicano.pdf](#)

Bloomberg. (2017). Puebla inaugura central para producir energía geotérmica. *El Financiero*, 21.

Cacho, Y. (2018). Estado de la Energía Geotérmica en México. *Petroquímex* (96), 9-10.

CENAPRED (2018). "Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana.

http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/430-IMPACTO_SOCIOECONOMICO_2018.PDF

CEPAL (2020). Acuerdo de Escazú. Reforzando la acción climática. https://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/c2000350_web.pdf

Cervantes, G. (2019). Las políticas de energías renovables, el caso de los municipios de: Esperanza, Juan Galindo y Chignautla del Estado de Puebla. Facultad de Economía BUAP.

CONAGUA (2021). Resúmenes Mensuales de temperatura. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-detemperaturas-y-lluvias>

CONABIO (2018). Índice de sustentabilidad de capital natural (ISCN)', escala: 1:250000. Edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad. Ciudad de México, México.

CONABIO (2019). Índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre. MEXBIO 2.0 (2014) escala: 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. Dantés, H. G., Farfán-Ale, J. A. & Sarti, E. (2014). Epidemiological Trend of Dengue Disease in Mexico (2000-2011): A Systematic Literature Search and Analysis. PLOS

NTD 8(11): e3158

Enríquez Quiroz, J. F., Meléndez Nava, F., Bolaños Aguilar, E. D. y Esqueda Esquivel, V. A. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. México: INIFAP-SAGARPA.

Del Valle, B.; Valdés, O.; Conde, C. & Zavaleta-Lizárraga, L. (2020). Las organizaciones de la sociedad civil y su papel en la adaptación al cambio climático en México. Revista Mexicana de Investigación Educativa. 25. 1149-1182.

Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas de las Naciones Unidas. (2009). El cambio climático y los pueblos indígenas. https://www.un.org/es/events/indigenous/2009/pdf/backgrounder_climate_ESP.pdf

GIZ (2019). Directrices para responsables de formular políticas sobre las contribuciones determinadas a nivel nacional y el marco de transparencia reforzado. [https://](https://www.transparency-partnership.net/system/files/document/191204_paris_abkommen_layout_paper3-1_ES_rz_01_print.pdf)

www.transparency-partnership.net/system/files/document/191204_paris_abkommen_layout_paper3-1_ES_rz_01_print.pdf

González Valenzuela, E. A. y Ávila Curiel, J. M. (2010). Manejo de la sequía en ranchos ganaderos del noreste de México. México: INIFAP-SAGARPA

Gutiérrez, B. H., Aguirre, C. E. C., Ibarra, J. M. F., González, F. C., Gutiérrez, R. L. & Martínez, G. T. (2012). Alimentación y manejo de bovinos en agostadero durante épocas de sequía. Folleto Técnico No. 45. México: Campo Experimental Zacatecas CIRNOC-INIFAP.

INAFED. (s. f.). Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México. Estado de Puebla. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/>

[EMM21puebla/municipios/21019a.html](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21019a.html)

INECC (2018). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Recuperado de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>

INECC. 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.

Disponible en:

https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Puebla. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_pue.pdf

Iniciativa Climática de México. (2021). Potencial de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Planeación Energética Subnacional como Estrategia para la Aceleración de la Transición Energética en México. ilo_aids/documents/publication/wcms_686780.pdf

Organización Mundial de la Salud (2018). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

ONU (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

ONU (2020). 17 objetivos para transformar nuestro mundo. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

ONU (2021). Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

ONU Hábitat (2018). Ciudades resilientes. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-resilientes>

ONU Mujeres (2018). Cambio climático y medioambiente. <https://www.unwomen.org/es/how-we-work/intergovernmental-support/climate-change-and-theenvironment>

Hernández, T. (2020). Nuevo índice de la “canícula” para estudiar el impacto en agricultura en el Corredor Seco Centroamericano y su relación con El Niño. Panamá.

San Martín, J. L., Brathwaite, O., Zambrano, B., Solórzano, J. O. & Bouckennooghe, A. (2010). The epidemiology of dengue in the Americas over the last three decades: a worrisome reality.

Secretaría de Energía. (2016). México es el sexto país en el mundo con mayor capacidad instalada para la generación de energía geotérmica. Blog. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sener/articulos/mexico-es-el-sexto-pais-en-el-mundo-con-mayor-capacidad-instalada-para-la-generacion-de-energia-geotermica>

Secretaría de Salud (2008). Programa de Acción Específico 2007-2012, Dengue. México.

Secretaría General de Gobierno, Puebla (2013). Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla. <https://cambioclimatico.gob.mx/wp-content/uploads/2018/11/Documento-1-Ley-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-Puebla-2013.pdf>

Trace. (2016). Evaluación Rápida del Uso de Energía. Puebla. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170667/25_Puebla.pdf

UNICEF (s.f.). COP25: Declaración sobre los Niños, Niñas, Jóvenes y la Acción Climática. <https://www.voicesofyouth.org/es/campa%C3%B1a/cop25-declaracion-sobrelos-ninos-ninas-jovenes-y-la-accion-climatica>

Instituto Poblano de los Pueblos Indígenas (2019). Uniendo dos mundos, respetándonos y manteniendo las tradiciones. 7 lenguas. <http://ippi.puebla.gob.mx/es>

Juárez, A. (2015). Energías renovables en el estado de Puebla y su posibilidad de utilización.

Martínez-Austria, P. F., Díaz-Jiménez D. 2018. Precipitation trends and their relationship with El Niño Oceanic Index. The case of the Mixteca Region, Mexico. *Ingeniería*

del agua, 22(1), 1-14.

México ante el cambio climático (2021). Contribución Determinada a Nivel Nacional. <https://cambioclimatico.gob.mx/contribucion-determinada-a-nivel-nacionalactualizacion-2020/>

Observatorio de Inteligencia del Sector Energético. (s/f). Energía Eólica. <https://www.oise.mx/eolica>

OECD, 2021. Strengthening Adaptation-Mitigation Linkages for a Low-Carbon, ClimateResilient Future

OIT (2019). Indigenous Peoples and Climate Change: Emerging Research on Traditional Knowledge and Livelihoods.

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---

Organización Mundial de la Salud (2017). Dengue y dengue grave. Nota descriptiva. Francia: World Health Organization. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>

Kumari Rigaud, Kanta, Alex de Sherbinin, Bryan Jones, Jonas Bergmann, Viviane Clement, Kayly Ober, Jacob Schewe, Susana Adamo, Brent McCusker, Silke Heuser, and Amelia Midgley. 2018. Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration. Washington, DC: The World Bank.

RAZÓN DE FIRMAS

(De la PUBLICACIÓN de la Estrategia Estatal de Cambio Climático 2021-2030, que emite la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla; publicado en el Periódico Oficial del Estado, el lunes 4 de abril de 2022, Número 2, Segunda sección, Tomo DLXIV).

Al pie un sello con el logotipo de la Secretaría, con una leyenda que dice: Gobierno de Puebla. Hacer historia. Hacer futuro. Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial. Dirección de Gestión de Cambio Climático y Ciudades Inteligentes.

El suscrito Jorge Luis Zenil Alva, Director de Gestión de Cambio Climático y Ciudades Inteligentes de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla; con fundamento en los artículos 82, 83 párrafo primero, 121 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla; 1, 3, 14 párrafo primero, 31 fracción XVI, 47 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla; 1, 2, 3, 5 fracción II inciso B), 15 fracción XIV y 18 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla. **CERTIFICO:** que las presentes copias fotostáticas concuerdan fielmente con sus originales que obran en la Dirección de Gestión de Cambio Climático y Ciudades Inteligentes de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla, remito y certifico en 139 fojas útiles utilizadas en su anverso para los efectos legales correspondientes, en el Municipio de San Andrés Cholula, Puebla, a los diecisiete días del mes de marzo del 2022. Conste. El Director de Gestión de Cambio Climático y Ciudades Inteligentes de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial. **C. JORGE LUIS ZENIL ALVA.** Rúbrica.