



Plan de Acción Climática

DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS



Tabla de contenidos

Resumen Ejecutivo	5
Introducción	18
Caracterización del municipio	21
Contexto Físico	21
Áreas Naturales Protegidas y sitios RAMSAR	22
Contexto socioeconómico	24
Población	25
Economía	25
Vulnerabilidad Social	25
Especies emblemáticas de la región de San Cristóbal de Las Casas	27
Marco institucional y jurídico	29
Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas	34
Riesgos Climáticos	34
Riesgo por ondas gélidas	34
Riesgo por sequías	35
Riesgo por incendio forestal	38
Riesgo por lluvias extremas e inundaciones	43
Riesgo por deslizamiento de laderas	49
Escenarios de Cambio Climático para el municipio de San Cristóbal de Las Casas.	52
Trayectorias de concentración representativas (RCP)	53
Temperatura	53
Precipitación	55
Metodología para la evaluación del riesgo	59

Conclusiones del ARVC	62
Inventario de Gases de Efecto Invernadero	64
Metodología	64
Sectores y Año Base	64
Resultados	65
Energía Estacionaria	66
Transporte	71
Residuos	73
AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo)	77
Conclusiones	77
Proyección de Emisiones al 2030 y 2050	78
Energía Estacionaria	79
Transporte	80
Residuos	81
AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo)	81
Resumen del Escenario BAU	82
Metas de la Propuesta de Plan de Acción Climática	83
Mitigación	83
Adaptación	85
Acciones Climáticas del PAC	86
Acciones de Mitigación y Adaptación	88
Acciones de Mitigación	93
Acciones de Adaptación	110
Implementación, monitoreo y evaluación del PAC	128
Alternativas de financiamiento de la PPAC	136
Conclusiones	142
Anexo A: Localidades y población del municipio de San Cristóbal de Las Casas.	146
Anexo B: Mapas de Escenario de Cambio Climático	149
Temperatura mínima RCP 4.5	150

Temperatura mínima RCP 8.5	151
Temperatura máxima RCP 4.5	153
Temperatura máxima RCP 8.5	155
Temperatura promedio RCP 4.5	156
Temperatura promedio RCP 8.5	158
Precipitación RCP 4.5	159
Precipitación RCP 8.5	161
Porcentaje de cambio en precipitación RCP 4.5	162
Porcentaje de cambio en precipitación 8.5	164
Anexo C: Características Sociodemográficas	166
Anexo D: Marco Legal del Plan de Acción Climática	172
Internacional	172
Federal	174
Estatad	179
Municipal	181
Lista de acrónimos.	184
Referencias	187

Resumen Ejecutivo

Para poder contribuir a las metas nacionales de reducción de emisiones alineadas con el cumplimiento del Acuerdo de París, proteger el bienestar de sus ciudadanos y promover un crecimiento económico ambientalmente sustentable, es de suma importancia que se desarrollen e implementen Planes de Acción Climática municipales. Los Planes de Acción Climática son instrumentos de política pública que tienen como objetivo establecer políticas de mitigación y adaptación al cambio climático. Estas políticas se basan en un diagnóstico inicial el cual consiste en un **Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC)** y en un **Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)**.

El presente documento de Propuesta de Plan de Acción Climática Municipal plantea acciones priorizadas de mitigación y adaptación cuya implementación contribuirá a la reducción de emisiones de GEI e incrementará la resiliencia climática de San Cristóbal de Las Casas. Las acciones están alineadas a los compromisos y estrategias estatales y nacionales para combatir el cambio climático y a los resultados del ARVC y el Inventario de GEI.

ARVC

El riesgo es la posibilidad de sufrir efectos adversos en el futuro a partir de los distintos tipos de clima, la distribución de los recursos naturales, la infraestructura instalada, el desarrollo económico y la concentración demográfica. Las características de los peligros climáticos y los niveles de riesgo serán los factores que determinarán los impactos climáticos potenciales.

La evaluación del riesgo climático es el proceso en el que se sistematiza la información relativa a las amenazas, exposición y vulnerabilidad del área de estudio predefinida en un modelo de análisis. Implica una descripción de la probabilidad de que ocurra el peligro climático en función del conocimiento de expertos y la consecuencia de los impactos ocasionados por dicho peligro.

Dentro del análisis realizado se tomó en cuenta los criterios definidos en el Marco Común de Reporte (CRF, por sus siglas en inglés) del Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la

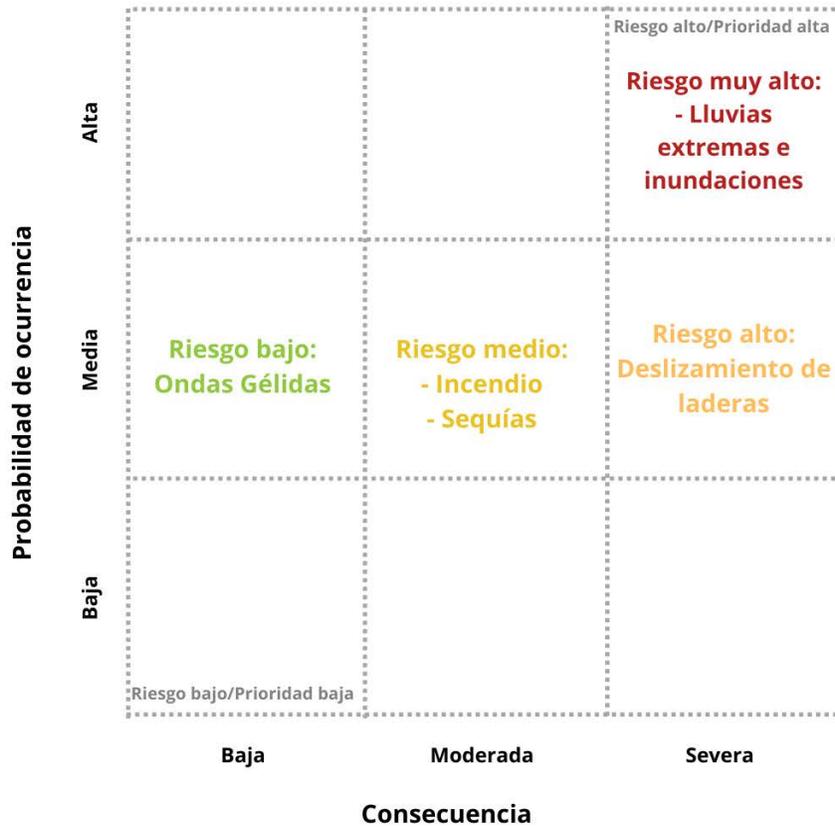
Energía (GCoM, por sus siglas en inglés) para asignar el nivel de probabilidad a los peligros climáticos.

A partir de la evaluación de riesgo se obtuvieron los siguientes resultados:

Resultados de la evaluación de riesgo.

Riesgo	Categoría de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo
Lluvias extremas e inundaciones	Elevada	Grave	Muy alto
Deslizamiento de laderas	Moderada	Grave	Alto
Incendio	Moderada	Moderada	Medio
Sequías	Moderada	Moderada	Medio
Ondas Gélidas	Moderada	Baja	Bajo

Evaluación de riesgo para el municipio de San Cristóbal de Las Casas



Clasificación de riesgos para la atención prioritaria.

Riesgo	Nivel de riesgo	Cambio esperado por escenarios climáticos
Riesgo por lluvias extremas e inundaciones	<p><u>Muy alto</u></p> <p>El nivel de riesgo por lluvias extremas e inundaciones es muy alto, pues la infraestructura crítica urbana se encuentra en zonas de muy alto riesgo.</p> <p>El 78% de la población total del municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentra en zona de muy alto riesgo de inundación.</p>	<p><u>Aumenta</u></p> <p>El aumento esperado de temperatura significa que la atmósfera puede acumular mayor humedad por lo que se espera un aumento en la intensidad de lluvias incrementando el riesgo de inundaciones pluviales.</p>
Riesgo por deslizamiento de laderas	<p><u>Alto</u></p> <p>Debido a su orografía, Chiapas es altamente vulnerable a deslizamientos de laderas. Se estima que 8,218 personas se encuentran en zonas de muy alto riesgo de deslizamientos. Sumando las 38,098 personas que habitan en zonas de alto riesgo,</p>	<p><u>Aumenta</u></p> <p>El riesgo por deslizamiento de laderas irá en aumento debido al incremento en la intensidad de lluvias y la deforestación de laderas.</p>

	tenemos que el 21.45% de la población se encuentra en zonas de riesgo Alto y Muy Alto.	
Riesgo por incendio	<p>Medio</p> <p>Se considera riesgo medio para la atención prioritaria de riesgo por incendios al ser en gran parte causados de forma ilícita con impactos mínimos y moderados, en su mayoría ocurridos en zonas rurales.</p>	<p>Aumenta</p> <p>El riesgo por incendio se espera aumente, dado el aumento en riesgo de sequías por disminución en la precipitación en los 3 horizontes de los escenarios de cambio climático (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022) y por el aumento en la temperatura de alrededor de 2°C.</p>
Riesgo por sequías	<p>Medio</p> <p>Es considerada como riesgo medio para la atención prioritaria, pues se han identificado 3 periodos importantes de sequía, con datos recolectados de la estación meteorológica "La Cabaña" (#7087) con el más importante de ellos en el periodo comprendido entre 1987 a 1995 donde se alcanzó una sequía de categoría D3 "Extremadamente seca".</p>	<p>Aumenta</p> <p>Dado que en los horizontes cercano, medio y lejano del escenario de cambio climático en RCP 4.5 y 8.5 (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022), la precipitación disminuye constantemente, se espera que el riesgo por sequías aumente.</p>
Riesgo por ondas gélidas	<p>Bajo</p> <p>Se considera de nivel de riesgo bajo para la atención prioritaria, ya que el periodo de retorno para temperaturas mínimas menores a los -2.5°C es mayor a 50 años.</p>	<p>Disminuye</p> <p>Se espera que disminuya el riesgo, dado que la temperatura aumentará alrededor de 2°C a través de los horizontes cercano, medio y lejano del escenario de cambio climático.</p>

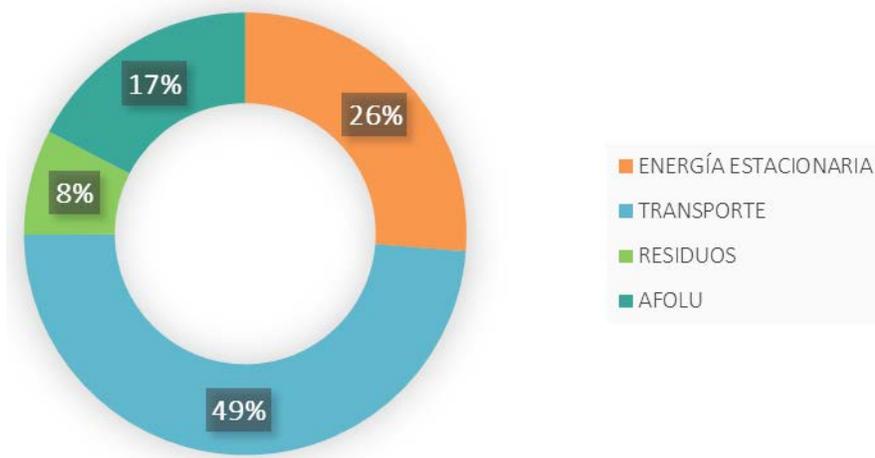
Inventario GEI

La metodología utilizada para la contabilización de los GEI se fundamentó principalmente en las directrices propuestas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) versión al 2006, a partir de cálculos de Nivel de Alcance I. El inventario considera las emisiones de los sectores de Energía estacionaria, Transporte, Residuos, y las emisiones de cambio de uso de suelo del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU). El año base de este inventario es el 2018 por su proximidad al año de elaboración y a la disponibilidad de los datos.

Las emisiones de GEI en unidades equivalentes de dióxido de carbono para el municipio de San Cristóbal de Las Casas en el año 2018 fueron de **402,657 tCO₂e**.

Porcentaje de Emisiones de tCO₂e por sector.

Emisiones totales: 402,657 tCO₂e



Con 1.8 toneladas de CO₂e per cápita San Cristóbal de Las Casas se encuentra por debajo de las emisiones de otras ciudades latinoamericanas que también cuantificaron las emisiones del sector AFOLU en sus inventarios.

Se considera una fuente de emisión prioritaria a aquella actividad o fuente de emisión que tiene una contribución sustancial al total de emisiones de GEI en el inventario. En este caso, el uso del automóvil es la mayor fuente de emisiones municipales con un 35.11%, seguido por las emisiones derivadas del cambio de uso de suelo (17.36%), el uso de camiones y camionetas de carga (10.15%) y el consumo residencial de energía eléctrica (8.48%).

Emisiones totales por sector y principales subsectores (402,657 tCO₂e)

Energía estacionaria 105,790 tCO ₂ e 26.3%	Consumo residencial eléctrico	8.48%
	Consumo comercial eléctrico	6.28%
	Consumo residencial de combustibles	4.78%
	Consumo industrial de combustibles	4.59%
	Consumo comercial de combustibles	0.93%
	Consumo institucional eléctrico	0.64%
	Consumo agropecuario de combustibles	0.43%
	Consumo industrial eléctrico	0.14%
Transporte 195,902 tCO ₂ e	Automóviles	35.11%
	Camiones y camionetas de carga	10.15%

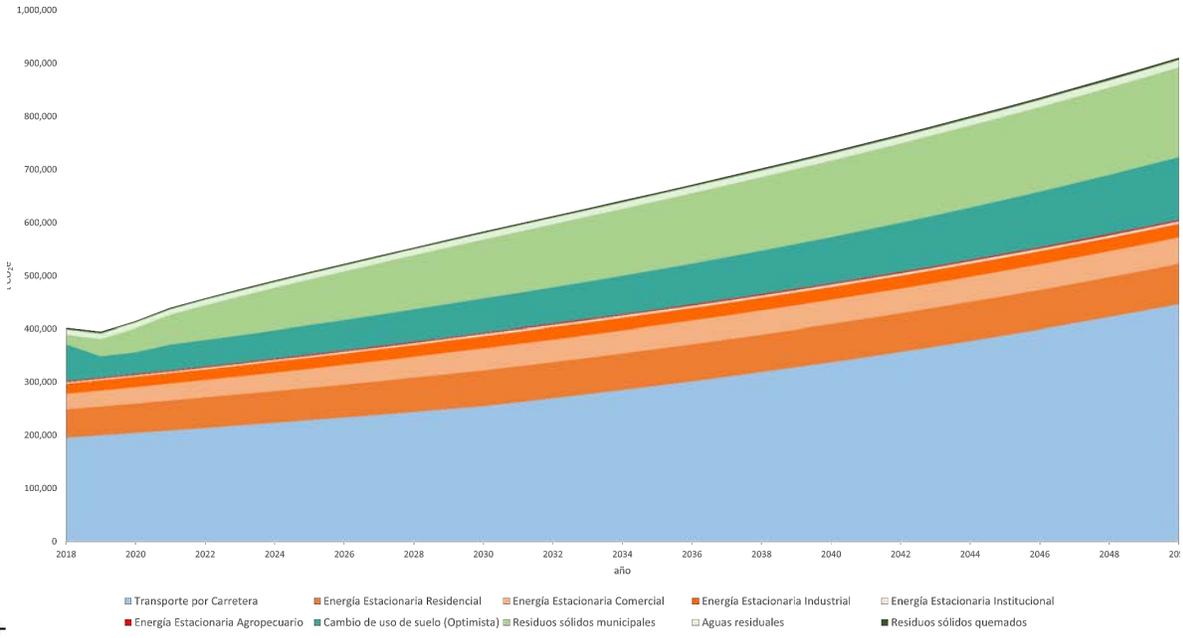
48.6%	Camiones para pasajeros	1.89%
	Motocicletas	1.50%
Residuos	Residuos sólidos municipales	4.48%
31,066 tCO ₂ e	Aguas residuales	2.55%
7.7%	Quema a cielo abierto	0.68%
AFOLU	Cambio de uso de suelo	17.36%
69,900 tCO ₂ e		
17.4%		

Con base en los resultados de emisiones obtenidos al 2018 para el municipio de San Cristóbal de Las Casas se generaron proyecciones para los años 2030 y 2050, las cuales permitirán comparar el incremento de emisiones durante el periodo estimado.

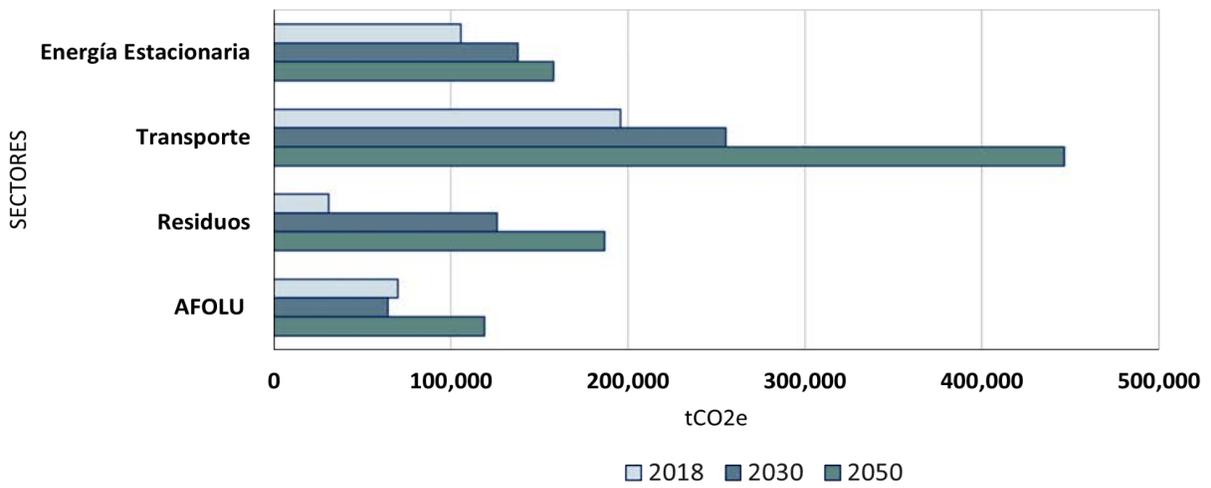
Este escenario tendencial es denominado "*Bussines As Usual*" (BAU, por sus siglas en inglés), ayuda a estimar la continuación de las tendencias actuales, por lo que se toma como referencia para proponer mejoras en los sectores que representan una fuente significativa de emisiones de GEI.

Durante el 2018 en San Cristóbal de Las Casas se emitieron más de 400 mil toneladas de CO₂e, mientras que en la proyección hecha bajo el escenario BAU ascienden a **583,560 toneladas de CO₂e**, en el 2030 y a **910,704 toneladas de CO₂e** en el 2050, lo que representa un aumento porcentual relativo de emisiones proyectado para el año 2030 del **45% y de 126%** para el 2050.

Proyección de Incremento en emisiones totales del 2018 al 2050. Fuente: elaboración propia.



Proyección de emisiones de GEI en San Cristóbal de Las Casas



Acciones Propuestas de Plan de Acción Climática

Acciones transversales de Mitigación y Adaptación

Las acciones de mitigación y adaptación (en conjunto) son **acciones transversales cuya implementación es esencial para el cumplimiento del resto de las acciones del Plan de Acciones Climática.**

Es importante mencionar que **muchas de las acciones propuestas**, particularmente las actividades de monitoreo y regulación **requieren de instituciones robustas para su correcta ejecución.** El fortalecimiento de las instituciones se llevará a cabo a través de incrementos presupuestarios y de personal, capacitaciones y el incremento de personal y recursos destinados a la vigilancia pública.

Acciones Transversales de Mitigación y Adaptación

Sector	Tipo	Acción	Metas al 2030
Transversal	Comunicación	Difundir y comunicar los resultados y metas del Plan de Acción Climática	<ul style="list-style-type: none"> • Crear el IMPLAN. • Crear el Consejo/Comité de seguimiento del PAC, dentro del IMPLAN. • Crear la página web y las redes sociales (Facebook y Youtube) para el Plan de Acción Climática, y sus futuras actualizaciones. • Realizar al menos tres talleres para difundir el PAC con la sociedad civil, incluyendo a las comunidades rurales. • Realizar al menos tres talleres anuales con las direcciones municipales sobre medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, en donde puedan reportar las acciones realizadas.
	Institucional	Fortalecer las instituciones municipales	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un plan de financiamiento del Plan de Acción Climática. • Aumentar el personal municipal en materia de vigilancia pública y administrativa en un 65%. • Realizar capacitaciones anuales al personal municipal.

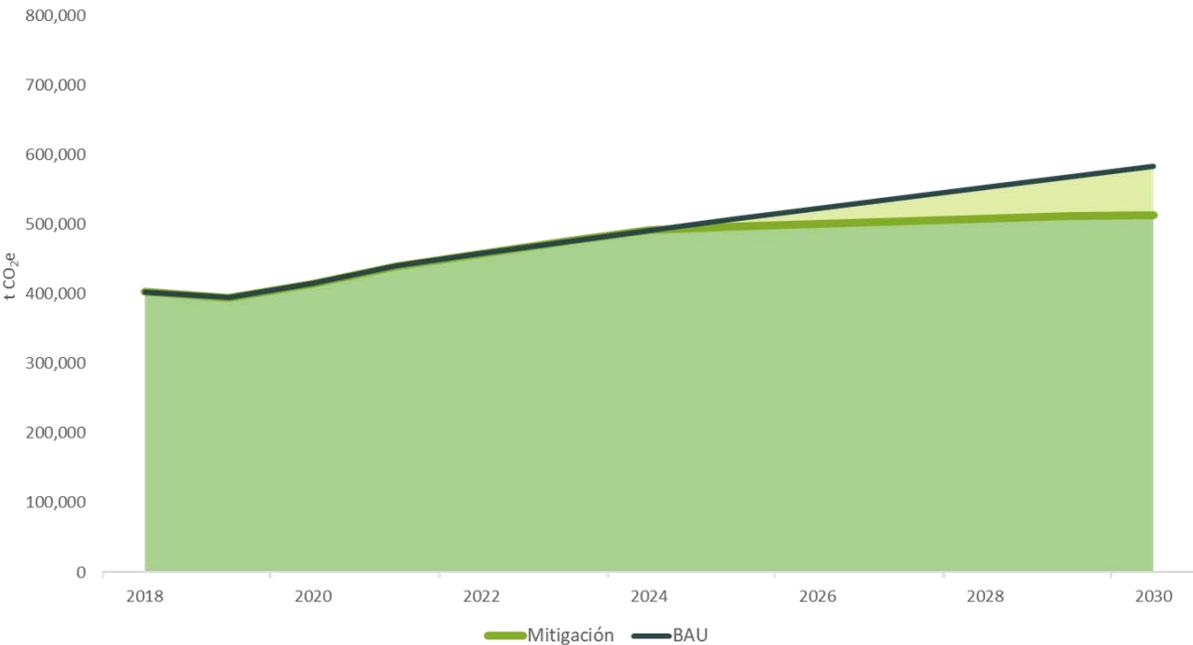
Mitigación

A pesar de que las emisiones per cápita actuales del municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentran por debajo de las emisiones per cápita de otras ciudades latinoamericanas es

importante recordar que el municipio sigue en crecimiento y si no se toman medidas para su reducción las emisiones de GEI aumentarían un 45% para el 2030 y 126% para el 2050 con respecto al 2018. Además, independientemente de su contribución al calentamiento global, San Cristóbal de Las Casas es vulnerable a los efectos del cambio climático por lo que es de suma importancia tener un alto nivel de ambición en la mitigación de emisiones.

Por lo tanto, el municipio se compromete a que en el 2030 las emisiones de GEI tendrán una reducción del 12.1% con respecto al Escenario BAU. Esto es equivalente a reducir **70,399 tCO₂e**.

Escenario de Mitigación vs BAU



Proyección de emisiones de tCO₂e. Fuente: elaboración propia.

		Emisiones tCO ₂ e (ton/año)		
Sector	Subsector	2018	2030 BAU	2030 Meta
Energía Estacionaria	Residencial	53,379	67,256	63,743
	Comercial	29,029	41,606	37,275
	Agropecuario	1,734	2,126	2,126
	Industrial	19,070	23,040	23,040
	Institucional	2,578	3,806	3,778

		105,790	137,834	129,961
Transporte	Por carretera	195,902	255,275	209,387
Residuos	Residuos sólidos	18,050	110,885	109,451
	Quema a cielo abierto	2,747	3,183	3,183
	Aguas residuales	10,269	12,109	11,323
		31,693	126,117	123,956
AFOLU	Cambio de uso de suelo	69,900	64,274	49,856
Total		402,657	583,560	513,160

Para lograr las metas planteadas el municipio implementará 8 acciones de mitigación de emisiones. Las acciones de Mitigación tienen como objetivo **reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas dentro de los límites municipales**. Las acciones están organizadas por sectores de generación: Energía Estacionaria, Transporte, Residuos, y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU). El **alcance temporal** de todas las metas planteadas es el **2030**.

Acciones de Mitigación

Sector	Tipo	Acción	Metas al 2030
Energía estacionaria	Eficiencia energética	Nuevos edificios eficientes <i>Mejorar el desempeño energético de las nuevas construcciones</i>	<ul style="list-style-type: none"> 100% de los comercios nuevos implementan medidas de eficiencia energética reduciendo 1/3 de la energía eléctrica consumida, a partir de la actualización del reglamento de construcción. 100% de las viviendas nuevas implementan medidas de eficiencia energética incluyendo: aislamiento, mejoras en la eficiencia de iluminación, electrodomésticos y sistemas de aire acondicionado, a partir de la actualización del reglamento de construcción.
		Reacondicionamiento de edificios <i>Mejorar el desempeño energético de edificios existentes</i>	<ul style="list-style-type: none"> 25% de los comercios existentes implementan medidas de eficiencia energética reduciendo 12% de la energía eléctrica consumida.
		Iluminación pública verde. <i>Mejorar la eficiencia energética en el alumbrado público</i>	<ul style="list-style-type: none"> 150 lámparas de alumbrado público solares instaladas anualmente.
Transporte	Gestión de Demanda	Ciudad activa y conectada <i>Mayor número de viajes en medios en transporte público y en medios no motorizados</i>	<ul style="list-style-type: none"> 6% de los viajes se realizan en medios no motorizados 35% de los viajes se realizan en transporte público

	Control de emisiones	Vehículos menos contaminantes <i>Programas de verificación y sanciones a transportes visiblemente contaminantes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 20% de los vehículos son verificados • 100% de los vehículos visiblemente contaminantes son sancionados
Residuos	Gestión de RSU	Ciudad limpia <i>Mejor gestión de residuos sólidos urbanos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de la planta recicladora de residuos. • 5% de la población participa en el programa de reciclaje de basura. • 5% de los participantes participan en el programa de separación de residuos orgánicos para compostaje y digestión anaeróbica. • 5% de los residuos orgánicos son tratados mediante un sistema de digestión anaeróbica.
	Aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • 456,426 m³/ anuales de agua residual a tratar.
AFOLU	Ordenamiento	Cuidar el bosque <i>Reducción de pérdida de cobertura forestal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la tasa de deforestación anual municipal en máximo 0.25% • Reforestar 100 ha anuales

Adaptación

Las acciones de adaptación tienen como objetivo **reducir o evitar los impactos negativos actuales y esperados del cambio climático.**

En base a los resultados obtenidos en el Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades climáticas, la meta de adaptación municipal es incrementar la resiliencia climática de la población, infraestructura y los ecosistemas de San Cristóbal de Las Casas. Las acciones de adaptación atenderán los diversos riesgos identificados para el municipio a través de medidas de educación, infraestructura, ordenamiento territorial, capacidad de respuesta a desastres, e instrumentos financieros, Además, será de vital importancia mejorar e incrementar la comunicación por parte del ayuntamiento a la población sobre el cambio climático.

Acciones de Adaptación

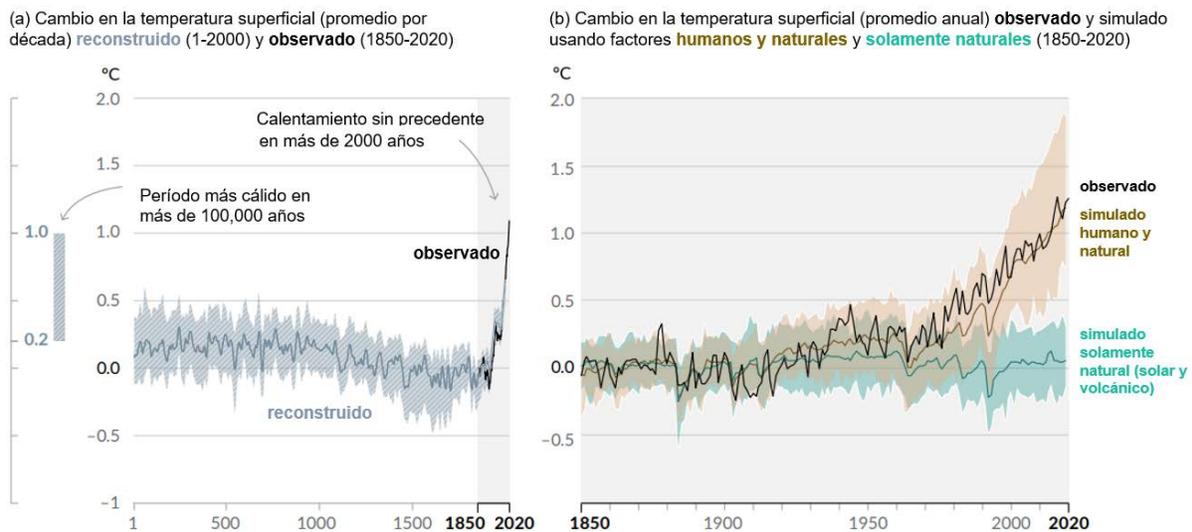
Sector	Tipo	Acción	Metas al 2030
	Educación	Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático para facilitar la toma de decisiones y la implementación de medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar y publicar cada dos años el Atlas de Riesgo Municipal • Publicar convocatorias sobre modelos de negocio sustentable y oportunidades de financiamiento en el sitio web del Plan de Acción Climática. • Realizar al menos tres campañas de comunicación sobre el cambio climático. Dos de ellas, enfocadas en comunidades rurales. • Desarrollar anualmente al menos un taller participativo en donde el Ayuntamiento, Protección Civil, academia y sociedad civil puedan compartir conocimiento sobre los impactos del cambio climático en San Cristóbal de Las Casas.
Inundación Olas de Calor Sequia Deslaves	Infraestructura	Promover la infraestructura resiliente que aumenta la capacidad adaptativa ante la precipitación extrema y el confort térmico	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitar el 100% del sistema de drenaje municipal. • Tratar anualmente 456,426 m3 de aguas residuales. • Capacitar al 100% de los comités de protección de cada colonia sobre riesgos climáticos e infraestructura resiliente. • Incrementar a 20% el requerimiento de área permeable en el reglamento de construcción. • Pavimentar el 100% de las nuevas calles con pavimento permeable, a partir de la actualización del reglamento de construcción (a no ser que resulte técnicamente inviable). • Implementar drenes pluviales con capacidad de infiltración en el 10% de las vialidades. • Proporcionar sombra en el 20% de las vialidades y camellones, a través de un programa de forestación. • Implementar 20 jardines de recolección de lluvia.
Inundación	Ordenamiento	Incrementar la protección y resiliencia de los ríos	<ul style="list-style-type: none"> • Notificar y asesorar sobre riesgos climáticos al 100% de las viviendas asentadas en márgenes de ríos. En su caso, aplicar las sanciones correspondientes con CONAGUA. • Implementar al menos un Eco-parque lineal.
Inundación Sequia	Educación	Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua en la ciudad y la importancia de la participación ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una campaña de sensibilización para incentivar la participación ciudadana en la prevención de inundaciones. • Implementar un sistema de recolección de agua pluvial en el 5% de las viviendas.
	Ordenamiento	Proteger y fortalecer los Humedales municipales	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una campaña anual de limpieza comunitaria. • Evitar el cambio de uso de suelo en humedales. • Restaurar 50 hectáreas en los Humedales de Montaña. • Crear un plan de manejo de las áreas naturales protegidas, humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia.
Inundación Deslave	Capacidad de respuesta y prevención de desastres	Ampliar el sistema de alerta temprana y garantizar el acceso de información al público sobre riesgos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar anualmente a los comités de protección sobre riesgos climáticos. • 100% de la población tiene acceso al protocolo de evacuación ante amenazas de deslaves y/o inundaciones ocasionadas por altas precipitaciones.

			<ul style="list-style-type: none"> • 80% de la población tiene acceso al sistema de alerta temprana.
Inundación Sequia Deslaves	Ordenamiento	Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial para la conservación de ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la tasa de deforestación anual municipal en máximo 0.25%. • Reforestar 100 hectáreas anualmente. • Reforestar al menos 15% de hectáreas en zonas con riesgo de deslizamiento de laderas. • Producir 100,000 árboles endémicos anualmente, en el vivero municipal.
Incendios	Educación	Fortalecer programa de prevención y manejo de incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer y difundir la Estrategia Municipal Contra Incendios. • Implementar al menos 10 capacitaciones en materia de riesgos y agricultura sostenible. • Desarrollar 50 programas comunitarios de prevención y contención de incendios. • Dar mantenimiento al 100% de las brechas y zanjas cortafuego.

Introducción

El cambio climático es uno de los principales desafíos a las que los gobiernos, comunidades e individuos nos enfrentamos. De acuerdo con el sexto informe del Panel Intergubernamental de expertos sobre cambio climático, se han producido cambios generalizados y rápidos en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera. La influencia humana ha sido responsable del calentamiento en la atmósfera, el océano y la tierra a una velocidad sin precedentes en los últimos 2000 años (IPCC, 2021b).

Figura 1: Historia de los cambios globales en temperaturas y causas por el reciente calentamiento (IPCC, 2021b)



El calentamiento global ya es responsable de muchas afectaciones al clima a nivel global. Esto se ha manifestado a través de fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor, altas precipitaciones, sequías y ciclones tropicales.

El calentamiento global está directamente relacionado a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Los gases de efecto invernadero son componentes gaseosos de la atmósfera que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda emitidas por la superficie de la Tierra. Sin el efecto invernadero la temperatura promedio de la tierra sería de -18°C.

Algunos procesos antropogénicos, como la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo, han incrementado drásticamente la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y por lo tanto han contribuido al calentamiento global. El Acuerdo de París tiene como uno de sus objetivos **“mantener el aumento de temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de temperatura a 1.5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.”** (UNFCCC, 2015)

De acuerdo con los escenarios presentados en el sexto informe del Panel Intergubernamental de expertos sobre cambio climático, para lograr los objetivos del Acuerdo de París y mantener el aumento de temperatura por debajo de los 2°C es necesario reducir las emisiones de dióxido de carbono a 0 para el 2075.

Para mantener el aumento de temperatura por debajo de los 1.5°C se necesitaría llegar a la neutralidad de carbono aproximadamente en el 2050.

Figura 2: Cambio de temperatura global de la superficie. Aumento relativo al periodo 1850-1900 (IPCC, 2022)

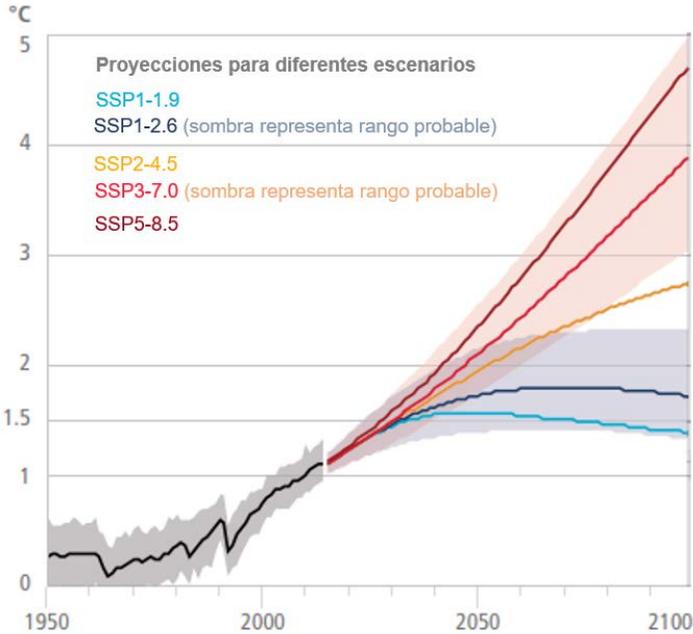
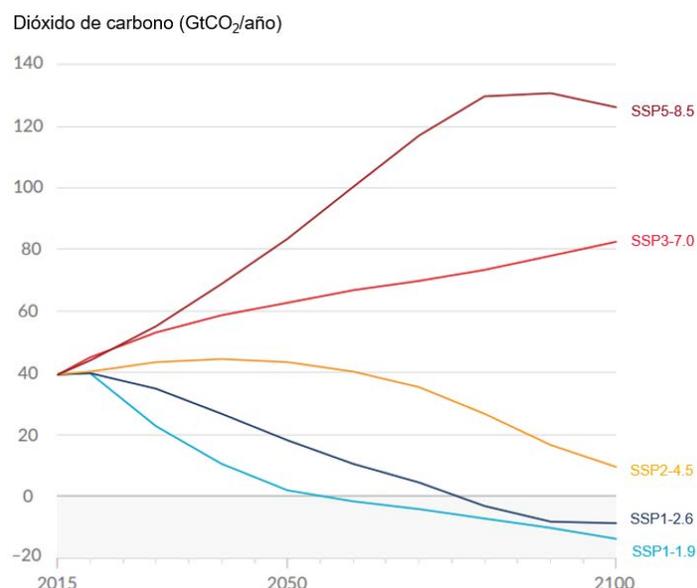


Figura 3: Emisiones futuras anuales de CO₂ en cinco escenarios (IPCC, 2021b)



Dado que los efectos del cambio climático ya están teniendo afectaciones en los sistemas naturales, económicos y sociales es necesario no solamente reducir las emisiones de GEI sino también implementar estrategias de adaptación al cambio climático.

La ubicación geográfica de San Cristóbal de Las Casas lo hace particularmente vulnerable a las precipitaciones extremas. De igual manera aproximadamente el 9.3% de la población económica activa del municipio se encuentra en el sector primario, por lo que afectaciones a ecosistemas como sequías, erosión de suelo y temperaturas extremas tendrían afectaciones no solo físicas sino económicas. Si bien es cierto que las emisiones de GEI per cápita municipales se encuentran por debajo del promedio nacional, el municipio tiene una responsabilidad compartida con sus ciudadanos de reducir las emisiones de GEI y los impactos adversos del cambio climático.

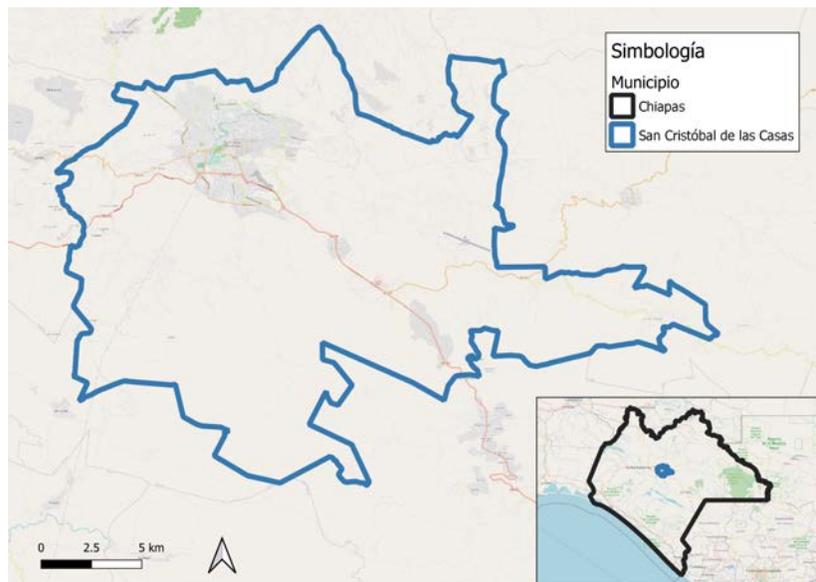
El presente documento de Propuesta de Plan de Acción Climática Municipal plantea acciones priorizadas de mitigación y adaptación cuya implementación contribuirá a la reducción de emisiones de GEI e incrementará la resiliencia climática de San Cristóbal de Las Casas. Las acciones están alineadas a los compromisos y estrategias estatales y nacionales para combatir el cambio climático y a los resultados de los diagnósticos incluidos en este documento.

Caracterización del municipio

Contexto Físico

El municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentra dentro del Estado de Chiapas y forma parte de los 132 pueblos mágicos de México¹. Se ubica en la región fisiográfica de los Altos de Chiapas, situado a 2,113 metros sobre el nivel del mar. Al estar localizado en la región fisiográfica de los Altos de Chiapas, dos tercios de su superficie es montañosa; el resto lo ocupa un extenso valle. Se localiza en las coordenadas geográficas de 16° 44' Norte y 92° 38' Oeste (INAFED, s.f.).

Figura 4: Ubicación del municipio de San Cristóbal de Las Casas en el Estado de Chiapas. (INAFED, s.f.)



La topografía de los Altos de Chiapas es montañosa con valles de origen kárstico (INAFED 1987, s.f.). Se reconocen 31 asociaciones edáficas, sin embargo, los tipos de suelo

¹ El Programa de Pueblos Mágicos comenzó en el 2001 por iniciativa de la Secretaría de Turismo (SECTUR). Un Pueblo Mágico es una localidad que tiene atributos simbólicos, leyendas, historia, hechos trascendentes, con manifestaciones socio-culturales. Tienen el objetivo de lograr un mayor desarrollo económico local, generar empleo y mejorar el nivel de bienestar comunitario. Los pueblos mágicos se establecen por los Lineamientos Generales para la Incorporación y Permanencia al Programa Pueblos Mágicos.

predominantes son Rendzina, Acrisol y Litosol, los cuales cubren más del 50% del territorio (INAFED, s.f.).

San Cristóbal de Las Casas cuenta con una extensión territorial de 484 km² que representa el 12.83% de la superficie de la región Altos y el 0.63% de la superficie del estado de Chiapas (H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2022; INAFED, s.f.). Está conformada por 98 localidades², de las cuales las principales son La Candelaria, San Antonio del Monte, Mitzitón, San José Yashitinín, El Pinar, Buenavista, Pedernal, Corazón de María, Zacualpa Ecatepec y San Cristóbal de Las Casas; la cual funge el papel de cabecera municipal. El 14.99% del total de los habitantes de San Cristóbal de Las Casas habita en zonas rurales, mientras que el 85.01% habita en la cabecera municipal, que es la zona urbana.

El clima del municipio es templado subhúmedo con lluvias en verano. El clima predominante es templado húmedo en la mayor parte del territorio, así como semicálido húmedo a subhúmedo en la parte suroeste del municipio (INAFED, s.f.). Durante los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio son de 6°C a 18°C mientras que las máximas promedio son de 21°C a 30°C. Los meses de noviembre a abril son un poco más fríos con temperaturas mínimas promedio de 3°C a 15°C y temperaturas máximas de 15°C a 30°C (CEDES, 2021). Durante los meses más húmedos de mayo a octubre, la precipitación media oscila entre los 1,000 mm a 1,400 mm. En cambio, durante los meses de noviembre a abril la precipitación media es de 75 mm a 400 mm (CEDES, 2021).

San Cristóbal de Las Casas forma parte de la Cuenca hidrográfica del Valle de Jovel. Las principales corrientes del municipio son los ríos Amarillo y Fogótico y los arroyos Chamula, Peje de Oro y Ojo de Agua (INAFED, s.f.). Podemos encontrar dentro del municipio vegetación característica de bosques de clima templado-frío, como coníferas, pinos, pino-encino, encino-pino y encinos; a través de las diferentes variantes de los bosques mesófilos de montaña (SEMARNAT, 2020b).

Por otra parte, se han registrado 368 especies de vertebrados endémicos en el municipio. Según la NOM-059-Semarnat-2010, estos se dividen en: 3 especies de peces, anfibios 16 reptiles, 242 aves, y 45 especies de mamíferos (SEMARNAT, 2020b).

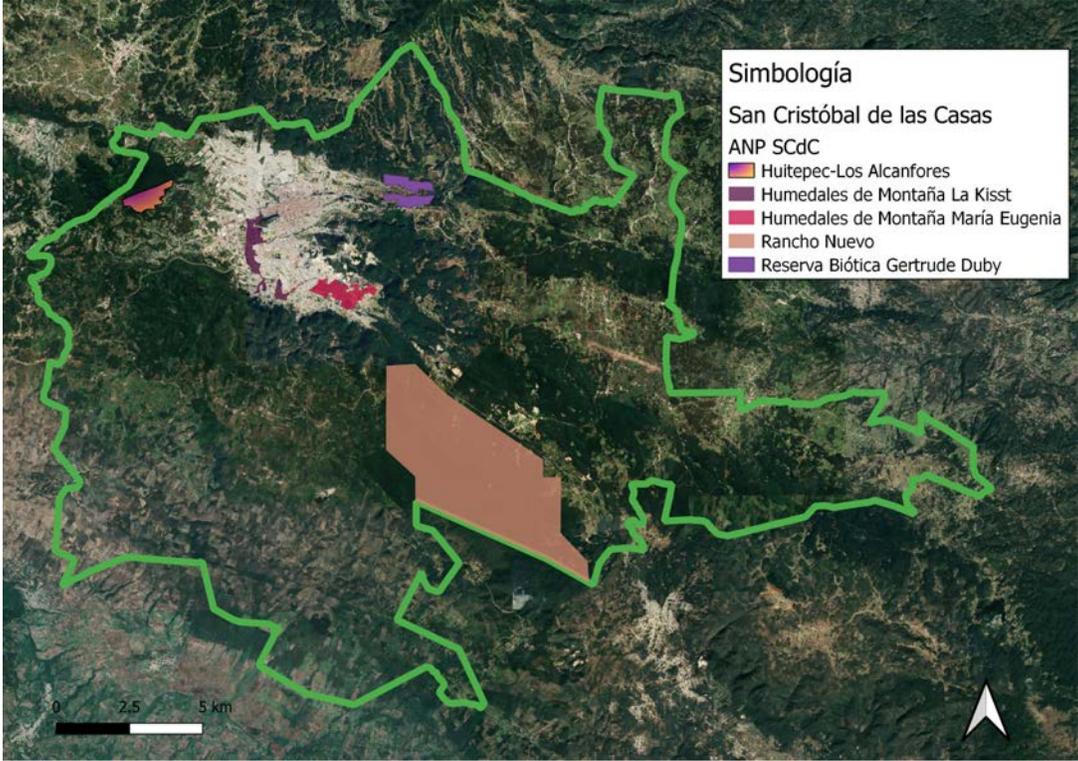
Áreas Naturales Protegidas y sitios RAMSAR

El estado de Chiapas cuenta con 22 áreas protegidas de tipo federal y 28 estatales. Específicamente en el municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentran 5 Áreas

² Ver anexo A: Localidades y población del municipio de San Cristóbal de Las Casas

Naturales Protegidas Estatales, las Zonas Sujetas a Conservación Ecológica: Gertrude Duby, Humedales de Montaña la Kisst, Humedales de Montaña María Eugenia, Huitepec Los Alcanfores y Rancho Nuevo. Además, está en proceso la creación de una nueva Área Natural protegida en el cerro de Santa Cruz (SEMARNAT, 2020b).

Figura 5: Mapa del municipio de San Cristóbal de Las Casas donde se muestran las cinco Áreas protegidas. (Gobierno del Estado de Chiapas, 2022)



Los humedales de montaña La Kisst y María Eugenia conforman un sistema de 232 hectáreas, de las cuales 75 hectáreas han sido modificadas con diferentes niveles de impacto. Los humedales de montaña son de los ecosistemas más sobresalientes en el municipio por su rareza y gran fragilidad; además de que son ecosistemas de suma importancia ecológica por los servicios naturales que brindan al municipio y están reconocidos como sitios Ramsar, con reconocimiento de su importancia a nivel internacional (SEMARNAT, 2020a).

En el 2022, la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) emitió la recomendación No. 18/2022 sobre las violaciones a los derechos humanos al medio ambiente sano, agua y saneamiento y vivienda adecuada, por la invasión, desmonte y relleno de las Áreas Naturales Protegidas estatales y sitios Ramsar humedales de montaña “La Kisst” y “María Eugenia”, en

agravio de los habitantes de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2022), donde se especifica el notable deterioro que presentan “La Kisst” y “María Eugenia” ante el crecimiento urbano y las insuficientes medidas administrativas para detener las afectaciones, que suponen incumplimientos al derecho humano al medio ambiente sano y afectaciones a las personas usuarias de los servicios ambientales e incluso las generaciones presentes y futuras.

En la “La Kisst” y “María Eugenia” existen, al menos 14 títulos de concesión o asignación para uso, aprovechamiento o explotación de aguas nacionales extraídas en dichos ecosistemas, un importante volumen es destinado al abastecimiento de la población de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, a través de la red de agua potable operada por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (SAPAM), sin embargo se carece de certeza del total de recursos extraídos y de información de los volúmenes que ese operador aprovecha dentro de esos ecosistemas (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2022).

Se observó un importante número de descargas residuales en los humedales, provenientes de la red de drenaje del SAPAM y de usuarios particulares, sin acreditarse que estén respaldadas por los permisos necesarios ni que cumplan las especificaciones de calidad y valores permisibles. De ahí que causa riesgos e impactos por contaminación en los cuerpos de agua, que también incide en la flora y fauna, ocasionando un desequilibrio ecológico del sitio, así como en la salud pública (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2022).

Al constituir en áreas de inundación dentro del municipio de San Cristóbal de Las Casas, se deben de tomar en cuenta las inundaciones como consecuencia del asentamiento urbano dentro del área de los humedales, con registro histórico por lo menos desde 1592 (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2022). Por lo tanto, la protección y conservación de los humedales es prioritario para reducir la vulnerabilidad climática del municipio.

Contexto socioeconómico

El municipio destaca por ser el mayor centro urbano de la región de Los Altos de Chiapas y el tercero más poblado en el Estado de Chiapas, detrás de Tuxtla Gutiérrez (la capital del estado) y Tapachula. Actualmente es una de las principales localidades turísticas del estado. Cuenta con una presencia étnica muy fuerte y una rica tradición colonial que lo mantienen como uno de los destinos favoritos del turismo extranjero, la cual es una de sus principales actividades económicas (SECTUR, 2019). Su edificación siguió un proceso similar al de otras ciudades coloniales que se crearon en el territorio novohispano. En primer término, se trazó la plaza principal, y a los alrededores de esta se designaron los lugares que ocuparían las construcciones más importantes.

Población

De acuerdo con el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a nivel nacional, en 2020, la población registrada en el municipio de San Cristóbal de Las Casas fue de 215,874 ,47.2% hombres y 52.8% mujeres (GAIA INEGI, 2020). El estrato más grande de la población se concentra en el rango de edad de 5 a 9 años tanto para hombres como para mujeres (englobando al 4.7% y 4.8% de la población del municipio). Según las proyecciones poblacionales de CONAPO se espera que en el 2030 la población incremente un 18% con respecto al 2020 con 43,462 habitantes (CONAPO, 2019). Esto equivale a una tasa de crecimiento anual promedio del 1.8%.

El 25.8% de la población total municipal (aproximadamente 44,949 habitantes), se identifican como indígenas y pertenecen a alguna de las etnias (tsotsil, tseltal y chol) presentes en el municipio (GAIA INEGI, 2020).

Economía

El crecimiento económico de San Cristóbal de Las Casas ha sido irregular. Según datos del Censo Económico del INEGI, la producción bruta total del 2018 fue de 11,428 millones de pesos, lo que representa un aumento de 161% con respecto al 2013. A pesar de este incremento, la producción bruta municipal sigue un 56% por debajo del valor del 2008 (INEGI, 2019).

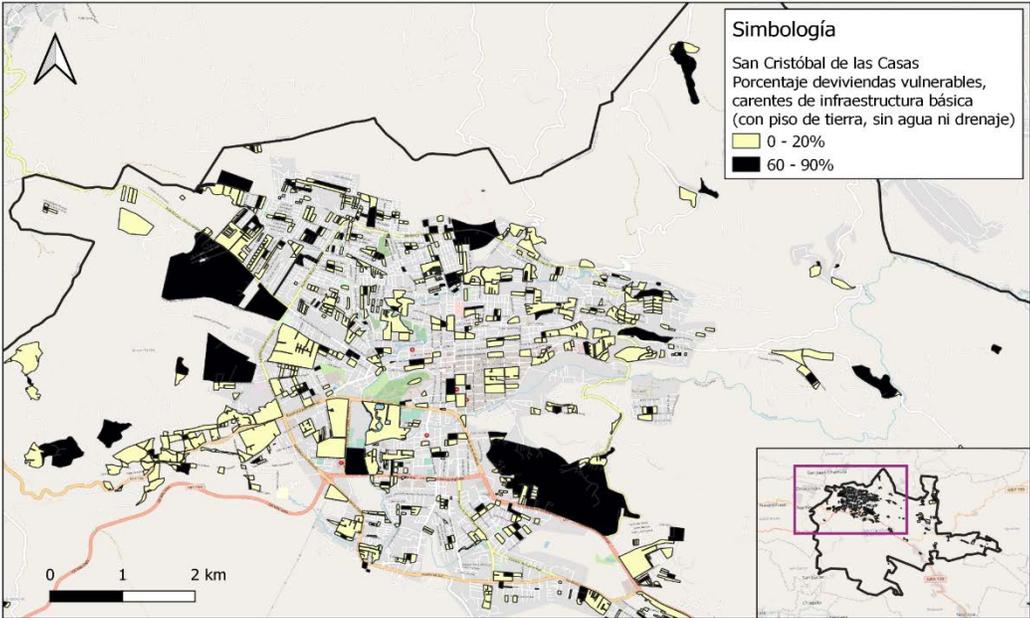
Las principales actividades económicas en la zona urbana de San Cristóbal de Las Casas son el turismo, procesamiento de materias primas, prestación de servicios y comercio (Casas, 2016; SEMARNAT, 2020b). En cambio, las principales actividades económicas de la zona rural son la agricultura (maíz en pequeña escala, papa, repollo, haba, calabacita, ejote, etc.), la ovinocultura y silvicultura (principalmente en coníferas y especies latifoliadas) (SEMARNAT, 2020b).

Vulnerabilidad Social

En el 2020 se reportó que el 25% del porcentaje total de la población se encontraba en condiciones de pobreza extrema, mientras que el 41.1% se encontraba en condiciones de pobreza moderada. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 19%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 4.05%. Las principales carencias sociales de San Cristóbal de Las Casas en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación (CEIEG Chiapas, 2008; INAFED, 1987). De acuerdo con el censo del 2020, poco más de la mitad de la población municipal (55.1%) cuenta con una afiliación a algún servicio de salud (SNIM, 2020). A pesar de que el 91% de la población de 15 años o más está alfabetizada la

escolaridad promedio es de 9.4 grados (GAIA INEGI, 2020). En el 2020, el 5.2% (11.1 mil personas) de la población en San Cristóbal de Las Casas no tenía acceso a sistemas de alcantarillado, 5.8% (12,400 personas) no contaba con red de suministro de agua, 0.8% (1.72k personas) no tenía baño y 0.5% (1.06 mil personas) no cuenta con acceso a energía eléctrica. En la cabecera municipal, la población más vulnerable se encuentra principalmente en las zonas perimetrales de la ciudad.

Figura 6: Porcentaje de la población por manzanas en el municipio de San Cristóbal de Las Casas que vive en condiciones vulnerables de vivienda (Viviendas con piso de tierra, sin acceso a drenaje y/o suministro de agua). (DataMéxico, 2020).



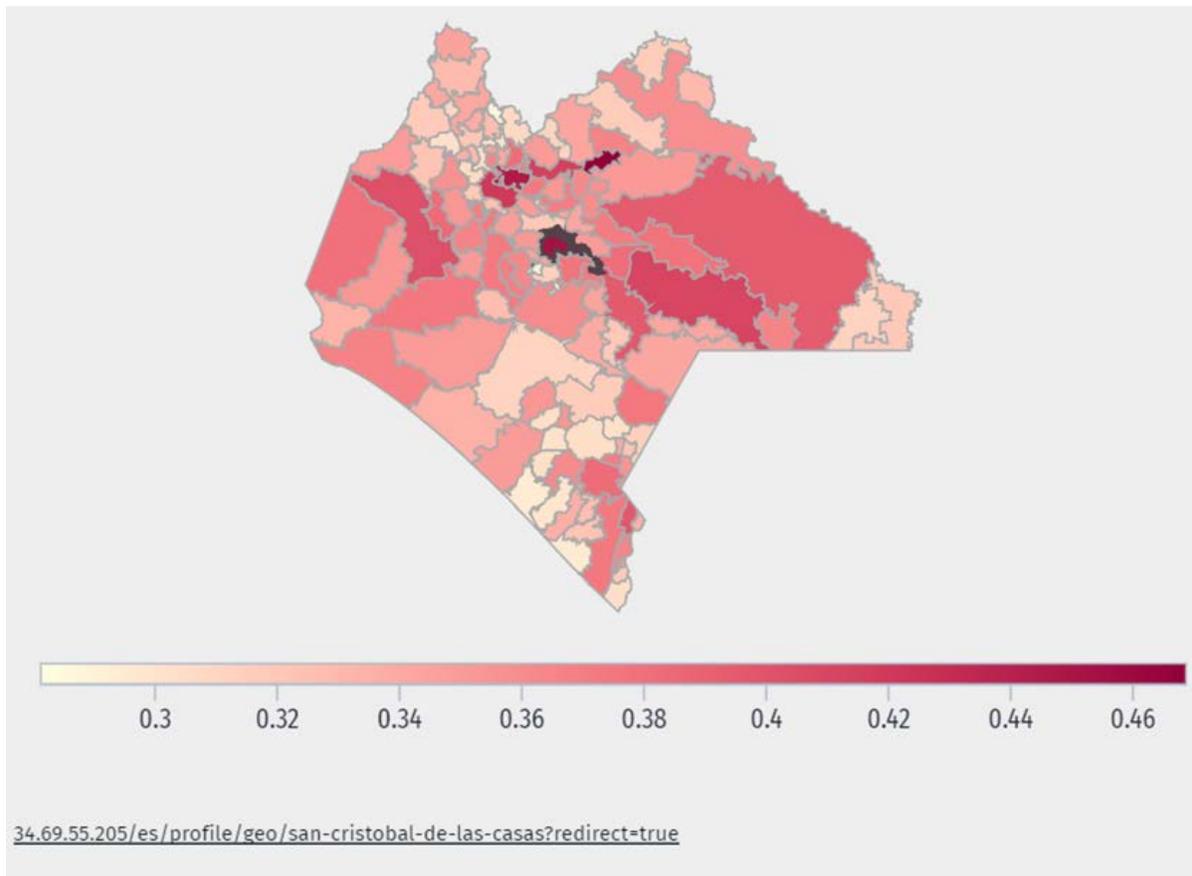
Equidad

De acuerdo con datos recabados por el CONEVAL en cuanto a un rubro de equidad social, el índice GINI³ en el municipio fue de 0.453 en el año 2020. (DataMéxico, 2020).

En 2020, en Chiapas, los municipios con mayor desigualdad social fueron: Yajalón (0.469), San Cristóbal de Las Casas (0.453), Jitotol (0.445), Bochil (0.420) y Simojovel (0.414).

³ El índice de Gini es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes de una región y la inequidad entre estos. El índice es un número entre 0 y 1 en donde 0 representa perfecta igualdad (toda la población tiene los mismos ingresos) y 1 representa perfecta desigualdad (solo una persona tiene todos los ingresos)

Figura 7: Desigualdad social según índice GINI en los municipios de Chiapas en el 2020.
(DataMéxico, 2020)



Especies emblemáticas de la región de San Cristóbal de Las Casas

La urbanización frecuentemente es una de las razones de la disminución de diversidad biológica en las ciudades, ya que conduce a cambios estructurales como calles y avenidas, edificios y otras obras de infraestructura para la población humana, que son desarrolladas en detrimento del ambiente natural. Especialmente sobre la comunidad de aves, se ha observado un impacto de la urbanización en cuanto a la disminución en la riqueza y cambios en la composición de especies en respuesta al incremento de la urbanización (Diario de Chiapas, 2021; Merino García, 2017).

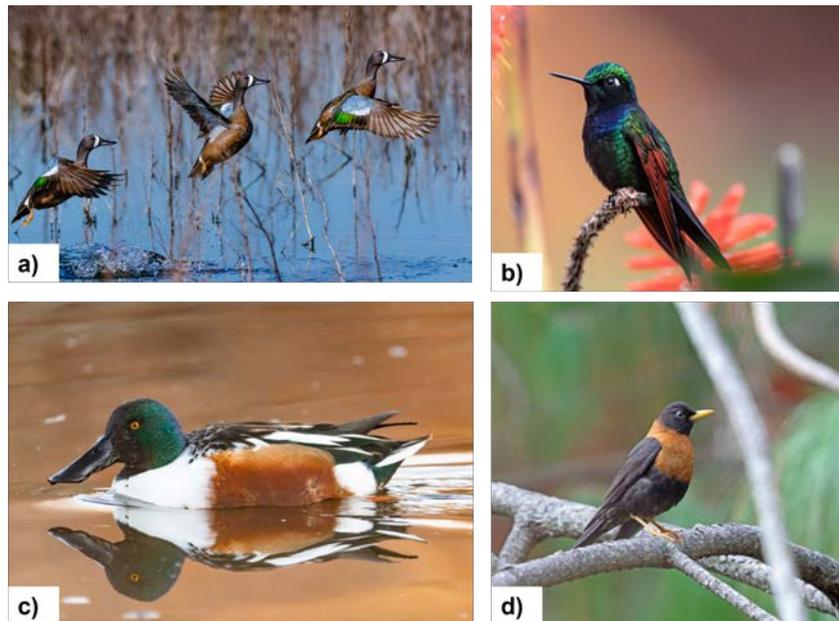
Sin embargo, las áreas verdes en las ciudades se han considerado elementos importantes para la conservación de la avifauna; dentro del municipio de San Cristóbal de Las Casas se ha podido observar una población importante de aves migratorias que visitan el municipio, identificándose un total de 74 especies de aves de las cuales 46 fueron residentes y 28 migratorias. Destacando entre ellas la Cerceta aliazul (*Spatula discors*) y el Pato cucharón

(*Spatula clypeata*), ambas catalogadas como “Preocupación menor” a nivel nacional en la NOM-059-SEMARNAT y a nivel internacional por la Lista Roja de la IUCN (*Cerceta aliazul* - *eBird*, 2021; IUCN, 2020).

Por otra parte, como especies emblemáticas de la región y catalogadas como especies “amenazadas” a nivel nacional por la NOM-059-SEMARNAT, son el colibrí multicolor (*Lamprolaima rhami*), emblemático de la región y el Mirlo cuello canela (*Turdus rufitorques*), los cuales si bien tienen una distribución mucho menor al de aves migratorias como la Cerceta aliazul, también son parte importante de la avifauna característica de la zona Sur del país (*The IUCN Red List of Threatened Species, s/f; Zorzal cuellirrufo* - *eBird*, 2021). Todas estas especies son emblemáticas de la región y se han observado avistamientos de ellas principalmente en la región de los Humedales María Eugenia y La Kisst (Diario de Chiapas, 2021).

Figura 8: Aves emblemáticas del municipio de San Cristóbal de Las Casas. (NaturaLista México, 2020)

a) Cerceta aliazul (*Spatula discors*); **b)** Colibrí multicolor (*Lamprolaima rhami*); **c)** Pato cucharón (*Spatula clypeata*); **d)** Mirlo cuello canela (*Turdus rufitorques*).



Marco institucional y jurídico

Estructura administrativa

De acuerdo con el artículo 115 de la Constitución Mexicana, el ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas cuenta con plena autonomía y facultades para aprobar reglamentos y disposiciones administrativas dentro de sus jurisdicciones con el fin de organizar la administración pública municipal y regulen los procedimientos y servicios públicos de su competencia. Los cuales se muestran a continuación.

- Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales
- Alumbrado público
- Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos
- Mercados y centrales de abasto
- Panteones
- Rastro
- Calles, parques y jardines y su equipamiento
- Seguridad pública
- Policía preventiva municipal y de tránsito

De igual manera los municipios de México tienen las facultades de formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, participar en la creación de reservas territoriales, vigilar y autorizar el uso de suelo en el ámbito de su competencia, intervenir en la regulación de la tenencia de tierra, otorgar permisos de construcciones, intervenir en la formulación de programas de transporte público.

El ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas está conformado por 49 áreas, constituidas por Direcciones, Coordinaciones y Departamentos.

Marco Legal de la Acción Climática

El cambio climático es una emergencia global que va más allá de las fronteras nacionales. Es un tema que requiere cooperación internacional y soluciones coordinadas en todos los niveles de gobierno. Por lo tanto, el marco legal de la acción climática considera los compromisos internacionales de México, la constitución mexicana y leyes federales en materia ambiental, leyes estatales y finalmente las leyes y reglamentos municipales.

Compromisos Internacionales

México forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático por lo que está comprometido a implementar programas nacionales de cambio climático. De igual manera al firmar el Acuerdo de París México debe de presentar de manera periódica sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). En la última actualización de sus NDC México se comprometió de manera no condicionada a reducir el 22% de las emisiones de GEI y 51% las emisiones de carbono negro al año 2030 respecto al escenario tendencial (BAU). Estas metas incrementan a una reducción del 36% de las emisiones GEI y 70% de las emisiones de carbono negro condicionadas al apoyo de instrumentos financieros, técnicos, tecnológicos por parte de la cooperación internacional (Gobierno de México & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). En cuanto a adaptación al cambio climático, México se compromete a reducir la vulnerabilidad del país ante los impactos del cambio climático a través de cinco ejes y 27 líneas de acción. Los cinco ejes son : (a) Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio, (b) sistemas productivos resilientes y seguridad alimentaria, conservación, (c.) restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, (d) gestión integral de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático, (e) protección de infraestructura estratégica y patrimonio cultural tangible (Gobierno de México & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

Al mismo tiempo en la estrategia nacional para la puesta en marcha de la agenda 2030, México asumió la Agenda 2030 como un Compromiso del Estado y se comprometió a incorporar la Agenda 2030 en la planeación nacional incorporando los principios del Desarrollo Sostenible en la Ley de Planeación (México Agenda 2030, 2018).

Figura 10: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015)



Marco Legal Nacional del Plan de Acción Climática

A nivel nacional la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo por lo que las autoridades tienen la obligación de garantizar ese derecho. La Tabla 1 muestra las principales leyes mexicanas con enfoque climático y/o ambiental en diferentes niveles de gobierno (para más información ver Anexo D).

Cuadro 1: Principales leyes mexicanas con enfoque climático

Federal	Estatal	Municipal
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Ley para la Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas.	Reglamento de Protección Ambiental del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas
La Ley General de Cambio Climático	Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas	Reglamento Municipal de Protección Civil

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Chiapas, 2018-2027	Plan Municipal de Desarrollo de San Cristóbal de Las Casas
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Chiapas	
Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía	Ley Ambiental para el Estado de Chiapas	
Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	Ley que Establece las Bases Normativas para la Expedición de los Reglamentos de Construcción en el Estado de Chiapas	
Ley General de Protección Civil		
Ley de Planeación		

Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas

El riesgo es la posibilidad de sufrir efectos adversos en el futuro, a partir de los distintos tipos de clima, la distribución de los recursos naturales, la infraestructura instalada, el desarrollo económico y la concentración demográfica. Las características de los peligros climáticos y los niveles de riesgo serán los factores que determinarán los impactos climáticos potenciales. La evaluación del riesgo es el proceso mediante el cual se sistematiza la información relativa a las amenazas, exposición y vulnerabilidad. El análisis del riesgo implica determinar la probabilidad, magnitud e incertidumbres asociadas a la ocurrencia de determinados eventos futuros. Por lo tanto, el análisis de riesgo incluye tanto su evaluación, como la identificación y comparación de alternativas para su gestión (Willows & Connell, 2003 a partir de Rivas Calvete (Rivas Calvete et al., 2021)).

Con el objetivo de estar orientados a encontrar soluciones, se realizó un diagnóstico a fin de facilitar el reconocimiento de las condiciones actuales de vulnerabilidad y riesgo, el cual sirvió como punto de partida para definir los objetivos y metas de adaptación, así como para el diseño y priorización de las medidas de adaptación ante el cambio climático (Rivas Calvete et al., 2021).

Riesgos Climáticos

Riesgo por ondas gélidas

Para este análisis se utilizó información de la base de datos climatológica nacional (Sistema CLICOM-CICESE) (CICESE, 2015), de donde se obtuvieron los datos de temperatura mínima correspondientes a la estación de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.



Figura 11: Imagen satelital ubicación de la estación meteorológica de San Cristóbal de Las Casas (7144) SMN. (SMN, 2015)

Para el cálculo de los períodos de retorno de ondas gélidas se realizó la proyección a 2, 5, 10, 50 y 100 años, empleando la distribución de Gumbel, la cual se utiliza para modelar la distribución de valores extremos (Poblete & Vera, 2019; Vázquez & Ortiz, 2005).

Cuadro 2: Proyección del periodo de retorno de temperaturas mínimas en San Cristóbal de Las Casas y los registros para los parámetros utilizados en la distribución de Gumbel.

Periodo de Retorno (años)	Temperatura (°C)
2	3.19
5	1.41
10	0.2
50	-2.37
100	-3.47

Con base en los datos del cuadro 6, se puede observar que el riesgo de temperaturas mínimas extremas en San Cristóbal de Las Casas es bajo ya que el periodo de retorno para temperaturas mínimas menores a los -2.5°C es mayor a 50 años.

Riesgo por sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Este fenómeno se presenta cada vez con mayor frecuencia y es considerado uno de los fenómenos naturales que más daños económicos causan a nivel mundial. Algunos ejemplos de los impactos económicos son las grandes hectáreas de cultivos que se pierden por las sequías y numerosas cabezas de ganado que mueren durante las mismas (CEDES, 2021).

Para monitorear el estado actual y la evolución de la sequía en México, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se apoya en el Monitor de Sequía en México (MSM) que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte [59]. El MSM se basa en la obtención e interpretación de diversos indicadores de sequía, como el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) el cual cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación, y

la Anomalía de Lluvia en Porcentaje de lo Normal, entre otros. De acuerdo con la escala de intensidades de las olas de sequía, el MSM las clasifica en: anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1), sequía severa (D2), sequía extrema (D3), y sequía excepcional (D4) (CONAGUA, s.f.; SMN - CONAGUA, 2022).

Cuadro 3: Clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo con el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), retomada dentro del Monitor de Sequía en México (MSM). (CONAGUA, s.f.)

Categorías de Sequía	
Anormalmente Seco (D0)	<p>Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía.</p> <ul style="list-style-type: none"> Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
Sequía Moderada (D1)	<p>Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.</p>
Sequía Severa (D2)	<p>Probables pérdidas en cultivos o pastos y alto riesgo de incendios. Es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.</p>
Sequía Extrema (D3)	<p>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.</p>
Sequía Excepcional (D4)	<p>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.</p>

De acuerdo con datos oficiales del Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 de San Cristóbal de Las Casas, en el municipio se han identificado 3 periodos importantes de sequía, con datos recolectados de la estación meteorológica “La Cabaña” (#7087). El más importante

de ellos fue el periodo comprendido entre 1987 a 1995 donde se alcanzó una sequía de categoría D3 "Extremadamente seca".

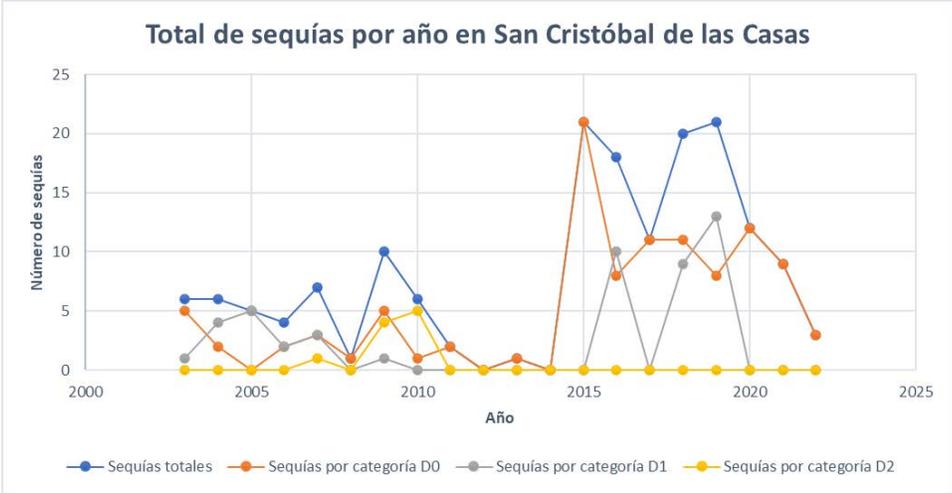
Más recientemente, a lo largo de los últimos 19 años se han contabilizado un total de 163 eventos de sequías. Del 2003 al 2021, se han presentado eventos de sequía en todos los años a excepción del 2012 y 2014. Los años con mayor presencia de sequías han sido el 2015 y 2019 con 21 sequías, seguidos por el 2018 con 20 eventos de sequía y el 2016 con 18 eventos de sequía a lo largo del año (SMN - CONAGUA, 2022).

El 64.4% de las sequías reportadas pertenecen a la categoría D0 "Anormalmente seco". El 2015 fue el año con mayor número de sequías categoría D0, con un total de 21 sequías en el año. Seguido de los años 2020 y 2018 con 12 y 11 sequías respectivamente.

En cuanto a las sequías categoría D1 "Sequía moderada", en el municipio, se han presentado en total 48 sequías de este tipo del 2003 al 2022, con un máximo de 13 sequías por año durante el 2019, y 10 sequías por año en el 2016.

La categoría de sequía más alta que se ha presentado en el municipio es la D2 "sequía severa". Se han presentado solo 10 sequías de este tipo a lo largo del 2003-2022, lo que corresponde a un poco más del 6% de las sequías. Solamente los años 2010, 2009 y 2007 sufrieron sequías severas con 5,4 y 1 sequía respectivamente (SMN - CONAGUA, 2022).

Figura 12: Total de eventos de sequía por año en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, donde se muestran el total de sequías por categoría, desde Anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1) y sequía severa (D2). (SMN - CONAGUA, 2022)



Además del riesgo de sequía, la calidad microbiológica del sistema municipal de distribución de agua potable pone en riesgo la seguridad hídrica de San Cristóbal de Las

Casas. La falta de tratamiento y la contaminación en la red de distribución de agua son una amenaza para la salud de la población, en especial para los grupos más vulnerables (adultos mayores, embarazadas, niños y niñas) (Galdos-Balzategui et al., 2017).

Riesgo por incendio forestal

Los incendios forestales ocurren cuando el fuego se extiende de manera descontrolada afectando la vegetación de bosques, selvas o zonas áridas y semiáridas. Algunos ejemplos de los procesos que se ven amenazados por los incendios son el ciclo del agua, captura de dióxido de carbono, regulación de temperatura y humedad, el refugio de seres vivos, sistemas alimenticios y materias primas.

Se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de los incendios, el resto es causado por fenómenos naturales (CONAFOR, 2010). Dentro de las actividades antropogénicas responsables por ocasionar incendios forestales se encuentran accidentes como rupturas de líneas eléctricas, accidentes automovilísticos, ferroviarios y aéreos, por causas negligentes como quemas agropecuarias no controladas, fogatas de excursionistas, fumadores, quema de basura, limpieza de vías en carreteras y uso del fuego en otras actividades productivas dentro de áreas forestales. En ocasiones los incendios son generados por causas intencionales como quemas por conflictos entre personas o comunidades, y tala ilegal o litigios (CONAFOR, 2010).

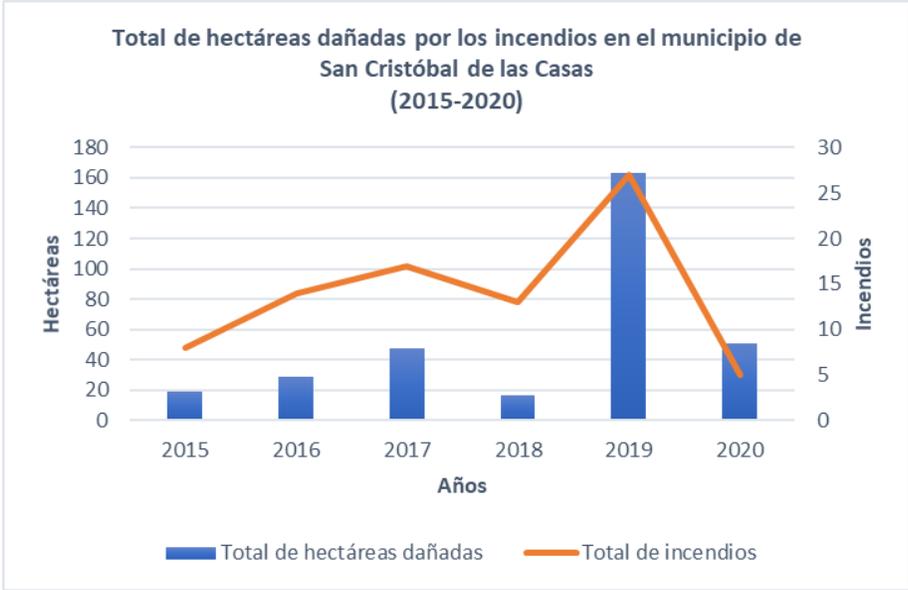
En el municipio de San Cristóbal de Las Casas, a partir de los datos de CONAFOR del 2015 al 2020 (CONAFOR, 2020b), se tiene el registro de 84 incendios.

Cuadro 4: Total de incendios por año, duración y causas. (CONAFOR, 2020b)

Años	Incendios totales	Duración		Área Natural Protegida afectada	Causas
		1 día	> 3 días		
2015	8	7	1	-	<ul style="list-style-type: none"> • Ilícitas • Agricultura • Quema de basureros • Fumadores • Cazadores
2016	14	11	3	-	
2017	17	9	8	-	
2018	13	6	7	-	
2019	27	10	17	Humedales de Montaña María Eugenia	
2020	5	0	5	Rancho Nuevo	

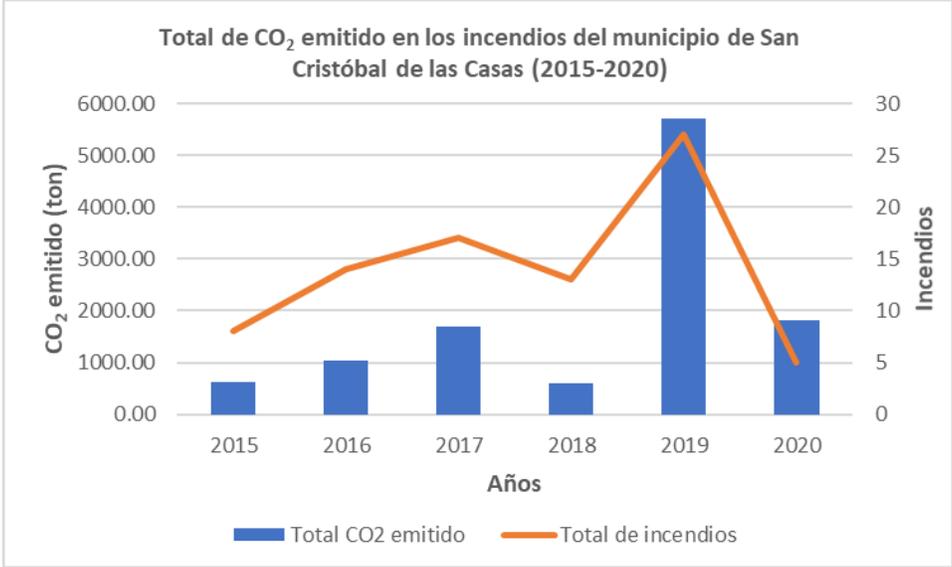
Los mayores impactos en la vegetación de los 84 incendios fueron en bosque de Pino-Encino, bosque de Encino-Pino, bosque de Encino y bosque de Pino. El total de hectáreas dañadas del 2015 al 2020 fue de 326.1 ha. El total de hectáreas, CO₂ emitido y costos son datos de CONAFOR. (CONAFOR, 2020b)

Figura 13: Representación gráfica del total de hectáreas dañadas por año (2015-2020). (CONAFOR, 2020b)



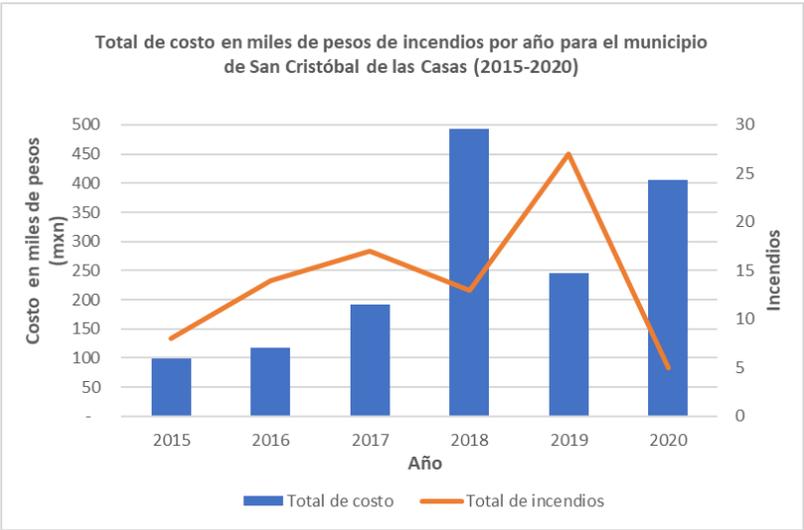
En cuanto al total de CO₂ emitido del 2015 al 2020 fueron 11,507.54 toneladas de CO₂.

Figura 14: Total de CO₂ emitido por año a causa de incendios (CONAFOR, 2020b)



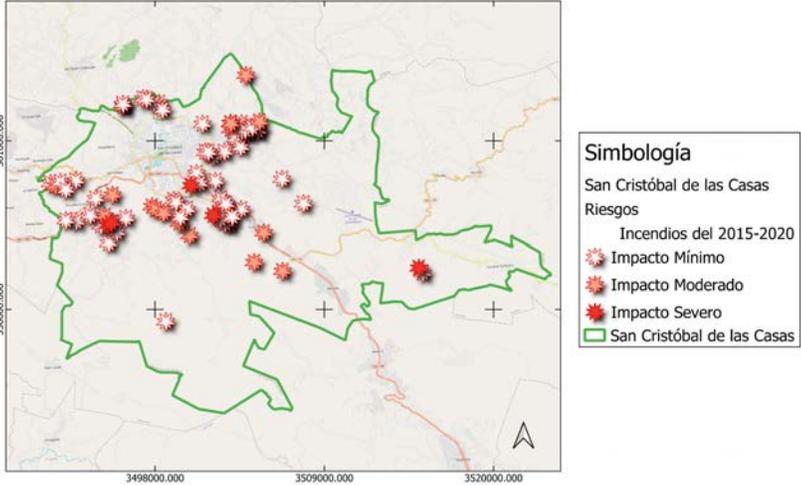
Todos los eventos causaron costos totales de \$1,552,431.96 pesos⁴ . En 2018 causaron costos de \$493,000 a pesar de ser atribuidos a solo 13 incendios. En cambio, en el 2019 con 27 incendios, los costos fueron de \$246,000. Una posible explicación del alto costo del 2018 es la localización de los incendios cerca de las zonas urbanas.

Figura 15: Total de costos en miles de pesos por año⁵ (CONAFOR, 2020b)



La distribución espacial de los incendios se encuentra principalmente en zonas rurales. El mapa de abajo muestra los incendios clasificados por impacto mínimo, moderado y severo:

Figura 16: Impacto a nivel mínimo, moderado y severo de incendios del 2015-2020 para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CONAFOR, 2020b)

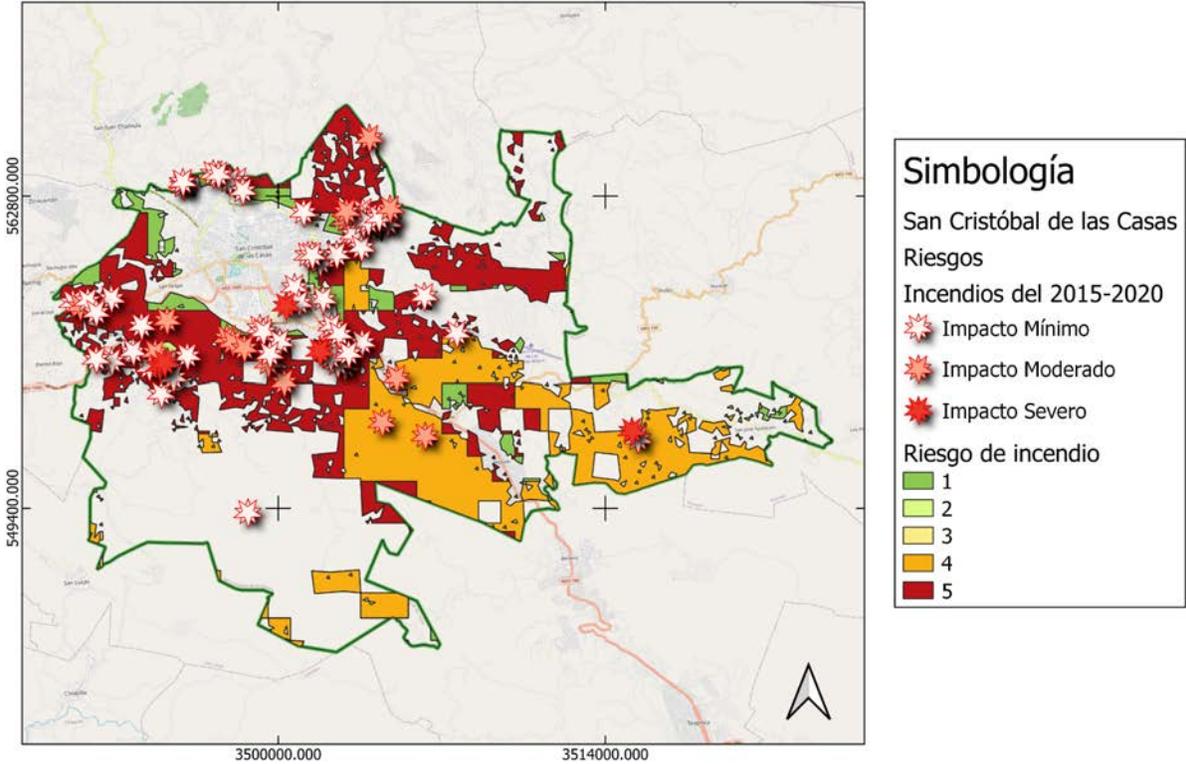


⁴ Todos los costos presentados se encuentran en moneda nacional. No se especifica en la base de datos de CONAFOR el tipo de costo (corriente, real o a base)

⁵ Todos los costos presentados se encuentran en moneda nacional. No se especifica en la base de datos de CONAFOR el tipo de costo (corriente, real o a base)

El análisis de riesgo de incendios de CONAFOR (CONAFOR, 2020a), considera el estudio de factores que posibilitan la ocurrencia de un incendio forestal, y las actividades de los agentes causales. El riesgo de incendios forestales aumenta con la presencia de actividades antropogénicas, como la cercanía de localidades a zonas forestales y de sitios con actividades agropecuarias; por lo que para el cálculo de riesgo se toman en cuenta localidades, carreteras y ocurrencia histórica de incendios. El nivel de riesgo se clasifica en: muy alto (5), alto (4), medio (3), bajo (2) y muy bajo (1).

Figura 17: Índice de riesgo por incendios para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CONAFOR, 2020b, 2020a)



Infraestructura crítica en riesgo

La clasificación de riesgo muy alto (5) abarca 15.22 km² del municipio de San Cristóbal de Las Casas, lo que corresponde al 3.14% del total del municipio. El área urbana no se encuentra representada, dado que son incendios forestales y la cabecera municipal al tener mayor área urbana, no se encuentra en el mapa. La zona de riesgo de incendio muy alto se encuentra sobre 26 localidades que son: Yaalboc, Rasién, El Pinar, Las Piedrecitas, San Luis Chupactic, Miguel Hidalgo, Agua de Pajarito, San Cristóbal de Las Casas, Río Arcotete, Huitepec Ocotál

Sección I, Huitepec Santa Anita, Vistahermosa Huitepec, Corazón de María, El Escalón, Predio Santiago, La Florecilla, San José el Porvenir, Chactoj, Zacualpa Ecatepec, Rancho Nuevo, Mitzitón, Huitepec Ocotál Sección II, Jechtoch, San Isidro Ocotál, Unidad Habitacional 31 ZM y Las Palmas Huitepec 3ra. Sección⁶ que representa el 5.85% de la población. Todas las localidades son rurales exceptuando la cabecera municipal de San Cristóbal de Las Casas que es urbana.

En la infraestructura crítica se encuentran 9 escuelas preescolares, 12 escuelas primaria, 2 telesecundaria No. 1375 y No. 1410 y 1 hospital llamado "San Antonio", todos en zona rural.

La clasificación de riesgo alto (4), representa el 12.27% (59.38 km²) del municipio de San Cristóbal de Las Casas, ubicado en zona rural con población de 6,339 lo que equivale al 2.94% de la población total del municipio. Dentro de la infraestructura crítica ubicada se encuentra la escuela primaria y preescolar CONAFE indígena.

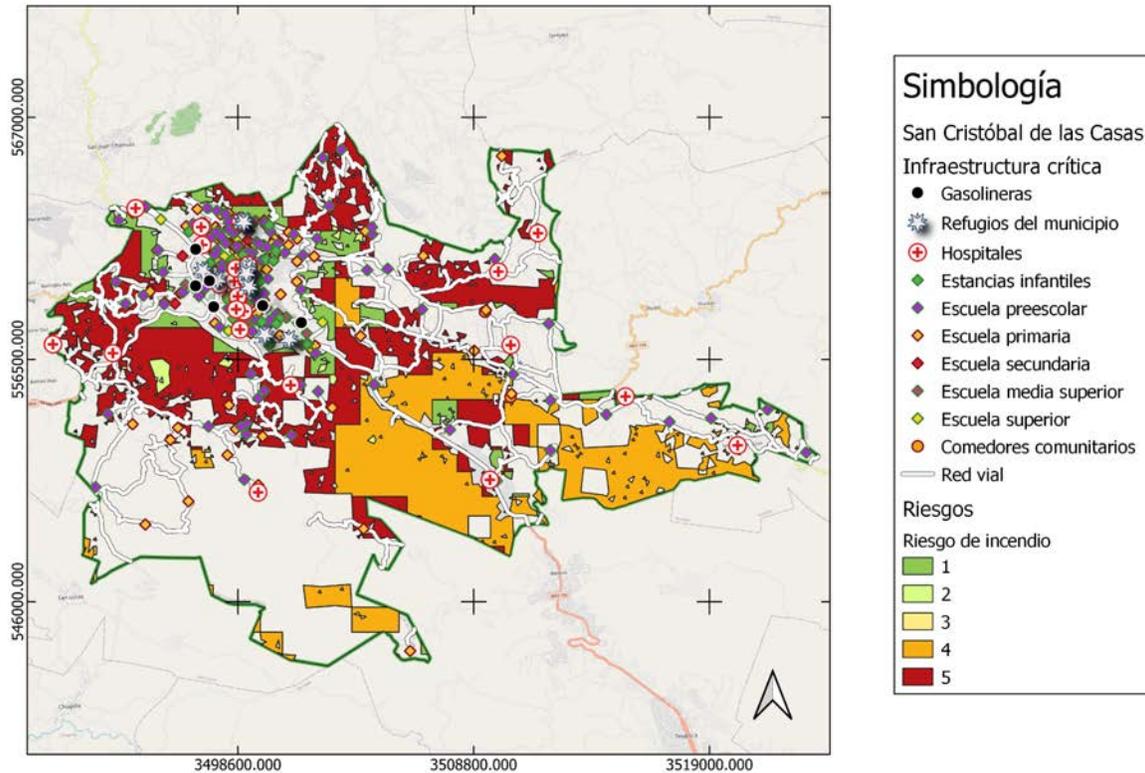
En la clasificación de riesgo medio (3) y bajo (2), no se ubica ninguna infraestructura crítica o localidad cercana. El área en riesgo medio es de 0.17 km² y riesgo bajo (2) tiene un área de 1.63 km².

Por último, para el riesgo muy bajo (1), se encuentran 2 escuelas nivel preescolar Stendhal y Los Niños Héroe. El área total de riesgo muy bajo es de 15.22 km² que representa el 3.14% del municipio de San Cristóbal de Las Casas y se encuentran 20 localidades: San Antonio del Monte, San Cristóbal de Las Casas, La Ventana, La Candelaria, Molino los Arcos, Agua de Pajarito, Huitepec los Alcanfores, Vistahermosa Huitepec, La Selva Natividad, Las Peras, Corazón de María, La Florecilla, San Isidro las Huertas, Los Llanos, Unidad Habitacional 31 ZM, Rancho Nuevo, Yashitinín, Buenavista, Mitzitón y Flores Magón⁷. El total de las localidades representa el 10.86% de la población total del municipio, solo la cabecera municipal de San Cristóbal de Las Casas es localidad urbana.

⁶ Véase Anexo A: Localidades y población del municipio de San Cristóbal de Las Casas.

⁷ Véase Anexo A: Localidades y población del municipio de San Cristóbal de Las Casas.

Figura 18: Infraestructura crítica en riesgo de incendio para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CONAFOR, 2020a)



Riesgo por lluvias extremas e inundaciones

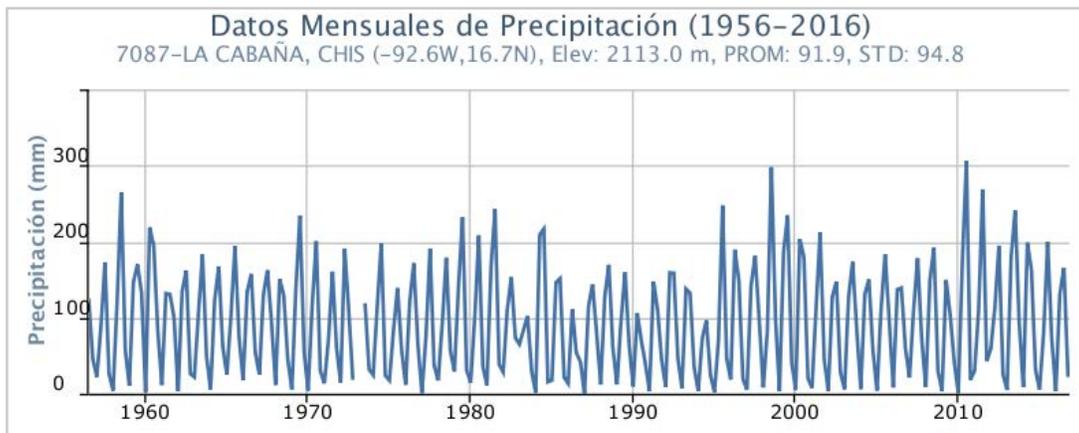
Las inundaciones según el Glosario Hidrológico Internacional son el desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río o cualquier masa o acumulación de agua que proviene de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran inundadas (UNESCO, World Meteorological Organization, 2012).

Los factores que pueden contribuir a generar inundaciones pueden ser causas hidrometeorológicas de duración e intensidad anormales, causas geológicas como características litológicas de la cuenca hidrográfica y por último causas generadas por la acción del ser humano; como la invasión del cauce por diferentes construcciones, deforestación, urbanización en zonas de filtración o bien por colapso de presas, así como por el desagüe de los ríos, acumulación de sedimentos en la desembocadura que provocan un incremento en el nivel de la superficie del agua de los ríos y a su vez genera una invasión del agua en sitios donde usualmente no la hay que puede causar daños graves. En consecuencia, ocurren daños a la población e infraestructura.

Lluvias extremas

Las lluvias extremas son un fenómeno hidrometeorológico en el que la precipitación es superior a los 60mm en el transcurso de una hora (CEDES, 2021). A partir de los datos de la estación meteorológica "La Cabaña" (#7087) (CICESE, 2022) desde 1956-2016 se encontró que, de 725 datos, 343 son lluvias extremas, representando el 43.31% de las lluvias registradas.

Figura 19: Representación gráfica de datos mensuales de precipitación (1956-2016). (CICESE, 2022)



En el Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (CEDES, 2021), para determinar los fenómenos meteorológicos futuros de lluvias extremas, se calculó la probabilidad anual a partir de los valores máximos de cada año desde 1956-2018. Posteriormente se ajustó una regresión lineal y se extrapola hacia años posteriores para calcular los periodos de retorno, presentando un estimado de la probabilidad de ocurrencia con base en la probabilidad anual.

Los periodos de retorno calculados de lluvias máximas son de 50 a 100 años, con una ventana de 10 años entre fecha y fecha con base en la ecuación de la regresión lineal con un ajuste de 0.90.

Cuadro 5: Periodos de retorno a 100 años de lluvias extremas. (CEDES, 2021).

Periodos de retorno	
Años	mm
50	327.980
60	362.678
70	397.376
80	432.074
90	466.772
100	501.470

Impacto socioeconómico

El impacto que han tenido las lluvias intensas según la base de datos de impacto socioeconómico de desastres 2000-2015 del CENAPRED se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 6: Impacto socioeconómico de lluvias extremas para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CENAPRED, 2017)

Año	Descripción general	Defunciones	Población afectada	Viviendas dañadas	Total de daños (MDP)
2006	Se registró una intensa lluvia, se reportó el fallecimiento de 9 personas y 3 más se reportaron con lesiones al desgajarse un cerro y sepultar a las personas.	9	12	0	0.000
2011	Se registraron lluvias de moderadas a fuertes en la Cabecera Municipal, presentándose sólo encharcamientos de entre 10 y 20 cm en algunas viviendas, las cuales se encuentran ubicadas a un costado del cauce del Río Allende. En San Cristóbal de Las Casas; lluvias fuertes, con encharcamientos, lluvias acompañadas de vientos, con afectaciones en techos de láminas de zinc de 8 viviendas, así como una presentó penetración de agua.	2	80	16	0.448

2010	Afectaciones y movilizaciones de cuerpos de rescate a la 1:30 horas. 346 personas evacuadas. 1 menor muerto. 150 viviendas dañadas. Desbordamiento del río amarillo, 15 viviendas inundadas, con tirante de 40 a 50 cm, en la Colonia Molino de los Arcos 50 viviendas, en 31 de marzo 25 viviendas, Colonia Revolución 10 viviendas, Col. 14 de Septiembre, 30 viviendas.	1	346	150	2.811
2010	Movilización de cuerpos de emergencia. Afectaciones debido al desbordamiento del río amarillo, a la altura de la Colonia Peje de Oro, afectadas 150 viviendas.	0	1,750	350	1.792
2011	Se registró una precipitación de granizo sobre la parte de la Zona Altos del Estado, afectando los techos de láminas de cartón de las comunidades Taza de agua y Yaljof del municipio de San Cristóbal de Las Casas. De forma preliminar se reportan 100 viviendas afectadas y cultivos de maíz. No se abrieron albergues, debido a que las familias afectadas decidieron trasladarse a casa de familiares y amigos por mayor comodidad.	0	500	100	0.379
2008	Se presentaron fuertes lluvias dejando grandes afectaciones.	0	415	83	0.166
2012	Fuertes lluvias acompañadas de granizo provocaron en 17 colonias encharcamientos que alcanzaron un tirante de 70 cm, desplome de 9 techos de lámina y 1 barda. Solo 8 familias fueron apoyadas con láminas, madera, cobertores, colchonetas y despensas.	0	45	9	0.050
2010	Reporta desplazamiento de tierra en el tramo carretero san Cristóbal-Ocoxingo.	0	0	0	0.000

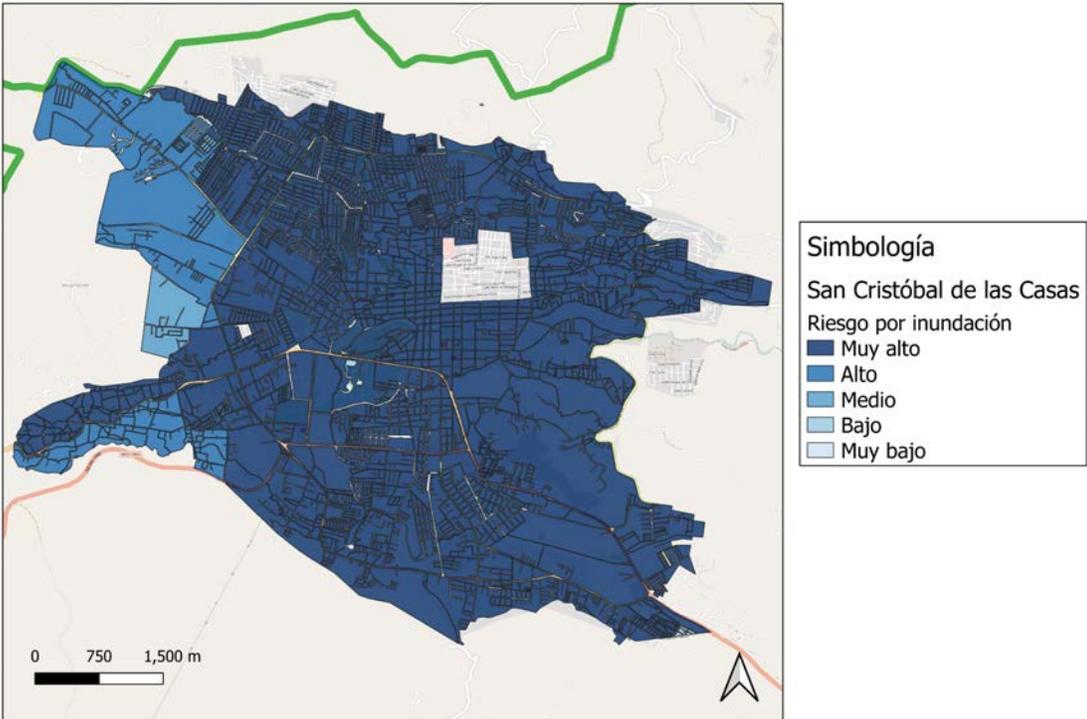
Inundaciones

En cuanto a eventos históricos de inundaciones, según el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) a través de la base de datos de impacto socioeconómico de desastres 2000-2015 del CENAPRED (CENAPRED, 2017), en el municipio de San Cristóbal de Las Casas en el 2002 ocurrió una inundación declarada como desastre donde hubo un total de 188 viviendas que fueron inundadas, causando a 29 viviendas daños en sus techos de material endeble

principalmente por la granizada en las comunidades de Villa Flores y San Cristóbal de Las Casas. La población afectada fue de 256 personas, con un total de daños de 7.88 millones de pesos.

La figura 33 muestra las zonas de riesgo por inundación en la cabecera municipal de San Cristóbal de Las Casas. Todos los valores fueron obtenidos en el Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (CEDES, 2021).

Figura 20: Índice de riesgo de inundación por manzanas en la zona urbana para San Cristóbal de Las Casas. (CEDES, 2021)



A través del Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 se identificó el área total de las zonas urbanas de riesgo muy alto y alto de inundación en el municipio:

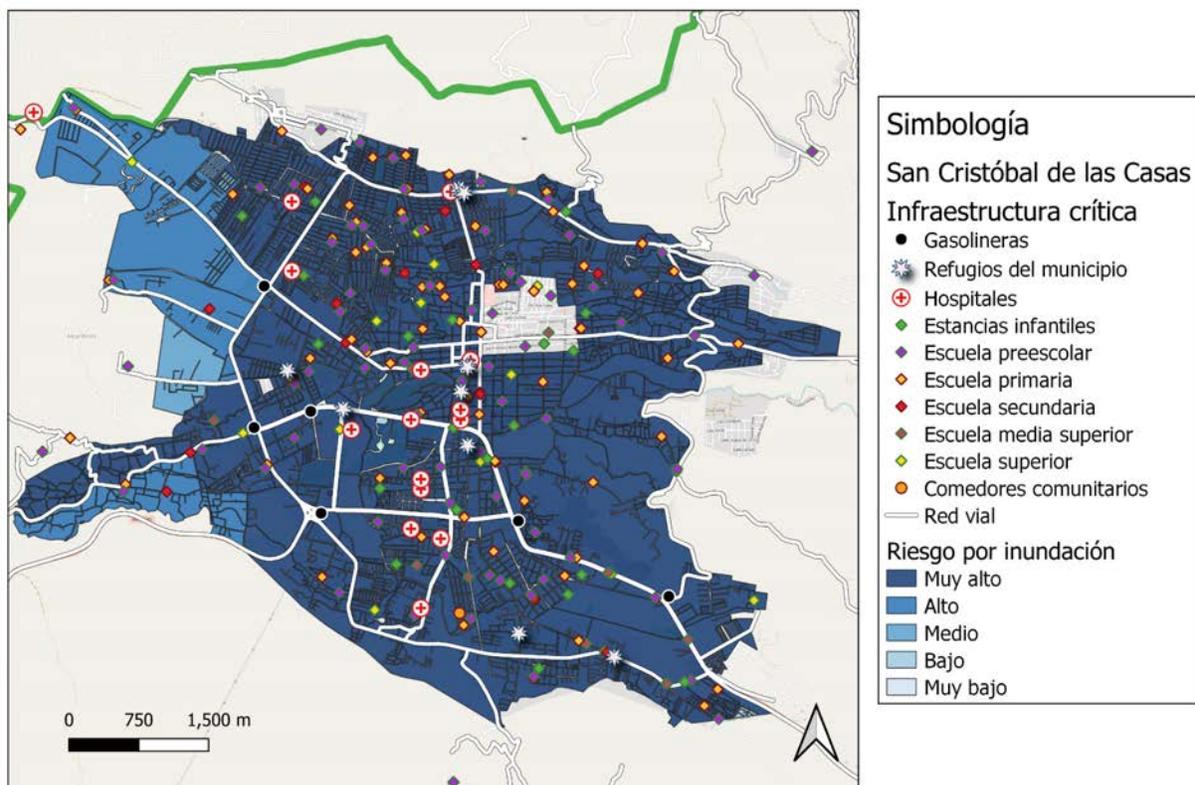
Cuadro 7: Índice de riesgo de inundación por área para el municipio de San Cristóbal de Las Casas.

Riesgo	Área (km ²)	Porcentaje área total (%)
Muy Alto	25.34	5.24
Alto	4	0.84

Infraestructura crítica en riesgo

Se encontró que el 78% (77.82%) de la población total del municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentra en zona de muy alto riesgo de inundación, siendo la zona urbana la que cuenta con mayor área abarcando 25.34 km², representando el 5.24% del municipio y por consiguiente la mayor parte de la infraestructura crítica como refugios, hospitales, estancias infantiles, escuelas, comedores comunitarios, gasolineras y red vial se encuentran en riesgo.

Figura 21: Infraestructura crítica en riesgo de inundación para zona urbana del municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CEDES, 2021)



En cuanto a la zona de alto riesgo de inundación, la población es de un total de 6,188 que corresponde al 2.9% de la población total del municipio de San Cristóbal de Las Casas, en un área de 4 km². La principal infraestructura crítica en riesgo son escuelas, con un total de 3 escuelas de nivel preescolar Francisco Hernández de Córdoba, Gil González de Avila, Diego de Ordaz, 4 escuelas primarias Mi patria es primero, Ignacio Zaragoza, Luis Donald Colosio Murrieta, Fray Victor Ma. Flores, 3 escuelas secundarias Centro Educativo Vigotski, Escuela Secundaria Técnica No. 128, Telesecundaria 211 Pablo Neruda y 1 escuela superior Centro

de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social y por último una gasolinera ubicada entre avenida Periférico Norte-Oeste y Puerto Caté-San Cristóbal de Las Casas.

Riesgo por deslizamiento de laderas

Con frecuencia la población de México está expuesta a los movimientos pendiente abajo de masas de materiales térreos; que son eventos llamados deslizamientos o inestabilidades de laderas. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son derrumbes, deslizamientos y flujos. Estos deslizamientos o deslaves son caídas de pendiente abajo de una masa de materiales como pueden ser rocas, arena o suelo.

En la mayoría de los casos, las causas naturales que activan los deslizamientos son las lluvias intensas y prolongadas, los sismos fuertes y la actividad volcánica, o la combinación de ellas; para que ocurra, deben coincidir con características geológicas y geomorfológicas como pendiente, altura, agrietamiento, grado de alteración de las rocas principalmente, así como propiedades mecánicas de los materiales propensas a la falla. Existen también deslizamientos provocados por causas antropogénicas; un ejemplo de ello es cuando no se estudian y prevén las implicaciones de un corte. Por ejemplo, para la construcción de una carretera u otra obra, pueden originar fallas en laderas con volúmenes removidos muy diversos. Desde luego, todos estos deslizamientos son más desastrosos en la medida que suceden en áreas pobladas y con mayor infraestructura. En ocasiones se da el desarrollo de una comunidad en terrenos inclinados de propiedad irregular, lo que da paso a la existencia de zonas de muy alto riesgo no sólo a los deslaves, sino también a las inundaciones. En otros casos, comunidades o poblados se asientan al pie del talud, siendo vulnerables a la caída de materiales térreos o rocosos y al flujo de corrientes de agua e inundaciones.

Las fallas en las pendientes pueden ser causadas por deforestar el terreno y generar flujos de aguas al interior del talud o por causas externas como una lluvia intensa, que puede provocar que suceda una falla de ladera. Gran parte de los problemas de inestabilidad de laderas tienen antecedentes o manifestaciones que permiten señalar la posibilidad de un deslizamiento futuro. Entonces, resulta importante distinguir los factores intrínsecos de los suelos y rocas que hacen propicia una inestabilidad y los factores externos. Ambos factores son susceptibles de medirse, y al cuantificarse, dan elementos para juzgar acerca del riesgo, o no, de un deslizamiento (CENAPRED, 2002).

Impacto socioeconómico

En los años anteriores ha ocurrido un evento de derrumbe en el 2006, donde el impacto según la base de datos de impacto socioeconómico de desastres 2000-2015 del CENAPRED (CENAPRED, 2017) fue de 1 defunción. Se registró que en los trabajos de reconstrucción de

la carretera libre Tuxtla-San Cristóbal de Las Casas una persona perdió la vida al quedar sepultada por más de una tonelada y media de tierra.

Metodología de clasificación del riesgo

A partir de la información contenida en el Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 de San Cristóbal de Las Casas (CEDES, 2021) al calcular el riesgo se aplicó la siguiente fórmula:

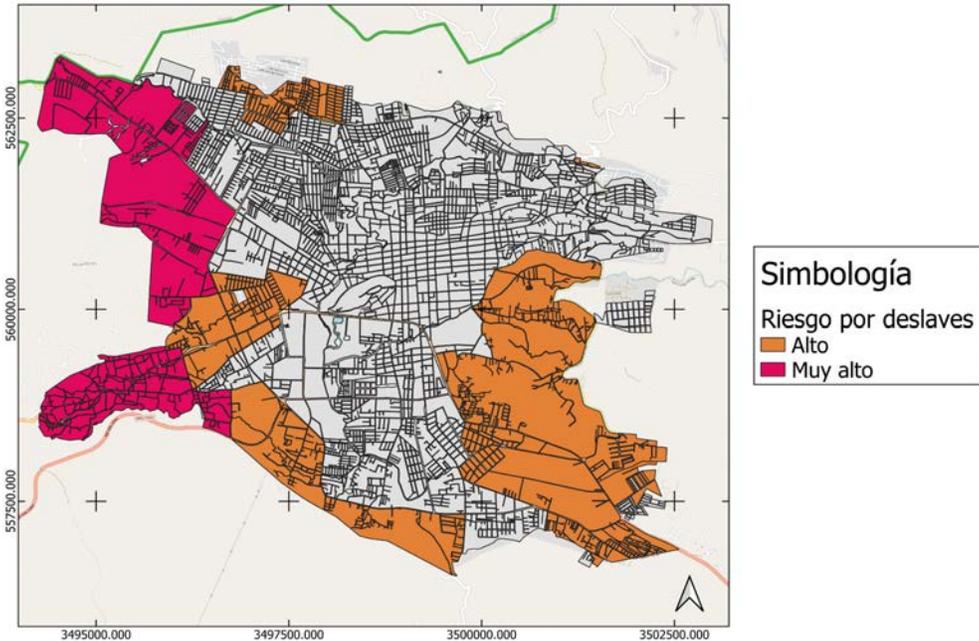
$$R= P V (Probabilidad) (FD)$$

Donde:

- P = peligro (la inminencia e impacto de un fenómeno perturbador)
- V = vulnerabilidad (susceptibilidad de un agente a sufrir daños ante la presencia de un agente perturbador)
- Probabilidad = periodo de retorno
- FD = factor de daños (cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio)

Calculando además el periodo de retorno aplicado con método de Weibull para una lluvia extrema como la del año 2007 y aplicando asimismo el periodo de retorno, encontraron 5 niveles de riesgo: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Se presenta un mapa que esquematiza el resultado de nivel de riesgo por deslizamiento de laderas o deslaves en zona urbana para San Cristóbal de Las Casas en nivel muy alto y alto.

Figura 22: Índice de riesgo por deslaves para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CEDES, 2021)

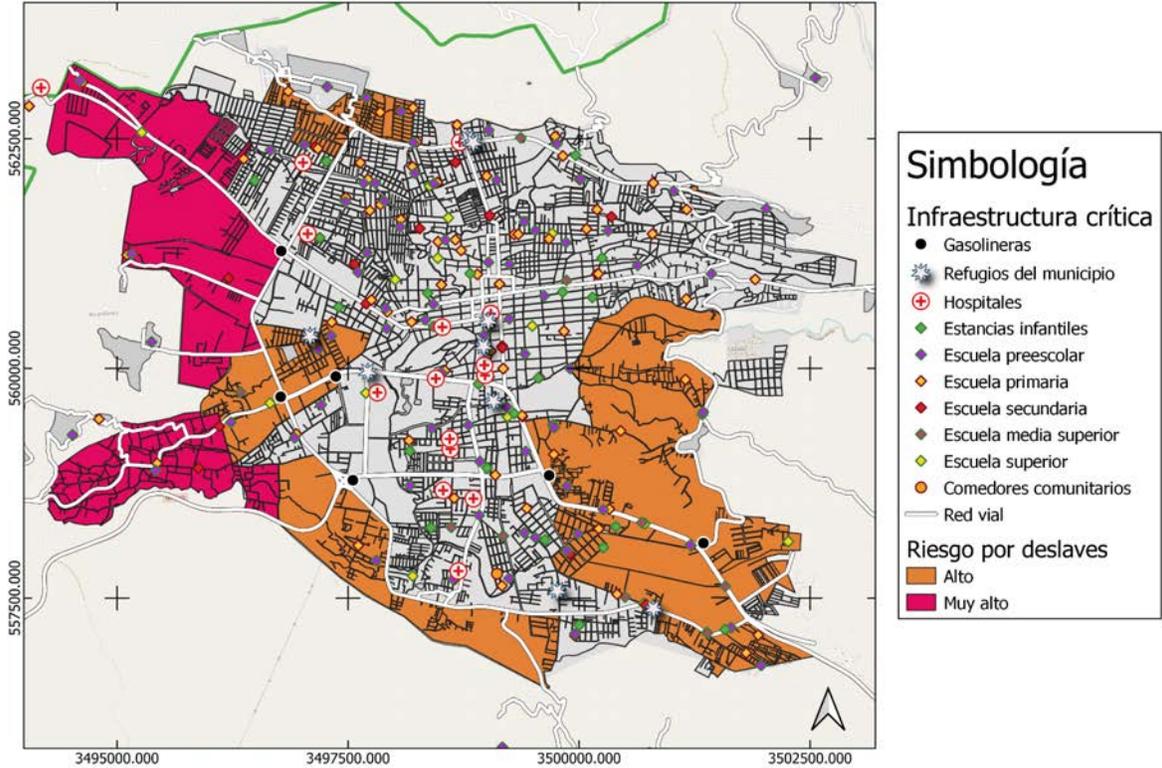


Para la zona de riesgo de deslizamiento de laderas con nivel muy alto, se encuentra una población de 8,218 personas, lo que representa el 3.81% de la población del municipio de San Cristóbal de Las Casas, con un área total de 5.19 km².

Infraestructura crítica en riesgo

La infraestructura crítica con riesgo muy alto por deslizamientos de laderas o deslaves, incluye: una gasolinera ubicada entre avenida Periférico Norte Oeste y Puerto Caté-San Cristóbal de Las Casas, 3 escuelas nivel preescolar que son Diego de Ordaz, Gil González de Avila, Francisco Hernández de Cordova, 4 escuelas primarias Fray Victor Ma. Flores, Luis Donaldo Colosio Murrieta, Mi patria es primero, Ignacio Zaragoza, 3 escuelas nivel secundaria Escuela Secundaria Técnica No. 128, Telesecundaria 211 Pablo Neruda, Centro Educativo Vigotski y por último 1 escuela superior Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.

Figura 23: Infraestructura crítica en riesgo por deslizamiento de laderas para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (CEDES, 2021)



En cuanto al riesgo alto encontramos que la población que habita es de 38,098 personas representando el 17.65% de la población del municipio en un área de 9.5 km², donde se

encuentra la infraestructura crítica de 2 refugios “La Albarrada” y Centro de Convenciones “El Carmen”, 4 gasolineras que se encuentran 2 sobre Boulevard Juan Sabines y 2 sobre Calzada las Américas. En cuanto a las escuelas, se encuentran 3 estancias infantiles, 20 escuelas preescolar, 16 escuelas primarias, 4 escuelas secundarias, 5 escuelas media superior y 6 escuelas nivel superior.

Escenarios de Cambio Climático para el municipio de San Cristóbal de Las Casas.

Los escenarios de cambio climático son una representación global y simplificada del clima futuro, basada en un conjunto de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las posibles consecuencias del cambio climático antropogénico, y se utiliza generalmente como insumo para evaluar el efecto de sus impactos. Estas proyecciones climáticas denominadas Modelos Generales de Circulación (MGC) sirven como materia prima para la construcción de escenarios climáticos, pero estos requieren información adicional, por ejemplo, acerca del clima observado en un momento determinado o sobre las condiciones económicas que permiten el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2014).

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático coordinó en el año 2012, el desarrollo de escenarios climáticos regionales para generar el reporte de la Quinta Comunicación Nacional de México a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, los cuales fueron referidos al período climático 1961-2000 y homogeneizados a la resolución espacial de 0.5° x 0.5°. El MGC que utilizaremos es CNRM-CM5. Se procesó con muy alta resolución espacial (30"x30") considerando el efecto del relieve topográfico, para los escenarios 4.5 y 8.5 de forzamiento radiativo⁸, denominados Trayectorias Representativas de Concentraciones (RCP, por sus siglas en inglés) con horizontes a futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y a futuro lejano (2075-2099). La climatología de referencia (1961-2000) utilizada para el MGC, se procesó a partir de los datos de más de 5 mil estaciones de la base climatológica diaria del Servicio Meteorológico Nacional, actualizada en julio de 2012 y consultada en junio de 2014. Se generaron archivos de datos georreferenciados de promedios mensuales de temperatura máxima, mínima y promedio en °C, así como de

⁸ El forzamiento radiativo es variación, expresada en $W m^{-2}$, de la radiación neta (la descendente menos la ascendente) en la tropopausa o en la parte superior de la atmósfera, debida a una variación de un impulsor externo del cambio climático; por ejemplo, una variación de la concentración de dióxido de carbono o de la radiación solar

precipitación promedio mensual en mm y en porcentaje de cambio (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2014).

Trayectorias de concentración representativas (RCP)

Según Moss et al. a partir del glosario del IPCC (IPCC, 2018), la palabra *representativa* significa que cada trayectoria de representación ofrece uno de los muchos posibles escenarios que conducirán a las características específicas de forzamiento radiativo. La palabra *trayectoria* hace referencia en que únicamente son de interés los niveles de concentración a largo plazo, pero también indica el camino seguido a lo largo del tiempo para llegar al resultado en cuestión. Del modelo CNRM-CM5 revisaremos RCP 4.5 Y 8.5.

RCP 4.5

Es la trayectoria de estabilización intermedias en la cual el forzamiento radiativo se estabiliza a aproximadamente 4.5 W m^{-2} (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que sean constantes las concentraciones) (IPCC, 2018).

RCP 8.5

El RCP 8.5 es la trayectoria alta para la cual el forzamiento radiativo alcanza valores superiores a 8.5 W m^{-2} y sigue aumentando durante un lapso de tiempo determinado (IPCC, 2018); el escenario RCP 8.5 considera un incremento sostenido para fines del siglo XXI, representando el escenario más desfavorable posible en términos de emisiones (Dirección General de Aguas, s.f.).

Temperatura

El cuadro 12 muestra los datos de temperatura promedio, máxima y mínima de RCP 4.5 y 8.5, así como los datos del 2010 al 2016 de la estación meteorológica La Cabaña como referencia de datos actuales. Se espera un aumento de temperatura a lo largo del horizonte cercano, medio y lejano para RCP 4.5 y 8.5.

Cuadro 8: Temperatura promedio, máxima y mínima RCP 4.5, 8.5 y estación meteorológica La Cabaña.

		Actual La Cabaña 2010-2016	RCP 4.5 Horizontes			RCP 8.5 Horizontes		
			Cercano	Medio	Lejano	Cercano	Medio	Lejano
			2015 - 2039	2045 - 2069	2075 - 2099	2015 - 2039	2045 - 2069	2075 - 2099
Temperatura promedio	Promedio (°C)	15.27	18.34	19.48	20.92	18.34	19.5	20.96
	Máximo (°C)	16.04	26.6	27.7	28.9	20.25	21.35	22.85
	Mínimo (°C)	14.66	10.7	11	12	15.85	16.75	18
Temperatura máxima	Promedio (°C)	20.85	25.09	25.93	27.19	24.69	25.93	27.36
	Máximo (°C)	21.8	34.59	35.29	34.09	27.15	28.65	30.15
	Mínimo (°C)	19.91	18.29	18.4	19.2	23.15	24.25	25.45
Temperatura mínima	Promedio (°C)	9.7	12	13.13	14.65	12	13.13	14.63
	Máximo (°C)	10.52	19.9	21.1	22.99	14.45	15.65	17.05
	Mínimo (°C)	9.23	3.7	4.5	6	8.5	9.3	10.5

Las figuras 37 y 38, muestran los datos de los escenarios de temperatura mínima, máxima y promedio de los horizontes a futuro cercano, medio y lejano para los RCPs 4.5 y 8.5 respectivamente.

Figura 24: Representación gráfica de los diferentes escenarios RCP 4.5 de temperatura en San Cristóbal de Las Casas por horizonte. *(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

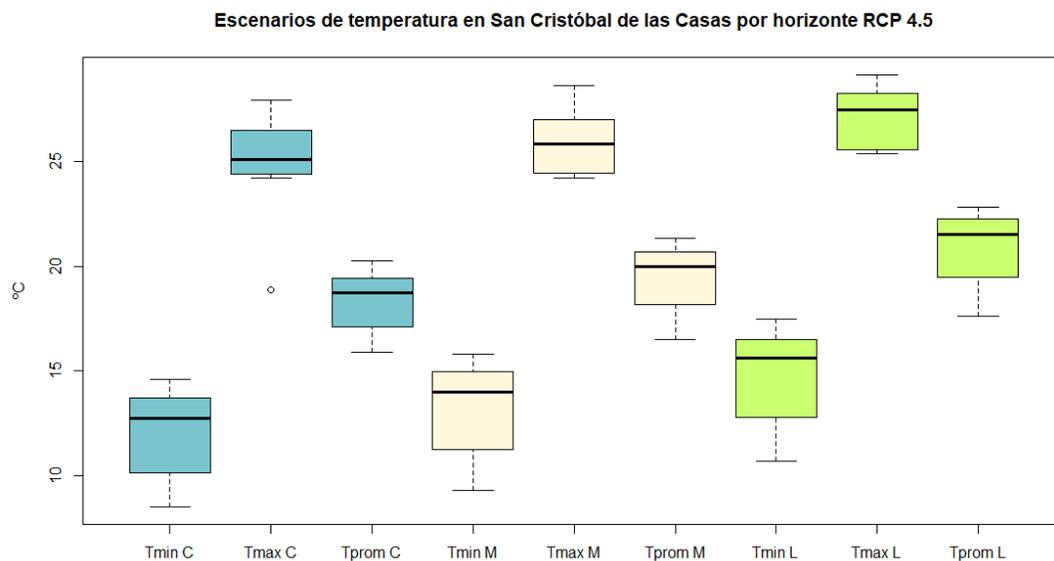
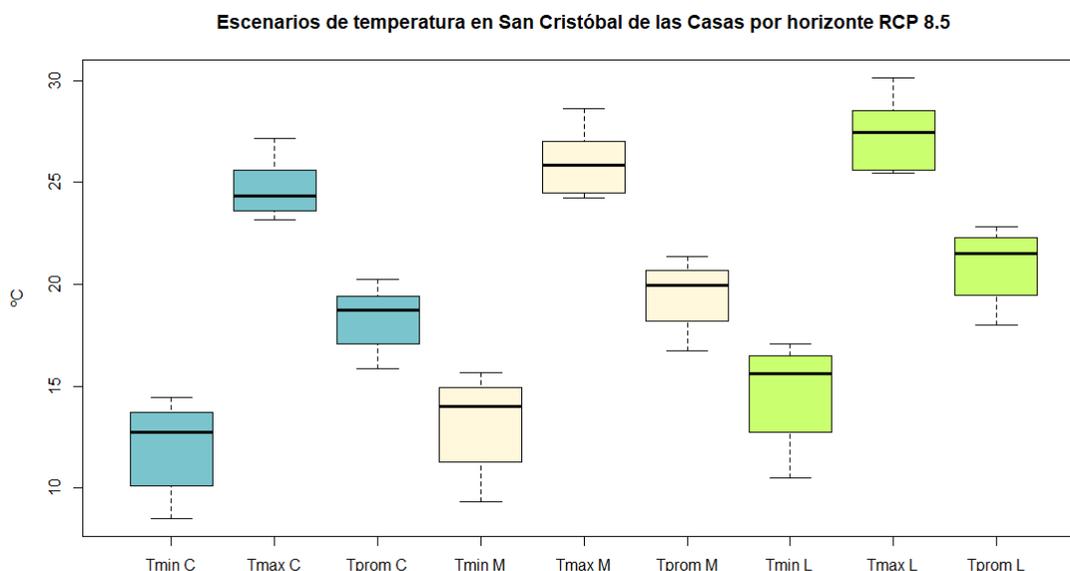


Figura 25: Representación gráfica de los diferentes escenarios RCP 8.5 de temperatura en San Cristóbal de Las Casas por horizonte. * (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



* Tmin = Temperatura mínima, Tmax = Temperatura máxima, Tprom = Temperatura promedio, C = Horizonte a futuro cercano (2015-2039), M = Horizonte a futuro medio (2045-2069), L = Horizonte a futuro lejano (2075-2099).

Precipitación

El cuadro 13 muestra la recopilación de datos de precipitación mínima, máxima y promedio, así como el porcentaje de cambio de precipitación, para RCP 4.5 y 8.5. Se espera un decremento en la precipitación promedio a lo largo de los horizontes para RCP 4.5 y 8.5

Cuadro 9: Precipitación y porcentaje de cambio de precipitación para RCP 4.5 y 8.5 (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

		RCP 4.5 Horizontes			RCP 8.5 Horizontes		
		Cercano	Medio	Lejano	Cercano	Medio	Lejano
		2015 - 2039	2045 - 2069	2075 - 2099	2015 - 2039	2045 - 2069	2075 - 2099
Precipitación (mm)	Promedio	102.75	99.75	95.87	108.41	99.75	95.87
	Máximo	284	294	267	311	294	283
	Mínimo	4	0	0	1	0	0
% de Cambio de Precipitación	Promedio	5.7	-7.2	-10.58	5.7	-10.95	-18.79
	Máximo	59	3	28	59	4	28
	Mínimo	-14	-19	-25	-14	-100	-100

En las figuras siguientes, se presentan gráficos boxplot con los datos de los escenarios de precipitación y porcentaje de cambio, para los horizontes a futuro cercano, medio y lejano, para RCP 4.5 y 8.5.

Figura 26: Escenarios de precipitación RCP 4.5 en San Cristóbal de Las Casas por horizonte. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

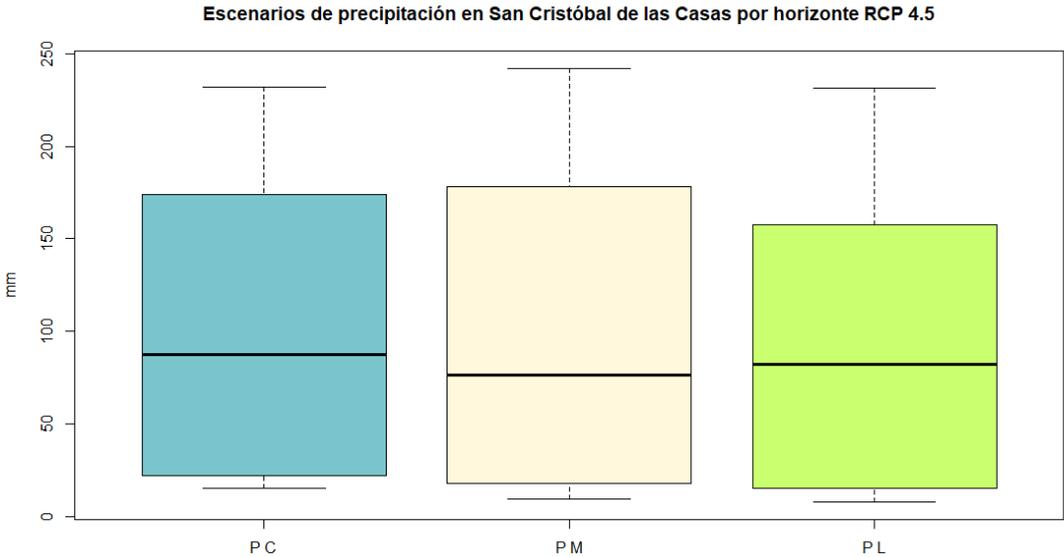


Figura 27: Escenarios de precipitación RCP 8.5 en San Cristóbal de Las Casas por horizonte.** (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

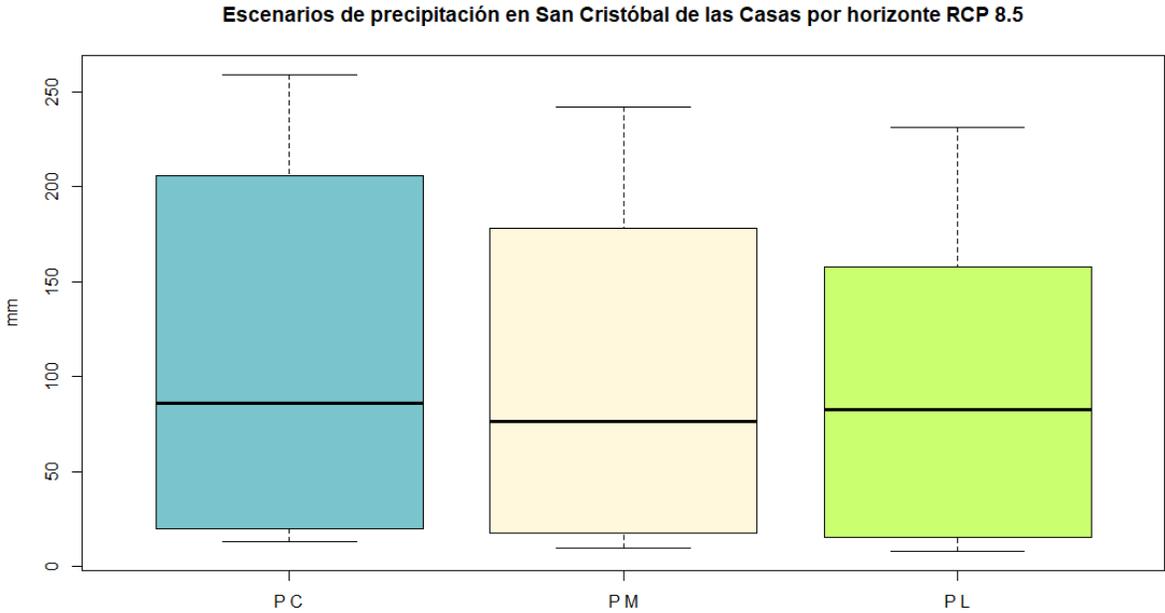


Figura 28: Representación gráfica de escenarios RCP 4.5 de porcentaje de cambio en precipitación en San Cristóbal de Las Casas por horizonte.*** (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

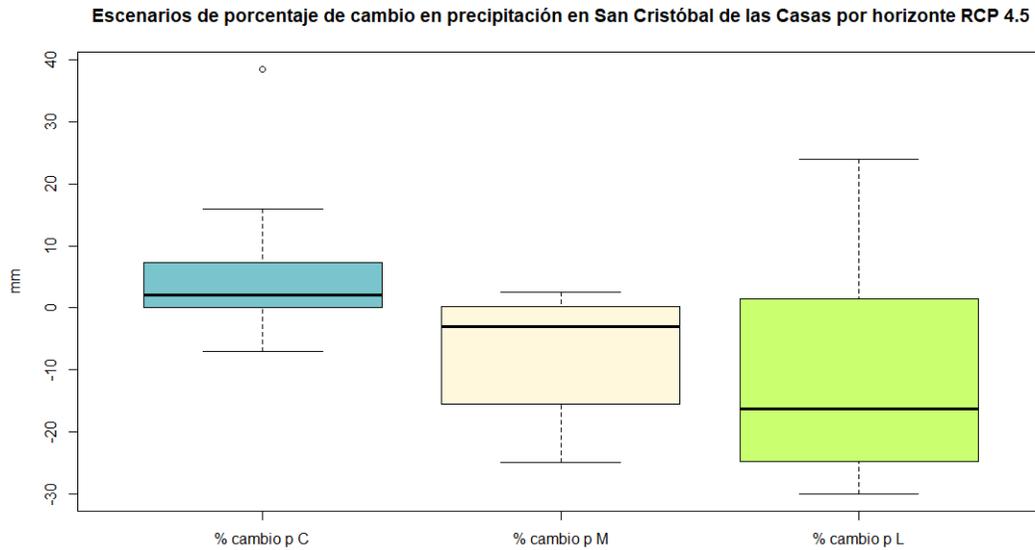
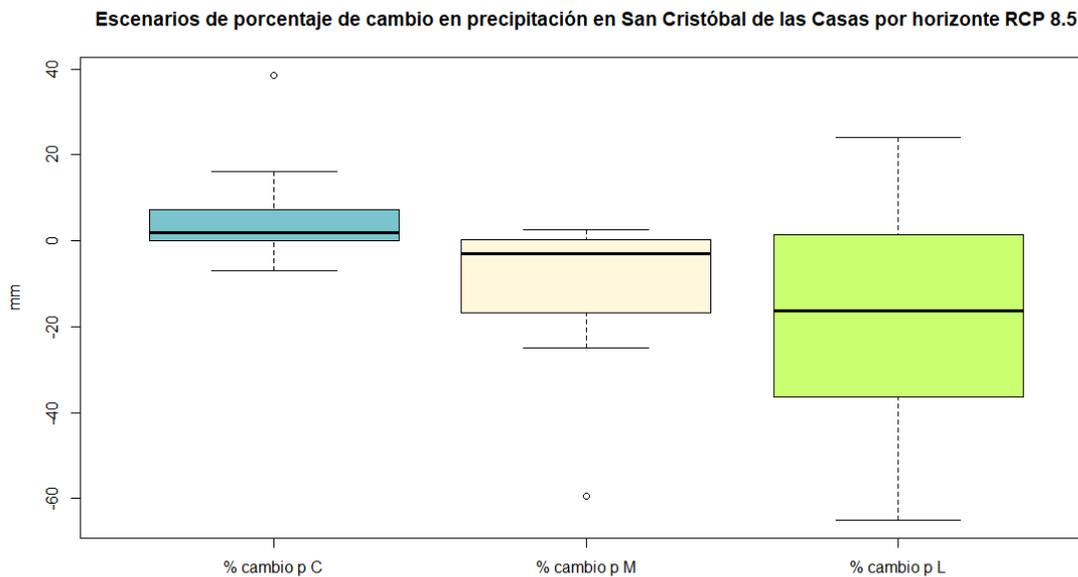


Figura 29: Representación gráfica de escenarios RCP 8.5 de porcentaje de cambio en precipitación en San Cristóbal de Las Casas por horizonte.***(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



***P = precipitación C = Horizonte a futuro cercano, M = Horizonte a futuro medio, L = Horizonte a futuro lejano *** % cambio p = porcentaje de cambio en precipitación, C = Horizonte a futuro cercano, M = Horizonte a futuro medio, L = Horizonte a futuro lejano.

Variación de riesgos por escenarios de cambio climático

El riesgo por cambio climático aumenta si la probabilidad de ocurrencia es alta, y si la vulnerabilidad, es decir, si el grado de exposición es alto, y la capacidad de adaptación y de resiliencia son bajas. Por el contrario, el riesgo es bajo si la probabilidad de ocurrencia del evento es alta pero la exposición es baja, y la capacidad de adaptación y de resiliencia es alta (Siclari Bravo, 2020).

Cuadro 10: Variación de riesgos por escenarios de cambio climático.

Riesgo	Variaciones
Riesgo por sequías	En los horizontes cercano, medio y lejano la precipitación disminuye por lo que se espera que el riesgo por sequías aumente. Además, a lo largo de estos años, se han contabilizado un total de 163 sequías en el municipio. Principalmente sequías de tipo D0 "Anormalmente seco", D1 "Sequía moderada" y D2 "Sequía severa".
Riesgo por incendio forestal	El riesgo por incendio se espera aumente, dado el aumento en riesgo de sequías por disminución en la precipitación en los 3 horizontes de los escenarios de cambio climático y por el aumento en la temperatura de alrededor de 2°C. Además, la categoría de riesgo "muy alto" de incendios (5) abarca 15.22 km ² del municipio de San Cristóbal de Las Casas, lo que corresponde al 3.14% del total del municipio. Para la categoría de riesgo "alto" (4), representa el 12.27% (59.38 km ²), con 84 incendios de impactos mínimo, moderado y severo. Si bien el riesgo de incendios es afectado por causas naturales, también es necesario resaltar que las causas de los incendios son provocadas por actividades ilícitas y de agricultura y que de reducir estas actividades los incendios consecuentemente pueden ocurrir en menor frecuencia.
Riesgo por lluvias extremas e inundaciones	El aumento esperado de temperatura significa que la atmósfera puede acumular mayor humedad por lo que se espera un aumento en la intensidad de lluvias incrementando el riesgo de inundaciones pluviales. Dado que la mayor parte de la zona urbana del municipio de San Cristóbal de Las Casas (25.34 km ²) ya se encuentra en riesgo muy alto por inundación, la mayor parte de la infraestructura crítica como refugios, hospitales, estancias infantiles, escuelas, comedores comunitarios, gasolineras y red vial se encuentran en riesgo.
Riesgo por deslizamiento de laderas	El riesgo por deslizamiento de laderas irá en aumento debido al incremento en la intensidad de lluvias y la deforestación de laderas. La zona de riesgo muy alto por deslizamiento de laderas es de 5.19 km ² que representa al 3.81% de la población del municipio y en la zona de riesgo alto encontramos que la población que habita es de 38,098 personas representando el 17.65% de la población del municipio en un área de 9.5 km ² .

Metodología para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo es el proceso en el que se sistematiza la información relativa a las amenazas, exposición y vulnerabilidad de los receptores predefinidos en un modelo de análisis. El análisis del riesgo implica determinar la probabilidad, magnitud e incertidumbres asociadas a la ocurrencia de determinados eventos futuros. Por lo tanto, el análisis de riesgo incluye tanto la evaluación del mismo, como la identificación y comparación de alternativas para su gestión (Willows & Connell, 2003 a partir de Rivas Calvete et al., 2021).

La evaluación del riesgo implica una descripción de la probabilidad de que ocurra el peligro climático en función del conocimiento de expertos y la consecuencia de los impactos ocasionados por dicho peligro.

Dentro del análisis realizado se tomó en cuenta los criterios definidos en el Marco Común de Reporte (CRF, por sus siglas en inglés) del Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM, por sus siglas en inglés) para asignar el nivel de probabilidad a los peligros climáticos:

Cuadro 11: Nivel de probabilidad a los peligros climáticos. (Rivas Calvete et al., 2021)

Nivel de probabilidad	Descripción
Ocurriendo al momento	El municipio se encuentra experimentando el peligro climático (o sus consecuencias) en el presente, por lo tanto, la probabilidad del riesgo es del 100%.
Elevada	Es extremadamente probable que se produzca el peligro (es decir, hay más de 1 posibilidad entre 20 de que se produzca en 5 años).
Moderada	Es probable que se produzca el peligro (es decir, hay entre 1 posibilidad de 20 y 1 posibilidad entre 200 de que se produzca en 5 años).
Baja	Es improbable que se produzca el peligro (es decir, hay entre 1 posibilidad de 200 y 1 posibilidad entre 2000 de que se produzca en 5 años).

Se desconoce	El Municipio no ha experimentado ni observado los peligros climáticos en el pasado o no tiene manera de identificar con exactitud esta información basándose en los datos disponibles.
---------------------	--

Las probabilidades de incendio y sequía fueron calculadas a través de los datos de eventos y el periodo de análisis de los datos disponibles. La probabilidad de olas gélidas fue obtenida de la proyección del periodo de retorno para temperaturas mínimas de acuerdo con la distribución de Gumbel. Por último, el riesgo de inundación y deslizamiento de laderas se obtuvo de acuerdo con en el Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 de San Cristóbal de Las Casas.

El nivel de consecuencia en todos los riesgos se estimó a partir de los criterios que define el GCoM para asignar la consecuencia de los peligros climáticos:

Cuadro 12: Nivel de consecuencia. (Rivas Calvete et al., 2021)

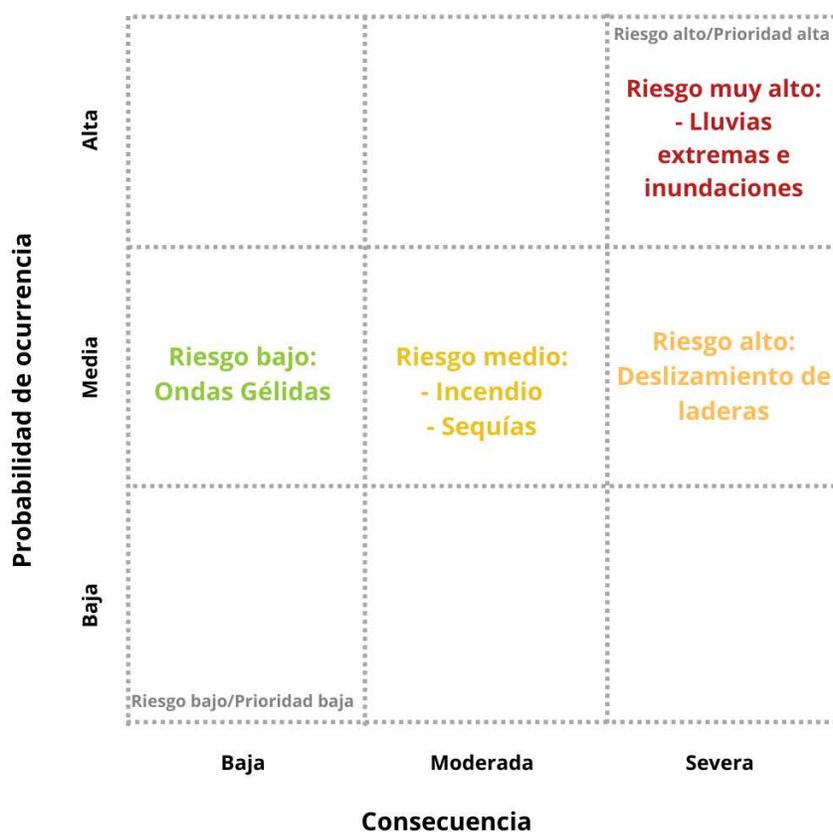
Nivel de consecuencia	Descripción
Grave	El peligro constituye el máximo nivel (o un nivel elevado) de posible preocupación para su jurisdicción. Cuando se suscita el peligro, produce efectos (extremadamente) graves en la jurisdicción e interrupciones (catastróficas) en la vida cotidiana.
Moderada	El peligro constituye un nivel moderado de posible preocupación para su jurisdicción. Cuando tiene lugar, el peligro produce impactos sobre su jurisdicción, pero las interrupciones sobre la vida cotidiana son moderadas.
Baja	El peligro constituye el mínimo nivel (o un nivel bajo) de posible preocupación para su jurisdicción. Cuando ocurre, el peligro produce impactos o interrupciones en la vida cotidiana que se consideran menos importantes (o insignificantes).
Se desconoce	El municipio no ha experimentado ni observado los peligros climáticos en el pasado o no tiene ninguna manera de informar con exactitud esta información, basándose en los datos existentes.

A partir de la evaluación de riesgo se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 13: Resultados de la evaluación de riesgo.

Riesgo	Categoría de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo
Lluvias extremas e inundaciones	Elevada	Grave	Muy alto
Deslizamiento de laderas	Moderada	Grave	Alto
Incendio	Moderada	Moderada	Medio
Sequías	Moderada	Moderada	Medio
Ondas Gélidas	Moderada	Baja	Bajo

Figura 30: Evaluación de riesgo para el municipio de San Cristóbal de Las Casas



Conclusiones del ARVC

A partir del análisis y considerando eventos, área en riesgo, población e infraestructura crítica en riesgo, así como características de los fenómenos, se identificaron los riesgos de atención prioritaria con los criterios definidos en el CRF del GCoM (Rivas Calvete et al., 2021): el Riesgo por lluvias extremas e inundaciones y el riesgo por deslizamiento de laderas. Aunado a esto, en el municipio de San Cristóbal de Las Casas encontramos riesgos por ondas gélidas, sequías e incendios forestales, que, aunque no sean riesgos de atención prioritaria, es imprescindible realizar acciones para minimizar sus efectos adversos. En el cuadro 18, se esquematiza la información del nivel de riesgo y los cambios esperados por los escenarios de cambio climático.

Cuadro 14: Clasificación de riesgos para la atención prioritaria.

Riesgo	Nivel de riesgo	Cambio esperado por escenarios climáticos
Riesgo por lluvias extremas e inundaciones	<p>Muy alto</p> <p>El nivel de riesgo por lluvias extremas e inundaciones es muy alto, pues la infraestructura crítica urbana se encuentra en zonas de muy alto riesgo.</p> <p>El 78% de la población total del municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentra en zona de muy alto riesgo de inundación.</p>	<p>Aumenta</p> <p>El aumento esperado de temperatura significa que la atmósfera puede acumular mayor humedad por lo que se espera un aumento en la intensidad de lluvias incrementando el riesgo de inundaciones pluviales.</p>
Riesgo por deslizamiento de laderas	<p>Alto</p> <p>Debido a su orografía, Chiapas es altamente vulnerable a deslizamientos de laderas. Se estima que 8,218 personas se encuentran en zonas de muy alto riesgo de deslizamientos. Sumando las 38,098 personas que habitan en zonas de alto riesgo, tenemos que el 21.45% de la población se encuentra en zonas de riesgo Alto y Muy Alto.</p>	<p>Aumenta</p> <p>El riesgo por deslizamiento de laderas irá en aumento debido al incremento en la intensidad de lluvias y la deforestación de laderas.</p>
Riesgo por incendio	<p>Medio</p> <p>Se considera riesgo medio para la atención prioritaria de riesgo por incendios al ser en gran parte causados de forma ilícita con impactos mínimos y moderados, en su mayoría ocurridos en zonas rurales.</p>	<p>Aumenta</p> <p>El riesgo por incendio se espera aumente, dado el aumento en riesgo de sequías por disminución en la precipitación en los 3 horizontes de los escenarios de cambio climático (Instituto de Ciencias de la Atmósfera</p>

		y Cambio Climático, UNAM, 2022) y por el aumento en la temperatura de alrededor de 2°C.
Riesgo por sequías	<p>Medio</p> <p>Es considerada como riesgo medio para la atención prioritaria, pues se han identificado 3 periodos importantes de sequía, con datos recolectados de la estación meteorológica “La Cabaña” (#7087) con el más importante de ellos en el periodo comprendido entre 1987 a 1995 donde se alcanzó una sequía de categoría D3 “Extremadamente seca”.</p>	<p>Aumenta</p> <p>Dado que en los horizontes cercano, medio y lejano del escenario de cambio climático en RCP 4.5 y 8.5 (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022), la precipitación disminuye constantemente, se espera que el riesgo por sequías aumente.</p>
Riesgo por ondas gélidas	<p>Bajo</p> <p>Se considera de nivel de riesgo bajo para la atención prioritaria, ya que el periodo de retorno para temperaturas mínimas menores a los -2.5°C es mayor a 50 años.</p>	<p>Disminuye</p> <p>Se espera que disminuya el riesgo, dado que la temperatura aumentará alrededor de 2°C a través de los horizontes cercano, medio y lejano del escenario de cambio climático.</p>

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

La elaboración del **inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) municipal forma parte del diagnóstico de la Propuesta de Plan de Acción Climática para el municipio de San Cristóbal de Las Casas**, el cual ayuda a la resolución de las problemáticas planteadas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) sobre la estimación y reporte de emisiones, además de contribuir al cumplimiento de uno de los objetivos establecidos en el Acuerdo de París sobre alcanzar el punto máximo de las emisiones mundiales de GEI lo antes posible y conseguir un equilibrio entre la absorción por sumideros y las emisiones en la segunda mitad del siglo.

Metodología

La metodología utilizada para la contabilización de los GEI se fundamentó principalmente en las directrices propuestas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) versión al 2006⁹, a partir de cálculos de Nivel de Alcance I, éstos incluyen las emisiones directas correspondientes al consumo de combustibles o por el tratamiento de residuos en instalaciones dentro de los límites del municipio y los de Nivel de Alcance II, se refieren a las emisiones indirectas que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites del municipio. Adicionalmente, se utilizó el Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC), elaborado por WRI, C40 e ICLEI, el cual se basa en las directrices del IPCC pero las adapta a nivel de las ciudades (Fong et al., 2014).

Los cálculos del inventario fueron realizados utilizando la herramienta CIRIS (City Inventory Reporting and Information System) la cual es de acceso público y es la más ampliamente utilizada por las ciudades a nivel global¹⁰.

Sectores y Año Base

Actualmente existen seis sectores considerados como fuentes de emisión: Energía estacionaria, Transporte (incluido como fuente de emisiones móviles), Residuos, Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU por sus siglas en inglés), Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés) y otras emisiones de alcance III¹¹.

⁹ Las Directrices del IPCC y la Orientación de Buenas Prácticas, brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de gases de efecto invernadero e informarlos a la CMNUCC.

¹⁰ [Aquí](#) podrán descargar la herramienta CIRIS

¹¹ Cualquier otra emisión que se produce fuera del límite geográfico como resultado de actividades de la ciudad. Pueden reportarse por separado.

Debido a su importancia y aporte de emisiones, algunos sectores deben ser reportados de forma obligatoria, estos sectores son: Energía estacionaria, Transporte y Residuos. Adicionalmente en este inventario se consideraron las emisiones de cambio de uso de suelo del sector AFOLU.

El año base de este inventario es el 2018 por su proximidad al año de elaboración y a la disponibilidad de los datos.

Resultados

Las emisiones de GEI en unidades equivalentes de dióxido de carbono para el municipio de San Cristóbal de Las Casas en el año 2018 fueron de **402,657 tCO₂e**.

Las contribuciones totales en toneladas de CO₂e y porcentaje de cada uno de los sectores es el siguiente:

Cuadro 15: Emisiones de CO₂e por sector.

Fuente: Elaboración propia con datos del IGEI municipal 2018.

Sector	tCO ₂ e	Porcentaje de participación
Energía estacionaria	105,790	26%
Transporte	195,902	49%
Residuos	31,066	8%
AFOLU	69,900	17%
Total	402,657	100%

Emisiones totales: 402,657 tCO₂e

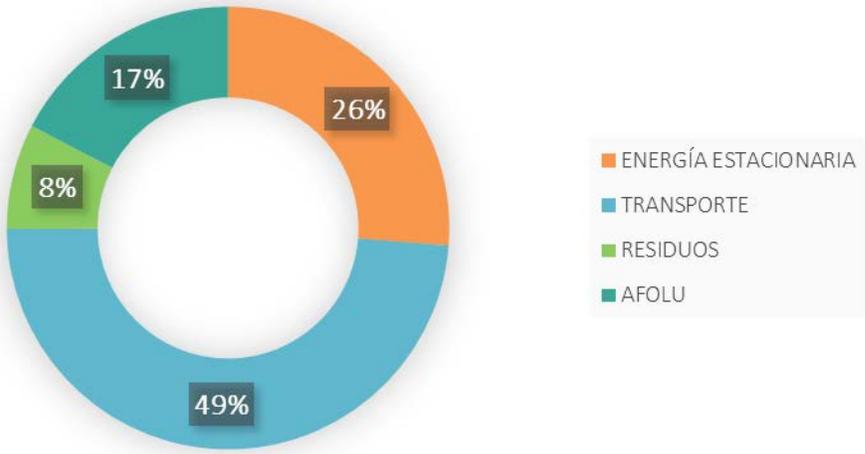


Figura 31: Porcentaje de Emisiones de tCO₂e por sector. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a emisiones per cápita, San Cristóbal de Las Casas se encuentra por debajo de las emisiones de otras ciudades latinoamericanas que también cuantificaron las emisiones del sector AFOLU en sus inventarios.

Cuadro 16: Comparativa de emisiones per cápita. Fuente: Elaboración propia con datos de los Planes de Acción Climática de las ciudades mencionadas.

País	Ciudad	Emisiones per cápita	Año base del inventario
Brasil	Salvador	1.07	2018
Colombia	Cali	1.60	2015
México	San Cristóbal de Las Casas	1.80	2018
Colombia	Medellín	1.87	2015
Honduras	Tegucigalpa	2.36	2011
Ecuador	Quito	2.74	2015
México	Ciudad de México	2.99	2016
Brasil	Rio de Janeiro	3.06	2017
México	Bahía de Banderas	3.88	2018
Colombia	Cartagena	6.01	2015
Argentina	Villa General Belgrano	6.75	2014
Argentina	La Paz	8.61	2016
Argentina	San Carlos Sud	14.69	2018

Energía Estacionaria

Las emisiones de energía estacionaria provienen de la quema de combustibles, así como de las emisiones fugitivas liberadas en el proceso de generación, suministro y consumo de formas útiles de energía (como energía o calor).

Las emisiones a contabilizar son derivadas de fuentes directas (combustión de combustibles fósiles) y de fuentes indirectas (consumo de energía eléctrica), incluidas en el alcance II de la metodología de combustión estacionaria del IPCC y en los 5 subsectores en que se divide esta categoría (de forma simplificada): Residencial, Comercial, Agropecuario, Industrial y Eléctrico (categorizado por tipo de tarifas eléctricas); en este inventario no se calcularon emisiones fugitivas ya que no son representativas para el municipio al no existir actividades de exploración ni refinación.

Uno de los retos en la elaboración de este inventario fue la disponibilidad de información a nivel local, ya sea porque no está generada o no fue compartida, por lo que se optó por consultar la *Guía para realizar balances energéticos estatales para la estimación de inventarios de gases de efecto invernadero*, publicado por el INECC en 2013 (Sheinbaum Pardo et al., 2013), bajo el esquema de esta metodología de escalamiento a nivel estatal se replicaron los cálculos con los datos de actividad municipales.

Por ejemplo, para la estimación del consumo de gas L.P. y leña residencial, se utilizó la proyección poblacional (CONAPO, 2019) y la estimación del número de viviendas en 2018 (INEGI, 2015), con datos del Banco de Información Económica (PIB por tipo de industria) (INEGI, 2022a) y del Censo Económico (DENUE) (INEGI, 2019) se obtuvo la estimación del consumo energético por combustibles fósiles en el subsector industrial. Para el caso del subsector agropecuario y comercial, se realizaron sus estimaciones utilizando el PIB primario y terciario municipal (calculado al 2018), respectivamente. El escalamiento indica el consumo energético por subsector a nivel municipal con base en datos del Balance Nacional de Energía (SENER, 2019).

A pesar de que en la plataforma de Datos Abiertos se encuentra publicado el reporte de los consumos a partir del 2018, el conjunto de datos se encuentra inhabilitado, esto junto con la solicitud fallida de información que se realizó a CFE (la información no fue compartida), se vio en la necesidad de optar por proyectar los datos. Los datos de consumo eléctrico se obtuvieron del reporte de Usuarios y consumo de electricidad por municipio (2010-2017) (CFE, 2017), calculando el promedio de las tasas de incremento anual y proyectando el valor del consumo para el 2018.

Según las directrices del IPCC, el cálculo de las emisiones para cada tipo de gas, en este caso CO₂, CH₄ y N₂O, se da de la multiplicación del consumo energético por un factor de emisión, por lo que se emplearon distintos factores de emisión por tipo de combustible, así como también un factor de emisión para el subsector eléctrico. Las fuentes consultadas fueron:

Cuadro 17: Instituciones y fuentes de información del Sector Energía Estacionaria.

FUENTE	INSTITUCIÓN RESPONSABLE	SECTOR O SUBSECTOR EN LA QUE SE EMPLEA
Producción de electricidad	Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Eléctrico
Balance Nacional de Energía, Consumo de combustibles fósiles	Sistema de Información Energética (SIE) de la Secretaría de Energía (SENER)	Residencial, Comercial, Industrial y Agropecuario
Banco de Información Económica (BIE)	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	Industrial
Proyección de Población	Consejo Nacional de Población (CONAPO)	Residencial
Proyección de Viviendas	INEGI	Residencial
Metodología de Escalamiento	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)	Residencial, Comercial, Industrial y Agropecuario
Poderes caloríficos	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)	Residencial, Comercial, Industrial y Agropecuario
Factores de emisión para combustibles fósiles en México	Registro Nacional de Emisiones (RENE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Residencial, Comercial, Industrial y Agropecuario
Factor de emisión eléctrico	Comisión Reguladora de Energía	Eléctrico

Los consumos energéticos directos totales por tipo de combustible y subsector del sector de energía estacionaria en el municipio se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 18: Consumo energético por tipo de combustible y total de emisiones (tCO₂e) por subsector de Energía Estacionaria en el municipio de San Cristóbal de Las Casas en 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIE.

Subsector	Combustible	Consumo Municipal (GJ)	Emisiones (ton/año)			
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Residencial	Gas L.P.	304,575	19,219	0.30	0.03	19,235
Comercial	Gas L.P.	59,025	3,724	0.06	0.01	3,728
Agropecuario	Gas L.P.	703	44	0.00	0.00	44
	Diésel	20,656	1,531	0.09	0.59	1,690
Industrial	Gasolinas	451	31	0.02	0.00	32
	Diésel	26,594	1,971	0.11	0.76	2,175
	Gas L.P.	14,266	900	0.01	0.00	901
	Combustóleo	1,813	140	0.01	0.00	141
	Gas seco	131,273	7,364	0.13	0.01	7,372
	Coque de petróleo	12,701	1,238	0.04	0.01	1,241
	Carbón	68,666	6,599	0.07	0.10	6,628
Total						43,187

A continuación, se presentan los consumos y emisiones indirectas, las cuales consisten en el consumo de electricidad de la red eléctrica del municipio.

Cuadro 19: Emisiones de CO₂e por subsector de electricidad en el municipio de San Cristóbal de Las Casas en 2018. Fuente: Elaboración propia con datos de CFE.

Subsector	Electricidad		
	Consumo Municipal (MW/h)	TARIFAS	CO ₂ e (ton/año)
Residencial	64,788	1, 1A, 1C, 1D, 1E, 1F, DAC	34,143
Comercial	48,011	2, 3, 7, PDBT, GDBT, OM, HM	25,302
Agropecuario	0	9, 9M, 9CU, 9N, RABT, RAMT	0
Industrial	1,100	GDMTH, GDMTO	580
Institucional			
Bombeo de agua	1,100	6	580
Alumbrado público	3,791	5A, APBT, APMT	1,998
Total	118,791		62,603

Cuadro 20: Emisiones de CO₂e por tipo de fuente emisora en el municipio de San Cristóbal de Las Casas en 2018. Fuente: Elaboración propia con datos del SIE y CFE.

Emisiones (tCO₂e)

Subsector	Directas	Indirectas	Total	Porcentaje de participación
Residencial	19,235	34,143	53,379	50.46%
Comercial	3,728	25,302	29,029	27.44%
Agropecuario	1,734	0	1,734	1.64%
Industrial	18,490	580	19,070	18.03%
Institucional	0	2,578	2,578	2.44%
Total	43,187	62,603	105,790	100%

La mayor fuente de emisión detectada en el sector es el consumo eléctrico residencial, seguido del consumo comercial. El consumo de gas L.P. residencial ocupa el 3er lugar de emisiones.

Emissiones (tCO₂e) totales por subsector de Energía Estacionaria

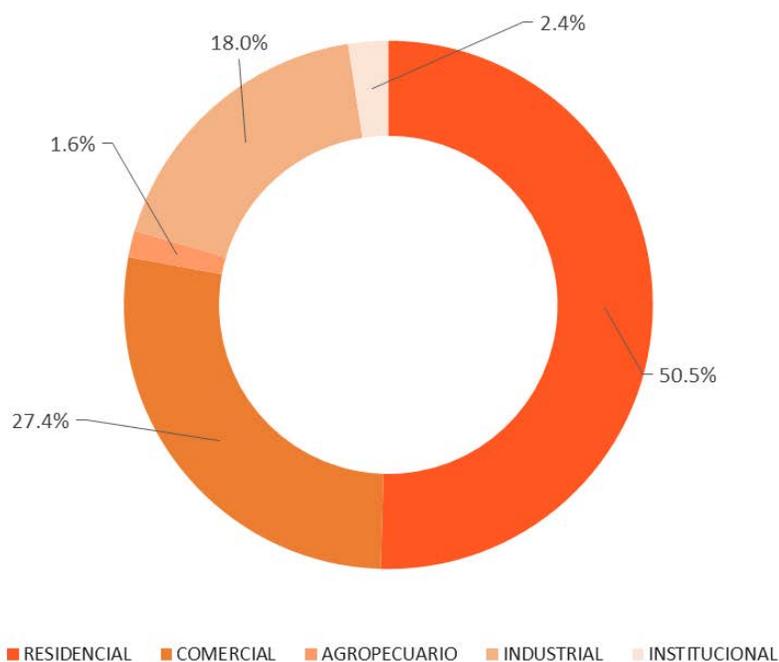


Figura 32: Porcentaje de emisiones de CO₂e por subsector de Energía Estacionaria en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, 2018. Fuente: Elaboración propia con datos del IGEI municipal 2018.

Debido a que el sector cuenta con fuentes prioritarias de emisión, el consumo de combustibles fósiles y de electricidad en el subsector residencial, deberán tomarse en cuenta el uso de combustibles bajos en carbono, además de la generación de energía a través de fuentes renovables.

Transporte

El sector transporte incluye todos los viajes por carretera, ferroviarios, marítimos y aéreos, incluyendo los viajes interurbanos e internacionales.

El autotransporte de carretera es el único subsector de transporte utilizado en San Cristóbal de Las Casas. Se empleó el modelo de cálculo para emisiones de fuentes móviles (software MOVES)¹² dando como resultados las emisiones correspondientes de los principales gases incluidos en este inventario. Los valores finales de las emisiones en autotransporte (gasolina y diésel) se tomaron del escalamiento a nivel municipal de la corrida estatal de MOVES (para el año 2018), utilizando los datos del parque vehicular municipal obtenido del Programa de información de INEGI dentro de los tabulados de Vehículos de motor registrados en circulación (INEGI, 2022b).

Cuadro 21: Instituciones y fuentes de información consultadas del Sector Transporte.

FUENTE	INSTITUCIÓN RESPONSABLE	SECTOR O SUBSECTOR EN LA QUE SE EMPLEA
Parque vehicular municipal	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	Por carretera
Factores de emisión reportados en la guía del usuario de MOVES México publicada en el 2016	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)	Por carretera

El automóvil particular es el que mayor porcentaje representa del parque vehicular, seguido de los camiones y camionetas de carga, las motocicletas y, por último, los camiones para pasajeros.

Cuadro 22: Emisiones de CO_{2e} en autotransporte por tipo de combustible en el municipio de San Cristóbal de Las Casas en 2018. Fuente: Elaboración propia con datos del Programa de Información de INEGI y MOVES.

Tipo de vehículo	No. de vehículos	Combustible	Emisiones (ton/año)			
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Automóviles	33,416	Gasolina	139,159	14.45	4.91	140,865
		Diésel	519	0.08	0.00	522
	469	Gasolina	2,980	0.19	0.02	2,991

¹² MOVES. Es un simulador de emisiones de vehículos motorizados de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de E.U.A.), por sus siglas en inglés; que mediante un sistema de modelado de última generación estima las emisiones para fuentes móviles a nivel nacional, ciudad y de proyecto para contaminantes atmosféricos de criterio, gases de efecto invernadero y tóxicos atmosféricos.

Camiones para pasajeros		Diésel	4,584	0.56	0.00	4,600
Camiones y camionetas de carga	14,795	Gasolina	5,678	0.41	0.13	5,723
		Diésel	34,966	6.09	0.01	35,140
Motocicletas	4,152	Gasolina	6,037	0.65	0.02	6,060
Total	52,832		193,924	22.43	5.09	195,902

El subsector Transporte por carretera emite un total de 195,901.53 tCO₂e, los cuales 72% derivan de automóviles y 21% de camiones y camionetas de carga, por lo que ambos tipos de vehículos son fuentes de emisiones prioritarias para este sector.

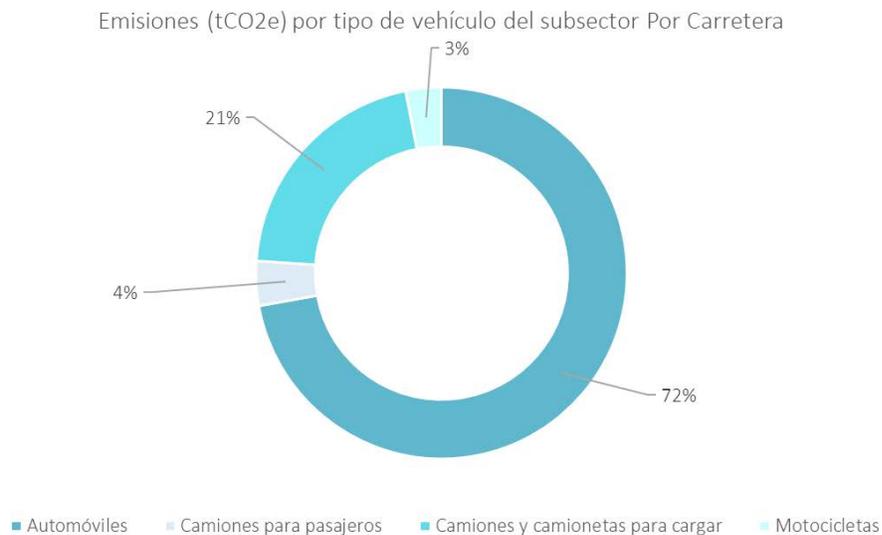


Figura 33: Porcentaje de participación de las emisiones de tCO₂e por tipo de vehículo del subsector Por carretera del municipio de San Cristóbal de Las Casas en 2018.
Fuente: Elaboración propia.

Residuos

Los residuos que genera la sociedad urbana están directamente relacionados con sus actividades y el consumismo, el manejo integral de éstos se comprende por las fases de: recolección, transporte y almacenamiento, si se realiza de manera adecuada su cumplimiento permite una mejora en la prestación del servicio público de limpieza.

El reporte del sector de residuos comprende la generación de emisiones provenientes de los residuos sólidos municipales, los residuos quemados a cielo abierto y aguas residuales.

Actualmente en el municipio de San Cristóbal de Las Casas se realiza la disposición final de residuos en un espacio previamente habilitado, ubicado en el Aguaje, Ejido La Albarrada perteneciente al municipio, es aquí donde se depositan los residuos sólidos en unas celdas construidas con anterioridad y creadas con las especificaciones indicadas. El sitio opera apenas desde el 2018 y se estima su vida útil termine en 2023, por lo que será necesario comenzar a realizar estudios que ayuden a identificar un nuevo lugar para disposición final, bajo las normativas correspondientes.

Según datos de la Dirección de Limpia Municipal en San Cristóbal de Las Casas se recolectaron 91,250 toneladas de basura durante el año 2018, se estima que en el municipio también existen residuos que son quemados a cielo abierto y éstos corresponden a un 9% del total estimado (INEGYCEI, 2018), obteniendo al final 100,375 toneladas de residuos generados en el municipio entre sólidos y quemados.

Los cálculos realizados en este sector se hicieron bajo la metodología de las directrices del IPCC en los subsectores de quema a cielo abierto y aguas residuales, mientras que para el subsector de residuos provenientes del relleno sanitario se usó el Modelo Mexicano del Biogás¹³.

De acuerdo con el Inventario de Plantas de Agua de Tratamiento Residual de CONAGUA (CONAGUA, 2018) el municipio de San Cristóbal no cuenta con alguna en existencia, por lo que se estima que toda el agua residual generada no es tratada.

¹³ El Modelo Mexicano del Biogás estima la generación y recuperación de biogás a través de plantillas que se alimentan con información detallada del relleno sanitario a evaluar.

Las fuentes consultadas de información fueron:

Cuadro 23: Instituciones y fuentes de información del Sector Residuos.

FUENTE	INSTITUCIÓN RESPONSABLE	SECTOR O SUBSECTOR EN LA QUE SE EMPLEA
Toneladas de residuos recolectados en el municipio	Dirección de Limpia del Municipio de San Cristóbal de Las Casas	Residuos sólidos municipales
Distribución de los residuos	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015 (INEGyCEI)	Quema a cielo abierto
Caracterización de los residuos	Modelo Mexicano del Biogás	Quema a cielo abierto
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Aguas residuales
Agua Residual Municipal	Registro Público de Derechos de Agua (REPDAA)	Aguas residuales
Factores de emisión	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)	Quema a cielo abierto y Aguas residuales

Residuos sólidos

La calculadora de emisiones mediante la cual se basa el Modelo Mexicano del Biogás permite introducir datos detallados sobre el relleno sanitario que se va a evaluar, en este caso, fue el relleno “El Aguaje” administrado por el municipio, en las plantillas se capturó información sobre año de apertura y clausura, toneladas recolectadas en al menos un año de disposición (en nuestro caso, 2018), índice de crecimiento anual (basado en la tasa de crecimiento del PIB estatal), entre otros aspectos técnicos. Los datos que arroja este modelo son sobre la caracterización de residuos, ya que estima un porcentaje por tipo de residuo según las características del relleno, además del volumen de recuperación de biogás y las emisiones de metano.

Cuadro 24: Emisiones de tCO₂e del subsector Residuos Sólidos en 2018. Fuente: Elaboración propia con datos del Modelo Mexicano del Biogás.

Año	Disposición de residuos estimada (ton métricas)	Recuperación de Biogás	Generación de Biogás (m ³ /h)	Emisiones de CH ₄	Emisiones de CO ₂ e (ton/año)
2018	91,250	0	205	645	18,050

Quema de Residuos

Las emisiones derivadas de la quema de residuos a cielo abierto se calcularon basadas en las ecuaciones dadas por las directrices del IPCC, donde los datos de actividad utilizados son principalmente las toneladas de residuos quemados y los factores de emisión por defecto del IPCC. Del subsector se obtuvieron **2,747 tCO₂e**.

Aguas Residuales

El municipio de San Cristóbal de Las Casas no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que sus aguas residuales son vertidas a cuerpos de aguas adyacentes a la ciudad, principalmente a arroyos, lo que ocasiona severos problemas ambientales y de la salud. Al año se estima que se generan alrededor de 3,949,500 m³ de agua residual municipal¹⁴.

Con esta información es posible calcular la emisión de metano en aguas residuales, la cual depende de la demanda biológica de oxígeno (DBO) de la población y los factores de emisión que por defecto proporciona el IPCC, al igual que se calculó la estimación de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales (con base en datos de los factores de proteína), mediante las ecuaciones recomendadas en las directrices para así obtener las emisiones de óxido nitroso.

Cuadro 25: Emisiones de tCO₂e del subsector Aguas Residuales en 2018. Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA y REPDA.

Tratamiento	Emisiones (ton/año)		
	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Agua no tratada	243	13	10,269

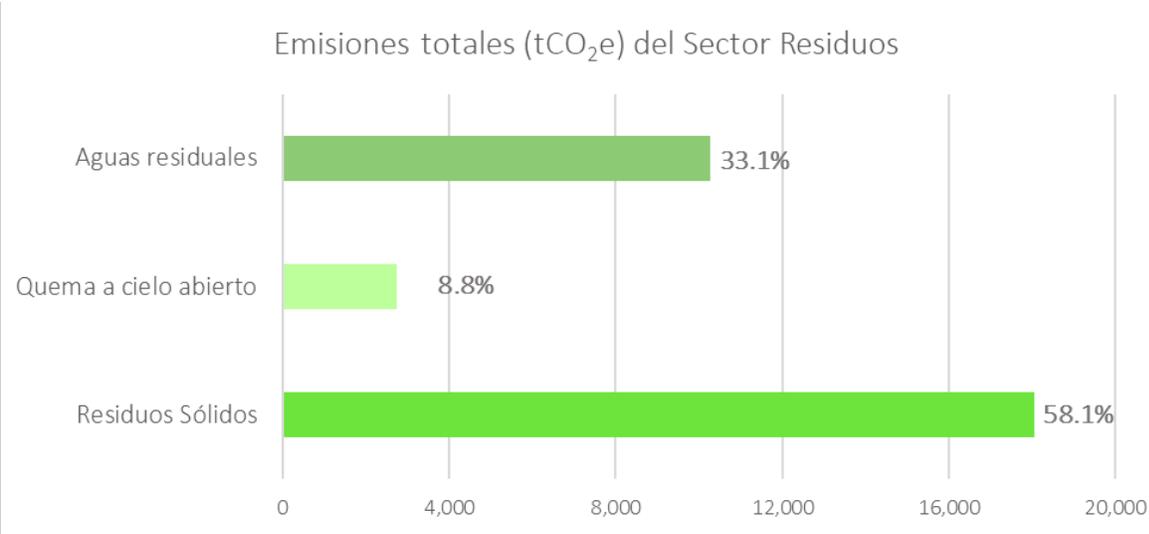
¹⁴ Cálculo propio con datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) (CONAGUA, 2020).

En resumen, el subsector de mayor contribución en emisiones es el de Residuos Sólidos Municipales, ya que el sitio de disposición final no cuenta con la tecnología adecuada para la captura de Biogás, lo que ayudaría a reducir el valor de las emisiones, además de que su tiempo de vida útil está por expirar, es primordial promover la construcción de un nuevo relleno sanitario que cuente con las tecnologías adecuadas que permitan hacer una captura y tratamiento del biogás generado para un mejor aprovechamiento del relleno, y la reducción de GEI.

Cuadro 26: Emisiones de tCO₂e del Sector Residuos en 2018. Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección de Limpia, CONAGUA y REPDA.

Subsector	Emisiones (ton/año)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Residuos sólidos	-	645	-	18,050
Quema a cielo abierto	876	59	0.9	2,747
Aguas residuales	-	243	13	10,269
Total	876	946.6	13.9	31,066

Figura 34: Porcentaje de emisiones de tCO₂e por subsector de Residuos del municipio de San Cristóbal de Las Casas en 2018. Fuente: Elaboración propia.



AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo)

Para el cálculo de las emisiones generadas por el cambio de uso de suelo en el municipio se utilizaron las toneladas de CO₂ emitidas estimadas en el mapa global de emisiones forestales de gases de efecto invernadero del 2001-2020 de Harris et al., 2021 publicado en *Global Forest Watch*. El mapa muestra las emisiones forestales de gases de efecto invernadero procedentes de las perturbaciones que crean la sustitución de bosque por otro uso de suelo a una resolución de 30m. Las emisiones incluyen todos los reservorios de carbono relevantes del ecosistema (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca, suelo) y los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O). Para su cálculo se utilizaron los lineamientos de la guía IPCC 2006 (IPCC, 2019).

Los datos de actividad del mapa global de emisiones forestales fueron calculados usando la información de cambio de cobertura forestal global publicada por Hansen et al., 2013, la cual usa como base imágenes satelitales Landsat para estimar la cantidad de biomasa aérea en el 2000. Se cuantificaron las emisiones totales anuales dentro de los límites municipales desde 2011 hasta el 2020.

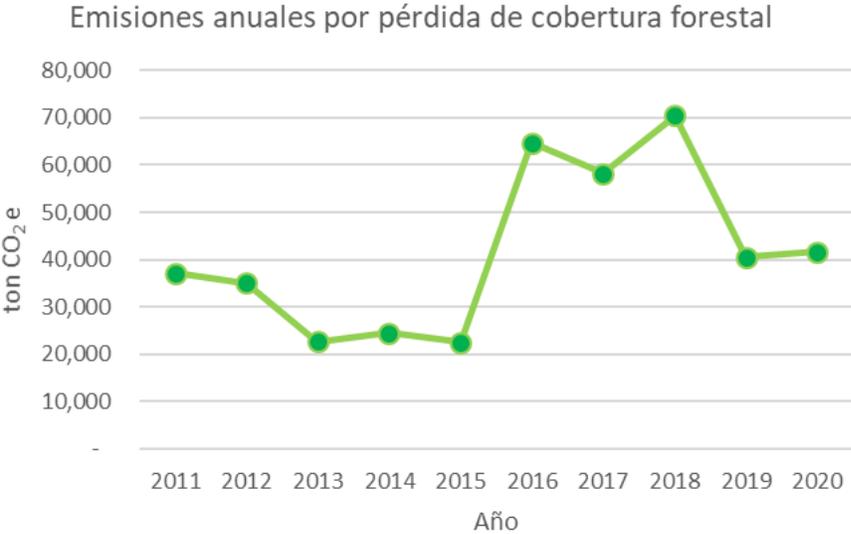


Figura 35: Emisiones totales del sector AFOLU para el municipio de San Cristóbal de Las Casas, periodo 2011-2020. Fuente: elaboración propia con datos de Hansen et al., (2013).

El valor reportado para emisiones provenientes de cambio de uso de suelo se tomó del valor calculado para 2018 en San Cristóbal, obteniendo un total de **69,900 tCO₂e**, lo que representa el 17.36% con respecto a la suma total de emisiones del inventario.

Conclusiones

Se considera una fuente de emisión prioritaria a aquella actividad o fuente de emisión que tiene una contribución sustancial al total de emisiones de GEI en el inventario. En este caso, el uso del automóvil es la mayor fuente de emisiones municipales con un 35.11%, seguido

por las emisiones derivadas del cambio de uso de suelo (17.36%), el uso de camiones y camionetas de carga (10.15%) y el consumo residencial de energía eléctrica (8.48%).

Cuadro 27: Resumen de emisiones por porcentajes y subsectores de fuentes prioritarias.

Fuente: Elaboración propia.

Emisiones totales por sector y principales subsectores (402,657 tCO₂e)		
Energía estacionaria 105,790 tCO ₂ e 26.3%	Consumo residencial eléctrico	8.48%
	Consumo comercial eléctrico	6.28%
	Consumo residencial de combustibles	4.78%
	Consumo industrial de combustibles	4.59%
	Consumo comercial de combustibles	0.93%
	Consumo institucional eléctrico	0.64%
	Consumo agropecuario de combustibles	0.43%
	Consumo industrial eléctrico	0.14%
Transporte 195,902 tCO ₂ e 48.6%	Automóviles	35.11%
	Camiones y camionetas de carga	10.15%
	Camiones para pasajeros	1.89%
	Motocicletas	1.50%
Residuos 31,066 tCO ₂ e 7.7%	Residuos sólidos municipales	4.48%
	Aguas residuales	2.55%
	Quema a cielo abierto	0.68%
AFOLU 69,900 tCO ₂ e 17.4%	Cambio de uso de suelo	17.36%

Las medidas de mitigación que se planeen establecer deberán considerar los subsectores más representativos del inventario, ya que de esa manera podrá cumplirse el objetivo de reducción de emisiones GEI.

Proyección de Emisiones al 2030 y 2050

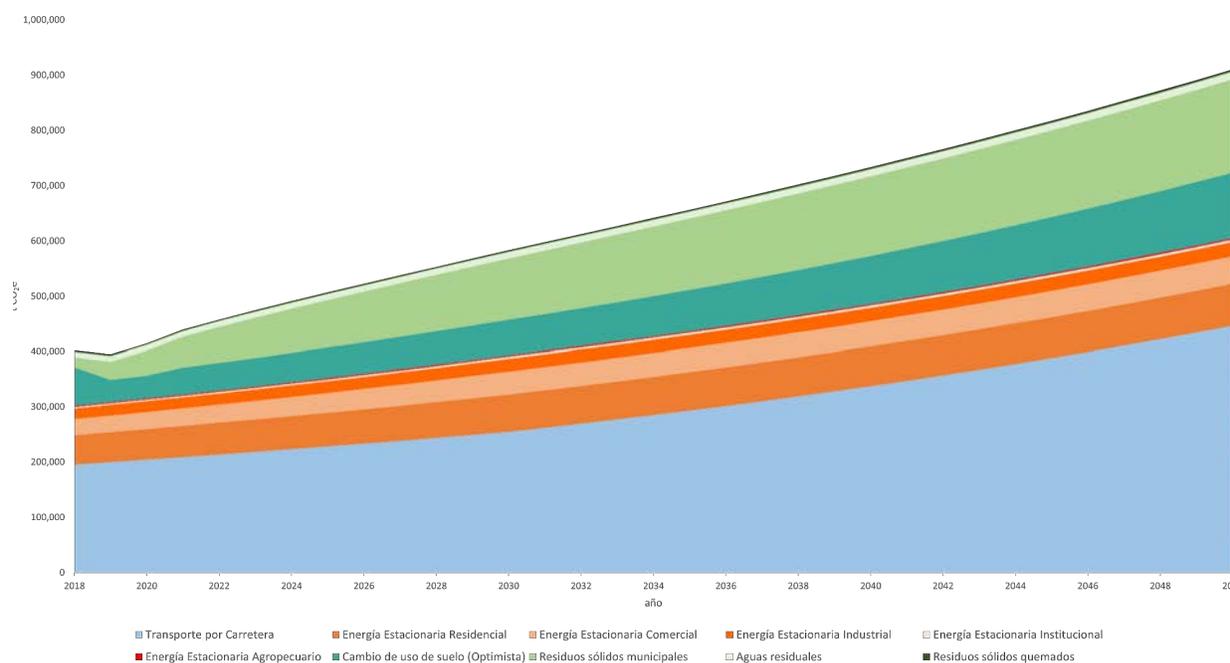
Con base en los resultados de emisiones obtenidos al 2018 para el municipio de San Cristóbal de Las Casas se generaron proyecciones para los años 2030 y 2050, las cuales permitirán comparar el incremento de emisiones durante el periodo estimado. Se analizaron las cuatro categorías seleccionadas, considerando que no habrá variaciones en los parámetros que dictan los valores históricos. Este escenario tendencial es denominado

“Business As Usual” (BAU, por sus siglas en inglés), ayuda a estimar la continuación de las tendencias actuales, por lo que se toma como referencia para proponer mejoras en los sectores que representan una fuente significativa de emisiones de GEI.

Durante el 2018 en San Cristóbal de Las Casas se emitieron más de 400 mil toneladas de CO₂e, mientras que en la proyección hecha bajo el escenario BAU ascienden a **583,560 toneladas de CO₂e**, en el 2030 y a **910,704 toneladas de CO₂e** en el 2050, lo que representa un aumento porcentual relativo de emisiones proyectado para el año 2030 del **45% y de 126%** para el 2050.

Figura 36: Proyección de Incremento en emisiones totales del 2018 al 2050.

Fuente: elaboración propia.



Energía Estacionaria

La proyección de consumo al 2030 en fuentes directas (a excepción del consumo de leña residencial) se calcula siguiendo la misma metodología usada en el inventario base; aplicando la tasa de crecimiento anual (tca) tomado de las Prospectivas de Gas L.P. 2018-2032 (SENER, 2018), al consumo energético municipal por subsector y tipo de combustible del 2018. La tasa de crecimiento anual para fuentes indirectas fue tomada del documento “Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, PRODESEN 2019-2033” (CENACE, 2019), publicado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

Se utilizaron proyecciones de crecimiento poblacional nacionales y estatales de CONAPO al 2050 para proyectar las tasas de crecimiento anual del 2030 al 2050.

Ecuación:

$$\text{Consumo Municipal Energía Estacionaria}_{2030} = \text{Consumo Energético}_j \times (1 + tca)^{(j - i)}$$

en donde i= año base, j = año BAU

Cuadro 28: Proyección de emisiones de tCO₂e del Sector Energía Estacionaria. Fuente: elaboración propia con datos de la SENER.

		Emisiones tCO ₂ e (ton/año)		
Sector	Subsector	2018	2030	2050
Energía Estacionaria	Residencial	53,379	67,256	75,851
	Comercial	29,029	41,606	49,649
	Agropecuaria	1,734	2,126	2,345
	Industrial	19,070	23,040	25,633
	Institucional	2,578	3,806	4,597
Total		105,790	137,834	158,075

Transporte

Las emisiones de transporte por carretera fueron calculadas utilizando la herramienta MOVES para estimar las emisiones estatales al 2030 y 2050. Siguiendo la misma metodología que en el inventario base, los resultados fueron escalados a nivel municipal con los datos del parque vehicular de San Cristóbal.

Cuadro 29: Resultado de emisiones de tCO₂e utilizando el modelo MOVES para el municipio de San Cristóbal de Las Casas en los años 2030 y 2050. Fuente: MOVES.

		Emisiones de tCO ₂ e (ton/año)		
Tipo de vehículo	Combustible	2018	2030	2050
Automóviles	Gasolina	140,865	178,368	306,856
	Diésel	522	639	1,098
Camiones para pasajeros	Gasolina	2,991	4,298	7,826
	Diésel	4,600	6,612	11,976
Camiones y camionetas de carga	Gasolina	5,723	7,739	13,992
	Diésel	35,140	48,592	88,269
Motocicletas	Gasolina	6,060	9,026	16,659
	Total	195,902	255,275	446,675

Residuos

Para la proyección del escenario de emisiones del subsector residuos sólidos municipales se utilizó el modelo Mexicano del Biogás asumiendo un incremento anual de disposición de residuos de 1.2% del 2018 al 2030 de acuerdo con la tasa de crecimiento poblacional de San Cristóbal de Las Casas. Del 2030 en adelante se utilizó la tasa de crecimiento poblacional de Chiapas al 2050. Los valores obtenidos resultan en un incremento alto causado por la acumulación de residuos año con año y el crecimiento de la población.

Las emisiones proyectadas del subsector de quema a cielo abierto se hicieron siguiendo la misma metodología usada en el inventario base propuesta por las Directrices del IPCC 2006 (IPCC, 2021a), tomando en cuenta la población al año del escenario.

El subsector de aguas residuales fue proyectado de acuerdo con la metodología del IPCC, para calcular el agua residual generada en 2030 y 2050 considerando los datos de población de esos años, se usó el mismo valor de DBO que aparece en el inventario base.

Cuadro 30: Proyección de emisiones de tCO₂e del Sector Residuos Fuente: elaboración propia con datos de CONAPO y el Modelo Mexicano del Biogás.

Sector	Subsector	Emisiones tCO ₂ e (ton/año)		
		2018	2030	2050
Residuos	Residuos sólidos municipales	18,050	110,885	168,946
	Quema a cielo abierto	2,747	3,183	3,732
	Aguas residuales	10,269	12,109	14,200
	Total	31,693	126,117	186,878

AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo)

El cálculo de las proyecciones del subsector de cambio de uso de suelo se estimó considerando los datos reales del 2015 al 2021 de emisiones de CO₂e publicado en *Global Forest Watch*. A partir del 2022 se utilizó la misma tasa de crecimiento anual emisiones por cambio de uso del suelo del periodo 2020-2030 de la Línea Base BAU del sector USCUS calculada a partir de los datos de emisiones incluidas en el reporte de Contribución Determinada a nivel Nacional Actualización 2020 (Gobierno de México, 2020), lo que da un crecimiento anual de 3.1%.

Adicionalmente, se utilizó la tasa de crecimiento poblacional anual para estimar el incremento en consumo residencial de leña.

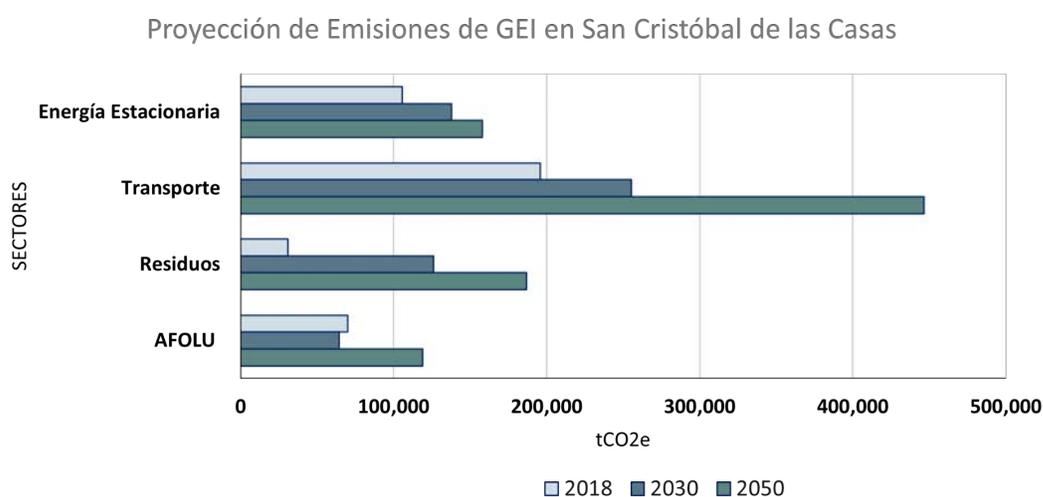
Cuadro 31: Proyección de emisiones de tCO₂e del Sector AFOLU.

Sector	Subsector	Emisiones tCO ₂ e (ton/año)		
		2018	2030	2050
AFOLU	Cambio de uso de suelo	69,900	64,274	119,075

Resumen del Escenario BAU

A continuación, se resumen los resultados obtenidos en cada una de las categorías consideradas:

Figura 37: Proyección de Emisiones de tCO₂e al año 2030. Fuente: elaboración propia



El porcentaje global del incremento de emisiones totales es del **45%** en 2030 y **126%** en 2050 con respecto al total de emisiones obtenidas en el año del inventario base, donde el sector de mayor crecimiento en emisiones es el de residuos con un incremento del 306% en el 2030 y de 502% en el 2050 con respecto al año base.

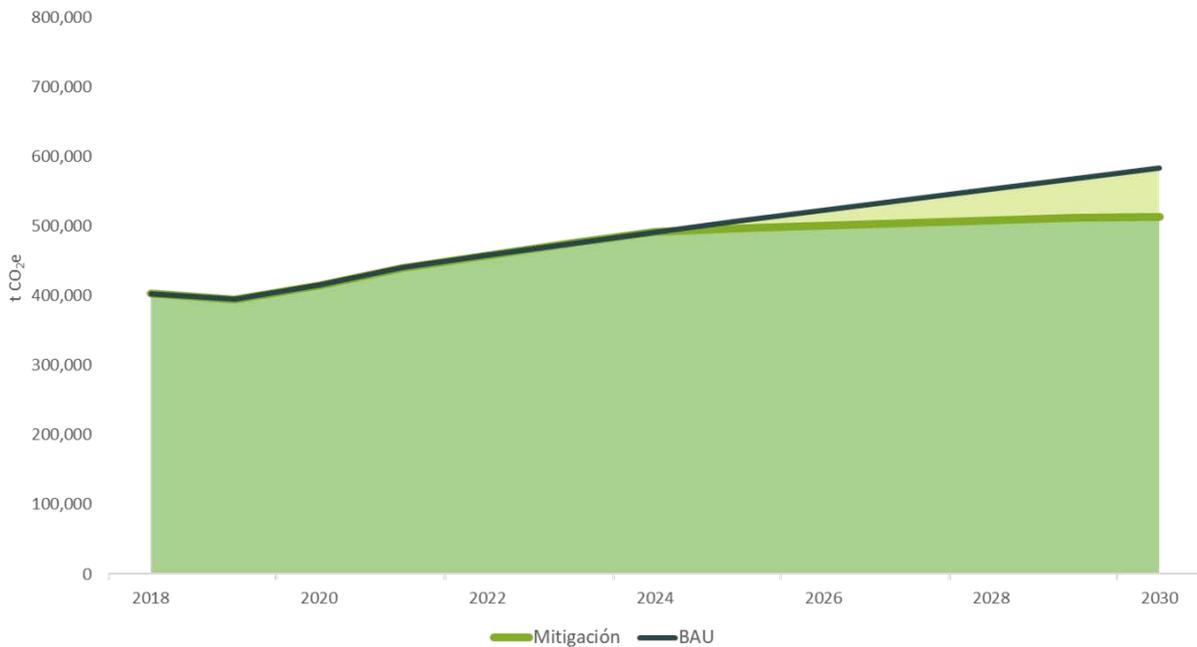
Metas de la Propuesta de Plan de Acción Climática

Mitigación

A pesar de que las emisiones per cápita actuales del municipio de San Cristóbal de Las Casas se encuentran por debajo de las emisiones per cápita de otras ciudades latinoamericanas es importante recordar que el municipio sigue en crecimiento y si no se toman medidas para su reducción las emisiones de GEI aumentarían un 45% para el 2030 y 126% para el 2050 con respecto al 2018. Además, independientemente de su contribución al calentamiento global, San Cristóbal de Las Casas es vulnerable a los efectos del cambio climático por lo que es de suma importancia tener un alto nivel de ambición en la mitigación de emisiones.

Por lo tanto, el municipio se compromete a que en el 2030 las emisiones de GEI tendrán una reducción del 12.1% con respecto al Escenario BAU. Esto es equivalente a reducir 70,399 tCO₂e.

Figura 38: Escenario de Mitigación vs BAU. Elaboración propia

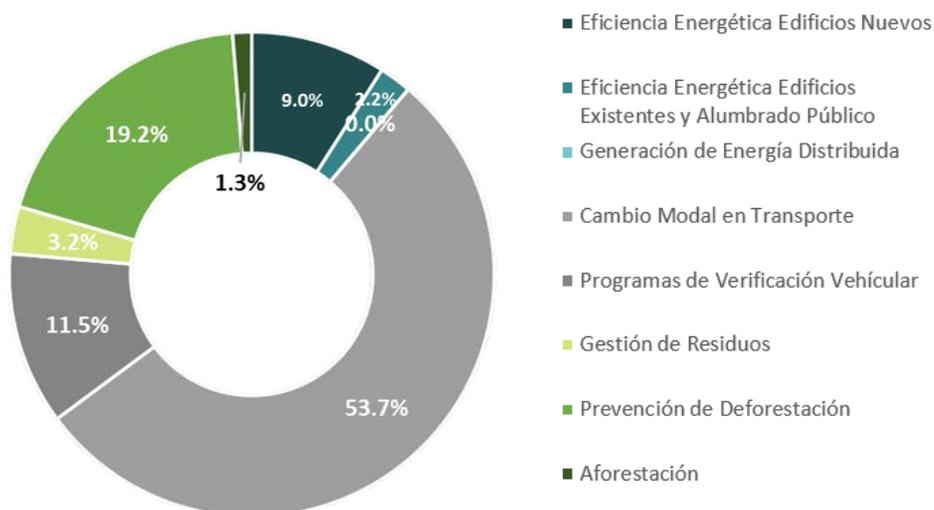


Cuadro 32: Proyección de emisiones de tCO₂e. Fuente: elaboración propia.

Sector	Subsector	Emisiones tCO ₂ e (ton/año)		
		2018	2030 BAU	2030 Meta
Energía Estacionaria	Residencial	53,379	67,256	63,743
	Comercial	29,029	41,606	37,275
	Agropecuario	1,734	2,126	2,126
	Industrial	19,070	23,040	23,040
	Institucional	2,578	3,806	3,778
		105,790	137,834	129,961
Transporte	Por carretera	195,902	255,275	209,387
Residuos	Residuos sólidos	18,050	110,885	109,451
	Quema a cielo abierto	2,747	3,183	3,183
	Aguas residuales	10,269	12,109	11,323
		31,693	126,117	123,956
AFOLU	Cambio de uso de suelo	69,900	64,274	49,856
Total		402,657	583,560	513,160

El municipio se enfocará en implementar medidas de eficiencia energética en edificios, fomentar el cambio modal en el transporte, crear programas de verificación vehicular, mejorar la gestión de residuos, reducir la deforestación e incrementar la aforestación municipal.

Figura 39: Distribución de reducción de emisiones al 2030 por tipo de acción. Elaboración propia.



Adaptación

En base a los resultados obtenidos en el Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades climáticas, la meta de adaptación municipal es incrementar la resiliencia climática de la población, infraestructura y los ecosistemas de San Cristóbal de Las Casas. Las acciones de adaptación atenderán los diversos riesgos identificados para el municipio a través de medidas de educación, infraestructura, ordenamiento territorial, capacidad de respuesta a desastres, e instrumentos financieros. Además, será de vital importancia mejorar e incrementar la comunicación por parte del ayuntamiento a la población sobre el cambio climático.

Figura 40: Matriz de acciones de adaptación. Elaboración propia.

	Inundación	Deslaves	Sequía	Olas de Calor	Incendio Forestal
Educación	2 acciones	1 acción	2 acciones	1 acción	1 acción
Infraestructura	1 acción	1 acción	1 acción	1 acción	
Ordenamiento	3 acciones	1 acción	2 acciones		
Capacidad de respuesta a desastres	1 acción	1 acción			
Total	7 acciones	4 acciones	5 acciones	2 acciones	1 acciones

Acciones Climáticas del PAC

A continuación, se muestran las **fichas técnicas** para cada una de las acciones climáticas. Cada ficha incluye: el sector y subsector de la acción, el costo de implementación, la hoja de ruta de la acción, metas al 2030, indicadores de cumplimiento, actores responsables de su puesta en marcha y cumplimiento, posibles fuentes de financiamiento, la línea de tiempo de implementación y los co-beneficios esperados.



CONTENIDO

MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

Ficha 01 Difundir y comunicar los resultados y metas del PAC

Ficha 02 Fortalecer las instituciones municipales

MITIGACIÓN

Ficha 03 Nuevos edificios inteligentes

Ficha 04 Reacondicionamiento de edificios

Ficha 05 Iluminación pública verde

Ficha 06 Ciudad activa y conectada

Ficha 07 Vehículos menos contaminantes

Ficha 08 Ciudad limpia

Ficha 09 Tratamiento de aguas residuales

Ficha 10 Cuidar el bosque

ADAPTACIÓN

Ficha 11 Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático

Ficha 12 Promover infraestructura resiliente

Ficha 13 Incrementar la protección y resiliencia de los ríos

Ficha 14 Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua y la participación ciudadana

Ficha 15 Proteger y fortalecer los humedales municipales

Ficha 16 Ampliar el sistema de alerta temprana

Ficha 17 Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial

Ficha 18 Fortalecer el programa de prevención y manejo de incendios



Acciones de Mitigación y Adaptación

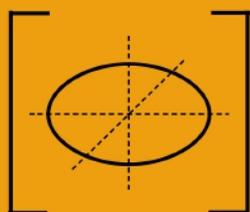
Las acciones de mitigación y adaptación (en conjunto) son **acciones transversales cuya implementación es esencial para el cumplimiento del resto de las acciones del Plan de Acciones Climática.**

Las acciones incluidas hacen referencia a la necesidad de **difundir adecuadamente el contenido de la Propuesta de Plan de Acción Climática** para:

- i. Lograr una correcta vinculación con otros instrumentos de planeación municipal.
- ii. Crear un medio efectivo de comunicación del diagnóstico climático del municipio y las medidas estratégicas necesarias para reducir la huella de carbono municipal e incrementar la resiliencia climática.

Además, es importante mencionar que **muchas de las acciones propuestas**, particularmente las actividades de monitoreo y regulación **requieren de instituciones robustas para su correcta ejecución.** El fortalecimiento de las instituciones se llevará a cabo a través de incrementos presupuestarios y de personal, capacitaciones y el incremento de personal y recursos destinados a la vigilancia pública.





Transversal

Subsector
Educación



Costo efectividad

Nivel de costo

\$5 Millones



Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Protección civil

Fuente de Financiamiento

- Recursos propios del municipio

Acción 01

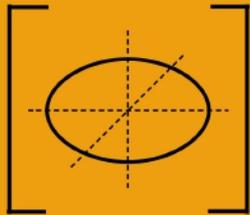
Difundir y comunicar los resultados y metas del Plan de Acción Climática

DETALLES

- Creación de un Consejo / Comité Municipal de Resiliencia Climática y Desarrollo Sostenible en el IMPLAN, para facilitar la comunicación, coordinación e implementación de las medidas propuestas en el PAC, y llevar a cabo el monitoreo, verificación y evaluación de los impactos de las políticas de cambio climático.
- Creación de una página web para presentar el Plan de Acción Climática y sus futuras actualizaciones. Esta plataforma servirá para integrar y presentar información sobre las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático del municipio. Se recomienda integrar la cartografía participativa y atlas de riesgo municipal realizado por la Dirección de Protección Civil del año 2021, siendo el más actualizado.
- Educar y capacitar a las Direcciones Municipales, Comités de protección y participación ciudadana, y a la sociedad civil sobre la importancia del Plan de Acción Climática del municipio.
- Fortalecer, capacitar y establecer metodologías de trabajo a las Direcciones municipales sobre la adaptación y resiliencia al cambio climático.

METAS

- Crear el IMPLAN.
- Crear el Consejo/Comité de seguimiento del PAC, dentro del IMPLAN.
- Crear la página web y las redes sociales (Facebook y Youtube) para el Plan de Acción Climática, y sus futuras actualizaciones.
- Realizar al menos tres talleres para difundir el PAC con la sociedad civil, incluyendo a las comunidades rurales.
- Realizar al menos tres talleres anuales con las direcciones municipales sobre medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, en donde puedan reportar las acciones realizadas.



Transversal

Subsector Educación

Acción 01: Difundir y comunicar los resultados y metas del Plan de Acción Climática

INDICADORES

- Creación del IMPLAN.
- Creación de la página web y redes sociales del PAC (Facebook y Youtube).
- Número mensual de visitantes de la página web del PAC.
- Creación del Consejo/Comité de seguimiento del PAC, dentro del IMPLAN.
- Porcentaje de implementación de talleres programados.
- Número de participantes en talleres de difusión del PAC.
- Número de participantes en talleres con direcciones municipales.
- Porcentaje de participación femenina en talleres.

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Creación de instrumentos de comunicación	■		
Creación de consejo/comité de seguimiento del PAC	■		
Capacitaciones al personal municipal	■		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

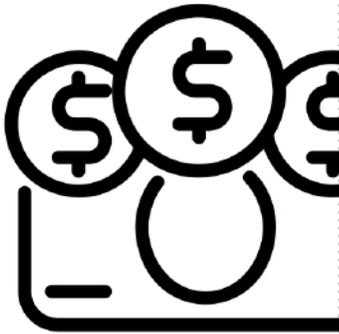
CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	



Transversal

Subsector
Financiamiento



Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Tesorería
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Policía Municipal

Fuente de Financiamiento

- INAFED
- Recursos propios municipales

Acción 02

Fortalecer las instituciones municipales

DETALLES

- Aumentar el flujo de ingresos propios, por ejemplo, a través del desarrollo de programas para incentivar el pago predial mediante descuentos.
- Gestionar el aumento de recursos humanos y financieros para atender las acciones climáticas propuestas.
- Aumentar el 65% del personal del municipio en materia de vigilancia pública y administrativa, de acuerdo a los estándares internacionales.
- Dar seguimiento a la dotación de equipo suficiente al personal de vigilancia e inspección para implementar las acciones climáticas. Por ejemplo, la gestión de 37 patrullas y 23 motopatrullas, así como uniformes y equipo táctico para 605 policías).
- Dar seguimiento a las capacitaciones al personal municipal en materias relacionadas a la implementación de acciones climáticas, a través de la Dirección de Ecología en coordinación con Protección Civil.

METAS

- Elaborar un plan de financiamiento del Plan de Acción Climática.
- Aumentar el personal municipal en materia de vigilancia pública y administrativa en un 65%.
- Realizar capacitaciones anuales al personal municipal.

INDICADORES

- Ingresos municipales.
- Recursos para atender acciones climáticas propuestas.
- Personal municipal para atender acciones climáticas propuestas.
- Elaboración del plan de financiamiento del Plan de Acción Climática.
- Personal municipal en materia de vigilancia pública y administrativa para implementar acciones climáticas.
- Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones programadas.
- Número de participantes de las capacitaciones.
- Porcentaje de participación femenina en las capacitaciones.



Transversal

Subsector
Financiamiento

Acción 02: Fortalecer las instituciones municipales

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Aumento de flujo de ingresos propios	■		
Incremento de recursos humanos y financieros	■		
Capacitaciones al personal municipal	■		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS



Acciones de Mitigación

Las acciones de Mitigación tienen como objetivo **reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas dentro de los límites municipales**. Las acciones están organizadas por sectores de generación: Energía Estacionaria, Transporte, Residuos, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU).

- Cada acción incluye la **reducción de emisiones en ton de CO₂ equivalente al 2030 con respecto al Escenario BAU**. El cálculo de reducción de emisiones asume el cumplimiento de las metas mencionadas en las acciones.
- El **alcance temporal** de todas las metas planteadas es el **2030**.
- Los **costos** estimados para cada una de las acciones se refieren a la **inversión total requerida y los costos operacionales** del primer año estimados **para el cumplimiento de las metas propuestas**, no a los costos municipales. Por ejemplo, el costo estimado para el cumplimiento de la acción “Ciudad Solar” incluye el costo de instalación y operación de un año de todos los equipos fotovoltaicos necesarios para que el 30% de las viviendas generen el 87% de su consumo energético y que 20% de las unidades económicas generen el 47% de su consumo eléctrico.
- El costo por tonelada de CO₂ equivalente fue calculado considerando la vida útil total de las medidas. Para la acción “Ciudad Solar” se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Costo por ton } CO_2e = \frac{\sum_{i=1}^{\text{vida útil}} \text{reducción de emisiones anual}}{\text{costo de inversión} + \sum_{i=1}^{\text{via útil}} \text{costo de operación anual}}$$

- Las fuentes de financiamiento son posibles fuentes de financiamiento, no fuentes definitivas.

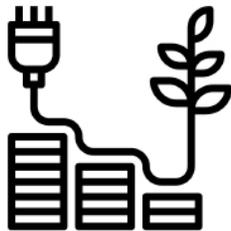


MITIGACIÓN



Energía estacionaria

Subsector
Eficiencia energética



Costo de efectividad

Nivel de costo

\$103.2 Millones



Costo por ton CO2e

\$443



Potencial de mitigación

Emisiones

6,354 ton CO₂e

Porcentaje (%)

1.1%

Acción 03

Nuevos edificios eficientes

Mejorar el desempeño energético de las nuevas construcciones

DETALLES

- Actualizar el reglamento de construcción para exigir lineamientos de eficiencia energética a nuevas construcciones (en proceso de actualización).
- Condicionar el cumplimiento de los lineamientos de eficiencia energética a la obtención de licencias de operación y construcción, dentro de la actualización del reglamento municipal de construcción.

METAS

- **100%** de los comercios nuevos implementan medidas de eficiencia energética reduciendo 1/3 de la energía eléctrica consumida, a partir de la actualización del reglamento de construcción.
- **100%** de las viviendas nuevas implementan medidas de eficiencia energética incluyendo: aislamiento, mejoras en la eficiencia de iluminación, electrodomésticos y sistemas de aire acondicionado, a partir de la actualización del reglamento de construcción.

INDICADORES

- Consumo eléctrico.
- Porcentaje de nuevos comercios con medidas de eficiencia energética.
- Porcentaje de nuevas viviendas con medidas de eficiencia energética.

MITIGACIÓN



Energía estacionaria

Subsector Eficiencia energética

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano

Fuente de Financiamiento

- FIDE
- INFONAVIT
- FELICITY

Acción 03: Nuevos edificios eficientes

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Actualizar reglamento de construcción y lineamientos de eficiencia energética	■		
Condicionamiento de licencias	■	■	■

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

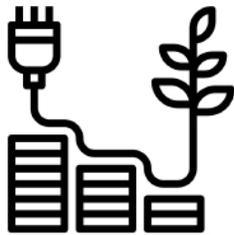
CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	



Energía estacionaria

Subsector
Eficiencia energética



Costo de efectividad

Nivel de costo
\$20.4 Millones



Costo por ton CO2e

\$549



Potencial de mitigación

Emisiones
1,491 ton CO₂e

Porcentaje (%)
0.3%

Acción 04

Reacondicionamiento de edificios

Mejorar el desempeño energético de edificios existentes

DETALLES

- Continuar impulsando los programas de turismo ambientalmente responsable entre las asociaciones de hoteles, restaurantes y, extenderlos para las iniciativas de Airb&b.
- Diseñar e implementar junto con las asociaciones empresariales un programa voluntario de eficiencia energética que incluya el otorgamiento de certificados a los participantes. Deberá considerarse la gestión de recursos para las capacitaciones en esta materia.
- Gestionar con el Fideicomiso de Ahorro de Energía (FIDE) apoyos para mejorar la eficiencia energética en empresas turísticas.

METAS

- **25%** de los comercios existentes implementan medidas de eficiencia energética reduciendo **12%** de la energía eléctrica consumida.

INDICADORES

- Consumo energético.
- Porcentaje de nuevos comercios con medidas de eficiencia energética.

MITIGACIÓN



Energía estacionaria

Subsector
Eficiencia energética

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Dirección del Turismo

Fuente de Financiamiento

- FIDE

Acción 04: Reacondicionamiento de edificios

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Programas de turismo ambientalmente responsable	[Barra de tiempo que cubre Corto, Mediano y Largo plazo]		
Programa voluntario de eficiencia energética	[Barra de tiempo que cubre Corto plazo]		
Gestión de apoyos para eficiencia energética	[Barra de tiempo que cubre Corto, Mediano y Largo plazo]		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

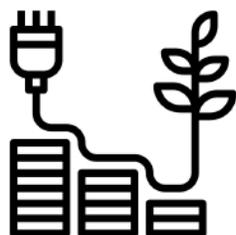
CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	



Energía estacionaria

Subsector
Eficiencia energética



Costo de efectividad

Nivel de costo

\$1.7 Millones



Costo por ton CO₂e

\$4,212



Potencial de mitigación

Emisiones

27.7 ton CO₂e

Porcentaje (%)

0.005%

Acción 05

Iluminación pública verde

Mejorar la eficiencia energética en el alumbrado público

DETALLES

- Promover la implementación de lámparas solares para sustituir las lámparas de energía convencional. La Dirección de Obras públicas en coordinación del Departamento de Alumbrado Público realizarán el diagnóstico de las zonas con potencial para la implementación de lámparas solares y posteriormente elaborar los proyectos correspondientes.

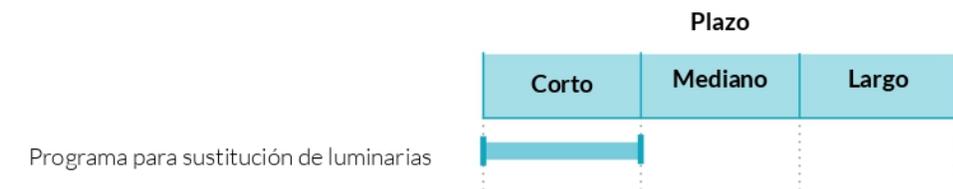
METAS

- 150 lámparas de alumbrado público solares instaladas anualmente.

INDICADORES

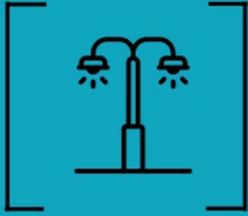
- Número de lámparas de alumbrado público solares instaladas.
- Consumo eléctrico del alumbrado público.
- Porcentaje de alumbrado público sustituido por luminarias solares

LÍNEA DEL TIEMPO



Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo).

MITIGACIÓN



Energía estacionaria

Subsector Eficiencia energética

Actores Responsables

- Departamento de Alumbrado Público
- Dirección de Obras Públicas

Fuente de Financiamiento

- FIDE
- CONUEE
- FELICITY

Acción 05: Iluminación pública verde

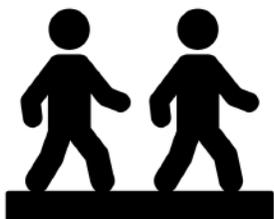
CO-BENEFICIOS





Transporte

Subsector Gestión de demanda



Costo de efectividad

Nivel de costo

\$715 Millones



Costo por ton CO₂e

\$2,760



Potencial de mitigación

Emisiones

37,777 ton CO₂e

Porcentaje (%)

6.5%

Acción 06

Ciudad activa y conectada

Mayor número de viajes en transporte público y medios no motorizados

DETALLES

- Crear zonas de bajas emisiones y restringir el acceso a vehículos pesados y de turismo en la zona del centro histórico.
- Actualizar el reglamento de construcción de vialidades para proponer más calles con ciclovías, incluidas las zonas de crecimiento urbano.
- Construir la Ciclovía Zona Escolar La Maya.
- Gestionar la instalación de un sistema de bicicletas públicas.
- Reducir las necesidades de movilidad incorporando criterios de movilidad sustentable en la planificación urbana.

METAS

- **6%** de los viajes se realizan en medios no motorizados.
- **35%** de los viajes se realizan en transporte público.

INDICADORES

- Porcentaje de viajes no motorizados.
- Porcentaje de viajes en transporte público.

MITIGACIÓN



Transporte

Subsector Gestión de demanda

Actores Responsables

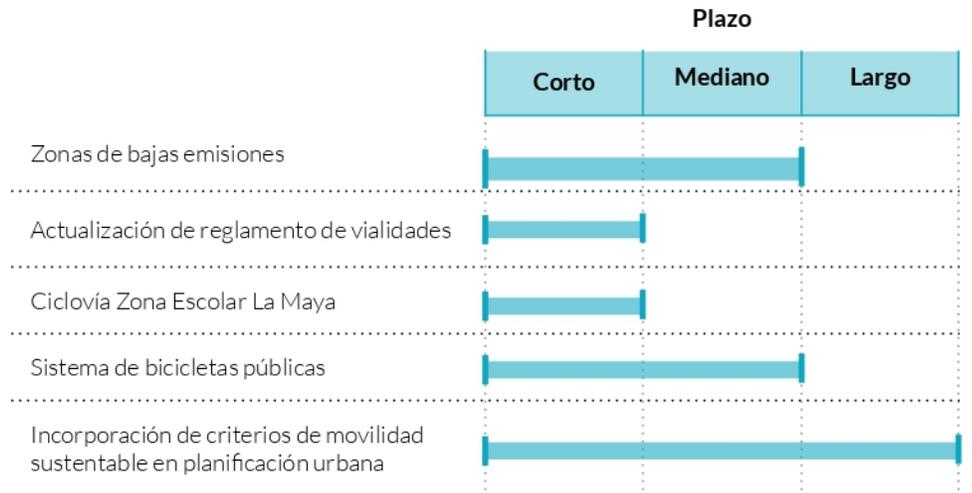
- Dirección de Tránsito Municipal
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Dirección de Obras Públicas
- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano

Fuente de Financiamiento

- FONADIN
- SEDATU
- FELICITY
- MYC

Acción 06: Ciudad activa y conectada

LÍNEA DEL TIEMPO



Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS



MITIGACIÓN



Transporte

Subsector Control de emisiones



Costo de efectividad

Nivel de costo

\$40 Millones



Costo por ton CO₂e

\$370



Potencial de mitigación

Emisiones

8,110 ton CO₂e

Porcentaje (%)

1.4%

Acción 07

Vehículos menos contaminantes

Programas de verificación y sanciones a transportes visiblemente contaminantes

DETALLES

- Incluir en el reglamento de tránsito municipal sanciones a unidades de transporte visiblemente contaminantes.
- Capacitar a agentes de tránsito para implementar el programa de combate a unidades visiblemente contaminantes.
- Crear un programa de verificación vehicular ambiental municipal.
- Implementar políticas públicas para ordenar los flujos de transporte de carga en el municipio, con base en los horarios de carga y descarga y logística establecidos en el Reglamento de Tránsito Municipal.

METAS

- **20%** de los vehículos son verificados.
- **100%** de los vehículos visiblemente contaminantes son sancionados.

INDICADORES

- Porcentaje de vehículos verificados.
- Porcentaje de vehículos visiblemente contaminantes que son sancionados.

MITIGACIÓN



Transporte

Subsector Control de emisiones

Actores Responsables

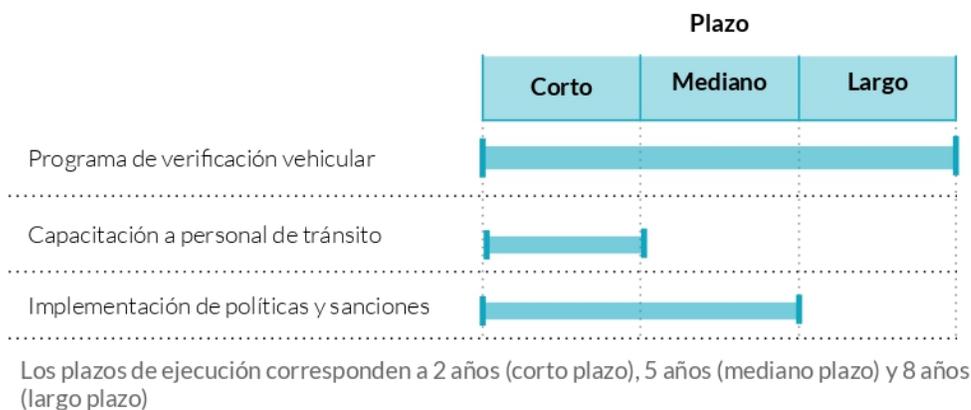
- Dirección de Tránsito Municipal
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente

Fuente de Financiamiento

- NAFIN
- PROTRAM
- Concesión de verificentros

Acción 07: Vehículos menos contaminantes

LÍNEA DEL TIEMPO



CO-BENEFICIOS





Residuos

Subsector Gestión de RSU



Costo de efectividad

Nivel de costo

\$324 Millones



Costo por ton CO₂e

\$800



Potencial de mitigación

Emisiones

1,400 ton CO₂e

Porcentaje (%)

0.2%

Acción 08

Ciudad limpia

Mejor gestión de residuos sólidos urbanos

DETALLES

Reducir las emisiones de residuos sólidos urbanos

- Construir una planta recicladora de residuos, junto con un sistema de manejo de residuos sólidos, iniciando con la separación en los hogares y comercios.
- Fomentar un programa de separación de residuos iniciando con un piloto en 6 colonias: Comaleras, Anexo 31 de marzo, 31 de marzo, Relicario, Santa Martha y Centro Histórico. El programa incluye la colocación de contenedores de basura, control de plagas y salubridad.
- Utilizar los Comités de Prevención y Participación Ciudadana de Protección Civil para promover programas de composta comunitaria y separación de residuos. Como primera etapa, iniciar con la capacitación de todas las colonias y fraccionamientos de la zona sur y posteriormente continuar con las demás zonas de la ciudad.
- Implementar sanciones a la disposición incorrecta de residuos. Con base al Reglamento de recolección de residuos sólidos del Municipio, se aplicarán las sanciones correspondientes en los artículos 38, 39 y 40.

METAS

- Construcción de la planta recicladora de residuos.
- **5%** de la población participa en el programa de reciclaje de basura.
- **5%** de los participantes participan en el programa de separación de residuos orgánicos para compostaje y digestión anaeróbica.
- **5%** de los residuos orgánicos son tratados mediante un sistema de digestión anaeróbica.

INDICADORES

- Porcentaje de residuos reciclados.
- Porcentaje de residuos tratados con métodos biológicos.
- Inversión a infraestructura del sitio de disposición.

MITIGACIÓN



Residuos

Subsector Gestión de RSU

Actores Responsables

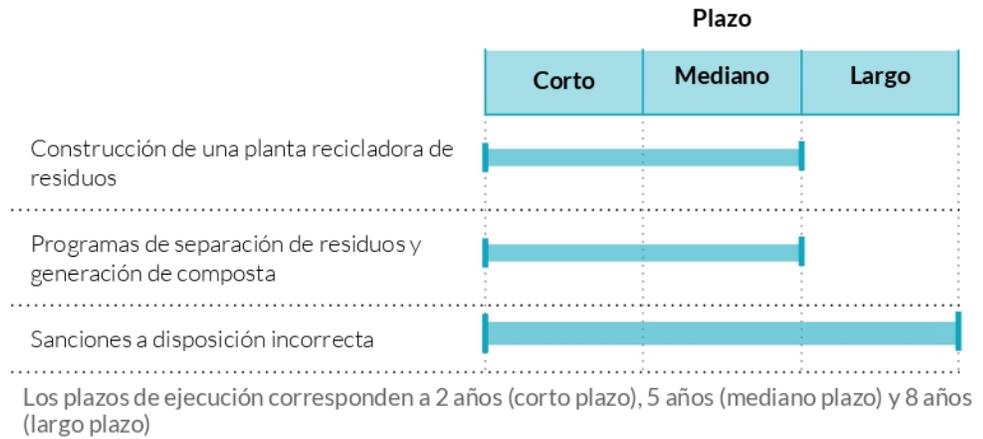
- Dirección de Limpia Municipal
- Protección Civil
- Dirección de Obras Públicas

Fuente de Financiamiento

- PRORESOL
- Fondo Verde del Clima (GCF)
- FELICITY

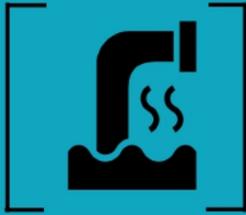
Acción 08: Ciudad limpia

LÍNEA DEL TIEMPO



CO-BENEFICIOS

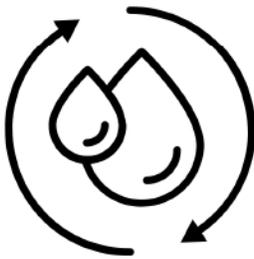




Acción 09 Tratamiento de aguas residuales

Residuos

Subsector Aguas residuales



DETALLES

- Desarrollar estudios de prefactibilidad para seleccionar los lugares y tipos de plantas de tratamiento de agua. Las plantas podrían situarse en lugares estratégicos cercanos a los márgenes de los ríos Fogótico, Amarillo, Chamula, San Felipe y Navajuelos. Dependiendo de los estudios se propondrán alternativas de tratamiento de aguas residuales, como biodigestores, humedales artificiales u otros, dependiendo de las características y condiciones de la ubicación, cumpliendo con la norma NOM-001-SEMARNAT-2021.
- Coordinar con CONAGUA el desarrollo de los estudios y de los proyectos ejecutivos requeridos.

METAS

- 456,426 m3 anuales de agua residual a tratar.

INDICADORES

- Volumen anual de aguas residuales tratadas.

Costo de efectividad

Nivel de costo

\$200 millones



Costo por ton CO2e

\$19,103



Potencial de mitigación

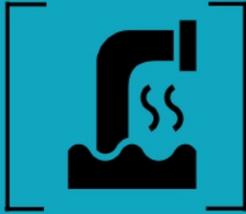
Emisiones

786 ton CO₂e

Porcentaje (%)

0.1%

MITIGACIÓN



Residuos

Subsector Aguas residuales

Actores Responsables

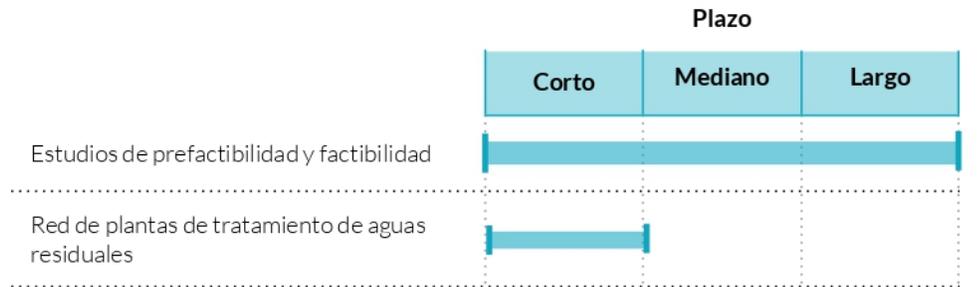
- Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (SAPAM)
- Dirección de Salud Municipal
- Dirección de Obras Públicas

Fuente de Financiamiento

- PROMAGUA

Acción 09: Tratamiento de aguas residuales

LÍNEA DEL TIEMPO



Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS





Urbano

Subsector
Ordenamiento



Costo de efectividad

Nivel de costo

\$30 Millones



Costo por ton CO₂e

\$1,288



Potencial de mitigación

Emisiones

14,418 ton CO₂e

Porcentaje (%)

2.5%

Acción 10

Cuidar el bosque

Reducción de pérdida de cobertura forestal

DETALLES

Planear con una visión climática

- Actualizar el ordenamiento territorial y el Plan Municipal de Desarrollo Urbano para fomentar una mayor resiliencia y menor emisión de contaminantes GEI.
- Publicar en un Sistema de Información Geográfica el ordenamiento territorial, riesgos climáticos y los usos de suelo, con base en la Carta Urbana y el Atlas de Riesgo municipal (Por ejemplo, el mapa "No compres Riesgos" de Tuxtla Gutiérrez).
- Utilizar el MARACC y la Carta Urbana municipal como base para automatizar el sistema de verificación de uso de suelo para el otorgamiento de licencias y permisos de construcción.
- Canalizar recursos por medio de la estrategia estatal de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación + (REDD+) con el objetivo de reducir las emisiones de GEI derivadas de la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales y conservar e incrementar los acervos de carbono forestal.
- Implementar un programa de verificación y monitoreo de uso de suelo, ordenamiento territorial y desarrollo urbano.
- Fortalecer a la Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano (DPyDU) con recursos humanos, materiales, vehículos y equipo para la verificación de licencias de construcción y actualización de reglamentos.
- Trabajar en coordinación SAPAM y la DPyDU para evitar dar servicios a nuevos asentamientos irregulares y sin uso de suelo apto para vivienda; y notificar a la CFE con la Carta Urbana y el POET, sobre el cumplimiento de los usos de suelo autorizados por la DPyDU.
- Diseñar e implementar un programa de reforestación e impulsar la agroforestería.
- Diseñar e implementar un programa de capacitación a los comités comunitarios en materia de regeneración del bosque, gestión forestal y prevención de incendios.

METAS

- Mantener la tasa de deforestación anual municipal en máximo **0.25%**.
- Reforestar **100 hectáreas** anualmente.

MITIGACIÓN



Urbano

Subsector
Ordenamiento

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Coordinación de Proyectos Productivos
- Protección civil

Fuente de Financiamiento

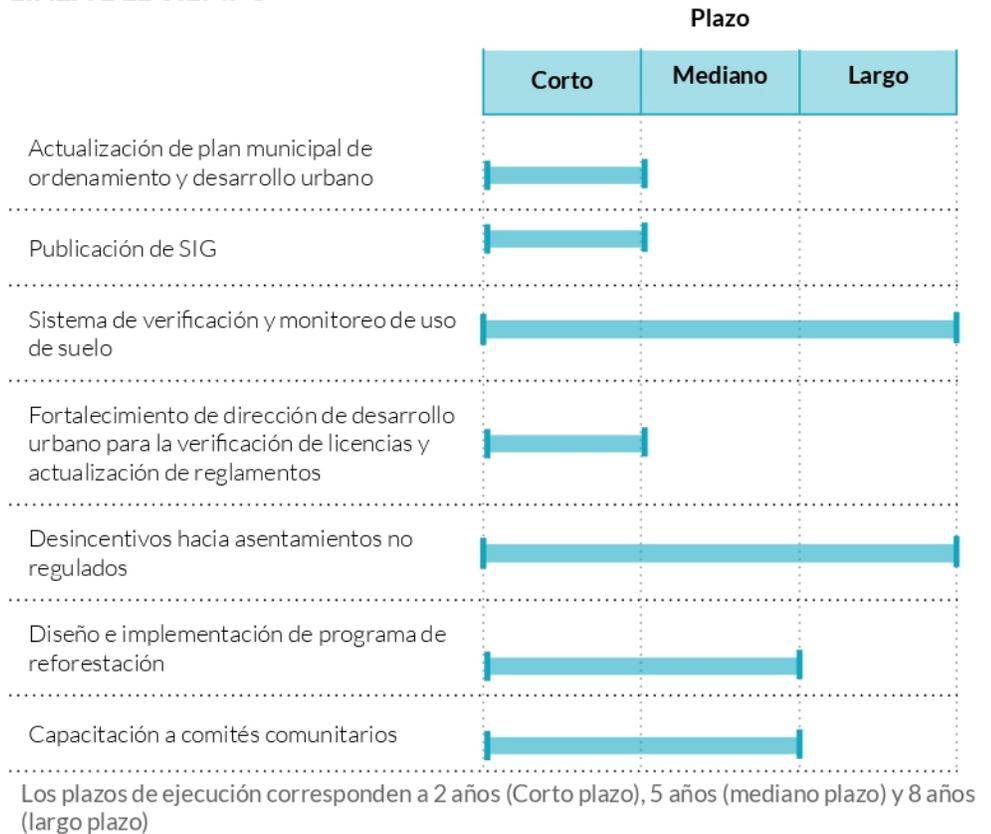
- CONAFOR
- Fondo Verde del Clima (GCF)
- PROREST

Acción 10: Cuidar el bosque

INDICADORES

- Porcentaje anual de deforestación.
- Porcentaje anual de hectáreas reforestadas.

LÍNEA DEL TIEMPO



CO-BENEFICIOS



Acciones de Adaptación

Las acciones de adaptación tienen como objetivo **reducir o evitar los impactos negativos actuales y esperados del cambio climático**. Las acciones están organizadas por tipo de medida educación, infraestructura, ordenamiento territorial, capacidad de respuesta a desastres, e instrumentos financieros.

- Cada acción incluye el o los riesgos climáticos que busca minimizar.
- El **alcance temporal** de todas las metas planteadas es el **2030**.
- Los **costos** estimados para cada una de las acciones se refieren a la **inversión total requerida por el municipio para el cumplimiento de las metas propuestas**.
- Las fuentes de financiamiento son posibles fuentes de financiamiento, no fuentes definitivas.





Transversal

Subsector
Educación



Costo

Nivel de costo
\$5 Millones



Riesgos climáticos



Inundación



Olas de calor



Deslaves



Sequía

Acción 11

Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático

Facilitar la toma de decisiones y la implementación de medidas de adaptación

DETALLES

- Revisar el Atlas de Riesgo municipal del 2021 para evaluar una posible actualización, en coordinación con Protección Civil.
- Incentivar a la sociedad civil en crear modelos de emprendimiento social e inclusivo en materia de desarrollo sostenible y compartir convocatorias abiertas sobre los nuevos modelos de negocios y oportunidades de financiamiento para esquemas de mitigación de cambio climático y desarrollo bajo en carbono.
- Realizar campañas de sensibilización y comunicación sobre el cambio climático junto a organizaciones de la sociedad civil.
- Fomentar el intercambio de conocimientos entre el municipio, academia y sociedad civil sobre los impactos del cambio climático en San Cristóbal de las Casas. Especialmente entre grupos de ambientalistas, instituciones educativas, gobierno municipal, estatal y federal.

METAS

- Actualizar y publicar cada dos años el Atlas de Riesgo Municipal
- Publicar convocatorias sobre modelos de negocio sustentable y oportunidades de financiamiento en el sitio web del Plan de Acción Climática.
- Realizar al menos tres campañas de comunicación sobre el cambio climático. Dos de ellas, enfocadas en comunidades rurales.
- Desarrollar anualmente al menos un taller participativo en donde el Ayuntamiento, Protección Civil, academia y sociedad civil puedan compartir conocimiento sobre los impactos del cambio climático en San Cristóbal de las Casas.

INDICADORES

- Cumplimiento de la actualización del Atlas de Riesgo Municipal.
- Cumplimiento de las publicaciones de convocatorias en la página web del PAC.
- Porcentaje de campañas de comunicación realizadas.
- Porcentaje de implementación de talleres programados.
- Nivel de participación en el taller sobre impactos del cambio climático.
- Porcentaje de participación femenina en talleres.

ADAPTACIÓN



Transversal

Subsector Educación

Actores Responsables

- Protección Civil
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- SARE

Fuente de Financiamiento

- CENAPRED
- SEDATU
- Recursos propios municipales

Acción 11: Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Revisión y actualización de Atlas municipal de riesgos	■		
Campañas de sensibilización y comunicación	■	■	■
Fomento de intercambios y convocatorias	■		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS

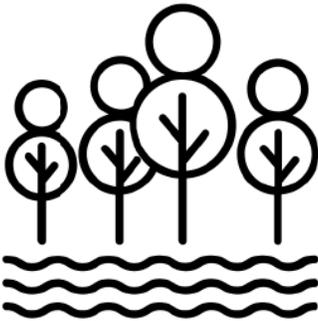
 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	

ADAPTACIÓN



Inundación

Subsector Infraestructura



Costo

Nivel de costo

\$232 Millones



Riesgos climáticos



Inundación



Olas de calor



Deslaves



Sequía

Acción 12

Promover infraestructura resiliente

Aumentar la capacidad adaptativa ante precipitación extrema y el confort térmico

DETALLES

- Desarrollar una estrategia integral de reconversión hídrica de la ciudad, en la que se desarrolle un sistema central de concentración hídrica para: (i) abastecer de agua potable a la ciudad, (ii) rehabilitar el sistema de drenaje y (iii) construir una red de plantas de tratamiento de aguas residuales, (iv) modernizar de forma integral de los sistemas de agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario y las plantas de tratamiento de aguas residuales, (v) instalar una planta potabilizadora de agua.
- Diagnosticar por medio de los Comités de Protección y Participación Ciudadana las problemáticas relacionadas con el cambio climático de cada colonia, para plantear acciones e infraestructura para la resiliencia, siguiendo una metodología participativa puesta en práctica por la Dirección de Ecología. Algunos ejemplos de posibles acciones son la poda de árboles, infraestructura adecuada para la prevención de inundaciones y gestión de residuos.
- Actualizar el reglamento de construcción para requerir pavimento permeable en estacionamientos y vialidades.
- Incrementar el requerimiento de área permeable vegetal en construcciones, e incorporar en la actualización del reglamento de construcción para que las áreas de donación de los fraccionamientos y colonias se conserven como áreas verdes.
- Pavimentar las nuevas calles con material permeable, así como drenes pluviales con capacidad de infiltración, particularmente en zonas de alto riesgo de inundación (como las colonias San Ramón, La Isla y María Eugenia).
- Promover la creación de jardines de recolección de lluvia y plantar árboles endémicos en las plazuelas de las colonias para facilitar la absorción natural del agua por subsuelo. Esta actividad se puede realizar en las áreas de donación de cada una de las colonias.
- Evaluar la implementación de un sistema de captación de agua pluvial en techos y domos de las escuelas en la zona rural, así como capacitaciones sobre saneamiento de agua.

METAS

- Rehabilitar el 100% del sistema de drenaje municipal.
- Tratar anualmente 456,426 m³ de aguas residuales.
- Capacitar al 100% de los comités de protección de cada colonia sobre riesgos climáticos e infraestructura resiliente.

ADAPTACIÓN



Inundación

Subsector Infraestructura

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (SAPAM)
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Protección Civil
- Coordinación de Proyectos Productivos
- Dirección de Obras Públicas

Fuente de Financiamiento

- PROMAGUA
- SEDATU: Programa de mejoramiento Urbano
- FONADIN
- FONDEN

Acción 12: Promover infraestructura resiliente

METAS

- Incrementar a 20% el requerimiento de área permeable en el reglamento de construcción.
- Pavimentar el 100% de las nuevas calles con pavimento permeable, a partir de la actualización del reglamento de construcción (a no ser que resulte técnicamente inviable).
- Implementar drenes pluviales con capacidad de infiltración en el 10% de las vialidades.
- Proporcionar sombra en el 20% de las vialidades y camellones, a través de un programa de forestación.
- Implementar 20 jardines de recolección de lluvia.

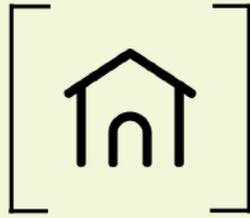
INDICADORES

- Porcentaje de rehabilitación del sistema de drenaje sanitario.
- Número de plantas de tratamiento construidas.
- Volumen de agua tratada.
- Porcentaje de comités de protección capacitados sobre riesgos climáticos.
- Número de participantes en las capacitaciones.
- Porcentaje de participación femenina en capacitaciones.
- Cumplimiento de modificaciones al reglamento de construcción.
- Porcentaje de nuevas calles con pavimentación permeable.
- Porcentaje de implementación de drenes pluviales con infiltración en calles.
- Porcentaje de vialidades y camellones intervenidos con forestación.
- Porcentaje de jardines pluviales implementados.

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Actualización del Reglamento de construcción	■		
Infraestructura para la resiliencia	■	■	
Solicitud y coordinación para área permeable vegetal en construcciones	■		
Creación de jardines pluviales	■	■	
Sistemas de captación en escuelas rurales	■	■	

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)



Inundación

Subsector
Infraestructura

Acción 12: Promover infraestructura resiliente

CO-BENEFICIOS





Inundación

Subsector Ordenamiento



COSTO

Nivel de costo

\$9.6 Millones



RIESGOS CLIMÁTICOS



Inundación

Acción 13

Incrementar la protección y resiliencia de los ríos

DETALLES

- Solicitar la intervención de CONAGUA para la regulación y notificación de viviendas asentadas en márgenes de ríos.
- Realizar estudios de factibilidad y, en su caso, implementar eco-parques lineales a lo largo de los ríos de la ciudad (río Chamula, río San Felipe, río Amarillo, río Fogótico, río Navajuelos, Canal de la Tibia) para fomentar el deporte, las actividades recreativas y el cuidado del río, así como evitar futuros asentamientos que invadan los márgenes de ríos.
- Incrementar la cobertura vegetal a lo largo de los ríos y de la cuenca del Valle de Jovel. Esto incluirá la plantación de árboles que contengan los márgenes de los ríos por medio del talud.

METAS

- Notificar y asesorar sobre riesgos climáticos al 100% de las viviendas asentadas en márgenes de ríos. En su caso, aplicar las sanciones correspondientes con CONAGUA.
- Implementar al menos un Eco-parque lineal.

INDICADORES

- Porcentaje de viviendas notificadas y asesoradas sobre riesgos climáticos.
- Cumplimiento de implementación de Eco-parque lineal.

ADAPTACIÓN



Inundación

Subsector Ordenamiento

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Protección civil

Fuente de Financiamiento

- SEDATU: Programa de mejoramiento Urbano
- FONDEN

Acción 13: Incrementar la protección y resiliencia de los ríos

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Regulación y notificación de viviendas en márgenes de ríos	■		
Estudios de factibilidad para construcción de eco-parques lineales	■		
Construcción de eco-parques lineales	■	■	■
Cobertura vegetal en ríos y cuenca del Valle de Jovel	■		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	



Inundación y Sequía

Subsector
Educación



COSTO

Nivel de costo

\$15.7 Millones



RIESGOS CLIMÁTICOS



Inundación



Sequía

Acción 14

Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua en la ciudad y la importancia de la participación ciudadana

DETALLES

A través de una campaña de sensibilización incentivar la participación ciudadana en la prevención de las inundaciones mediante:

- La integración de sistemas de captación de agua pluvial en las viviendas para reducir la velocidad de flujo de agua a zonas no permeables.
- La organización de campañas de limpieza comunitaria de residuos sólidos para mitigar el riesgo de inundaciones y brigadas de salud para la detección de bacterias en agua domiciliaria y para proporcionar información sobre la cloración de la misma junto a la ciudadanía y organizaciones de sociedad civil, así como el Comité de Participación y Protección ciudadana en Gestión de Riesgos.

METAS

- Realizar una campaña de sensibilización para incentivar la participación ciudadana en la prevención de inundaciones.
- Implementar un sistema de recolección de agua pluvial en el 5% de las viviendas.
- Realizar una campaña anual de limpieza comunitaria.

INDICADORES

- Cumplimiento de la campaña de sensibilización para incentivar la participación ciudadana en la prevención de inundaciones
- Cumplimiento de la campaña anual de limpieza comunitaria.
- Porcentaje de viviendas con sistema de recolección pluvial.

ADAPTACIÓN



Inundación y Sequía

Subsector Educación

Actores Responsables

- Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (SAPAM)
- Dirección de Salud Municipal
- Dirección de Obras Públicas
- Coordinación de Proyectos Productivos
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente

Fuente de Financiamiento

- Recursos propios municipales

Acción 14: Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua en la ciudad y la importancia de la participación ciudadana

LÍNEA DEL TIEMPO



Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS





Inundación

Subsector
Ordenamiento



COSTO

Nivel de costo

\$100 Millones



RIESGOS CLIMÁTICOS



Inundación



Sequía

Acción 15

Proteger y fortalecer los humedales municipales

DETALLES

- Hacer valer la legalidad ambiental de la norma NOM-059-SEMARNAT.
- Coordinar estrategias con gobierno estatal y federal para desincentivar las ocupaciones ilegales en las áreas naturales protegidas, UGA de conservación y protección, declaratorias internacionales, estatales y federales en categorías de conservación.
- Cumplir con los lineamientos legales para la regulación, gestión y uso de los cuerpos de agua que se encuentran en el polígono de las áreas naturales protegidas en categoría de conservación, humedal de montaña María Eugenia y Humedal de Montaña La Kisst.
- Canalizar recursos a través del Fondo Patrimonial de Biodiversidad para crear planes para restaurar y proteger a largo plazo las áreas de biodiversidad crítica, tales como los Humedales de Montaña y los ríos estratégicos de la ciudad. Así como los bosques y los sistemas cársticos de recarga de acuíferos.
- Crear un plan de manejo de las áreas naturales protegidas en categoría de conservación, humedal de montaña María Eugenia y Humedal de Montaña La Kisst, así como su zonificación.
- Solicitar al Estado la correcta implementación en la conservación de sus áreas naturales protegidas, así como sus planes de manejo.

METAS

- Evitar el cambio de uso de suelo en humedales.
- Restaurar 50 hectáreas en los Humedales de Montaña.
- Crear un plan de manejo de las áreas naturales protegidas, humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia.

ADAPTACIÓN



Inundación

Subsector
Ordenamiento

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (SAPAM)
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Dirección de Obras Públicas

Fuente de Financiamiento

- PROREST
- Fondo Verde del Clima (GCF)

Acción 15: Proteger y fortalecer los humedales municipales

INDICADORES

- Porcentaje de hectáreas de humedales con cambio de uso de suelo.
- Creación del plan de manejo de las áreas naturales protegidas, humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia.
- Porcentaje de hectáreas restauradas en los Humedales de Montaña.

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Aplicación de la ley ambiental NOM-059-SEMARNAT	■		
Coordinación para desincentivar ocupaciones ilegales en humedales	■	■	■
Cumplimiento de lineamientos legales para protección de cuerpos de agua	■	■	■
Canalización de recursos	■	■	■
Creación de plan de manejo de humedales	■	■	
Solicitud sobre conservación de humedales	■		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS

	Salud y bienestar		Ahorro económico		Calidad ambiental
	Seguridad		Reducción de residuos generados		Resiliencia climática
	Resiliencia Energética		Seguridad hídrica		Conservación de ecosistemas
	Servicios públicos		Regulación de temperatura		



Inundación y deslaves

Subsector
**Capacidad de respuesta y
prevención de desastres**



COSTO EFECTIVIDAD

Nivel de costo
\$28 Millones



RIESGOS CLIMÁTICOS



Inundación



Deslave

Acción 16

Ampliar el sistema de alerta temprana

Garantizar el acceso de información al público sobre riesgos climáticos

DETALLES

- Junto con Protección Civil, implementar mapas de riesgo comunitarios en la capacitación de riesgos de inundación a comunidades, con base en el Atlas de riesgo municipal en vigencia.
- Capacitar a los comités comunitarios / comités de protección y participación ciudadana para concientizar a las comunidades sobre el protocolo por inundación, a través del apoyo de Protección Civil en coordinación con la Dirección de Ecología y Medio Ambiente.
- Capacitar a los comités comunitarios / comités de Protección y Participación Ciudadana para concientizar a las comunidades sobre el protocolo para la evacuación temprana de las zonas de alto impacto y alto riesgo por deslaves, establecidas en el Atlas de riesgo.
- Dar seguimiento a la implementación del sistema de alerta temprana mediante el PROCEDA que emite el Sistema Estatal de Protección Civil.
- Difundir y dar seguimiento al protocolo de evacuación ante amenazas de deslaves y/o inundaciones ocasionadas por altas precipitaciones.

METAS

- Capacitar anualmente a los comités de protección sobre riesgos climáticos.
- 100% de la población tiene acceso al protocolo de evacuación ante amenazas de deslaves y/o inundaciones ocasionadas por altas precipitaciones.
- 80% de la población tiene acceso al sistema de alerta temprana.

INDICADORES

- Cumplimiento anual de capacitaciones a comités de protección.
- Nivel de participación en las capacitaciones.
- Porcentaje de participación femenina en capacitaciones.
- Porcentaje de personas con conocimiento del protocolo de evacuación.
- Porcentaje de personas con acceso al sistema de alerta temprana.

ADAPTACIÓN



Inundación y deslaves

Subsector
**Capacidad de respuesta y
prevención de desastres**

Actores Responsables

- Protección Civil
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente

Fuente de Financiamiento

- FONDEN

Acción 16: Ampliar el sistema de alerta temprana

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Implementación de mapas de riesgo comunitarios en capacitaciones	■		
Reforzamiento a comités comunitarios para capacitación sobre protocolos por inundación	■		
Reforzamiento a comités comunitarios para capacitación sobre protocolos por deslave	■		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	



Deslave

Subsector
Ordenamiento



COSTO EFECTIVIDAD

Nivel de costo

\$233 Millones



RIESGOS CLIMÁTICOS



Deslave



Inundaciones



Sequía

Acción 17

Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial para la conservación de ecosistemas

DETALLES

- Fortalecer la regulación de uso de suelo en bancos de arena.
- Prohibir la urbanización en zonas de riesgo, con base en lo dispuesto por el Atlas de Riesgo y la Carta Urbana municipal.
- Implementar una campaña en redes sociales para concientizar a la ciudadanía sobre los riesgos de comprar predios en zonas de riesgo y en áreas naturales protegidas (ANP).
- Promover la reforestación en zonas prioritarias.
- Ampliar la capacidad de producción del vivero municipal a 100,000 árboles endémicos anuales.
- Gestionar recursos para crear un programa de pago por servicios ecosistémicos por la conservación de ecosistemas en comunidades cuenca arriba de la ciudad de San Cristóbal para evitar la tala y el cambio de uso de suelo.
- Trabajar en un enfoque integral de la Cuenca Valle de Jovel para restaurar los ecosistemas naturales e implementar un acuerdo intercomunal para el saneamiento de la cuenca.
- Desarrollar mecanismos locales de servicios ambientales con visión de cuenca hidrológica y corredor biológico, considerando las UGA's de conservación ecológica.
- Crear programas de agro-reforestación para incrementar la recarga de acuíferos y promover el balance ecológico de la tierra.

METAS

- Mantener la tasa de deforestación anual municipal en máximo 0.25%.
- Reforestar 100 hectáreas anualmente.
- Reforestar al menos 15% de hectáreas en zonas con riesgo de deslizamiento de laderas.
- Producir 100,000 árboles endémicos anualmente, en el vivero municipal.

INDICADORES

- Porcentaje anual de deforestación en el municipio.
- Porcentaje anual de hectáreas reforestadas.
- Porcentaje anual de hectáreas reforestadas en zonas con riesgo de deslizamiento de laderas.
- Porcentaje anual de árboles endémicos producidos.

ADAPTACIÓN



Deslave

Subsector
Ordenamiento

Actores Responsables

- Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Protección civil
- Coordinación de Proyectos Productivos

Fuente de Financiamiento

- FONDEN
- CONAFOR

Acción 17: Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial para la conservación de ecosistemas

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Regulación de uso de suelo	[Barra de ejecución]		
Prohibición de la urbanización en zonas de riesgo	[Barra de ejecución]		
Reforestación en zonas prioritarias	[Barra de ejecución]		
Ampliación de producción de árboles endémicos	[Barra de ejecución]		
Gestión de recursos para programa de pago por servicios ecosistémicos	[Barra de ejecución]		
Restauración de ecosistemas mediante enfoque integral en la cuenca Valle de Jovel	[Barra de ejecución]		
Mecanismos locales de servicios ambientales con visión de cuenca y corredor biológico	[Barra de ejecución]		
Programas de agro-reforestación	[Barra de ejecución]		

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	



Acción 18

Fortalecer el programa de prevención y manejo de incendios

Incendio forestal

Subsector Educación



COSTO EFECTIVIDAD

Nivel de costo

\$3.1 Millones



RIESGOS CLIMÁTICOS



Incendio forestal

DETALLES

- En coordinación con CONAFOR, Protección Civil y actores locales fortalecer la estrategia municipal contra incendios, la cual estará alineada al Programa Estatal de Manejo de Fuego y contemplará actividades como: brechas corta fuego, manejo mecánico de combustible, recorridos de vigilancia en zonas prioritarias.
- Dar seguimiento al protocolo de prevención de incendios y la formulación de brigadas comunitarias como primeros respondientes, a través de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente.
- En coordinación con el área de Proyectos Productivos, desarrollar programas de capacitación en materia de riesgos por incendios y programas de agricultura sostenible, como alternativas a la roza, tumba y quema.
- Implementar programas piloto de usos sostenibles en agricultura.
- Dado que la agricultura es un sistema clave en la región del que depende el 50% de la población rural, desarrollar estrategias para conectar a los productores agrícolas con el potencial empoderador de la formación y las herramientas digitales para mejorar su producción de cultivos, mejorar sus medios de vida y comprender los impactos a largo plazo del cambio climático.
- Dar seguimiento a las acciones de mantenimiento a brechas y zanjas cortafuegos.
- Desarrollar un programa de capacitación de comités comunitarios para la prevención y contención de incendios, en coordinación con CONAFOR y Protección Civil.

METAS

- Fortalecer y difundir la Estrategia Municipal Contra Incendios.
- Implementar al menos 10 capacitaciones en materia de riesgos y agricultura sostenible.
- Desarrollar 50 programas comunitarios de prevención y contención de incendios.
- Dar mantenimiento al 100% de las brechas y zanjas cortafuego.

ADAPTACIÓN



Incendio forestal

Subsector Educación

Actores Responsables

- Protección Civil
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente
- Coordinación de Proyectos Productivos

Fuente de Financiamiento

- FONDEN
- CONAFOR

Los plazos de ejecución corresponden a 2 años (Corto plazo), 5 años (mediano plazo) y 8 años (largo plazo)

Acción 18: Fortalecer el programa de prevención y manejo de incendios

INDICADORES

- Creación de la Estrategia Municipal Contra Incendios.
- Alcance o impacto de campaña de difusión de la Estrategia Municipal Contra Incendios.
- Porcentaje de programas comunitarios de prevención y contención de incendios.
- Porcentaje de participación femenina en los programas comunitarios de manejo del fuego.
- Porcentaje de brechas y zanjas cortafuego mantenidas.

LÍNEA DEL TIEMPO

	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Fortalecimiento de la estrategia municipal contra incendios	■	■	
Capacitaciones en materia de riesgos, agricultura sostenible	■	■	
Estrategias para emprendedores agricultores	■	■	■
Mantenimiento a las brechas y zanjas cortafuegos	■	■	
Capacitaciones para la prevención y contención de incendios	■	■	

CO-BENEFICIOS

 Salud y bienestar	 Ahorro económico	 Calidad ambiental
 Seguridad	 Reducción de residuos generados	 Resiliencia climática
 Resiliencia Energética	 Seguridad hídrica	 Conservación de ecosistemas
 Servicios públicos	 Regulación de temperatura	

Implementación, monitoreo y evaluación del PAC

El siguiente plan de implementación sintetiza el plazo de implementación de las acciones de mitigación y adaptación planteadas en las fichas descriptivas correspondientes. La referencia a los plazos se plantea en tres temporalidades: corto, mediano y largo. El corto, se refiere a las acciones programadas para realizarse en un periodo estimado de 2 años, desde la entrada en vigor del PAC. En el mediano plazo, se consideran las acciones cuyos resultados se esperan en un periodo de 5 años. Para el largo plazo, se contemplan las acciones con resultados esperados a partir de la entrada del PAC y hasta el año 8.

Cuadro 33. Plazos para las acciones de mitigación / adaptación

Acciones de mitigación/adaptación		Plazo de implementación		
		Corto	Mediano	Largo
01. Difundir y comunicar los resultados y metas del Plan de Acción Climática	Creación de instrumentos de comunicación	✓		
	Creación de Consejo / Comité de seguimiento	✓		
	Capacitaciones al personal municipal	✓		
02. Fortalecer las instituciones municipales	Aumento de flujo de ingresos propios	✓		
	Incremento de recursos humanos	✓		
	Capacitaciones al personal municipal	✓	✓	✓

Cuadro 34. Programación de metas para las acciones de mitigación / adaptación, por año

Acciones de mitigación / adaptación		Metas						
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
01. Difundir y comunicar los resultados y metas del Plan de Acción Climática	Creación de instrumentos de comunicación	Sí						
	Creación de consejo / comité de seguimiento	Sí						
	Número de talleres de difusión del PAC	3	3	3				
	Capacitaciones al personal municipal	3	3	3	3	3	3	3
02. Fortalecer las	Elaboración de plan de financiamiento del PAC	Sí						

instituciones municipales	Número de personal municipal adicional en materia de vigilancia pública y administrativa	15%	30%	65%				
	Número de capacitaciones al personal municipal	1	1	1	1	1	1	1

Cuadro 35. Plazos para las acciones de mitigación

Acciones de mitigación		Plazo de implementación		
		Corto	Mediano	Largo
03. Nuevos edificios eficientes	Actualizar reglamento de construcción y lineamientos de eficiencia energética	✓		
	Condicionamiento de licencias	✓	✓	✓
04. Reacondicionamiento de edificios	Programas de turismo ambientalmente responsable	✓	✓	✓
	Programa voluntario de eficiencia energética	✓		
	Gestión de apoyos para eficiencia energética	✓	✓	✓
05. Iluminación pública verde	Programa para sustitución de luminarias	✓		
06. Ciudad activa y conectada	Zonas de bajas emisiones	✓	✓	
	Actualización de reglamento de vialidades	✓		
	Ciclovía Zona Escolar La Maya	✓		
	Sistema de bicicletas públicas	✓	✓	
07. Vehículos menos contaminantes	Incorporación de criterios de movilidad sustentable en planificación urbana	✓	✓	✓
	Programa de verificación vehicular	✓	✓	✓
	Capacitación a personal de tránsito	✓		
08. Ciudad limpia	Implementación de políticas y sanciones	✓	✓	
	Construcción de una planta recicladora de residuos	✓	✓	
	Programas de separación de residuos y generación de composta	✓	✓	
	Sanciones a disposición incorrecta	✓	✓	✓
09. Tratamiento de aguas residuales	Estudios de prefactibilidad y factibilidad	✓	✓	✓
	Red de plantas de tratamiento de aguas residuales	✓		
10. Cuidar el bosque. Reducción de pérdida de cobertura forestal	Actualización de plan municipal de ordenamiento y desarrollo urbano	✓		
	Publicación de SIG	✓		
	Sistema de verificación y monitoreo de uso de suelo	✓	✓	✓

	Fortalecimiento de departamento de desarrollo urbano para la verificación de licencias y actualización de reglamentos	✓		
	Desincentivos hacia asentamientos no regulados	✓	✓	✓
	Diseño e implementación de programa de reforestación	✓	✓	
	Capacitación a comités comunitarios	✓	✓	

Cuadro 36. Programación de metas para las acciones de mitigación, por año

Acciones de mitigación		Metas						
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
03. Nuevos edificios eficientes	% de los comercios nuevos que implementan medidas de eficiencia energética reduciendo 1/3 del consumo energético	0%	0%	10%	20%	40%	75%	100%
	% de las viviendas nuevas que implementan medidas de eficiencia energética incluyendo: aislamiento, mejoras en la eficiencia de iluminación, electrodomésticos y sistemas de aire acondicionado	0%	0%	10%	20%	40%	75%	100%
04. Reacondicionamiento de edificios	% de los comercios existentes que implementan medidas de eficiencia energética reduciendo 12% del consumo	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%	25%
05. Iluminación pública verde	# de lámparas de alumbrado público solares instalados	20	40	60	90	110	130	150
06. Ciudad activa y conectada	% de viajes se realizan en medios no motorizados	0%	1%	1.5%	2.0%	3.0%	4.0%	6%

	% de viajes se realizan en transporte público	25%	27%	28%	29%	30%	31%	35%
07. Vehículos menos contaminantes	% de vehículos verificados	0%	5%	10.0%	15%	20%	20%	20%
	% de los vehículos visiblemente contaminantes sancionados	0%	10%	20.0%	40.0%	60.0%	80.0%	100%
08. Ciudad limpia	Construcción de planta recicladora de residuos		Sí	Sí	Sí			
	% de la población que participa en el programa de reciclaje de basura.	1%	3%	5%	5%	5%	5%	5%
	% de ciudadanos que participan en el programa de separación de residuos orgánicos para compostaje y digestión anaeróbica.	1%	3%	5%	5%	5%	5%	5%
	% de los residuos orgánicos tratados mediante un sistema de digestión anaeróbica	1%	3%	5%	5%	5%	5%	5%
09. Tratamiento de aguas residuales	m3/ año de agua residual tratada	0	0	0	0	0	0	456,426
10. Cuidar el bosque. Reducción de pérdida de cobertura forestal	Tasa de deforestación municipal anual	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.23%
	ha reforestadas anuales	15	20	30	40	60	80	100

Cuadro 37. Plazos para las acciones de adaptación

Acciones de adaptación		Plazo de implementación		
		Corto	Mediano	Largo
10. Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático	Revisión y actualización del atlas municipal de riesgos	✓		
	Campañas de sensibilización y comunicación	✓	✓	
	Fomento de intercambios y convocatorias	✓		

11. Promover infraestructura resiliente	Actualización del Reglamento de construcción	✓		
	Infraestructura para la resiliencia	✓	✓	
	Solicitud y coordinación para área permeable vegetal en construcciones	✓		
	Creación de jardines pluviales	✓	✓	
	Sistemas de captación en escuelas rurales	✓	✓	
12. Incrementar la protección y resiliencia de los ríos	Regulación y notificación de viviendas en márgenes de ríos	✓		
	Estudios de factibilidad para construcción de eco-parques lineales	✓		
	Construcción de eco-parques lineales	✓	✓	
	Cobertura vegetal en ríos y cuenca del Valle de Jovel	✓		
13. Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua en la ciudad y la importancia de la participación ciudadana	Campaña de sensibilización	✓	✓	
14. Proteger y fortalecer los humedales municipales	Aplicación de la ley ambiental NOM-059-SEMARNAT	✓		
	Coordinación para desincentivar ocupaciones ilegales en humedales	✓	✓	✓
	Cumplimiento de lineamientos legales para protección de cuerpos de agua	✓	✓	✓
	Canalización de recursos	✓	✓	✓
	Creación de plan de manejo de humedales	✓	✓	
	Solicitud sobre conservación de humedales	✓		
15. Ampliar el sistema de alerta temprana	Implementación de mapas de riesgo comunitarios en capacitaciones	✓		
	Reforzamiento a comités comunitarios para capacitación sobre protocolos por inundación	✓		
	Reforzamiento a comités comunitarios para capacitación sobre protocolos por deslave	✓		
16. Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial para la	Regulación de uso de suelo	✓	✓	✓
	Prohibición de la urbanización en zonas de riesgo	✓	✓	✓
	Reforestación en zonas prioritarias	✓	✓	
	Ampliación de producción de árboles endémicos	✓	✓	

conservación de ecosistemas	Gestión de recursos para programa de pago por servicios ecosistémicos	✓	✓	✓
	Restauración de ecosistemas mediante enfoque integral en la cuenca Valle de Jovel	✓	✓	✓
	Mecanismos locales de servicios ambientales con visión de cuenca y corredor biológico	✓	✓	
	Programas de agro-reforestación	✓	✓	
17. Fortalecer el programa de prevención y manejo de incendios	Fortalecimiento de la estrategia municipal contra incendios	✓		
	Capacitaciones en materia de riesgos, agricultura sostenible	✓		
	Estrategias para emprendedores agricultores	✓	✓	
	Mantenimiento a las brechas y zanjas cortafuegos	✓		
	Capacitaciones para la prevención y contención de incendios	✓		

Cuadro 38. Programación de metas para las acciones de adaptación, por año

Acciones de mitigación		Metas						
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
13. Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático	Actualización de Atlas municipal de riesgos	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí
	Publicación de convocatoria sobre modelos de negocio sustentable	Sí						
	Número de campañas de comunicación sobre el cambio climático	1	1	2	2	3	3	3
	Número de talleres participativos sobre impactos de cambio climático	1	1	1	1	1	1	1
14. Promover infraestructura resiliente	% de sistema de drenaje rehabilitado	5%	10%	20%	35%	55%	75%	100%
	m3/año de agua residual tratada	0	0	0	0	0	0	456,426

	% de comités de colonias capacitados sobre riesgos climáticos e infraestructura resiliente	5%	10%	20%	35%	55%	75%	100%
	% de calles nuevas pavimentadas con pavimento permeable	0%	10%	20.0%	40.0%	60.0%	80.0%	100%
	% de vialidades con drenes de infiltración pluvial	0%	0%	2.5%	5%	10%	10%	10%
	% vialidades con sombra por cobertura vegetal nueva	0%	0%	2.5%	5%	10%	15%	20%
	# de jardines de recolección de lluvia	0	2	4	7	10	15	20
15. Incrementar la protección y resiliencia de los ríos	% de viviendas asentadas en márgenes de ríos notificadas y asesoradas sobre riesgos	50%	100%					
	Estudios de factibilidad y construcción de Ecoparque lineal	No	Sí	Sí	Sí	Sí		
16. Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua en la ciudad y la importancia de la participación ciudadana	# de campañas de sensibilización sobre prevención de inundaciones	1	1	1	1	1	1	1
	# de campañas de limpieza comunitaria	1	1	1	1	1	1	1
	% de viviendas con sistema de recolección de agua pluvial	0%	0%	0.0%	4.0%	5.0%	5.0%	5%
17. Proteger y fortalecer los	% de cambio de uso de suelo en humedales	5%	5%	5.0%	2.5%	2.5%	1.0%	0%

humedales municipales	Creación del plan de manejo de humedales	No	Sí	Sí	Sí			
	Ha. de humedales restaurados	0	0	5	15	25	35	50
18. Ampliar el sistema de alerta temprana	Capacitaciones anuales a comités de protección sobre riesgos climáticos	Sí						
	% de población con acceso al protocolo de evacuación por deslaves e inundaciones	25%	50%	75%	100%			
	% de población con acceso al sistema de alerta temprana	20%	40%	60%	80%			
19. Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial para la conservación de ecosistemas	Tasa de deforestación municipal anual	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.23%
	ha reforestadas anualmente	15	20	30	40	60	80	100
	ha reforestadas anualmente en zonas de riesgo de deslizamientos	2	3	5	6	9	12	15
21. Fortalecer el programa de prevención y manejo de incendios	Difusión de la estrategia municipal contra incendios	Sí						
	# capacitaciones en materia de riesgos y agricultura sostenible	0	1	2	3	5	7	10
	# de programas comunitarios de manejo de fuego creados	5	15	25	35	50	50	50
	% de brechas y zanjas cortafuego con mantenimiento	70%	80%	90%	100%	100%	100%	100%

Alternativas de financiamiento de la Propuesta de Plan de Acción Climática (PPAC)

Se reconoce la existencia de al menos 28 alternativas de financiamiento climático con el potencial para contribuir a la implementación de las líneas de acción de la Propuesta de Plan de Acción Climática. Dentro de estas opciones se reconocen cuatro categorías generales: i) mecanismos de financiamiento; ii) fuentes de financiamiento nacional; iii) fuentes de financiamiento internacional; y, iv) agencias internacionales de desarrollo, como organismos facilitadores de cooperación técnica y financiamiento. Dentro de estas alternativas, pueden reconocerse cuatro esquemas generales de financiamiento con relación a su tipo de operación: aseguramiento, recursos autogenerados, donación y crédito.

Cabe mencionar que el mapeo de posibles fuentes de financiamiento debe actualizarse periódicamente, dado que su permanencia y reglas de operación están sujetas a cambios. Asimismo, será fundamental identificar la disponibilidad de nuevas alternativas de financiamiento a nivel local, nacional e internacional.

Cuadro 33: Posibles mecanismos de financiamiento	
Nombre	Descripción
Cobertura contra daños por riesgos meteorológicos	<p>Tipo: Seguro</p> <p>Es un seguro a favor del contratante (municipio, empresa privada, persona física, etc.) para asegurar contra daños materiales directos a un inmueble, causados por avalanchas de lodo, granizo, helada, huracán, inundación, inundación por lluvia, golpe de mar, marejada, nevada, vientos tempestuosos, entre otros fenómenos causados directa o indirectamente por el cambio climático.</p> <p>Enlaces de interés:</p> <p>https://tokiomarine.com.mx/</p> <p>http://sompo.mx/</p> <p>https://www.marsh.com/mx/industries/infrastructure.html</p>
Impuesto vehicular	<p>Tipo: Recursos autogenerados</p> <p>Los mecanismos de financiamiento climático que sean autogenerados deben tener un doble objetivo. Por un lado deben crear una fuente adicional de ingresos para la ciudad, pero por otro deben ser una política climática que ayude a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o la vulnerabilidad climática. Este instrumento es un mecanismo de fondeo autogenerado que grava directamente a los autos particulares. En México, este impuesto se aplica por entidad federativa y se calcula con base en el precio de venta de la unidad de transporte. Sin embargo, el impuesto se puede estructurar de otra manera, de forma que sea un instrumento de política pública que logre reducir la intensidad de carbono del sector de transporte.</p>

	<p>Enlace de interés: https://www.sri.gob.ec/DocumentosAlfrescoPortlet/descargar/a2d9e000-58d0-424d-b7e2-6ec0b7d270e3/Ley+del+Impuesto+Ambiental+a+la+Contaminaci%F3n+Vehicular+%28IACV%29.pdf</p>
Impuesto predial	<p>Tipo: Recursos autogenerados</p> <p>Este impuesto se define como un gravamen sobre la propiedad o posesión inmobiliaria. El impuesto debe ser pagado por todos los propietarios de un inmueble, ya sea vivienda, oficina, edificio, local comercial o predio. Su existencia no se limita a México; en otros países se le conoce como impuesto a la propiedad o impuesto inmobiliario.</p> <p>El impuesto predial progresivo consiste en aumentar este impuesto en los predios que no aprovechen el potencial constructivo que les otorgue la norma a través del tiempo y, por lo tanto, desaprovechen la infraestructura de servicios de la cual disponen. Este impuesto genera incentivos para acelerar el desarrollo, disminuir la especulación y fomentar ciudades compactas, aprovechando los terrenos ociosos mejor ubicados.</p> <p>El impuesto predial también se puede usar con un objetivo de política pública, donde se otorgan descuentos a aquellos inmuebles que cumplen con criterios climáticos, en rubros como la eficiencia energética o cercanía a transporte público masivo.</p> <p>Enlace de interés: https://www.theigc.org/wp-content/uploads/2017/07/201707TaxationVacantLandPolicyNote_Final.pdf</p>
Bonos Verdes - BMV	<p>Tipo: Crédito</p> <p>Es un instrumento de deuda mediante el cual se obtienen recursos cuyo uso es exclusivamente para financiar proyectos específicos de sectores como: energía renovable, construcción sustentable, eficiencia energética, transporte limpio, manejo de residuos, agua, adaptación, agricultura, forestación y alimentos. El mecanismo puede utilizarse para la ejecución de proyectos que reduzcan las emisiones contaminantes o que ayuden a disminuir la vulnerabilidad de las ciudades. Además de ser aplicables a ciudades, los bonos verdes pueden ser emitidos por empresas que coticen en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) para inversiones que cumplan con objetivos ambientales.</p> <p>Enlaces de interés: https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/ https://www.bmv.com.mx/docs/pub/MI_EMPRESA_EN_BOLSA/CTEN_MINGE/BONOS%20VERDES.PDF</p>

Cuadro 34: Posibles fuentes de financiamiento nacional

Nombre	Descripción
--------	-------------

<p>Plataforma Mexicana de Carbono (MEXICO2)</p>	<p>Tipo: Recursos autogenerados</p> <p>Esta plataforma es el primer esfuerzo en la constitución de un mercado voluntario de carbono, donde las ciudades, empresas y organizaciones de la sociedad civil pueden “subastar o poner a venta” las toneladas de CO2e que han evitado o mitigado mediante sus acciones climáticas. A diferencia de la mayoría del resto de los instrumentos financieros disponibles para las ciudades, estos fondos se reciben después de haber ejecutado el proyecto y una vez que los beneficios climáticos se han creado. Los recursos económicos obtenidos se podrán utilizar para otros proyectos de acción climática o para mantener en buen funcionamiento los que fueron vendidos en el mercado.</p> <p>Esta iniciativa nació como una iniciativa de mercado apoyada en forma conjunta por varias instituciones, incluidas: la Bolsa Mexicana de Valores, la Embajada Británica en México, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Al ser un programa piloto voluntario, el mayor valor de esta plataforma se encuentra en el entrenamiento y aprendizaje que se puede obtener de la misma, con miras a desarrollar un mercado interno en el futuro o acceder a uno de los mercados internacionales ya establecidos.</p> <p>Enlace de interés: https://www.mexico2.com.mx</p>
<p>Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)</p>	<p>Tipo: Donación/Crédito</p> <p>El FIDE es un organismo privado de participación mixta que tiene como objetivo desarrollar e implementar acciones que propicien el uso eficiente de la energía eléctrica y la generación de electricidad con fuentes renovables. A través de programas, proyectos, productos y servicios, el organismo ofrece asistencia técnica, diagnósticos energéticos, apoyo en la realización de proyectos de eficiencia energética y financiamiento con condiciones preferenciales para la adquisición o generación de productos que permitan el ahorro de energía eléctrica. El apoyo está dirigido a los municipios y a los sectores domiciliario, industrial, agrícola, comercial y de servicios. Además, cuenta con actividades de apoyo para crear conciencia en la sociedad con relación al aprovechamiento y uso eficiente de la energía.</p> <p>Algunos de los programas con los que cuenta son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Proyectos de Eficiencia Energética: Programa orientado al sector productivo, mediante el cual se da apoyo financiero para la optimización de procesos y la adquisición de equipos de alta eficiencia. ● Programa de Apoyo a la Generación Distribuida: Programa que financia la instalación de sistemas de generación de energía con fuentes renovables, principalmente sistemas fotovoltaicos y de cogeneración eficiente, en el sitio de consumo. ● Proyecto de Eficiencia y Sustentabilidad Energética en Municipios (PRESEM): Programa dirigido a municipios e implementado por la

	<p>Secretaría de Energía, con financiamiento del Banco Mundial, que otorga financiamiento a inversiones de eficiencia energética en alumbrado público, edificios públicos y en los procesos de abastecimiento de agua y saneamiento. Además, el programa busca apoyar en el desarrollo de políticas y el fortalecimiento institucional, al financiar, entre otros tipos de asistencia, la creación de capacidades en eficiencia energética a nivel municipal, el diseño de sistemas de gestión de la energía, y la elaboración de planes de eficiencia energética.</p> <p>El tercer programa es de especial relevancia para los gobiernos municipales. En este, el FIDE está a cargo de las siguientes actividades: preparación de estudios de factibilidad, elaboración de subproyectos ejecutivos y documentos de licitación, procesos de licitaciones públicas nacionales, contratación de trabajos para la ejecución de los subproyectos, supervisión de trabajos de instalación de equipos, y la realización de monitoreo y reporte de resultados de cada subproyecto.</p> <p>Enlace de interés: https://www.fide.org.mx/</p>
<p>Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía Eléctrica - CONUEE</p>	<p>Tipo: Donación/Crédito</p> <p>La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) brinda asistencia técnica a municipios a través de la emisión de opiniones vinculatorias y recomendaciones técnicas sobre los proyectos de sustitución de alumbrado público, además de capacitaciones presenciales y a distancia ofrecidas a los funcionarios responsables de este servicio.</p> <p>Este programa busca impulsar la eficiencia energética a través de la sustitución de los sistemas ineficientes de alumbrado público municipal, lo que constituye una oportunidad para los gobiernos locales ya que contribuye a promover la reducción en el consumo de energía eléctrica, la transición del alumbrado implementando tecnologías más eficientes, y asegurar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de sistema y producto en alumbrado público.</p> <p>El programa brinda apoyo técnico y financiero a los municipios para ejecutar proyectos de sustitución de sistemas de alumbrado público, con la sustitución de luminarios, balastos y lámparas con alta eficiencia energética. Además, otorga opinión técnica y financiera sobre los proyectos municipales y proporciona apoyos no recuperables por la conclusión del proyecto.</p> <p>Enlaces de interés: https://www.gob.mx/conuee/ https://www.gob.mx/conuee/articulos/la-conuee-ha-brindado-asistencia-tecnica?idiom=es https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estados-y-municipios-proyecto-nacional-de-eficiencia-energetica-en-alumbrado-publico-municipal</p>
<p>Fondo de Aportaciones para la Infraestructura</p>	<p>Tipo: Crédito</p> <p>Es un esquema financiero multianual que anticipa los recursos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS) en municipios</p>

<p>Social (FAIS) - BANOBRAS</p>	<p>considerados con alto o muy alto nivel de rezago social. El objetivo del programa es que estos municipios reciban un adelanto de las aportaciones federales para que puedan ejecutar proyectos de agua potable, alcantarillado, drenaje, electrificación, infraestructura básica del sector educativo y del sector salud, mejoramiento de vivienda y urbanización de infraestructura desde el comienzo de la administración municipal.</p> <p>Enlaces de interés: https://www.gob.mx/banobras/acciones-y-programas/programa-banobras-fais https://tecnologia.aseh.gob.mx/cmgf/diapositivas/06.pdf</p>
<p>Fondo de Cambio Climático</p>	<p>Tipo: Recursos autogenerados</p> <p>Los Fondos de Cambio Climático son instrumentos financieros creados por los gobiernos federal, estatales o municipales que tienen como objetivo otorgar recursos económicos, usualmente presupuestales, para la implementación de las estrategias y acciones incluidas en los Planes de Acción Climática o aquellas que contribuyan a alcanzar las metas de adaptación o mitigación climática. La principal ventaja de los fondos climáticos radica en la flexibilidad del uso de los recursos, pues estos siguen un proceso de ejecución y vigilancia que está más en el control de las dependencias ejecutoras de la política climática. Particularmente importante es que el financiamiento puede utilizarse de manera multianual, sin depender de las fechas tradicionales de apertura y cierre presupuestal que establecen las áreas de hacienda o financieras de los municipios.</p> <p>Mediante este instrumento financiero, los entes gubernamentales pueden obtener y distribuir fondos climáticos, ya sean presupuestales, autogenerados o externos, y dirigirlos a las actividades para reducir las emisiones de GEI, aumentar el secuestro de carbono atmosférico, e incrementar la capacidad adaptativa local.</p> <p>Enlaces de interés: http://www.ccpy.gob.mx/agenda-regional/fondo-cambio-climatico.php http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/fondo_ambiental_cambio_climatico.html</p>
<p>Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)</p>	<p>Tipo: Donación</p> <p>El Fondo Nacional de Infraestructura depende del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS) y tiene como objetivo apoyar las obras públicas de infraestructura del país, principalmente en las áreas de comunicaciones, transportes, hidráulica, medio ambiente y turística. Sus apoyos se pueden aplicar en la planeación, fomento, construcción, conservación y operación de proyectos de infraestructura. Este fondo tiene tres programas que aplican particularmente bien a proyectos de mitigación y adaptación climática. Estos son: el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM), el Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA), y el Programa de Residuos Sólidos (PRORESOL). Los tres programas del FONADIN buscan fomentar la participación del sector privado en la</p>

	<p>provisión de servicios públicos, para ello aportan parte del capital requerido de forma que el costo sea menor y la calidad del servicio sea mayor.</p> <p>El PROTRAM otorga apoyos económicos recuperables (a manera de préstamo) y no recuperables (donaciones o subsidios) al sector público y privado, para la elaboración de estudios e inversiones en Proyectos de Infraestructura de Transporte Masivo con participación de la iniciativa privada. El programa también busca fortalecer la capacidad institucional de las autoridades locales responsables para la planeación y la regulación del transporte público.</p> <p>El PROMAGUA apoya mediante donativos o subsidios el financiamiento parcial de estudios y proyectos en el sector del agua, este programa tiene como objetivo incentivar el desarrollo de proyectos bajo esquemas de asociación público-privada (APP) que permitan: (1) incrementar y mejorar la calidad de los servicios en materia de cobertura de agua potable y saneamiento, y (2) la sostenibilidad operativa y financiera de los entes públicos relacionados con la prestación de los servicios.</p> <p>El PRORESOL ofrece donaciones para el financiamiento parcial de estudios y proyectos que permitan asegurar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU). Además de apoyar en el financiamiento de los proyectos del sector de RSU. Tiene como objetivo incentivar el desarrollo de proyectos bajo esquemas de asociación público-privada que promuevan la visión de economía circular planteada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Entre los estudios y asesorías que apoyan, se consideran: diagnóstico integral, evaluación socioeconómica, análisis de viabilidad de asociaciones público-privadas, asesoría estratégica, e ingeniería básica.</p> <p>Enlace de interés: https://www.fonadin.gob.mx/fni2/productos-y-programas/</p>
<p>Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) - SEDATU</p>	<p>Tipo: Donación</p> <p>El programa tiene como objetivo contribuir a la reducción de las condiciones de rezago urbano y social mediante la mejora en el acceso de la población a bienes y servicios. El programa se compone de cuatro vertientes de apoyo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mejoramiento Integral de Barrios: Se enfoca en la realización de obras y proyectos de equipamiento urbano, espacio público, movilidad, infraestructura urbana, proyectos integrales y obras comunitarias. ● Regularización y Certeza Jurídica: Proporciona apoyo técnico a la población para facilitar la certeza jurídica de tenencia de la tierra ● Planeación Urbana, Metropolitana y Ordenamiento Territorial: Brinda apoyo a los gobiernos subnacionales para la elaboración y actualización de instrumentos de planeación territorial. ● Obras Comunitarias: Otorga apoyo para proyectos y obras de infraestructura comunitaria en regiones impactadas por proyectos prioritarios y estratégicos del Gobierno de México.

	<p>Enlaces de interés:</p> <p>https://mimexicolate.gob.mx/</p> <p>https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639973&fecha=31/12/2021#gsc.tab=0</p>
Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable - CONAFOR	<p>Tipo: Donación</p> <p>El programa, por conducto de la Comisión Nacional Forestal de México tiene como objetivo general apoyar a las personas propietarias, legítimas poseedoras y habitantes de las zonas forestales para que implementen acciones que contribuyan a la protección, conservación, restauración e incorporación al manejo forestal sustentable, de los terrenos forestales, preferentemente forestales y temporalmente forestales; así como, el fortalecimiento de las cadenas de valor, que a su vez contribuyan a la adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático.</p> <p>Enlaces de interés:</p> <p>https://snif.cnf.gob.mx/programas-y-apoyos/</p> <p>https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639498&fecha=28/12/2021#gsc.tab=0</p>
Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED)	<p>Aliado de gobiernos locales para brindar asesoría y asistencia técnica con el propósito de lograr administraciones municipales más eficientes.</p>

Conclusiones

Tal como se especifica en el último informe del IPCC el mundo se encuentra en un punto crítico en donde es necesario tomar acción inmediata para prevenir los efectos más adversos del cambio climático.

San Cristóbal de Las Casas es particularmente vulnerable a las lluvias extremas y las inundaciones y deslizamientos de laderas que estas provocan. Se espera que los aumentos de temperatura de los siguientes años incrementen la humedad acumulada en la atmósfera y, por tanto, aumente la intensidad de precipitaciones. Las lluvias extremas causadas por fenómenos hidrometeorológicos también tienen un alto potencial de disrupción al municipio. Aproximadamente el 78% de la población total municipal se

encuentra asentada en zonas de muy alto riesgo de inundación. La cabecera municipal destaca como una zona de alto y muy alto riesgo y, en consecuencia, la mayor parte de la infraestructura crítica urbana como refugios, hospitales, escuelas, comedores comunitarios, gasolineras y la red vial se encuentran en riesgo.

Al mismo tiempo, el acelerado crecimiento desorganizado de la mancha urbana ha generado una gran pérdida de cobertura vegetal. En particular la invasión, relleno, y degradación de los humedales de San Cristóbal de Las Casas han afectado significativamente la calidad y productividad de los ecosistemas. Es importante recordar que, al ser recursos hídricos, las afectaciones a los humedales también contribuyen a una degradación de la calidad del agua municipal y generan riesgos a la salud ciudadana. Además, al ser áreas naturalmente inundables, los asentamientos humanos en estas zonas reducen su permeabilidad e incrementan los ya elevados riesgos de inundación.

Desafortunadamente el acelerado crecimiento de la mancha urbana no se limita únicamente a humedales sino también a laderas y zonas rurales. La combinación de deforestación continua de laderas e incrementos en la intensidad de precipitaciones apuntan a una mayor exposición de la población y de la infraestructura a deslizamientos. Como referencia, actualmente el 21.45% de la población se encuentra asentada en zonas de riesgo alto y muy alto de deslizamientos.

Para poder contrarrestar los riesgos identificados en el análisis de riesgos y vulnerabilidades es necesario incrementar la resiliencia climática municipal a través de las 8 líneas de acción propuestas en el plan de acción climática.

Estas líneas de acción abordan los riesgos de inundaciones, deslaves, sequías e incendios forestales a través de medidas de educación (Incrementar el conocimiento de riesgo de desastres y cambio climático, Sensibilizar a la población sobre la problemática del agua en la ciudad y la importancia de la participación ciudadana y Fortalecer el programa de prevención y manejo de incendios), infraestructura (Promover infraestructura resiliente), ordenamiento territorial (Incrementar la protección y resiliencia de los ríos, Proteger y fortalecer los humedales municipales, Incorporar la perspectiva de resiliencia climática en el ordenamiento territorial para la conservación de ecosistemas), capacidad de respuesta a desastres (Ampliar el sistema de alerta temprana) e instrumentos financieros (Incrementar la resiliencia climática a través de seguros).

En cuanto a emisiones, **en 2018 el municipio de San Cristóbal de Las Casas emitió 402,657 toneladas de CO₂ equivalente** de las cuales 26% corresponden a consumo de energía estacionaria, 49% al transporte, 8% a residuos y 17% al cambio de uso de suelo.

Se espera que con la implementación de las medidas de mitigación descritas en el plan de acción climática en 2030 las emisiones se reduzcan un 12.1% con respecto al Escenario BAU. La mayor parte la reducción de emisiones vendrá de la prevención de la deforestación, y por la implementación de medidas que incentiven el cambio modal a transporte activo y transporte público. Ambas medidas tendrán co-beneficios significativos en la calidad de vida y salud de las y los ciudadanos de San Cristóbal de Las Casas. Además, las mejoras en transporte público ayudarán a mantener e incrementar el atractivo turístico del municipio. En términos de eficiencia energética, se espera que la implementación de un programa de verificación vehicular promueva mejores prácticas de mantenimiento y por lo tanto una mejora en la eficiencia de los vehículos existentes y la calidad de aire municipal. En cuanto a edificios, el plan busca implementar programas orientados a robustecer los requisitos de eficiencia energética en edificios nuevos e incentivar y promover los beneficios de reacondicionar de edificios existentes. Finalmente, se propone mejorar la gestión de residuos sólidos y diseñar y desarrollar una red de plantas de tratamiento de aguas residuales a lo largo de San Cristóbal. Si bien es cierto que la reducción de emisiones es modesta comparada con otras acciones, estas acciones tendría importantes beneficios sociales y ambientales dado que el municipio actualmente no cuenta con una planta de tratamiento. En un futuro se podría mejorar la gestión de residuos sólidos a través de tecnologías como la captura del biogás, incrementando la reducción de emisiones municipales.

Para lograr los objetivos e implementar las acciones planteadas en este documento, el municipio se compromete a trabajar y solicitar apoyo para fortalecer las capacidades institucionales, específicamente, aumentar las capacidades de financiamiento y de personal. Las mejoras en capacidades institucionales son esenciales no solo para el cumplimiento de las metas climáticas municipales sino también para brindar mayor solidez a la administración municipal.

Al generar su primer plan de acción climática, el municipio de San Cristóbal de Las Casas se suma a la lista de municipios mexicanos que están contribuyendo de manera activa y organizada a la reducción de emisiones de GEI y al incremento de la capacidad adaptativa municipal ante el cambio climático.

El cumplimiento de un Plan de Acción Climática no es una acción individual, por lo que su cumplimiento dependerá no solo de la voluntad municipal sino también de la colaboración con diferentes instituciones gubernamentales, ONGs, instituciones, y la ciudadanía para implementar y financiar las acciones propuestas en la hoja de ruta de este documento.

La elaboración de este plan marca un hito importante en la política climática municipal. Se espera que la hoja de ruta ayude al municipio a acceder a diferentes fuentes de



financiamiento y de esta manera ampliar su ambición climática. Y con ello, eventualmente alcanzar la carbono neutralidad en el 2050, cumpliendo con los objetivos del Acuerdo de París y mantener el aumento de temperatura por debajo de los 2°C. Su cumplimiento generará la inercia necesaria para incrementar las metas climáticas del municipio en el tiempo.

Anexo A: Localidades y población del municipio de San Cristóbal de Las Casas.

El municipio de San Cristóbal de Las Casas, cuenta con una cantidad total de 215,874 habitantes.



Cuadro 35: Localidades Rurales del municipio de San Cristóbal de Las Casas

No.	Comunidad	Ámbito
01	Ejido Agua De Pajarito	Rural
02	El Aguaje Ejido La Albarrada	Rural
03	El Bosque	Rural
04	Buena Vista	Rural
05	Carmen Arcotete	Rural
06	Ejido La Candelaria	Rural
07	Ranchería Campo Grande	Rural
08	Corazón De María	Rural
09	Comunidad El Corralito	Rural
10	Cuxtitali El Pinar	Rural
11	Cruz Cantulan	Rural
12	Dos Lagunas	Rural
13	Ranchería El Duraznal	Rural
14	Comunidad El Escalón	Rural
15	La Florecilla	Rural
16	Ejido Fray Bartolomé	Rural
17	Guadalupe Shuncala	Rural
18	Huitepec Los Alcanfores	Rural
19	Huitepec Ocotál Secc. I	Rural
20	Huitepec Ocotál Secc. II	Rural
21	Huitepec Las Palmas	Rural
22	Huitepec Santa Anita	Rural
23	Laguna Grande	Rural
24	Ejido Los Llanos	Rural
25	El Manzanillo	Rural
26	Ejido Mitziton	Rural
27	Ejido Napité	Rural
28	Nuevo Corralchen El Ángel	Rural
29	Peña María	Rural
30	El Pedernal	Rural
31	La Piedrecitas	Rural
32	Ranchería Pozo Colorado	Rural
33	Ranchería Pozo Colorado Primero	Rural
34	Ejido Santiago	Rural
35	Ranchería Rancho Nuevo	Rural
36	Ejido Río Arcotete	Rural
37	San Antonio Buena Vista	Rural

38	San Antonio Los Baños	Rural
39	San Antonio Del Monte	Rural
40	San Antonio Las Rosas	Rural
41	San Antonio El Progreso	Rural
42	San Felipe Ecatepec	Rural
43	San Isidro Ocotál	Rural
44	San José Del Carmen	Rural
45	Ranchería San José Buena Vista	Rural
46	Santa Lucia	Rural
47	San Nicolás Ejido La Albarrada	Rural
48	San Pedro La Tejería	Rural
49	Ranchería Selva Natividad	Rural
50	Ranchería Selva Natividad II	Rural
51	Comunidad La Sierra	Rural
52	Comunidad El Sumidero	Rural
53	Taza De Agua	Rural
54	Comunidad Tontic	Rural
55	Tzemeni	Rural
56	Vista Hermosa El Carrizal	Rural
57	Vista Hermosa Huitepec	Rural
58	Comunidad Yaalboc	Rural
59	Ejido Yashtinin	Rural
60	Zacualpa Ecatepec	Rural
61	Ranchería Los Ángeles	Rural
62	Ranchería El Carrizalito	Rural
63	Ranchería Candelaria	Rural
64	Ranchería Corralito Pazotal	Rural
65	Corazón De Jesús	Rural
66	Ranchería La Fortuna	Rural
67	Guadalupe El Túnel	Rural
68	Ejido El Horizonte	Rural
69	Comunidad Javaltojtíc	Rural
70	Lagunita I	Rural
71	Ranchería La Lagunita II	Rural
72	El Manzanillo II	Rural
73	El Matazano	Rural
74	Monte De Sion	Rural
75	El Paraíso	Rural
76	Peña María El Porvenir	Rural
77	Ranchería Piedra Parada	Rural
78	El Pinabetal	Rural

79	San Antonio La Lagunita	Rural
80	San Isidro Ocotal II	Rural
81	Santa Catarina De Juquila	Rural
82	San Felipe El Horizonte	Rural
83	San Isidro Las Huertas	Rural
84	San Joaquin La Reforma	Rural
85	San Juan Bautista	Rural
86	San Luis Chupactic	Rural
87	Santa Rosa	Rural
88	Taza De Agua I	Rural
89	Vergelito	Rural
90	Ranchería Villa Hermosa	Rural
91	El Guayabal	Rural
92	El Paisaje	Rural
93	Peña María III	Rural
94	San José De Los Baños	Rural
95	Ranchería Soledad Los Cerezos	Rural
96	Soledad Los Cerezos II	Rural
97	El Encajonado	Rural
98	San Antonio El Porvenir	Rural

Anexo B: Mapas de Escenario de Cambio Climático

Los siguientes mapas de escenarios de cambio climático, fue el resultado del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático para generar el reporte de la Quinta Comunicación Nacional de México a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático. Se generaron archivos de datos georreferenciados de promedios mensuales de temperatura máxima, mínima y promedio en °C, así como de precipitación promedio mensual en mm y

en porcentaje de cambio, los cuales son presentados a continuación para el municipio de San Cristóbal de Las Casas. El modelo CNRM-CM5 fue homogeneizado a la resolución espacial de 0.5° x 0.5°. procesado con muy alta resolución espacial 30"x30". Se analizaron los datos para los escenarios 4.5 y 8.5 de forzamiento radiativo, denominados Trayectorias Representativas de Concentraciones (RCP, por sus siglas en inglés) se analizaron horizontes a futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y a futuro lejano (2075-2099) [46].

Temperatura mínima RCP 4.5

Figura 41: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro cercano (2015-2039) Temperatura mínima promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

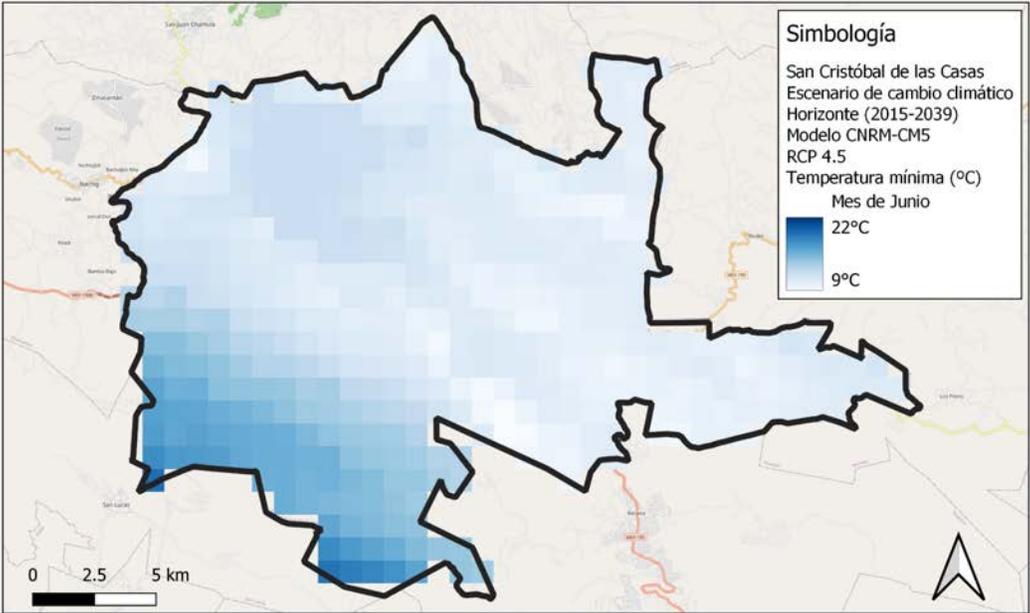


Figura 42: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro medio (2045-2069) Temperatura mínima promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

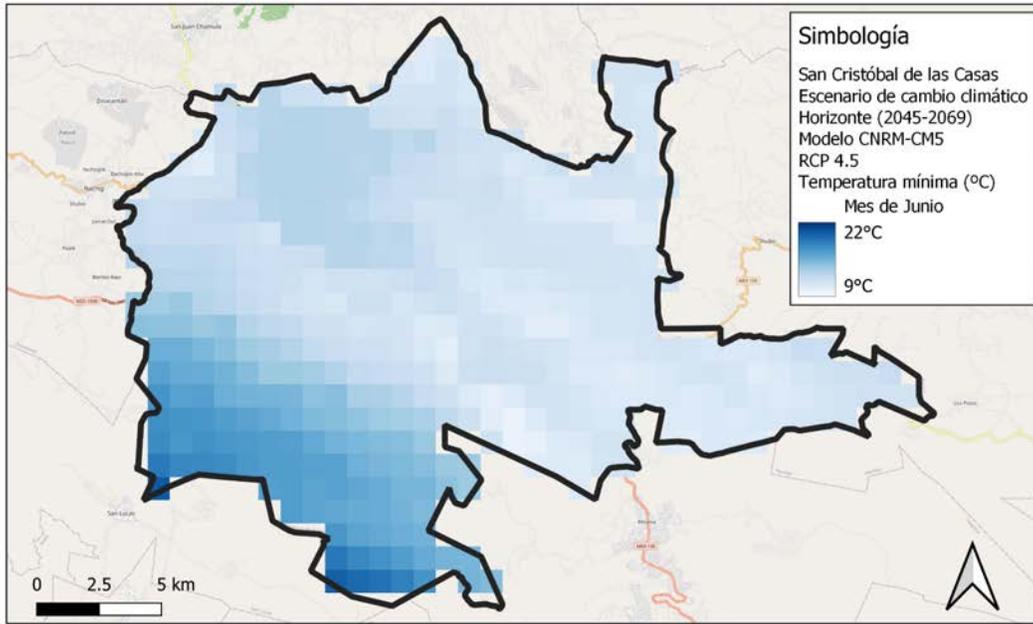
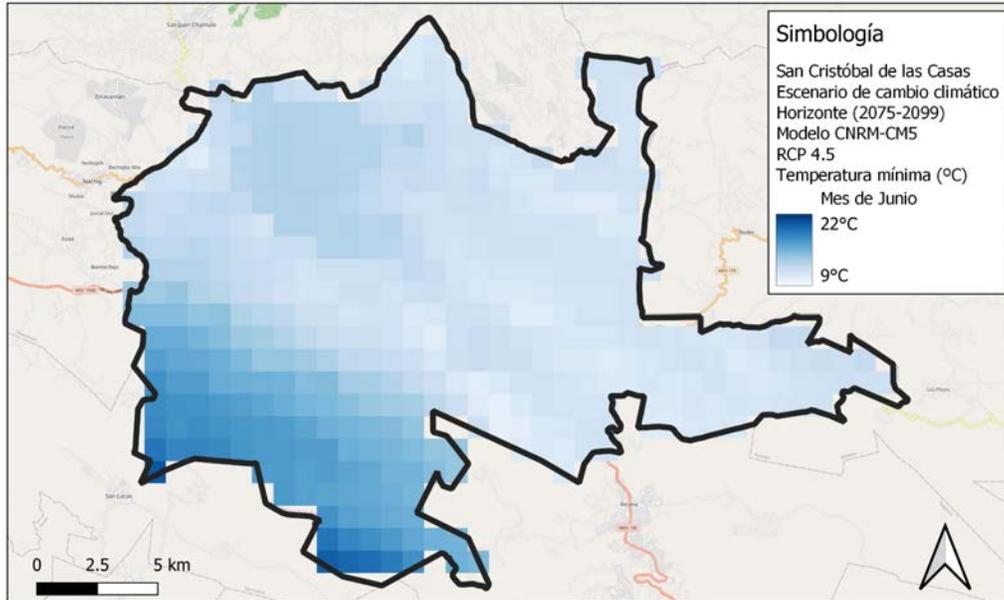


Figura 43: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro lejano (2075-2099) Temperatura mínima promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Temperatura mínima RCP 8.5

Figura 44: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Temperatura mínima. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

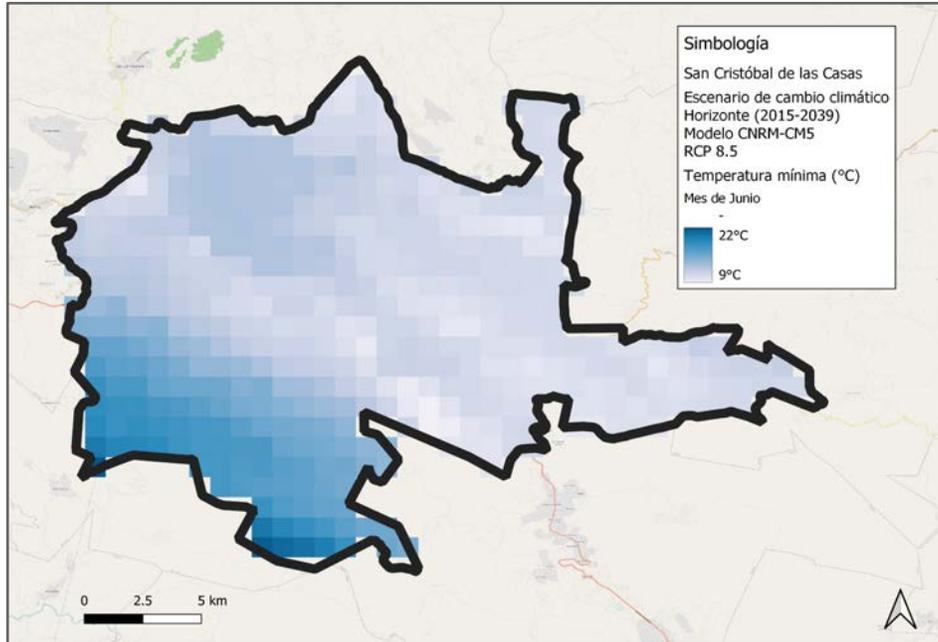


Figura 45: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Temperatura mínima.
 (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

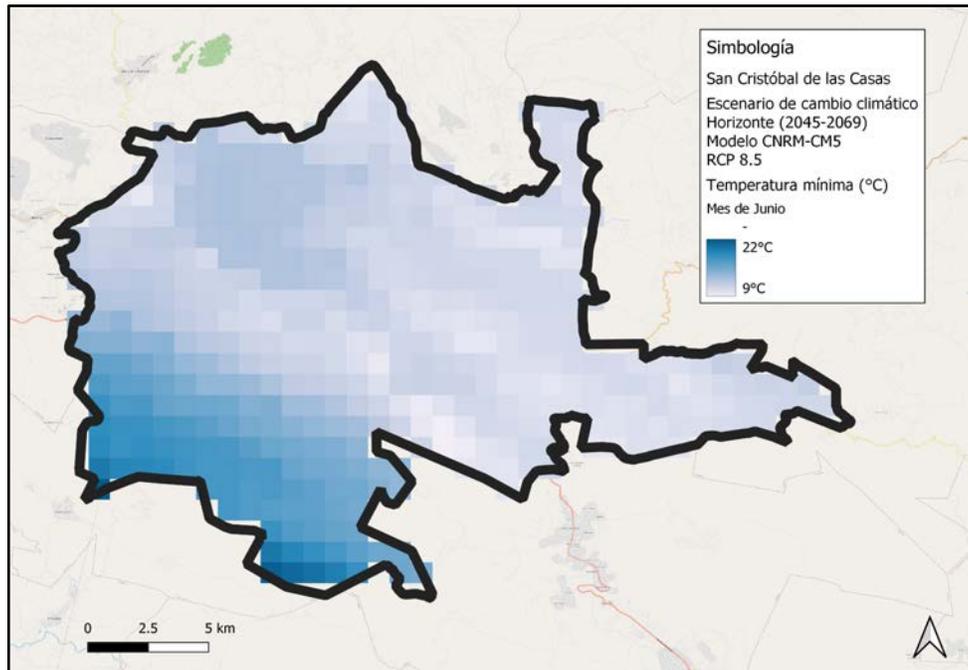
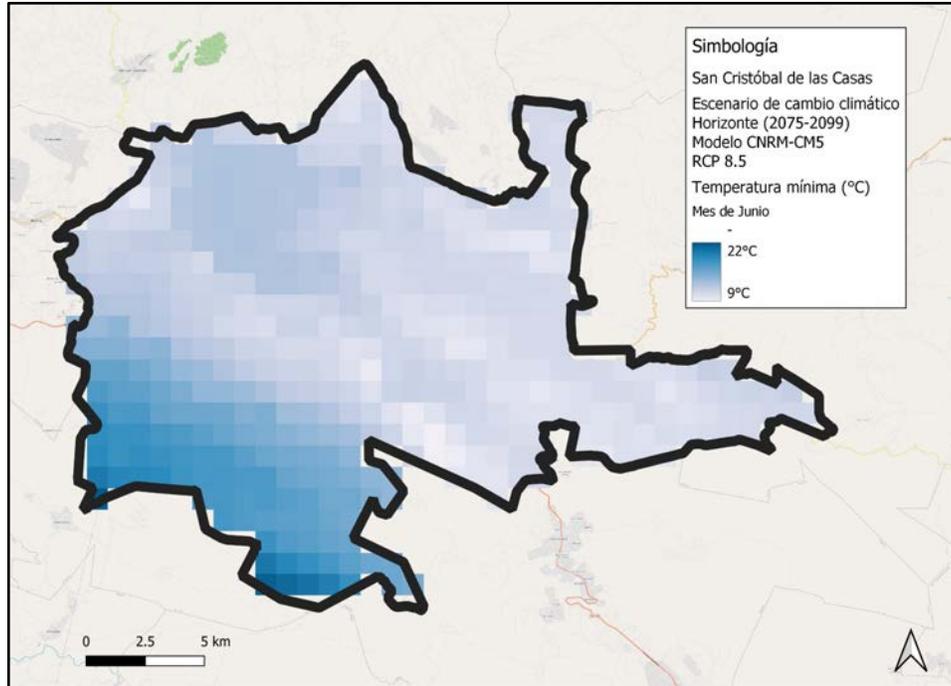


Figura 46: Escenario de cambio climático- Horizonte (2045-2069) Temperatura mínima.
 (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Temperatura máxima RCP 4.5

Figura 47: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro cercano (2015-2039).
Temperatura máxima promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático,
UNAM, 2022)

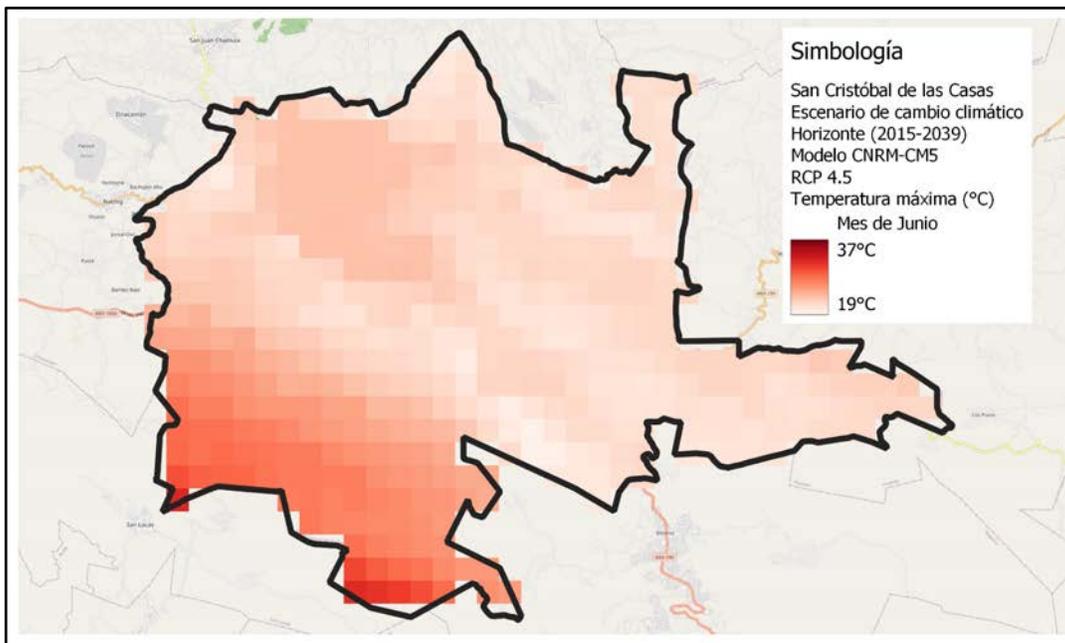


Figura 48: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro medio (2045-2069)
Temperatura máxima promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático,
UNAM, 2022)

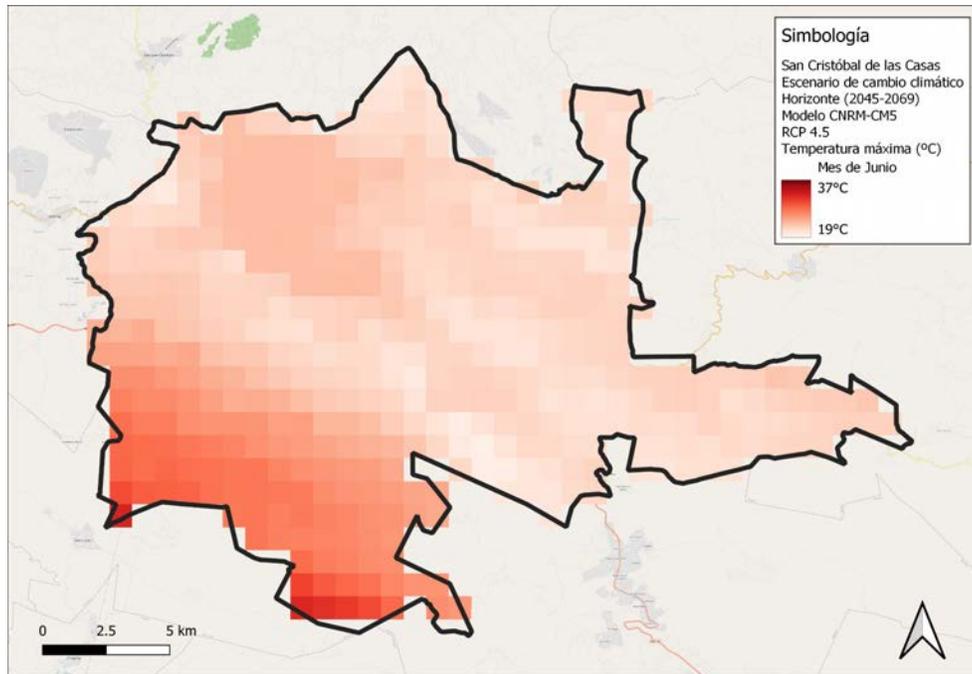
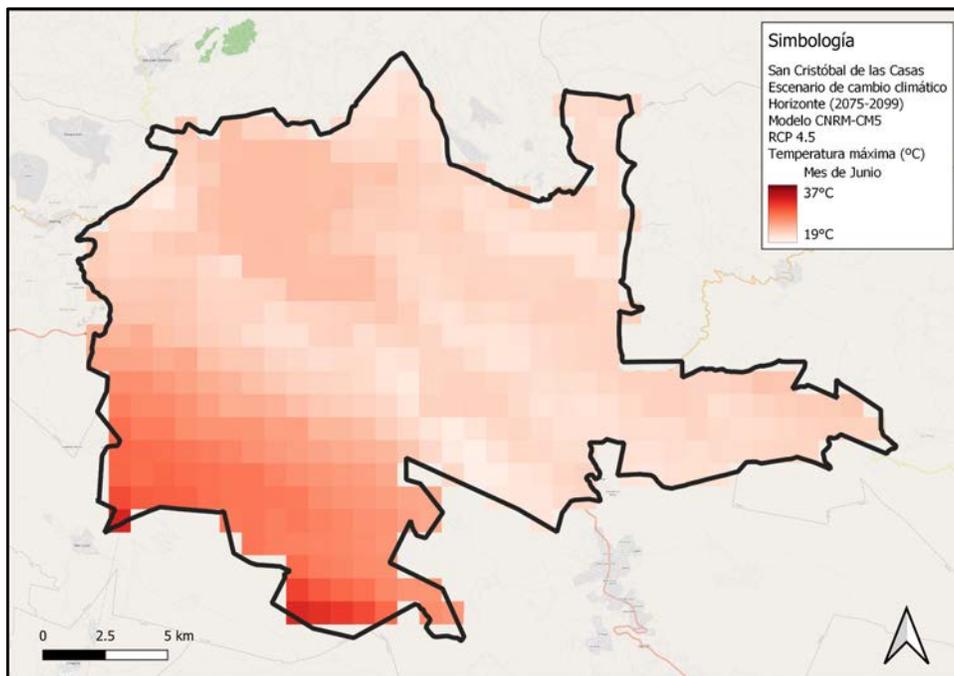


Figura 49: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro lejano (2075-2099)
Temperatura máxima promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático,
UNAM, 2022)



Temperatura máxima RCP 8.5

Figura 50: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Temperatura máxima.
(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

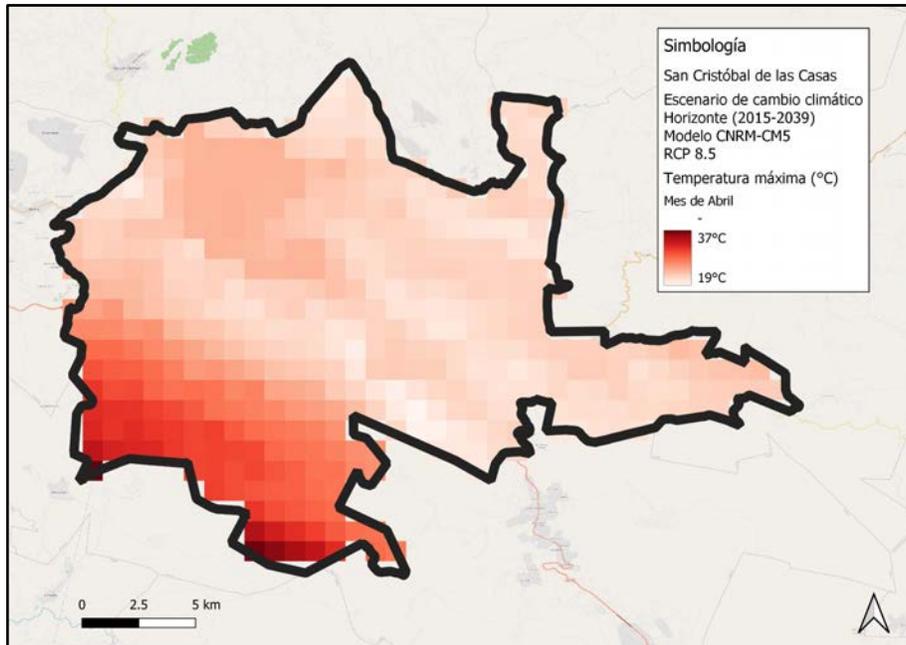


Figura 51: Escenario de cambio climático- Horizonte (2045-2069) Temperatura máxima.
(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

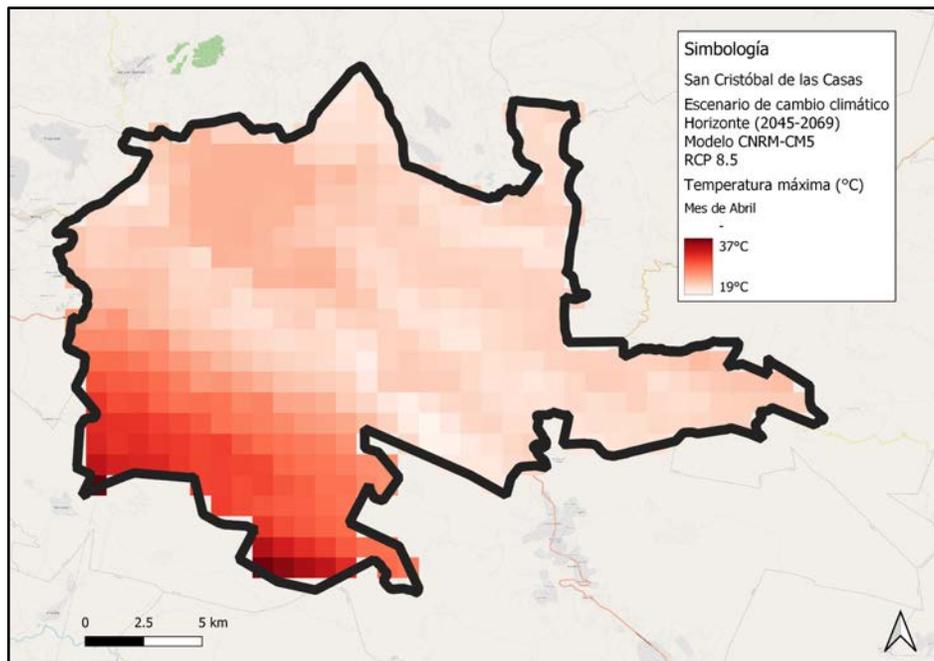
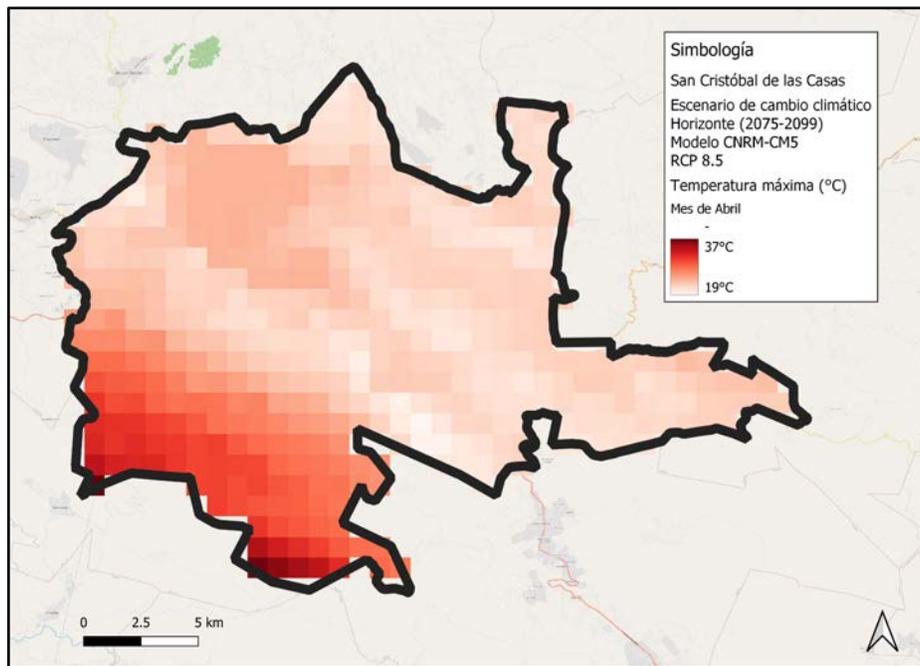


Figura 52: Escenario de cambio climático- Horizonte (2075-2099) Temperatura máxima.
(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Temperatura promedio RCP 4.5

Figura 53: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro cercano (2015-2039)
Temperatura promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM,
2022)

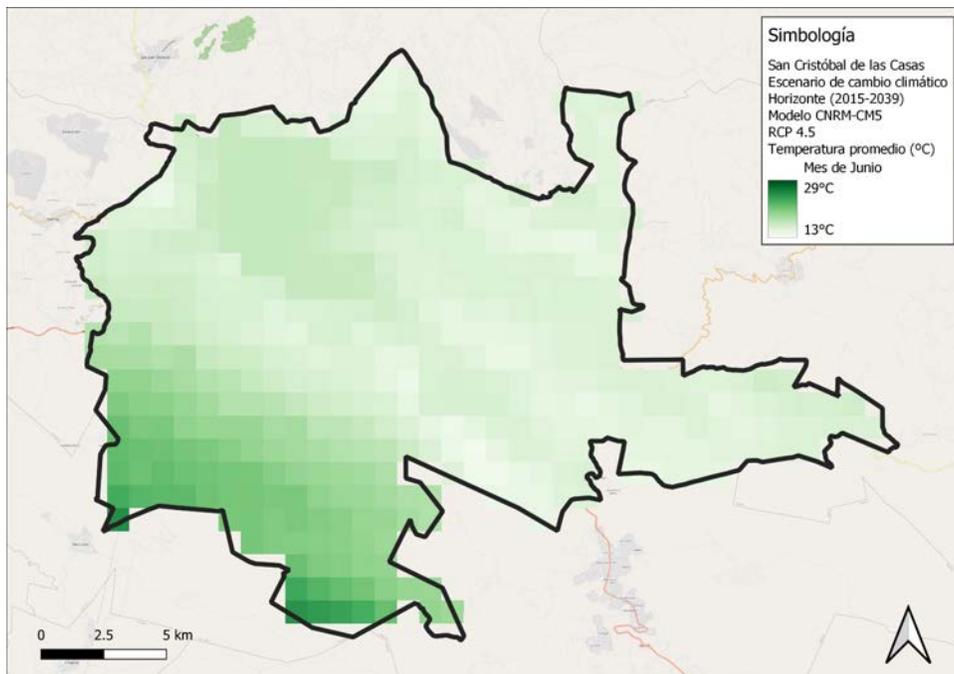


Figura 54: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro medio (2045-2069)
Temperatura promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM,
2022)

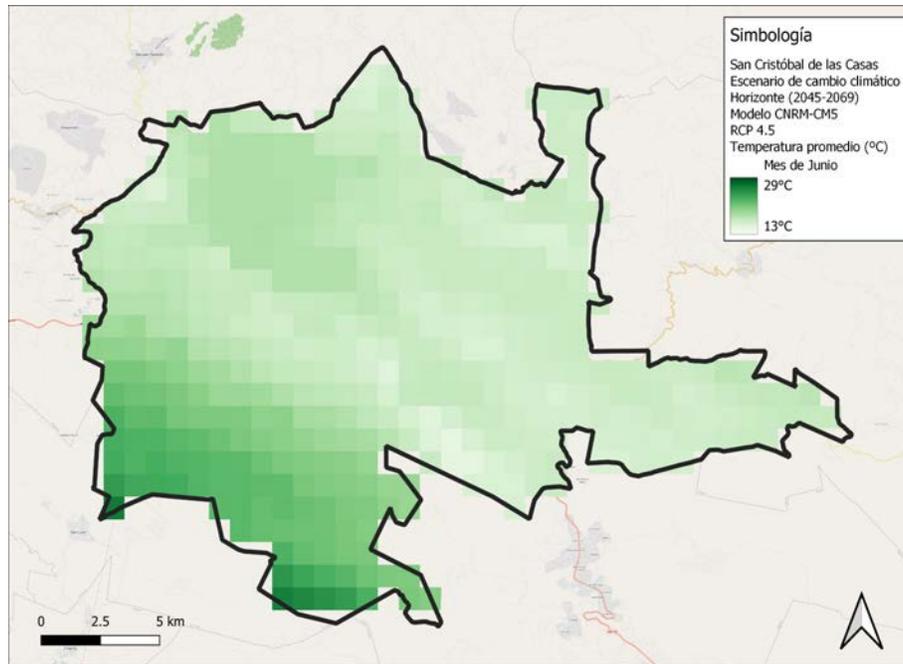
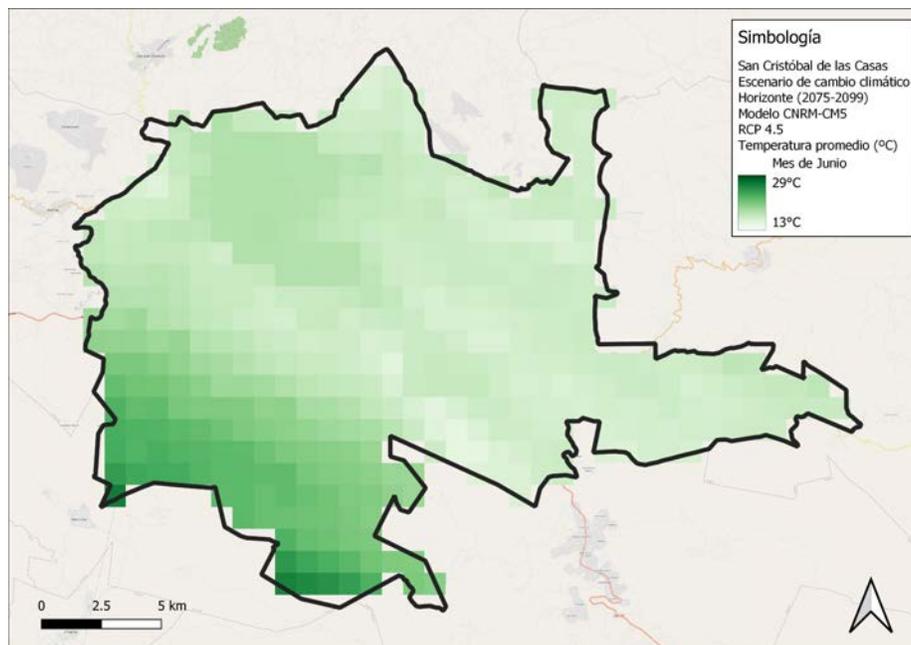


Figura 55: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro lejano (2075-2099)
Temperatura promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM,
2022)



Temperatura promedio RCP 8.5

Figura 56: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Temperatura promedio.
(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

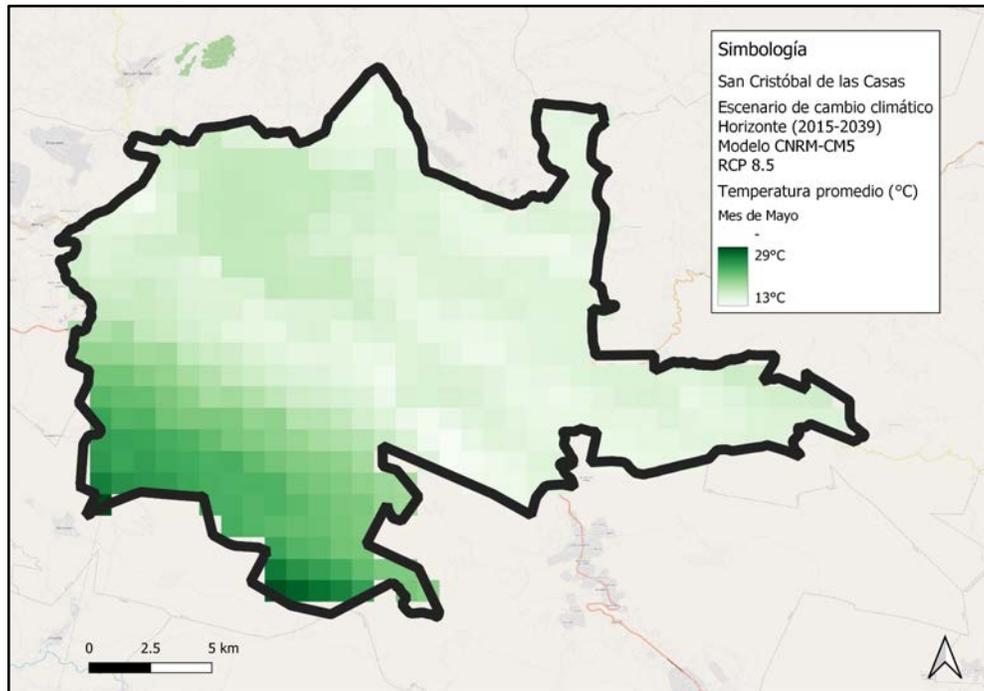


Figura 57: Escenario de cambio climático- Horizonte (2045-2069) Temperatura promedio.
(Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

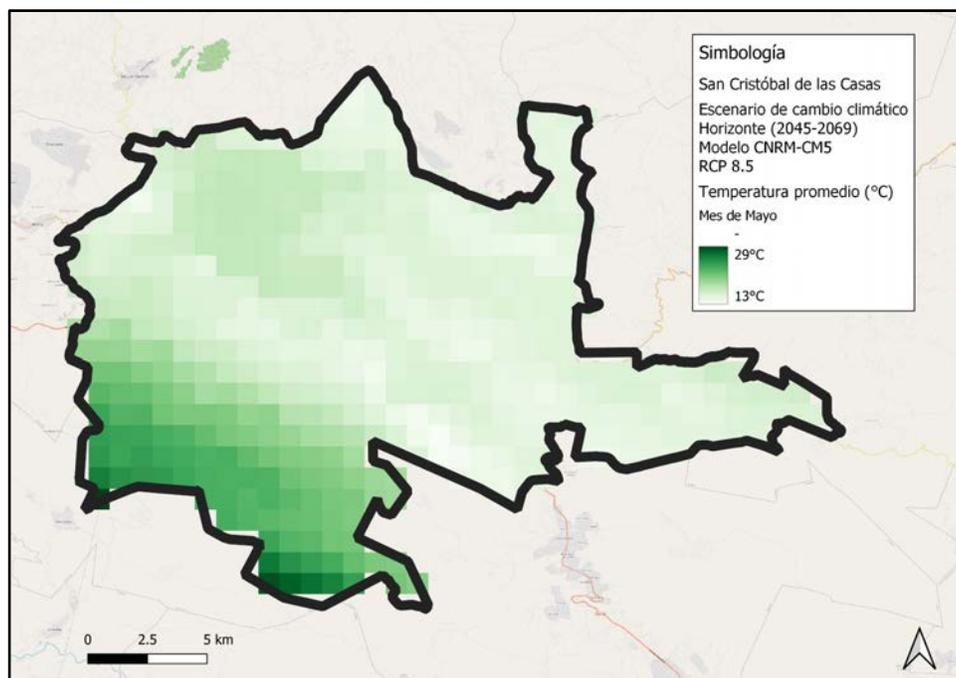
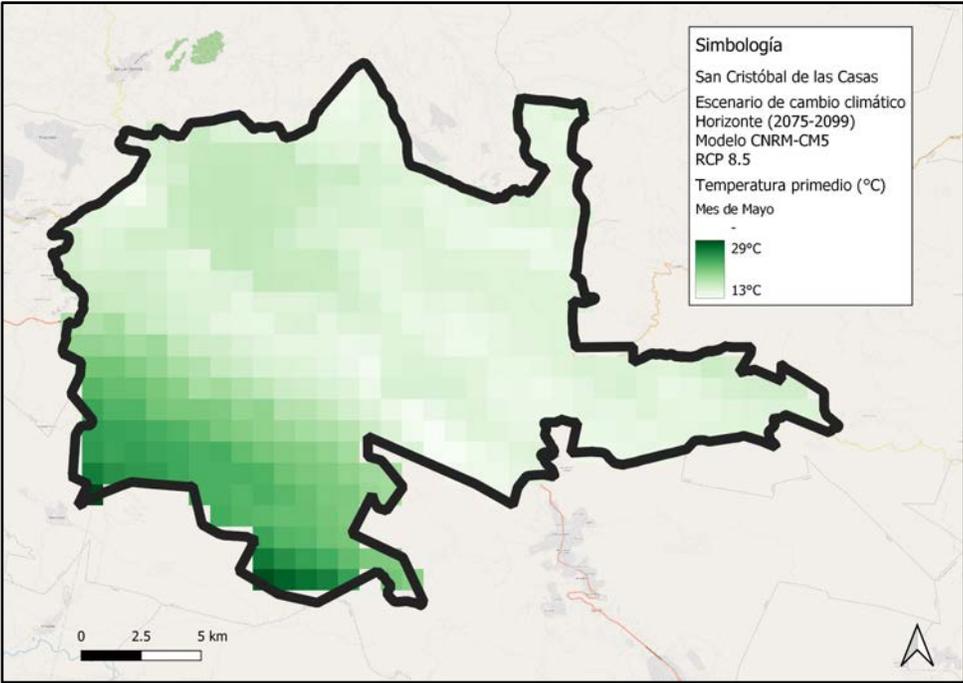


Figura 58: Escenario de cambio climático- Horizonte (2075-2099) Temperatura promedio. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Precipitación RCP 4.5

Figura 59: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro cercano (2015-2039) Precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

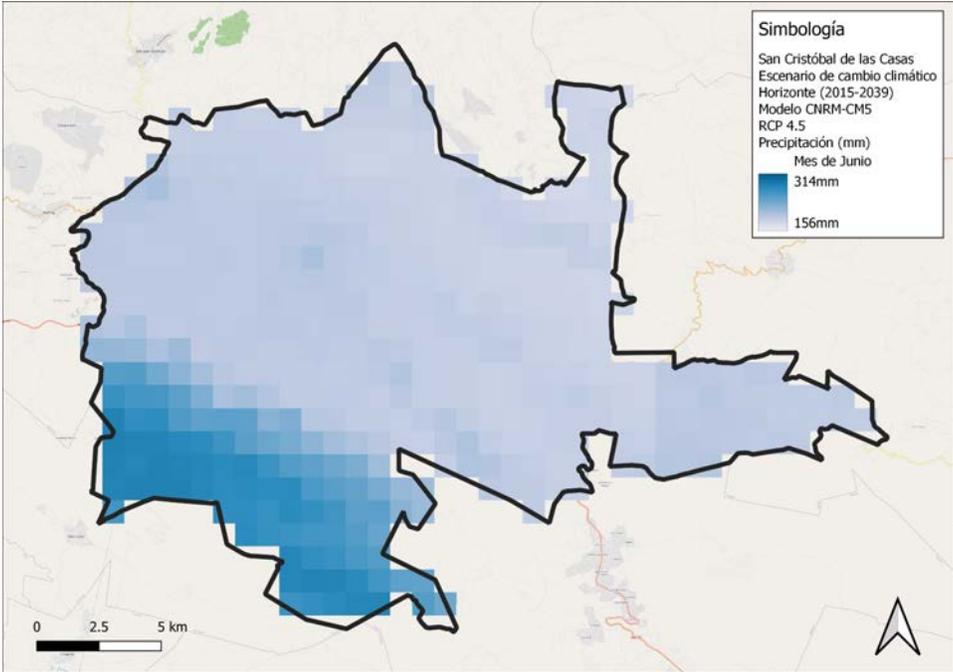


Figura 60: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro medio (2045-2069)
Precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

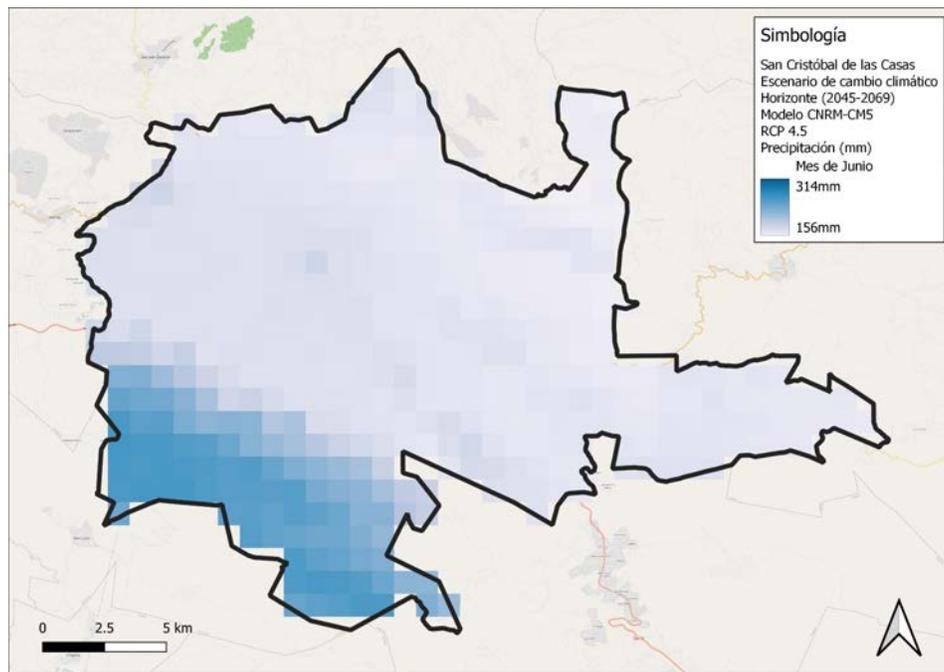
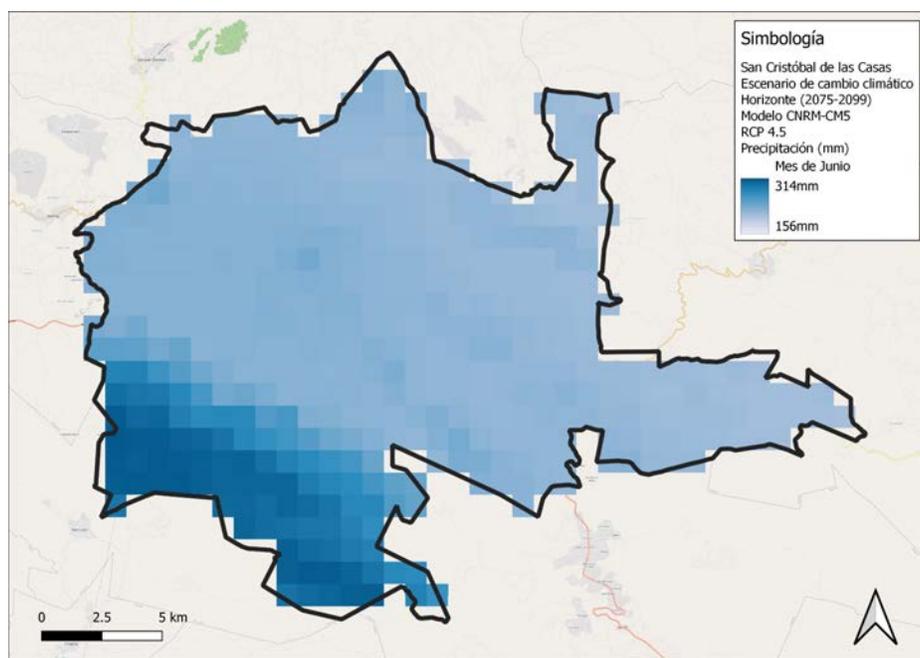


Figura 61: Escenario de cambio climático- Horizonte futuro lejano (2075-2099)
Precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Precipitación RCP 8.5

Figura 62: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

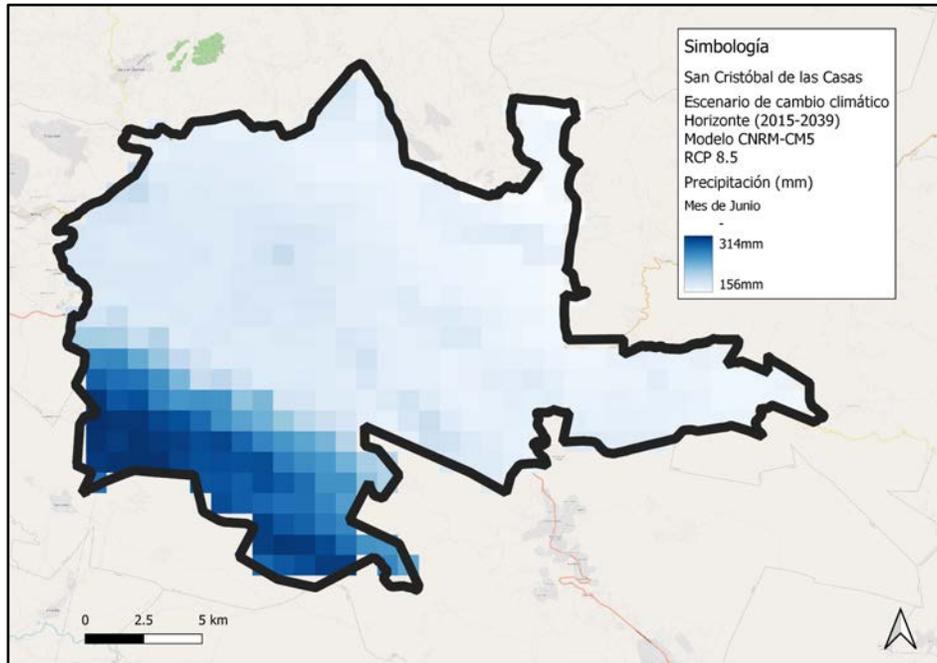


Figura 63: Escenario de cambio climático- Horizonte (2045-2069) Precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

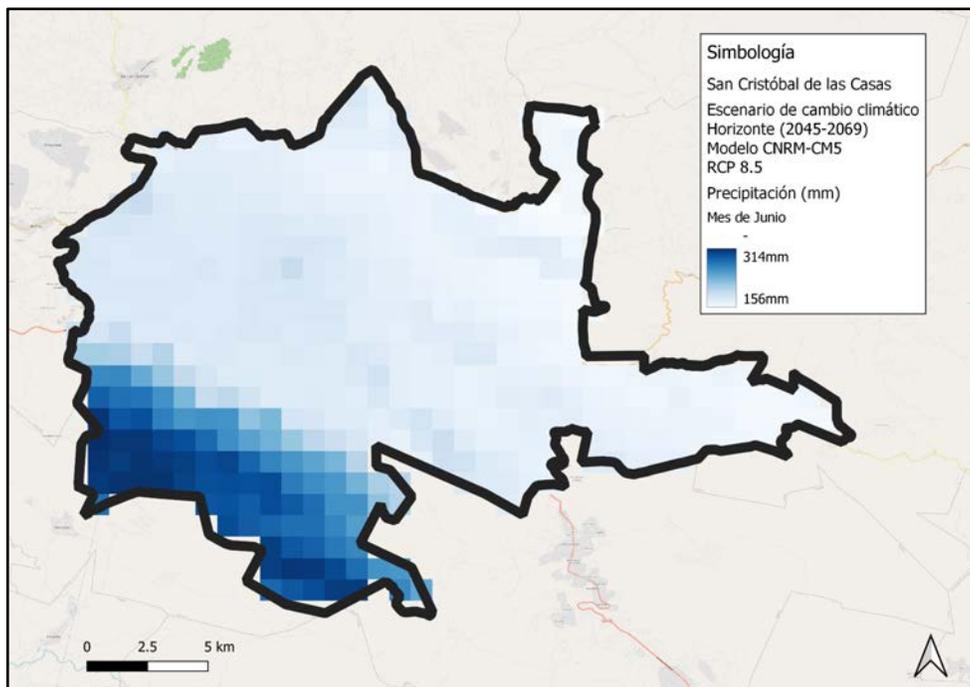
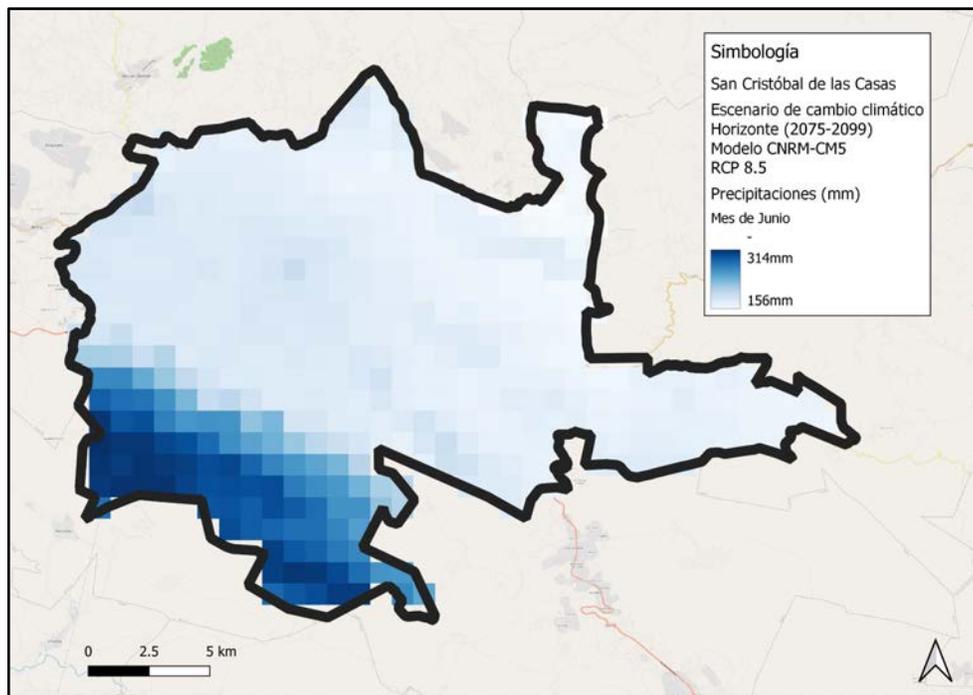


Figura 64: Escenario de cambio climático- Horizonte (2075-2099) Precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Porcentaje de cambio en precipitación RCP 4.5

Figura 65: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Porcentaje de cambio en precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

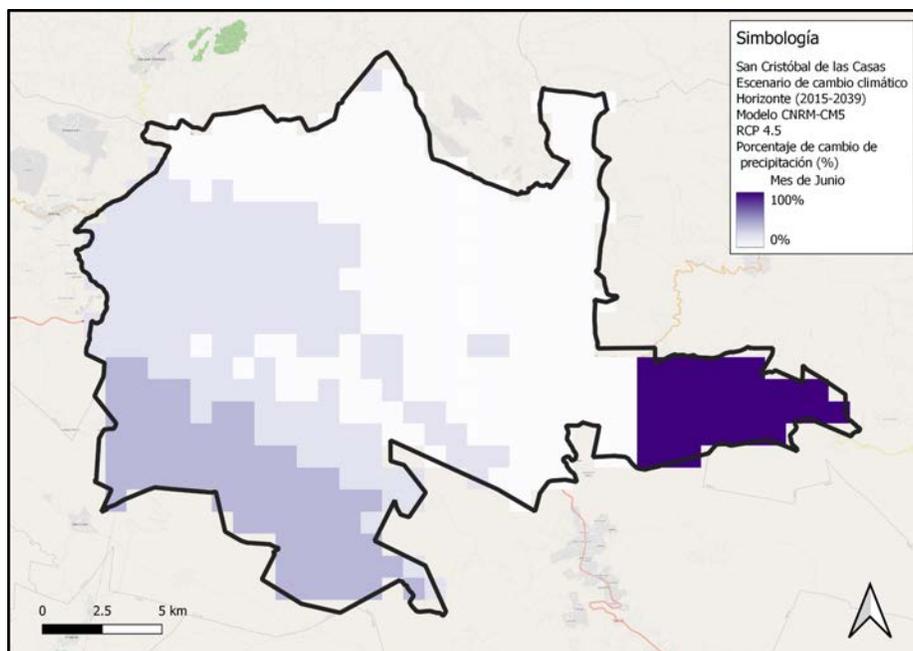


Figura 66: Escenario de cambio climático- Horizonte (2045-2069) Porcentaje de cambio en precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

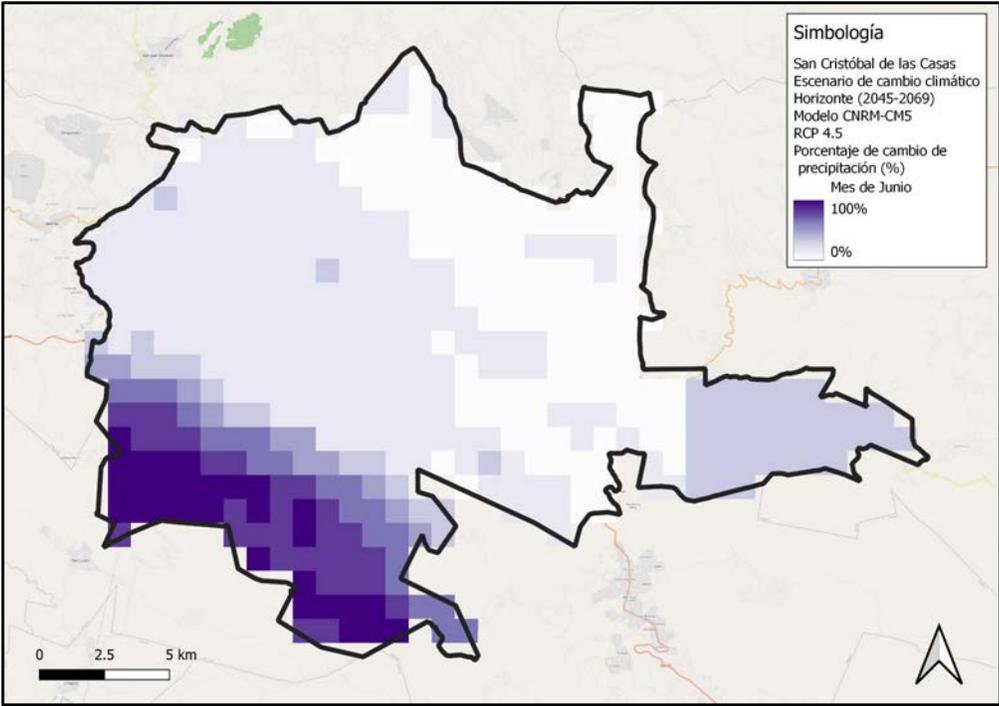
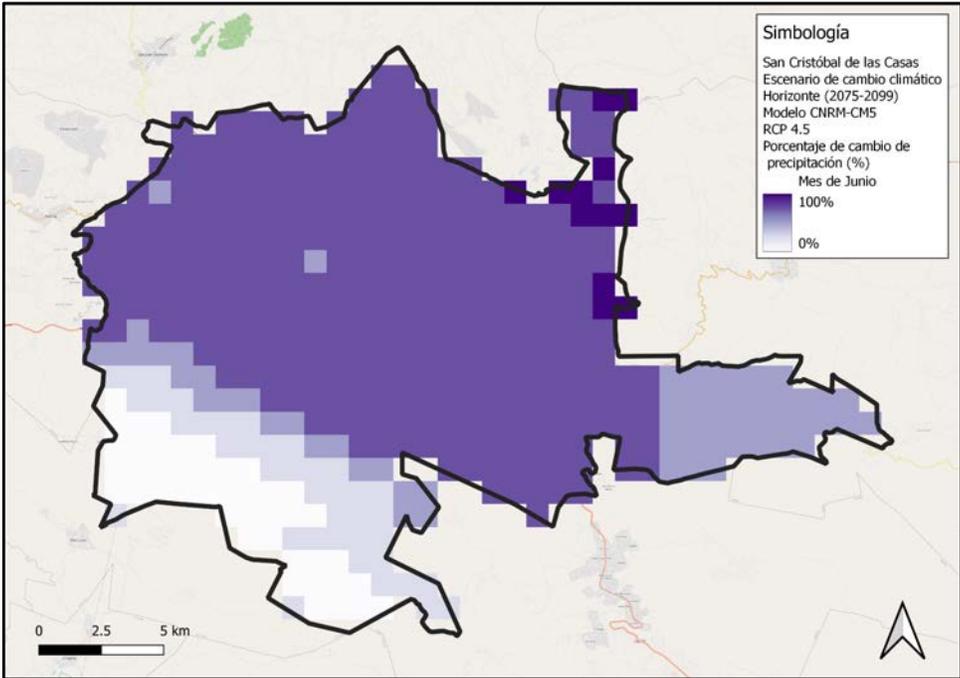


Figura 67: Escenario de cambio climático- Horizonte (2075-2099) Porcentaje de cambio en precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Porcentaje de cambio en precipitación 8.5

Figura 68: Escenario de cambio climático- Horizonte (2015-2039) Porcentaje de cambio en precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

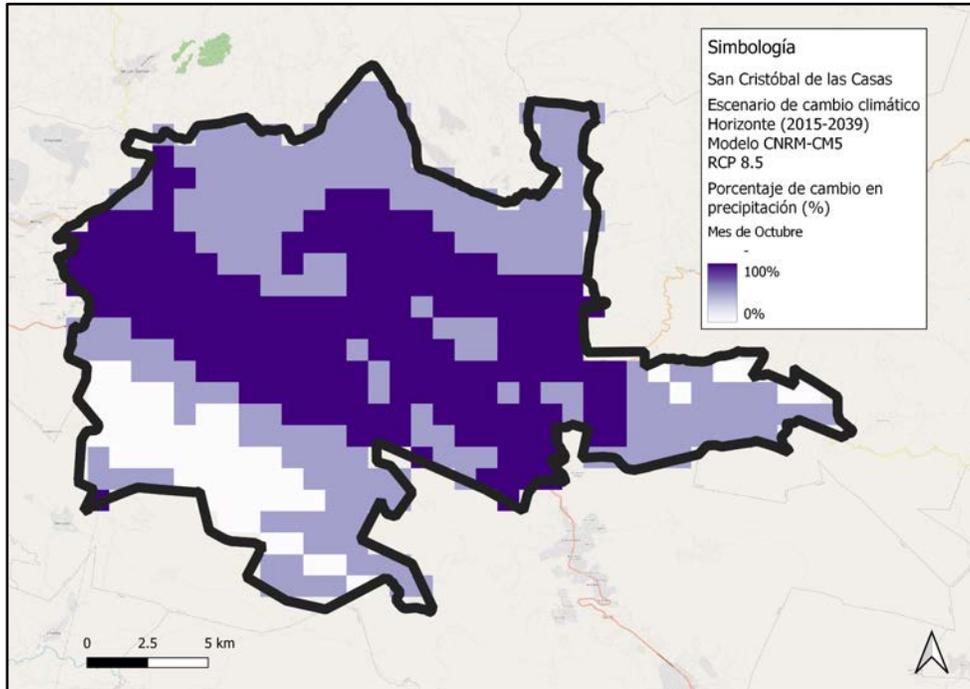


Figura 69: Escenario de cambio climático- Horizonte (2045-2069) Porcentaje de cambio en precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)

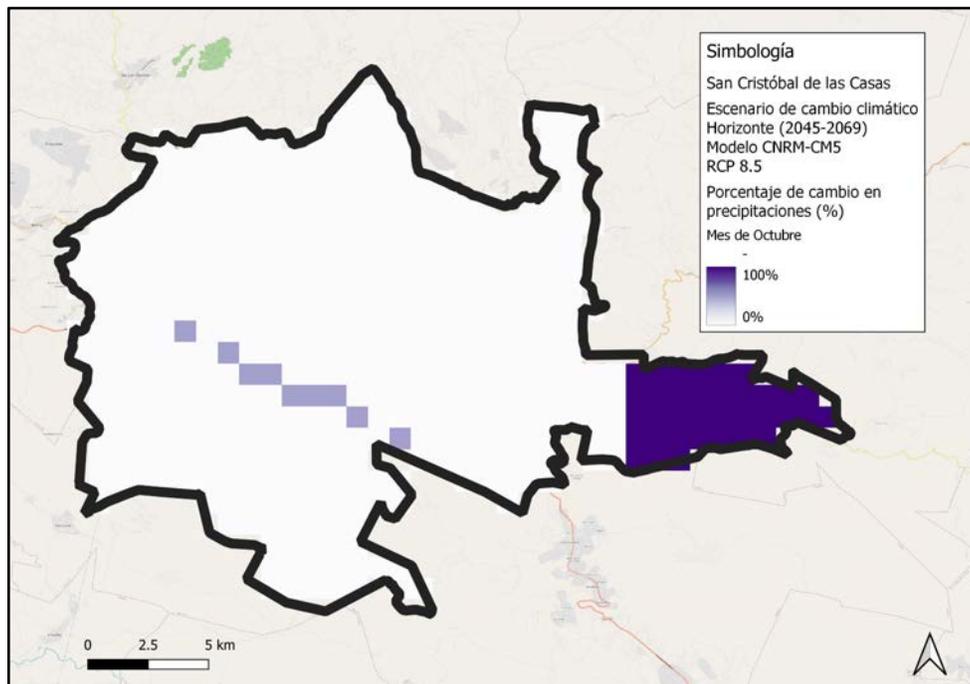
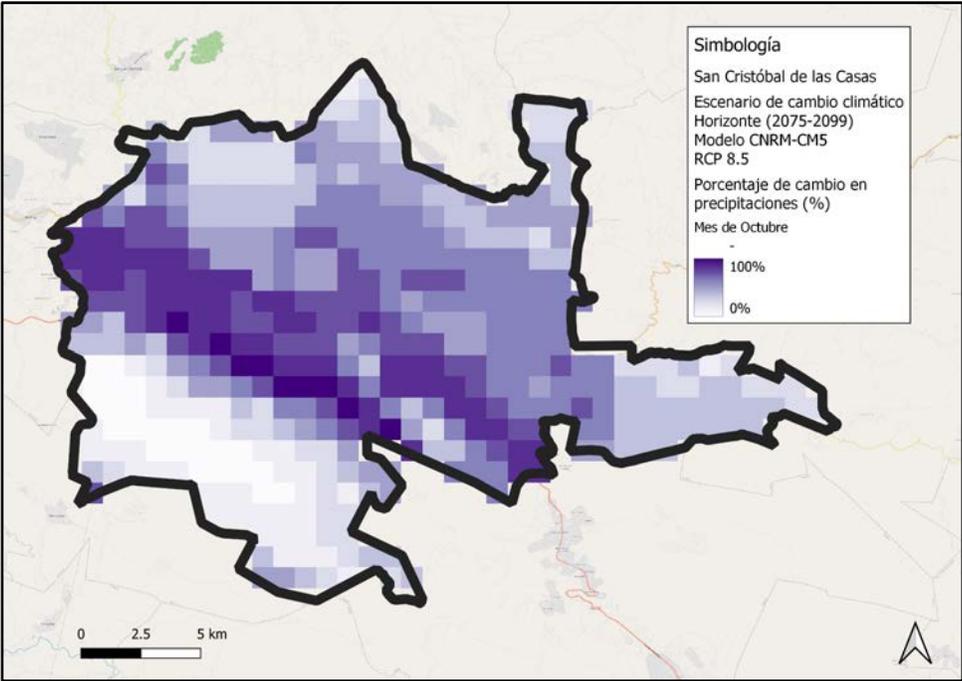


Figura 70: Escenario de cambio climático- Horizonte (2075-2099) Porcentaje de cambio en precipitación. (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022)



Anexo C: Características Sociodemográficas

Figura 71: Distribución poblacional del municipio de San Cristóbal de Las Casas, por edad y sexo. (GAIA INEGI, 2020)

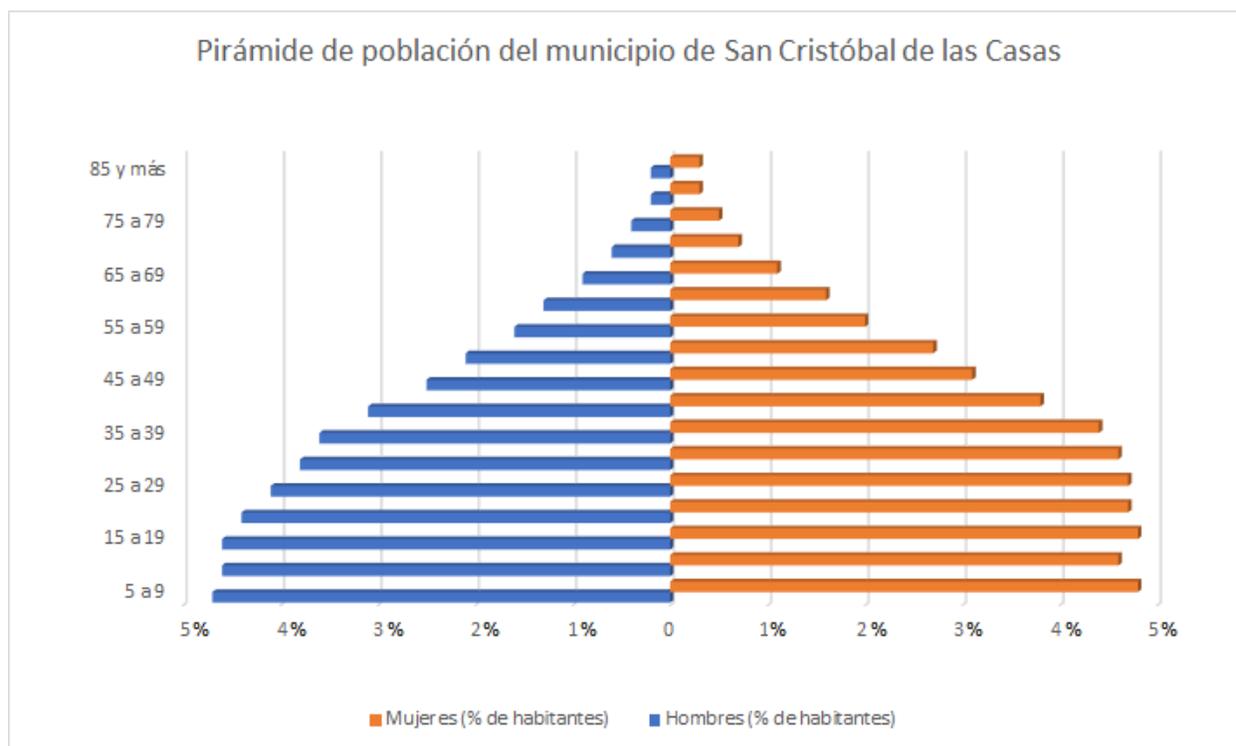


Figura 72: Población por manzanas de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y español. (GAIA INEGI, 2020)

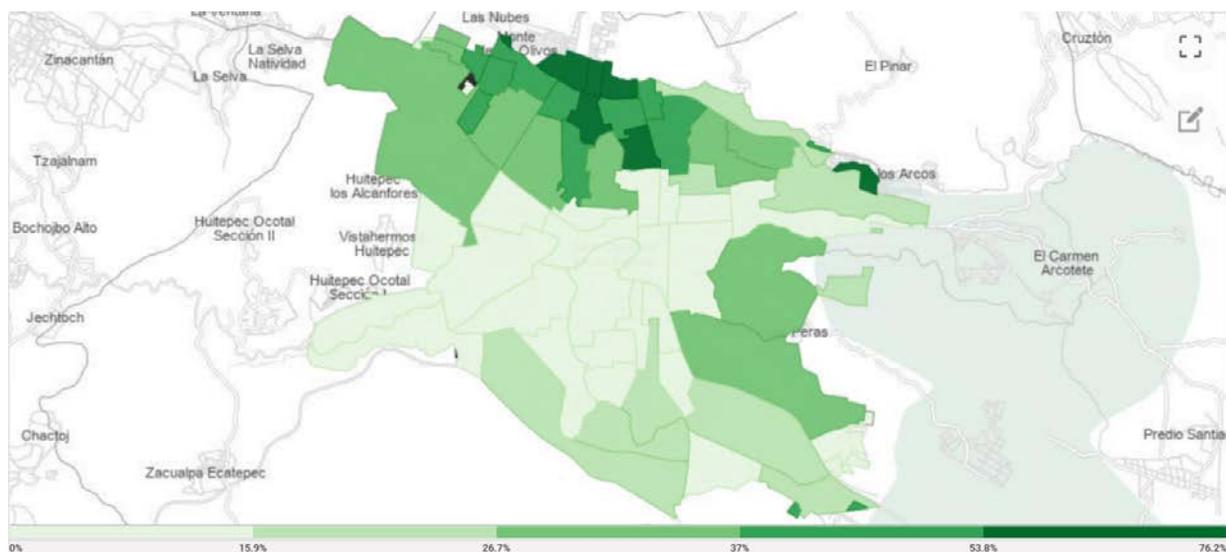
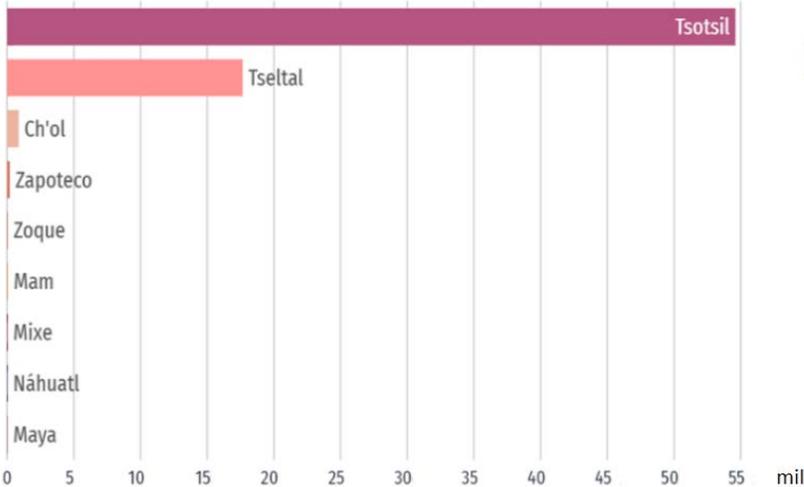


Figura 73: Total de habitantes hablantes de una lengua indígena, población mayor a 3 años en el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (DataMéxico, 2020)



Cuadro 36: Distribución de la población por condición de actividad económica de acuerdo con el sexo. (SNIM, 2020)

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres
Población económicamente activa (PEA)	74,452	47,091	27,361	63.25	36.75
Ocupada	72,589	45,790	26,799	63.08	36.92
Desocupada	1,863	1,301	562	69.83	30.17
Población no económicamente activa	57,847	14,817	43,030	25.61	74.39

Cuadro 37: Población total según derechohabiencia a servicios de salud. (SNIM, 2020)

	Población total	Condición de derechohabiencia									
		Derechohabiente								Ninguno	No especificado
		Total	IMSS	ISSTE	ISSTE Estatal	Pemex	Seguro popular	Privado	Otro		
Hombres	88,996	45,813	9,108	8,731	1,209	24,697	544	696	1,143	40,825	2,358
Mujeres	96,921	53,554	9,453	9,975	1,578	30,855	484	712	895	40,997	2,370
Total	185,917	99,367	18,561	18,706	2,787	55,552	1,028	1,408	2,038	81,822	4,728

Cuadro 38: Indicadores de escolaridad de la población del municipio de San Cristóbal de Las Casas.

Indicador	Absoluto	Porcentaje
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	8,432	67.5%
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	24,141	93.5%
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	10,041	81.5%
Población de 15 años y más con educación básica completa	25,103	16.3%
Población de 15 años y más con educación posbásica	69,377	45.1%
Población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en educación media superior	26,525	18.8%
Población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior	31,178	27.5%

Cuadro 39: Población de 15 años y más, analfabeta según sexo. (SNIM, 2020)

	Total	Analfabeta	%
Hombres	56,260	4,866	8.65
Mujeres	64,953	10,986	16.91
Total	121,213	15,852	13.08

Cuadro 40: Desglose de la población vulnerable, adultos mayores en el municipio.

Rango de edad	Hombres	Mujeres
De 65 a 69 años	1867	2238
De 70 a 74 años	1210	1457
De 75 a 79 años	775	977
De 80 a 84 años	443	632
De 85 años y más.	373	580

Figura 74: Porcentaje de la población en edad vulnerable por manzanas dentro del municipio de San Cristóbal de Las Casas, Categoría de edad de 0 a 14 años y 65 y más. (INEGI, 2021)

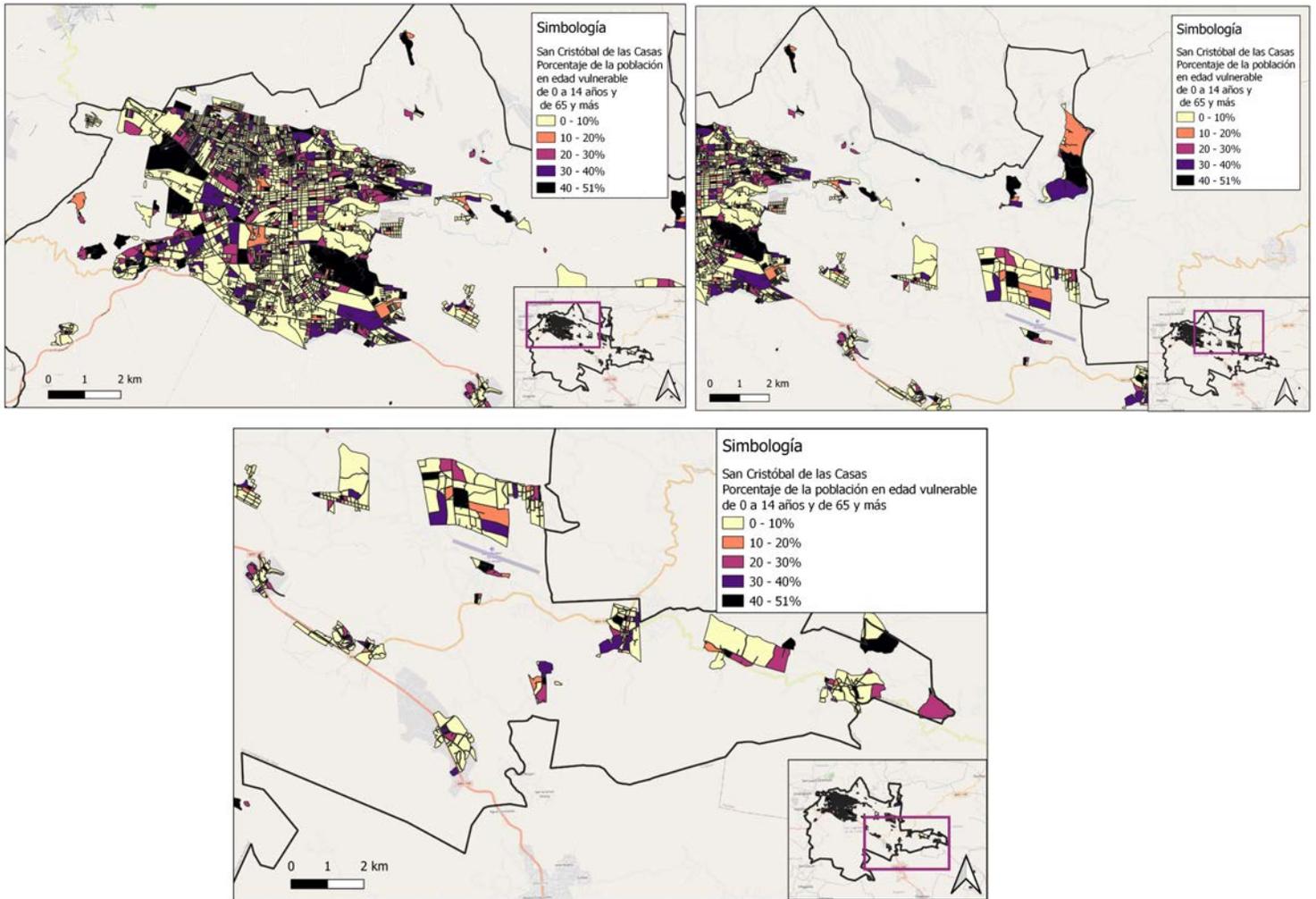
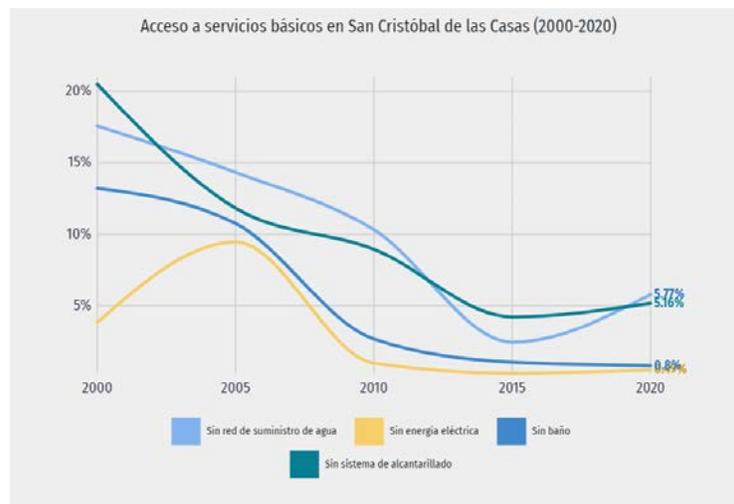


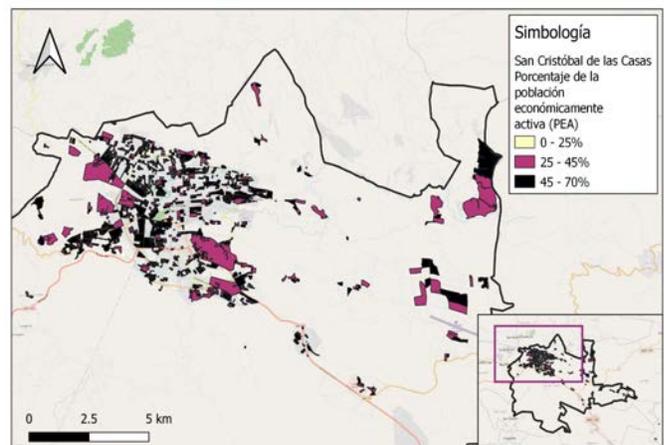
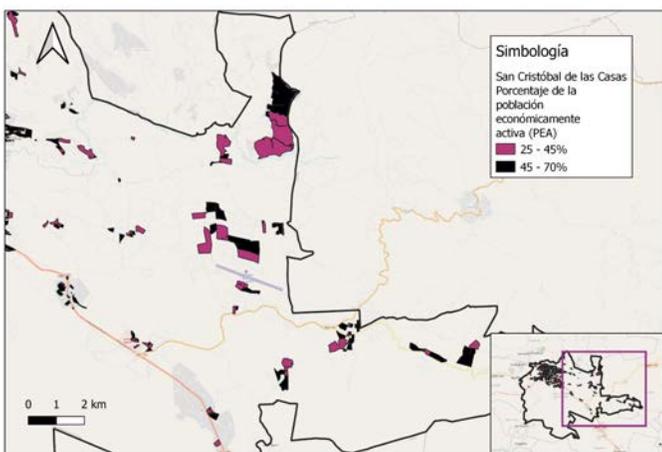
Figura 75: Porcentaje de la población que tiene acceso a servicios básicos en el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (DataMéxico, 2020)



Población Económicamente Activa (PEA)

Respecto al porcentaje de la población económicamente activa (PEA), a nivel estatal Chiapas presentó una tasa de participación laboral del 57.2%, durante el cuarto trimestre de 2021, lo que implicó un aumento de 1.77 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (55.4%). Con una tasa de desocupación del 3.33% (74.4k personas), lo que implicó un aumento de 0.049 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (3.28%) (DataMéxico, 2020).

Figura 76: Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) por manzanas en el municipio de San Cristóbal de Las Casas. (DataMéxico, 2020)



Anexo D: Marco Legal del Plan de Acción Climática

Internacional

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Fecha: 21 de marzo 1994

Descripción: Es la entidad de las Naciones Unidas encargada de apoyar la respuesta global a la amenaza del cambio climático. La Convención tiene una membresía casi universal (198 Partes) y es el tratado principal del Acuerdo de París de 2015 y el Protocolo de Kioto de 1997 (UNFCCC, 2022a).

Compromisos: México al ser estado parte de la convención está obligado a “formular, aplicar y actualizar periódicamente programas nacionales de cambio climático; cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos al cambio climático; compilar inventarios nacionales de las emisiones de gases de efecto invernadero y presentar informes periódicos sobre las medidas que están adoptando para aplicar la CMNUCC”(INECC, 2021b).

Protocolo de Kioto

Fecha: Fue adoptado el 11 de diciembre del 1997 pero entró en vigor el 16 de febrero del 2005

Descripción: Compromete a países industrializados y a economías en transición a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de acuerdo con los objetivos individuales acordados.

Compromisos: El Protocolo de Kioto solo vincula a los países desarrollados y les impone una carga más pesada bajo el principio de “responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas”, porque reconoce que son en gran parte responsables de los altos niveles actuales de emisiones de GEI en la atmósfera (UNFCCC, 2022c). El protocolo “establece una serie de mecanismos de mercado como: Comercio de Derechos de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)”(INECC, 2021a).

Acuerdo de París

Fecha: Fue adoptado el 12 de diciembre del 2015 pero entró en vigor el 4 de noviembre del 2016.

Descripción: Es un tratado internacional jurídicamente vinculante sobre el cambio climático. Su objetivo es limitar el calentamiento global muy por debajo de 2, preferiblemente a 1.5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales. Para lograr este objetivo de temperatura a largo plazo, los países tienen como objetivo alcanzar el pico global de emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un mundo climáticamente neutral a mediados de siglo. El Acuerdo de París proporciona un marco para el apoyo financiero, técnico y de desarrollo de capacidades a aquellos países que lo necesitan (UNFCCC, 2022b).

Compromisos: Cada cinco años los países deben de presentar sus planes de acción climática conocidos como contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). Cada nuevo periodo las acciones propuestas deben de ser más ambiciosas que las pasadas.

En la última actualización de sus NDC México se comprometió de manera no condicionada a reducir el 22% de las emisiones de GEI y 51% las emisiones de carbono negro al año 2030 respecto al escenario tendencial (BAU). Estas metas incrementan a una reducción del 36% de las emisiones GEI y 70% de las emisiones de carbono negro condicionadas al apoyo de instrumentos financieros, técnicos, tecnológicos por parte de la cooperación internacional (Gobierno de México & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

En cuanto a adaptación al cambio climático, México se compromete a reducir la vulnerabilidad del país ante los impactos del cambio climático a través de cinco ejes y 27 líneas de acción. Los cinco ejes son : (a) Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio, (b) sistemas productivos resilientes y seguridad alimentaria, conservación, (c.) restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, (d) gestión integral de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático, (e) protección de infraestructura estratégica y patrimonio cultural tangible (Gobierno de México & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

Agenda 2030 para el desarrollo sostenible

Fecha: 2015

Descripción: La Agenda 2030 es un plan de acción cuyo objetivo es fortalecer la paz universal, la erradicación de la pobreza, proteger el planeta de la degradación mediante una alianza de colaboración. Incorpora 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas (Naciones Unidas, 2015).

Compromisos: En la estrategia nacional para la puesta en marcha de la agenda 2030, México asumió la Agenda 2030 como un Compromiso del Estado y se México se comprometió a incorporar la Agenda 2030 en la planeación nacional incorporando los principios del Desarrollo Sostenible en la Ley de Planeación (México Agenda 2030, 2018).

Federal

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo 1 “Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.”(CDHCU, 2021a).

Artículo 4 “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”(CDHCU, 2021a).

Artículo 73 El congreso tiene la facultad “para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.”(CDHCU, 2021a).

Artículo 115 Los Municipios tienen a su cargo las funciones y servicios públicos de: agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, alumbrado público, limpia, recolección, traslado y disposición final de residuos, mercados y centrales de abasto, panteones, rastro, calles, parques y jardines, seguridad pública y tránsito.

Además, corresponde a los municipios

Corresponde a los municipios; a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios; d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales; e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana, f) Otorgar licencias y permisos para construcciones; g) Participar en la creación y

administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia; h) Intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando aquellos afecten su ámbito territorial, i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.(CDHCU, 2021a).

Ley General del Cambio Climático

Artículo 5 “La federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables”(CDHCU, 2022)

Artículo 9 Los municipios tienen la responsabilidad de “formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional y estatal”. Además, los municipios deben de fomentar la investigación científica y tecnológica y el desarrollo de tecnologías para la mitigación y adaptación al cambio climático. Entre otras atribuciones se encuentra el desarrollar estrategias de mitigación, realizar campañas de educación, promover el fortalecimiento de capacidades institucionales, participar en el diseño de incentivos que promuevan acciones para el cumplimiento del objeto de la ley de cambio climático, elaborar la información de las categorías de Fuentes Emisiones que se originan en su territorio. (CDHCU, 2022)

Artículo 28 “La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa Especial de Cambio Climático, la Política Nacional de Adaptación”(CDHCU, 2022)

Artículo 38 “La federación, las entidades federativas y los municipios establecerán las bases de coordinación para la integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático, el cual tiene por objeto: I. Fungir como un mecanismo permanente de concurrencia, colaboración y coordinación sobre la política nacional de cambio climático. II. Promover la aplicación transversal de la política nacional de cambio climático en el corto, mediano y largo plazo entre autoridades de los tres niveles de gobierno. III. Coordinar esfuerzos de la federación, entidades federativas y los municipios para la realización de acciones de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.”(CDHCU, 2022)

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Artículo 8 Los municipios tienen la facultad de aplicar los instrumentos de política ambiental en materia de preservación y equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente en zonas de jurisdicción municipal. También deben de aplicar las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de contaminantes, los efectos sobre el ambiente ocasionados por la disposición final de los residuos sólidos e industriales. Los municipios tienen la atribución de crear y administrar zonas de preservación ecológica de los centros de población, expedir programas de ordenamiento ecológico local del territorio y formulas y ejecutar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático entre otros. (*Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2022*)

Artículo 23 “- Las autoridades de la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en la esfera de su competencia, deberán de evitar los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres por impactos adversos del cambio climático”(Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2022)

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 2 “Promover acciones necesarias en el sector para dar cumplimiento a tratados internacionales en los que el Estado mexicano sea parte en materia de cambio climático, diversidad biológica y demás aplicables en la materia” es unos de los objetivos generales de la ley.(CDHCU, 2018b)

Artículo 13 Corresponde a los Municipios “Participar y coadyuvar en los programas integrales de prevención y combate a la extracción y tala ilegal con el Gobierno Federal y de las Entidades Federativas; Elaborar, aplicar y coordinar el Programa de Manejo del Fuego en su ámbito territorial, en congruencia con el Programa de Manejo del Fuego y los programas de las Entidades Federativas, así como con los Sistemas Nacional, Estatal y Municipal de Protección Civil; Participar y coadyuvar con la Federación y el Gobierno de la Entidad Federativa, según corresponda, en las estrategias y acciones para mantener y mejorar la provisión de los servicios ambientales; Participar y coadyuvar con la Federación y el Gobierno de la Entidad Federativa, según corresponda, en las estrategias y acciones para mantener y mejorar la provisión de los servicios ambientales; Desarrollar en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con las leyes locales en la materia, mecanismos para obtener recursos destinados al pago y compensación de los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales” (CDHCU, 2018b).

Artículo 47 “Los datos comprendidos en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos serán la base para(...)La elaboración de programas y estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático”(CDHCU, 2018b).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 1 “tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.” (CDHCU, 2021c)

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Artículo 1 “Tiene como objeto propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo.”(CDHCU, 2015)

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Artículo 11 “Corresponde a los municipios: I. Formular, aprobar, administrar y ejecutar los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, de Centros de Población y los demás que de éstos deriven, adoptando normas o criterios de congruencia, coordinación y ajuste con otros niveles superiores de planeación, las normas oficiales mexicanas, así como evaluar y vigilar su cumplimiento; II. Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio(...)XIV. Solicitar la incorporación de los planes y programas de Desarrollo Urbano y sus modificaciones en el sistema de información territorial y urbano a cargo de la Secretaría; XV. Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los planes o programas de Desarrollo Urbano y las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios; XVI. Intervenir en la prevención, control y solución de los asentamientos humanos irregulares, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los planes o programas de Desarrollo Urbano y de zonas metropolitanas y conurbaciones, en el marco de los derechos humanos; XVII. Participar en la creación y administración del suelo y Reservas territoriales para el Desarrollo Urbano, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables; así como generar los instrumentos que permitan la disponibilidad de tierra para personas en situación de pobreza o vulnerabilidad; XVIII. Atender y cumplir los lineamientos y normas relativas a los polígonos de protección y salvaguarda en zonas de

riesgo, así como de zonas restringidas o identificadas como áreas no urbanizables por disposición contenidas en leyes de carácter federal; XIX. Imponer sanciones administrativas a los infractores de las disposiciones jurídicas, planes o programas de Desarrollo Urbano y Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios en términos de la Ley General de Responsabilidades Administrativas, así como dar vista a las autoridades competentes, para la aplicación de las sanciones que en materia penal se deriven de las faltas y violaciones de las disposiciones jurídicas de tales planes o programas de Desarrollo Urbano y, en su caso, de ordenación ecológica y medio ambiente(...)violaciones de las disposiciones jurídicas de tales planes o programas de Desarrollo Urbano y, en su caso, de ordenación ecológica y medio ambiente.”(CDHCU, 2021b).

Ley General de Protección Civil

Artículo 37 “En la elaboración de los programas de protección civil de las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, deberán considerarse las líneas generales que establezca el Programa Nacional, así como las etapas consideradas en la Gestión Integral de Riesgos y conforme lo establezca la normatividad local en materia de planeación”(CDHCU, 2020)

Artículo 41 Las autoridades municipales “fomentarán la cultura en materia de protección civil entre la población, mediante su participación individual y colectiva (...) La población vulnerable y expuesta a un peligro, tiene derecho a estar informada de ello y a contar con las vías adecuadas de opinión y participación en la gestión del riesgo.”(CDHCU, 2020)

Artículo 43 Las autoridades municipales deben de: “I. Fomentar las actividades de protección civil; II. Incorporar contenidos temáticos de protección civil en todos los niveles educativos públicos y privados, considerándola como asignatura obligatoria; III. Concretar el establecimiento de programas educativos a diferentes niveles académicos, que aborden en su amplitud el tema de la protección civil y la Gestión Integral de Riesgos; IV. Impulsar programas dirigidos a la población en general que le permita conocer de forma clara mecanismos de prevención y autoprotección; V. Elaborar, estructurar y promocionar campañas de difusión sobre temas de su competencia relacionados con la protección civil, y VI. Promover la celebración de convenios con los sectores público, social, privado y académico con el objeto de difundir la cultura de protección civil.”(CDHCU, 2020)

Ley de Planeación

Artículo 2 “-La planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país, con perspectiva de interculturalidad y de género, y deberá

tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales, ambientales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”(CDHCU, 2018a).

Estatal

Ley para la Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas.

Artículo 2 La ley tiene como objetivo “Fomentar una cultura preventiva que permita disminuir en la medida de lo posible, el grado de Vulnerabilidad al fenómeno global del Cambio Climático. II. Instrumentar mecanismos de convergencia de esfuerzos entre la sociedad y el gobierno que permitan desarrollar medidas de Adaptación y Mitigación para enfrentar el Cambio Climático. III. Construir capacidades de adaptación para realizar los ajustes al Cambio Climático, a la variabilidad y a los extremos climáticos. IV. Consolidar en el corto, mediano y largo plazo, el conjunto de acciones y medidas de Mitigación que permitan garantizar, la eficiencia energética, el manejo sustentable de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad. V. Reducir la vulnerabilidad de la población chiapaneca ante los efectos del Cambio Climático.” (Congreso del Estado de Chiapas, 2015b)

Artículo 60 “- Los Programas de Acción Municipal Ambiental ante el Cambio Climático (PAMACC), tienen como objetivo fortalecer las capacidades institucionales en los Municipios, el establecimiento de relaciones estratégicas o alianzas entre los Municipios participantes, organismos y asociaciones nacionales e internacionales, y gobiernos locales en todo el mundo, para impulsar la creación de políticas públicas que permitan el desarrollo de acciones estratégicas y fuentes de financiamiento para lograr la implementación de medidas de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático con una orientación de sustentabilidad.”(Congreso del Estado de Chiapas, 2015b)

Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas

Es un instrumento que articula las políticas públicas del estado de materia de adaptación y mitigación ante el cambio climático. En él se establece el inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del estado, el escenario de referencia de deforestación y degradación y los escenarios climáticos. En el plan se establecen los siguientes ejes transversales de adaptación y mitigación ante el cambio climático: I) Desarrollo institucional, transversalidad y coordinación; II) Articulación, instrumentación y evaluación de las políticas. (Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, 2011)

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Chiapas, 2018-2027

Es un instrumento guía que tiene como objetivo reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera y prevenir el deterioro de la calidad del aire. Dentro de las medidas incluidas en el programa se encuentra la optimización de la movilidad en las principales zonas de estado para reducir la emisión de gases contaminantes (Gobierno del Estado de Chiapas, 2018).

Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Chiapas

Artículo 7: “Los Ayuntamientos, de conformidad con lo dispuesto por la Ley de Desarrollo Constitucional en Materia de Gobierno y Administración Municipal del Estado de Chiapas, esta Ley, y demás leyes del Estado, Normas Oficiales Mexicanas y Normas Técnicas Ambientales, prestarán directamente, a través de sus correspondientes Organismos Operadores o de concesionarios, los servicios públicos de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y remediación del sitio por Residuos de su competencia;”(Congreso del Estado de Chiapas, 2019)

Artículo 77: “Las plantas de selección y tratamiento de los Residuos Sólidos deberán contar con la infraestructura tecnológica de vanguardia necesaria, para la realización del trabajo especializado que permita generar energía renovable y limpia. Asimismo, deberán contar con básculas y sistemas para llevar el control de los Residuos depositados, así como con un sistema adecuado de control de ruidos, olores y emisión de partículas que garantice el adecuado manejo integral de los Residuos Sólidos y minimicen los impactos al ambiente y a la salud humana.”(Congreso del Estado de Chiapas, 2019)

Ley Ambiental para el Estado de Chiapas

Artículo 1: “Tiene por objetivo la conservación de la biodiversidad, restauración del equilibrio ecológico, la protección del medio ambiente, el aprovechamiento racional de sus recursos, la educación y cultura ambiental para propiciar el desarrollo sustentable del Estado.”(Congreso del Estado de Chiapas, 2015a)

Ley que Establece las Bases Normativas para la Expedición de los Reglamentos de Construcción en el Estado de Chiapas

Artículo 4: “Cada municipio expedirá su reglamento de construcción, el cual tendrá por objeto establecer las atribuciones y facultades que en el ámbito de su competencia tengan las autoridades municipales del Estado de Chiapas, para ordenar y regular el procedimiento de construcción de obras.”(Congreso del Estado de Chiapas, 2010)

Artículo 12: “La autoridad municipal estará facultada para especificar los requisitos necesarios para otorgar la autorización o licencia para construcciones, remodelaciones, instalaciones, ampliaciones, reparación y demolición de obras a que se refiere la presente ley, así mismo determinará las causas por las cuales se revocarán las mismas.”(Congreso del Estado de Chiapas, 2010)

Artículo 17: “La autoridad municipal deberá instrumentar programas de inspección y vigilancia, a efecto de verificar el estricto cumplimiento de las normas que contiene la presente ley y el reglamento de construcción respectivo a su jurisdicción.”(Congreso del Estado de Chiapas, 2010)

Municipal

Reglamento de Protección Ambiental del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Artículo 2: “La protección ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación y respeto a las culturas y prácticas tradicionales. El Ayuntamiento, a través del reglamento de protección ambiental, tiene por objeto prevenir y limitar actividades que generen efectos nocivos peligrosos, para la salud humana o que deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.”(Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 4: “Será motivo de prevención y control por parte del Ayuntamiento, en forma coordinada con los gobiernos estatal y federal, en sus respectivos ámbitos de competencia, que los factores causales del deterioro ambiental, cualquiera que sea su procedencia y origen, que en forma directa o indirecta dañen o degraden los ecosistemas, la salud de la población y la calidad del entorno”(Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 10: “El municipio fomentará investigaciones científicas y promoverá programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos y proteger los ecosistemas. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones educativas de nivel superior, centros de investigación y especialistas en la materia.” (Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 16: “Se declara de interés público la protección al medio ambiente municipal.” (Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 19: “Para el derribo de árboles en los predios particulares deberá solicitarse, previamente, autorización de la Dirección, asumiendo, el responsable del derribo, el

compromiso de recuperar la cobertura vegetal derribada, conforme al dictamen emitido por la misma.” (Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 2: “- Se declara de utilidad pública el establecimiento, ampliación, protección y regeneración, de áreas naturales protegidas, en las zonas del municipio donde se encuentren ambientes naturales representativos con valor ecológico sobresaliente o que integren elementos arqueológicos, históricos o biológicos de interés federal, estatal o municipal.” (Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 29: “Los propietarios de vehículos automotores y otras fuentes móviles de emisión de contaminantes atmosféricos deberán: I. Proporcionar el mantenimiento que requieran sus unidades y/o emplear los equipos reductores de contaminantes; II. Acatar las normas que sobre limitación a la circulación se encuentren vigentes en el municipio.”(Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 32: Con el objetivo de controlar la contaminación del agua la Dirección podrá “Promover la construcción y utilización de sistemas de captación y almacenamiento del agua de lluvia.” (Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Artículo 36: “Para prevenir, controlar y corregir otros procesos de degradación del suelo, las actividades públicas o privadas que se realicen en el territorio municipal, deberán observar los siguientes criterios: I. Vigilar que el uso del suelo se realice de acuerdo con su aptitud y vocación natural, de manera que mantenga su integridad y capacidad productiva. II. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos, y III. Las obras públicas o privadas que puedan provocar deterioro severo del suelo deben realizarse las acciones de prevención y restauración que correspondan.”(Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2017)

Reglamento Municipal de Protección Civil

Artículo 15: “El sistema municipal de protección civil contara para su adecuado funcionamiento con los siguientes documentos; los programas estatal y municipal internos y especiales de protección civil, atlas nacional, estatal y municipal de riesgos, inventarios y directorios de recursos materiales y humanos.”(Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2003)

Artículo 27: “- La unidad municipal de protección civil es responsable de elaborar, instrumentar dirigir presupuestar operar y vigilar la ejecución de la protección civil en el

municipio coordinando sus acciones con las dependencias instituciones y organismos del sector público, social privado y académico; con los grupos voluntarios y la población en general, en apoyo a las resoluciones que dicte el consejo municipal de protección civil o el centro municipal de operaciones.”(Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2003)

Plan Municipal de Desarrollo de San Cristóbal de Las Casas

El Plan busca integrar acciones de sustentabilidad ambiental para buscar un equilibrio entre el desarrollo económico-social y el ecológico y garantizar un medio ambiente digno a futuras generaciones. El plan incluye políticas públicas de desarrollo ambiental como el desarrollo de proyectos productivos validadas en el Mapa para la Resiliencia ante el Cambio Climático (MARACC), procurar la disminución de los efectos adversos derivados del cambio climático realizando campañas de concientización, erradicando el alto índice de deforestación, disminuyendo la emisiones de gases de efecto invernadero generados por la industria y el transporte. El plan también contempla reducir el impacto ambiental de los humedales de montaña (Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, 2021)

Lista de acrónimos.

1. AFOLU: Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
2. ANP: Área Natural Protegida
3. APBT: Tarifa Alumbrado Público en Baja Tensión
4. APMT: Tarifa Alumbrado Público en Media Tensión
5. BAU: Escenario tendencial Business as usual, se contemplan tendencias actuales a nivel de la producción energética, modelo económico y usos del suelo con un incremento anual de las energías renovables
6. BIE: Banco de Información Económica
7. CEDES: Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas
8. CEIEG: Centro Estatal de Información Estadística y Geográfica
9. CENACE: Centro Nacional de Control de Energía
10. CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres
11. CFE: Comisión Federal de Electricidad
12. CICESE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
13. CLICOM: CLICOM es un sistema de software de manejo de datos climatológicos desarrollado por las Naciones Unidas, que significa CLImate COMputing project.
14. CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
15. CNDH: Comisión Nacional de los Derechos Humanos
16. CO₂e: Dióxido de carbono equivalente
17. CONAFE: Consejo Nacional de Fomento Educativo
18. CONAFOR: Comisión Nacional Forestal
19. CONAGUA: Comisión Nacional del Agua
20. CONAPO: Consejo Nacional de Población
21. CONEVAL: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

22. CONUEE: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
23. CRF: Marco Común de Reporte
24. DAC: Tarifa Doméstica de Alto Consumo
25. DBO: Demanda Biológica de Oxígeno
26. DENU: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
27. DOF: Diario Oficial de la Federación
28. FONDEN: Fondo de Desastres Naturales
29. Gas L.P.: Gas Licuado de Petróleo
30. GCoM: Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía
31. GDBT: Tarifa Gran Demanda en Baja Tensión
32. GDMTH: Tarifa de Gran Demanda en Media Tensión Horaria
33. GDMTO: Tarifa Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria
34. GEI: Gases de efecto invernadero
35. IGEl: Inventario de Gases de efecto invernadero
36. INAFED: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
37. INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
38. INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
39. INEGyCEI: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
40. INPI: Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas
41. IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
42. IPPU: Procesos Industriales y Uso de los Productos
43. IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
44. MGC: Modelos Generales de Circulación

45. MOVES: Simulador de emisiones de vehículos motorizados de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos Americanos)
46. MSM: Monitor de Sequía en México
47. NOM: Norma Oficial Mexicana
48. PAC: Plan de Acción Climática
49. PEA: Población Económicamente Activa
50. PDBT: Tarifa Pequeña Demanda en Baja Tensión
51. PIB: Producto Interno Bruto
52. PPAC: Propuesta de Plan de Acción Climática
53. PRODESEN Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
54. RABT: Tarifa Riego Agrícola en Baja Tensión
55. RAMT: Tarifa Riego Agrícola en Media Tensión
56. RCP: Trayectorias Representativas de Concentraciones
57. RENE: Registro Nacional de Emisiones
58. REPDA: Registro Público de Derechos de Agua
59. RSIS RAMSAR: Servicio de Información sobre Sitios Ramsar
60. SAPAM: Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Municipal
61. SECTUR: Secretaría de Turismo
62. SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
63. SENER: Secretaría de Energía
64. SIE: Sistema de Información Energética
65. SMN: Servicio Meteorológico Nacional
66. SNIM: Sistema Nacional de Información Municipal
67. SPI: Índice Estandarizado de Precipitación

68. tca: Tasa de crecimiento anual

69. tCO2e: toneladas de dióxido de carbono equivalente

70. UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Referencias

Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas. (2003). *Reglamento Municipal de Protección Civil*.

Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas. (2017). *Reglamento de Protección Ambiental del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*.

Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas. (2021). *Plan Municipal de Desarrollo San Cristóbal de Las Casas 2021-2024*.

Casas, H. A. de S. C. de L. (2016). *Historia del municipio* (Mexico) [Organización]. 1.0; H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas.

<https://www.sancristobal.gob.mx/informacion-transparencia/historia/>

CDHCU. (2015). *Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2018a). *Ley de Planeación*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2018b). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2020). *Ley General de Protección Civil*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2021a). Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos. En *Diario Oficial De La Federacion* (2021a ed.). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2021b). *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2021c). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

CDHCU. (2022). *Ley General de Cambio Climático*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1 (2022) (testimony of CDHCU).

CEDES. (2021). *Atlas Municipal de Peligros y/o Riesgos 2021 de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. San Cristóbal de Las Casas H. Ayuntamiento constitucional 2018-2021.

CEIEG Chiapas. (2008). *Estado de Chiapas Orografía con nombre*.

https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/2008/07/mapas/escolares/orograf_con_nombre.pdf

CENACE. (2019). *Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista 2019-2033*.

<https://www.cenace.gob.mx/Docs/Planeacion/ProgramaRNT/Programa%20de%20Ampliacion%20y%20Modernizacion%20de%20la%20RNT%20y%20RGD%202019%20-%202033.pdf>

CENAPRED. (2002). *Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento*.

<http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/363/1/images/mlfea.pdf>

CENAPRED. (2017). *Impacto socioeconómico de desastres de 2000 a 2015*.

<https://datos.gob.mx/busca/dataset/impacto-socioeconomico-de-desastres-de-2000-a-2015>

Cerceta aliazul—EBird. (2021). <https://ebird.org/species/buwtea>

CFE. (2017). *Usuarios y consumo de electricidad por municipio (2010-2017)*.

<https://datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-2010-2017>

CICESE. (2015). *Base de datos climatológica nacional (Sistema CICLOM)*. <http://clicom-mex.cicese.mx/>

CICESE. (2022). *Base de datos del CLICOM*. CLICOM. <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2022). *RECOMENDACIÓN NO. 18/2022 SOBRE LAS VIOLACIONES A LOS DERECHOS HUMANOS AL MEDIO AMBIENTE SANO, AGUA Y SANEAMIENTO Y VIVIENDA ADECUADA, POR LA INVASIÓN, DESMONTE Y RELLENO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES Y SITIOS RAMSAR HUMEDALES DE MONTAÑA LA KISST" Y "MARÍA EUGENIA", EN AGRAVIO DE LOS HABITANTES DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS*. https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2022-02/REC_2022_018.pdf

CONAFOR. (2010). *Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores (3º)*.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>

CONAFOR. (2020a). *Metadatos de: Cartografía de riesgo por incendios forestales*. Plataforma geoespacial de datos forestales.

https://idefor.cnf.gob.mx/layers/geonode%3Ariesgo_shp_v1_geo/layer_info_metadato

a

CONAFOR. (2020b). *Metadatos de: Incendios 2015 a 2020*. Plataforma geoespacial de datos forestales.

https://idefor.cnf.gob.mx/layers/geonode%3Ainfo_estadistica/layer_info_metadata

CONAGUA. (s.f.). *Categorías de Sequía*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/categorias-de-sequia>

CONAPO. (2019). *Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030*.

<http://indicadores.conapo.gob.mx/Proyecciones.html>

Congreso del Estado de Chiapas. (2010). *Ley que Establece las Bases Normativas para la Expedición de los Reglamentos de Construcción en el Estado de Chiapas* (1ra ed.).

Congreso del Estado de Chiapas. (2015a). *Ley Ambiental para el Estado de Chiapas*.

Congreso del Estado de Chiapas. (2015b). *Ley para la Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas*.

Congreso del Estado de Chiapas. (2019). *Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Chiapas*.

DataMéxico. (2020). *San Cristóbal de Las Casas: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México.

<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-cristobal-de-las-casas>

Diario de Chiapas. (2021). *Aves migratorias visitan humedal*. Diario de Chiapas MR.

<https://diariodechiapas.com/region/aves-migratorias-visitatan-humedal/147151>

Dirección General de Aguas. (s.f.). *Anexo F Escenarios de Cambio Climático y su Trayectoria*.

Ministerio de Obras Públicas de Chile.

<https://dga.mop.gob.cl/Estudios/Anexos/Anexo%20F%20Presiones%20Ambientales/>

Anexo%20F%20Escenarios%20de%20Cambio%20Clim%3%A1tico%20y%20su%20T
rayectoria.docx

Fong, W. K., Sotos, M., Doust, M., Schultz, S., Marques, A., & Deng-Beck, C. (2014). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.

GAIA INEGI. (2020). *SCINCE 2020 San Cristóbal de Las Casas*.

<https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/%20>

Galdos-Balzategui, A., Carmona de la Torre, J., Sánchez-Pérez, H. J., Morales-López, J. J., Torres-Dosal, A., & Gómez-Urbina, S. (2017). *Evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico por consumo de agua en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México*. 8(1), 133–153. <http://dx.doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-10>

Gobierno de México. (2020). *Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020*.

Gobierno de Mexico, & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020*.

Gobierno del Estado de Chiapas. (2018). *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Chiapas, 2018-2027*.

Gobierno del Estado de Chiapas. (2022). *Capas Especiales del visualizador Geoweb Chiapas 3.0: Terrenos Forestales*. Geoweb, i.e. Moz Chrome.
<http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb>

H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas. (2022). *Página de Inicio H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas*. <https://www.sancristobal.gob.mx/>

- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., & Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, *342*(6160), 850–853.
<https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., Birdsey, R. A., de Bruin, S., Farina, M., Fatoyinbo, L., Hansen, M. C., Herold, M., Houghton, R. A., Potapov, P. V., Suarez, D. R., Roman-Cuesta, R. M., Saatchi, S. S., Slay, C. M., Turubanova, S. A., & Tyukavina, A. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, *11*(3), 234–240. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00976-6>
- INAFED. (1987). *Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México: Estado de Chiapas*.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/mediofisico.html>
- INAFED. (s.f.). *Chiapas—San Cristóbal de Las Casas*.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07078a.html>
- INECC. (2021a). Acuerdos Internacionales. *México ante el cambio climático*.
<https://cambioclimatico.gob.mx/acuerdos-internacionales/>
- INECC. (2021b). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. *México ante el cambio climático*. <https://cambioclimatico.gob.mx/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico/>
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal de Población 2015*.
<https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html#Tabulados>

- INEGI. (2019). *Censos Económicos 2019*. <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>
- INEGI. (2021). *Censo Población y Vivienda 2020*. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI. (2022a). *Banco de Información Económica: Producto interno bruto por entidad federativa a precios constantes de 2013*.
<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/default.aspx?tm=0>
- INEGI. (2022b). *Vehículos de motor registrados en circulación*.
https://www.inegi.org.mx/programas/vehiculosmotor/#Datos_abiertos
- INPI. (2019a). *Pueblos indígenas de tres municipios chiapanecos realizan foros de consulta rumbo a la reforma constitucional*. gob.mx.
<http://www.gob.mx/inpi/es/articulos/pueblos-indigenas-de-tres-municipios-chiapanecos-realizan-foros-de-consulta-rumbo-a-la-reforma-constitucional-209719>
- INPI. (2019b). *Tsotsiles*. Secretaría de Cultura/Sistema de Información Cultural.
https://sic.gob.mx/ficha.php?table=grupo_etnico&table_id=65
- Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM. (2014). *Modelo CNRMCM5. RCP85. HORIZONTE 2015-2039. TEMPERATURA MÍNIMA (°C). RESOLUCIÓN ESPACIAL DE 30" X 30"*.
<http://ri.atmosfera.unam.mx:8550/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/c1cf98cf-6cfa-4d95-92a6-eab256158105>
- Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM. (2022). *Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación*.
[Map]. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.
- Instituto Estatal del Agua, G. de C. (2020). *Diagnóstico ambiental y degradación de la cuenca*

Valle de Jovel.

IPCC. (2018). *Glosario.*

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WGII_glossary_ES.pdf

IPCC. (2019). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.*

IPCC. (2021a). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Volumen 5: Desechos.* <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>

IPCC. (2021b). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* 32. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>.

IPCC. (2022). *Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)].* <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>.

IUCN. (2020). *Spatula discors—The IUCN Red List of Threatened Species.* IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/en>

La Ciudad. (s.f.). *San Cristobal de Las Casas.* San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. <http://sancristobalciudadcreativa.weebly.com/la-ciudad.html>

- Merino García, P. A. (2017). *Diversidad de aves de la zona urbana de San Cristobal de Las Casas, Chiapas, México*. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/450>
- México Agenda 2030. (2018). *Estrategia Nacional para la puesta en marcha de la Agenda 2030*.
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (4ª sesión plenaria; Asamblea General).
https://agenda2030.mx/docs/doctos/A_RES_70_1_es.pdf
- NaturaLista México. (2020). *Especies de aves en San Cristóbal de Las Casas*. NaturaLista Mexico. <https://www.inaturalist.org/places/reserva-ecologica-moxviquil>
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/news/communications-material/>
- Poblete, A. G., & Vera, M. J. (2019). Aplicación de la distribución de valores extremos a eventos geográficos poco frecuentes. Análisis del caso de la ocurrencia de heladas tempranas y tardías en el Valle de Tulum, San Juan. *Revista Universitaria de Geografía*, 28(1), 113–133.
- Rivas Calvete, S., Velasco Rodríguez, G., Blanco Solana, M., & Reyes de la Lanza, S. (2021). *Guía: Cómo desarrollar un Plan de Acción Climática en México*. Publications Office of the European Union.
- RSIS RAMSAR. (2008). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)—Humedales La Kisst*.
- RSIS RAMSAR. (s.f.). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)*.
<https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1351RIS.pdf>
- SAPAM-Gob. (2021). San Cristóbal de Las Casas y sus sitios Ramsar: Los humedales de

montaña. *SAPAM 2021 - 2024*. <http://sapam.gob.mx/site/san-cristobal-de-las-casas-y-sus-sitios-ramsar-los-humedales-de-montana/>

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. (2011). *Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas* (1ra ed.).

Secretaría de Protección Civil de Chiapas. (2021a). *Dictámen de Protección Civil—Humedales de La Kist*.

Secretaría de Protección Civil de Chiapas. (2021b). *Dictámen de Protección Civil—Humedales de Montaña María Eugenia*.

SECTUR, S. de. (2019). *San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. gob.mx.

<http://www.gob.mx/sectur/articulos/san-cristobal-de-las-casas-chiapas>

SEMARNAT. (2020a). *Fortalecen gobernanza para atender problemática de humedales de montaña en San Cristóbal de Las Casas*. gob.mx.

<http://www.gob.mx/semarnat/prensa/fortalecen-gobernanza-para-atender-problematika-de-humedales-de-montana-en-san-cristobal-de-las-casas>

SEMARNAT. (2020b). *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de Las Casas*.

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_scc_180814.pdf

SENER. (2018). *Prospectiva de Gas L.P 2018-2032*.

https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PGLP_18_32_F.pdf

SENER. (2019). *Balance Nacional de Energía 2018*.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_En

erg_a_2018.pdf

Sheinbaum Pardo, C., Briceño Vilorio, S., & Robles Morales, G. (2013). *Guía para realizar balances energéticos estatales para la estimación de inventarios de gases de efecto invernadero*.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167890/Gu_a_para_realizar_balances_energeticos.pdf

Siclari Bravo, P. G. (2020). *Amenazas de cambio climático, métricas de mitigación y adaptación en ciudades de América Latina y el Caribe*. CEPAL.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46575/4/S2000867_es.pdf

SMN. (2015). *Información Estadística Climatológica*.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

SMN - CONAGUA. (2022). *Monitor de Sequía en México*.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

SNIM. (2020). *Municipio San Cristóbal de Las Casas—Ficha básica*.

<http://www.snim.rami.gob.mx/>

The IUCN Red List of Threatened Species. (s/f). IUCN Red List of Threatened Species.

Recuperado el 14 de enero de 2022, de <https://www.iucnredlist.org/en>

UNESCO, World Meteorological Organization. (2012). *International Glossary of Hydrology*.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862.locale=es>

UNFCCC. (2015). *Acuerdo de París*.

About the Secretariat. <https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat>

UNFCCC. (2022b). *The Paris Agreement.* <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

UNFCCC. (2022c). *What is the Kyoto Protocol?* <https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat>

Vázquez, A. L., & Ortiz, F. J. G. (2005). *Métodos estadísticos para medir, describir y controlar la variabilidad.* Ed. Universidad de Cantabria.

Zorzal cuellirrufo—EBird. (2021). <https://ebird.org/species/rucrob1>