



ÁNALISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS

Municipio de Mexicali, B.C.





Agradecimiento

El proceso de Capacitación y Acompañamiento en materia de Cambio Climático para la elaboración del presente instrumento fue posible gracias al financiamiento de la Unión Europea a través del Programa del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM) en Américas

Hélina Cardoso, hcardoso@globalcovenantofmayors.eu

Eugenia García Velarde, egvelarde@globalcovenantofmayors.eu

Luis Carlos Lara Damken, laradamken@gmail.com

info@pactodealcaldes-la.org

<http://pactodealcaldes-la.eu>

Facebook: @GCoMLAC

Twitter: @GCoMLAC

YouTube: Pacto Global de Alcaldes

Instagram: @gcom-la

Linkedin: Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía – América Latina y Caribe

Mtra. Norma Alicia Bustamante Martínez

Presidenta municipal del 24 ayuntamiento de Mexicali

Arq. Ramón Ramsés romero Araiza

Director del Instituto Municipal de
Investigación y Planeación Urbana de Mexicali

Biol. Daniel Pérez bastidas

Coordinador del Análisis de Riesgos
y Vulnerabilidades Climáticas

MDU. Arq. Jesús Obed Douriet Leyva

Coordinador del Sistema de Información Geográfica

**Equipo Técnico de Acompañamiento GCoM
Financiado por la Unión Europea**

Contenido

I. Resumen ejecutivo	4
II. Introducción	5
III. Marco teórico	6
IV. Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC)	7
IV.1. Caracterización de la zona de estudio	7
IV.2. Peligros y riesgos climáticos	13
IV.3. Grupos, activos e infraestructura vulnerables	37
V. Capacidad de adaptación	46
V.1 Medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático	49
VI. Conclusiones	51
VII. Referencias bibliográficas	53
VIII. Glosario	54
XI. Anexos	56

I. Resumen ejecutivo

Uno de los objetos de la Ley General del Cambio Climático es regular las acciones para la mitigación y adaptación, así como, reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas frente a los efectos adversos que se presentan derivado de fenómenos hidrometeorológicos, así como crear y fortalecer las capacidades de respuesta ante estos agentes perturbadores. Dicha Ley, define a la Vulnerabilidad: como el “Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos”. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación y respuesta.

Como respuesta ante esta problemática ambiental, el municipio de Mexicali, Baja California, el día 5 de junio de 2023 firma la Carta compromiso como gobierno, para formar parte en el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM) e inmediatamente se iniciaron los trabajos para realizar el **“Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas”** (ARVC) con el fin de proponer acciones para reducir los efectos del cambio climático, mediante la adaptación y resiliencia municipal.

La metodología utilizada para desarrollar el Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas, es la identificación y localización de aquellos sitios donde impactan los fenómenos climáticos y los peligros que representan para la población asentada en el Municipio. Asimismo, se analizó su periodicidad, frecuencia y magnitud, y con ello evaluar el nivel de riesgo y vulnerabilidad climática. Y con la información obtenida de estos fenómenos climatológicos se generaron análisis de la capacidad de mitigación y adaptación identificando los factores que apoyan la capacidad de respuesta.

Figura 1. Laguna Salada



Fuente: IMIP 2021

II. Introducción

El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM por sus siglas en inglés) es la mayor alianza de liderazgo climático desde los gobiernos locales y cuenta con el apoyo financiero de la Unión Europea. Tiene del orden de 11,700 ciudades signatarias de más de 140 países, de las que más de 500 corresponden a la región Latinoamericana.

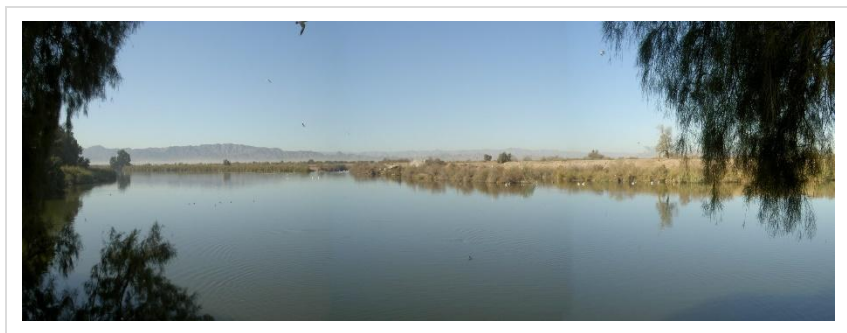
Es una iniciativa creada en el año 2015 como resultado del Compact of Mayors elaborado por la Red Global de Alcaldes C40, los Gobiernos Locales por la Sustentabilidad (ICLEI), las Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (CGLU) en colaboración con la ONU- Hábitat en el año 2014; así como del Covenant of Mayors de la Unión Europea desde el año 2008. A partir de la fusión de estas coaliciones se impulsan las alianzas entre alcaldes y gestores públicos a nivel internacional para llevar a cabo acciones para reducir la generación de gases efecto de invernadero, el calentamiento global y mitigar el cambio climático, mediante estrategias y políticas públicas.

Mexicali en los últimos años enfrenta distintos problemas derivados del constante crecimiento debido a la transferencia del suelo rural al urbano y el acelerado proceso de urbanización, como resultado del desarrollo industrial e inmobiliario, lo que requiere que este crecimiento sea de manera equilibrado y sustentable. Dicho crecimiento, conlleva al incremento de la emisión de gases efecto de invernadero, los cuales contribuyen al cambio climático.

El crecimiento urbano también provoca que los impactos adversos del cambio climático en la población vayan en aumento, como son las enfermedades o muertes ocasionadas por el golpe de calor, las enfermedades diarreicas en los meses de verano, más inundaciones, afectaciones por sequías y heladas, entre otras.

El municipio de Mexicali, Baja California, preocupado por el cambio climático y sus efectos en la población, sus bienes, la salud pública y los ecosistemas ha trazado diferentes objetivos para la mitigación y adaptación al cambio climático, mediante acciones que lo vuelven más resiliente ante los fenómenos hidrometeorológicos. Asimismo, promueve la educación y cultura en materia de cambio climático en todos los niveles educativos y la realización de campañas de información para sensibilizar a la población en caso de que se presente algún tipo de fenómeno climático.

Figura 2. Sistema Lagunar



III. Marco teórico

El Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades Climáticas (ARVC) nos permite identificar los fenómenos que afectan al municipio, y establecer estrategias y acciones para minimizar sus impactos de acuerdo con la Guía para desarrollar un Plan de Acción Climática, documento que ayuda a determinar el peligro climático a que está sujeta la población.

Por otra parte, el Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) nos proporcionan información oficial y actualizada del cual se obtuvieron datos confiables sobre los distintos fenómenos hidrometeorológicos, su evolución, e impactos en los sistemas ecológicos, urbanos y agroecosistemas. Los cuales son fuente de apoyo como herramientas metodológicas para el conocimiento del territorio municipal y con estos conocer los riesgos y vulnerabilidades climáticas a que está sujeto el municipio.

El ARVC, identifica los distintos tipos de impactos climáticos en el ecosistema urbano y natural, así como los niveles de riesgo a que están sujetos pudiendo ser los aspectos físicos, socioeconómicos y ambientales. Estos fenómenos son aquellos que nos ponen a prueba sobre la capacidad adaptativa o resiliente que tiene el municipio ante el cambio climático. Por otra parte, el ARVC nos dice que escenarios a futuro se pueden presentar en el territorio municipal respecto a las elevadas temperaturas, sequías, inundaciones, precipitaciones atípicas, aumento de en la cantidad de ciclones tropicales, así como la frecuencia e intensidad de estos fenómenos.

El IPCC define el riesgo en función de la interacción de los fenómenos climatológicos con la vulnerabilidad de la población, el tiempo de exposición ante la variabilidad natural o antropogénica y su capacidad de mitigación y adaptación de estos fenómenos.

Figura 3. Afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos en Mexicali, Baja California.



Foto IMIP 2010

Foto IMIP 2023

Foto IMIP 2023

una franja que recorre el límite noroeste hasta el suroeste del municipio colindando con la laguna Salada mientras que la sierra Las Pintas es un grupo de sierras bajas y parcialmente rodeadas con arenas, abarcan una pequeña porción del municipio y se ubica al sur colindando con el municipio de San Felipe.

IV.1.3. Hidrografía

La ciudad de Mexicali y su valle se encuentran ubicadas dentro de la Región Hidrológica No. 7 tiene una superficie total de 5,923 Km² y su principal corriente es el río Colorado. El tratado de la distribución de aguas internacionales de 1944 confiere a México 1,850.234 millones de metros cúbicos (Bernal 1995) de agua del río Colorado anualmente y la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) es la encargada de administrar dichas entregas. De este total el 90% se destina al distrito de riego No. 14 para su uso en la agricultura que representan 1,665.21 millones de metros cúbicos los cuales se distribuyen a través de una red de canales de 2,558 Km y el 10% es para usos urbanos con un volumen de 185.023 millones de metros cúbicos de los cuales 30 millones se destinan a los poblados del valle de Mexicali. Además, por el acueducto Río Colorado Tijuana abastece de agua a las ciudades de Tecate, Tijuana y Rosarito (CONAGUA, año). Las principales corrientes son el Río Colorado, río Hardy ubicado al sureste del municipio que es navegable donde se realizan actividades turísticas y recreativas.

El río Nuevo se forma por la unión de varios drenes que reciben descargas de aguas residuales agrícolas, industriales y de asentamientos humanos irregulares; cruza la frontera hacia los Estados Unidos de Norteamérica y descarga en el Mar de Salton, provocando problemas internacionales por lo contaminado que se encuentra.

El río Álamo nace junto a la frontera entre México y Estados Unidos de Norteamérica, al noreste de la ciudad de Mexicali. El sistema lagunar Campestre, México y Xochimilco que se forma por la descarga de varios drenes como el dren colector del norte, dren Xochimilco, dren Wisteria localizado al sur de la ciudad de Mexicali es un área recreativa y sitio de anidación de aves residentes y migratorias. El lago del Bosque y Zoológico de la ciudad es otro cuerpo de agua con uso recreativo.

IV.1.4. Hidrología subterránea

El acuífero del Valle de Mexicali, es de tipo libre y el de mayor capacidad en el Estado. Litológicamente está formado por unidades clásticas no consolidadas de origen deltaico, donde sobresalen grava, gravilla y arenas; horizontes arcillosos se encuentran intercalados generalmente en forma lenticular (POEMM, año).

El volumen de extracción es de 750'486,135 m³ /año de agua, operación que se realiza mediante la actividad de 725 pozos. La recarga del acuífero se estima en 700 Mm³, lo que representa según la cantidad que se extrae una sobre-explotación de 50'486,135 m³. El agua se destina principalmente para uso agrícola y en menor escala al uso doméstico de la ciudad y Valle de Mexicali. Programa de Ordenamiento ecológico del Municipio de Mexicali (POEMM).

IV.1.5. Clima

El clima que caracteriza al municipio consta de 4 tipos diferentes dentro de secos-áridos con escasa precipitación. El clima cálido-seco predomina aproximadamente en el 47% del territorio municipal comprendiendo al Valle, y la ciudad. Por su parte el clima semicálido abarca el 37% del territorio y se manifiesta en la parte central del municipio. Asimismo, el clima templado-seco cubre sólo una pequeña parte del oeste y representa el 6% del área municipal. Finalmente, el clima templado-semiseco abarca el 10% y se localiza en la zona central oeste, comprendiendo parte de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir.

IV.1.6. Flora

En el Municipio de Mexicali existen tres tipos de comunidades vegetales pertenecientes al desierto micrófilo: el matorral parvifolio subinermes; que se distribuye en la mayor parte del municipio debido a la predominancia de planicies y bajadas de sierras; mientras que en menor proporción se presenta el matorral alto espinoso por encontrarse en sierras y bajadas; y en último término las agrupaciones de halófitos cuya distribución está directamente relacionada con la existencia de suelos salinos con una proporción importante y muy localizada en el municipio.

El matorral parvifolio subinermes se compone por un conjunto de especies arbustivas con una distribución dispersa y alturas que oscilan entre 0.50 a 2.50 m, este tipo de vegetación se localiza en gran parte de las planicies, bajadas y sierras del municipio (COTECOCA, 1981).

Por otra parte, la COTECOCA realiza una clasificación más detallada clasificándola como matorral parvifolio subinermes, cuya vegetación es una asociación de arbustos de 2 a 4 m. y algunas cactáceas, siendo las principales: gobernadora (*Larrea tridentata*), Chamizos, (*Atriplex canescens*), Cachanilla (*Pluche sericea*), Mezquite (*Prosopis juliflora*), Mezquitillo (*Krameria grayi*), Ocotillo (*Fouquieria splendens*), Chamizo (*Fraseria dumosa*), Palo fierro (*Olneya tesota*), Palo de humo o Mala mujer (*Dalea spinosa*), Cenicilla (*Encelia farinosa*), Choya (*Opuntia bigelovii*), Pitaya (*Lemaireocereus thurberi*), Biznaga (*Ferocactus acanthodes*), Garambullo (*Lophocereus schottii*), Mezcal (*Agave deserti*), Palo Verde (*Cercidium microphylla*), Copalquin (*Pachycormus discolor*), Pino Salado (*Tamarix pentandra*), Tule (*Thypha latifolia*), Lechuguilla (*Agave lechuguilla*). Algunas hierbas y gramíneas son: Salvia (*Salvia columbariae*), Verdolaga de cochi (*Trianthema portulacatrum*), Verbena (*Abronia villosa*), Peludas (*Cryptantha spp*), Zacate galleta (*Hilaria rigida*), Pelillo (*Festuca octoflora*), Pastora (*Plantago insularis*), Ceitilla (*Aristida adscensionis*), Aceitilla (*Boutelova aristidoides*), Pelillo (*Festuca megalura*).

El matorral alto espinoso es una comunidad vegetal caracterizada por la mezcla de arbustos de alturas no mayores de 1 m además de árboles de altura hasta de 6 m. Las principales especies que constituyen a este tipo vegetativo son el palo fierro (*Olneya tesota*), brea (*Cercidium sonora*) y ocotillo (*Fouquieria splendens*), en menor proporción: mezquite (*Prosopis juliflora*), chuparrosa (*Beloperone californica*), jojoba (*Simmondsia chinensis*), salvia del desierto (*Hyptis emoryi*), chamizo (*Atriplex canescens* y *A. polycarpa*), uña de gato (*Acacia greggii*), mezquitillo (*Krameria paucifolia*), palo de humo (*Psoralea spinosa*), cholla (*Opuntia ramossisima*), cholla güera

(*Opuntia echinocarpa*), garanbullo (*Lophocereus schottii*), frutilla (*Lycium californicum*), Jécota (*Hymnoclea salsola*), chamizo (*Ambrosia dumosa*) y torote (*Bursera hindsiana*) (COTECOCA, 1981).

La vegetación de halófitas se caracteriza por la asociación de arbustos y escasas hierbas no mayores de 1m de altura, de hoja pequeña y suculenta que forman un matorral disperso. Esta comunidad se desarrolla en altitudes que fluctúan desde 0 hasta 15 msnm, en pendientes no mayores al 3%; encontramos las (COTECOCA, 1981; Rzedowski, 1981). Las principales especies que constituyen a esta comunidad vegetal son: el pepinillo (*Salicornia pacifica*), frutilla (*Lycium californicum*) y chamizo (*Atriplex spp.*), canutillo (*Ephedra californica*), hierba reuma (*Frankenia palmeri* y *F. grandifolia*), santa lucía (*Trixis californica*) y Chamizo (*Ambrosia dumosa*).

El bosque aciculifolio se caracteriza por estar formado por una asociación de árboles de 10 a 60 m de altura, con hojas en forma de aguja, del género *Pinus* principalmente, además de arbustos y especies anuales en su mayoría gramíneas.

Este tipo de vegetación se encuentra en altitudes que van desde los 1,300 msnm a los 1,700 msnm en laderas, cerriles suaves y escarpados, lomeríos bajos medianos y altos, en pendientes que van del 9 a 100% asociado a suelos Litosol, localizándose en las partes altas de la Sierra de Juárez (COTECOCA, 1981).

Las especies que caracterizan a esta comunidad vegetal son: pino (*Pinus ponderosa* y *P. quadrifolia*) y encinillo (*Quercus dumosa*), arbustos como vara prieta (*Adenostoma fasciculatum*) chamizo colorado (*Adenostoma sparcifolium*), brasilillos (*Ceanothus greggii* y *C. cuneatus*), maderita (*Erigonum fasciculatum*), salvia de la sierra (*Salvia pachyphylla*), chamizo cenizo (*Artemisia tridentata*), azafrán (*Bayleya multirradiata*, *Garrya veatchii kell* y *G. flavescens*), cresta de gallo (*Castilleja spp.*), hierba de la víbora (*Gutierrezia sarothrae*), zacates mateados (*Stipa leppida*, *Mellica leppida*, *Sytanium longifolium*), zacate bromo (*Bromus rubens*), zacate venado (*Muhlenbergia rigens*, *Yucca whipplei* y *shidigera*), y cholla (*Opuntia acanthocarpa*).

IV.1.7. Fauna

La fauna del municipio de Mexicali se encuentra representada por una gran variedad de especies adaptadas a diferentes ecosistemas, tales como el desértico, bosque, humedales, agrícola, la cual se encuentra representada por distintas especies de aves, reptiles, anfibios, mamíferos.

El Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali (POEMM) establece que las aves están representado por lo menos, por 80 especies, entre las que se encuentran aves nativas y migratorias, que caracterizan al área con una alta diversidad biológica. Algunas de estas especies están representadas por patos Cerceta alas verdes (*Anas carolinensis*), Pato Buzo Común (*Gavia Immer*), Pato Café (*Dendrocygna Autumnalis*), Pato Rojo (*Aythya Americana*), Zambullidor Pico Grueso (*Podilymbus Podiceps*), Pelicano (*Pelicanus Erythrorhynchus*), Pelicano café (*Pelicanus occidentalis*), Garza Blanca o Pescador (*Egreta Thula*), Ganso Canadiense (*Branta Canadiensis*), Grulla (*Ardea Alba*), palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*), gavilán pescador (*Pandion haliaetus*), codorniz de gambell (*Callipepla gambelli*), águila ratonera ó halcón cola roja

(*Buteo jamaicensis*), así como también algunas especies de importancia cinegética como paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), cerceta alas azules (*Anas discorsis*), pato golondrino (*Anas acuta*), faisán de collar (*Phasianus colchicus*).

Otro grupo de importancia son los reptiles, que mantienen una diversidad alta con respecto a otras regiones desérticas. Entre los más importantes se encuentran la Iguana del desierto (*Dipsosaurus dorsalis*), algunas especies del género *Sceloporus*, *Cnemidophorus*, así como víbora de cascabel (*Crotalus enyo*). Esta zona es uno de los pocos lugares de Norteamérica donde se distribuyen las lagartijas del género *Uma* (POEMM, año)

Los mamíferos terrestres son otro grupo de importancia, de las especies más representativas se encuentran: gato montés (*Lynx rufus baileyi*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), coyote (*Canis latrans mearnsi*, *canis latrans peninsulae*), zorro (*Macrotis vulpes arsipus*, *Urocyon cinereoargenteus scottii*, *Vulpes macrotis*), mapache (*Procyon lotor pallidus*), y puma (*Felix concolor browni*) (POEMM, año).

IV.1.8. Población

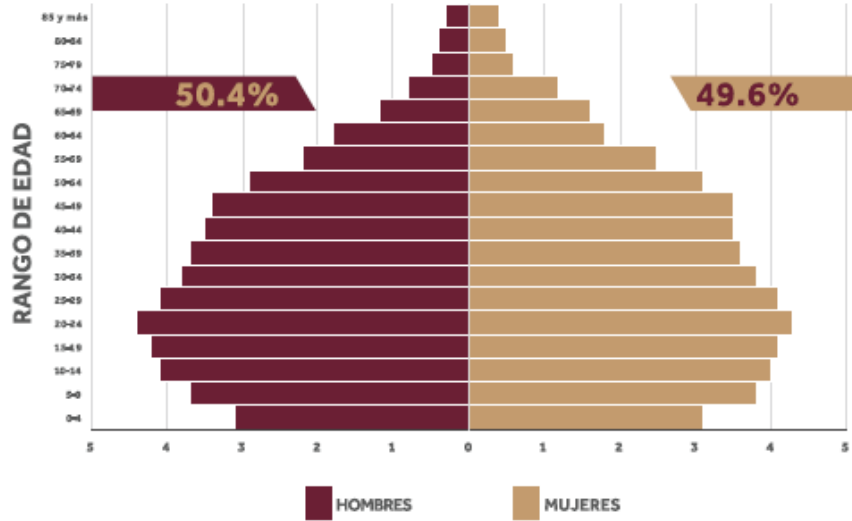
Mexicali, es el segundo municipio más poblado de Baja California. De acuerdo con el último Censo Nacional de Población y Vivienda (2020), residen 1,049,792 personas, representando el 27.9% del total de la entidad.

La estructura poblacional muestra que el 44.6% se concentra en los grupos de población de 30 a 64 años, el 25.38% son jóvenes entre 15 y 29 años, el 22.3% son menores de 15 años y el 7.7% son adultos mayores de 65 años o más, siendo la mediana de edad, los 31 años (INEGI, 2020).

En los últimos diez años el municipio de Mexicali ha registrado una tasa de crecimiento anual de la población por debajo del 1.2%, comparada con la década anterior que fue de 2.0%. (INEGI, 2015 y 2020). La tendencia mantendrá una tasa negativa en las delegaciones Cerro Prieto, Benito Juárez, Hermosillo, Estación Delta, Venustiano Carranza y colonias nuevas. No obstante, las localidades suburbanas principales agrupadas en las zonas Valle Norte y Valle Sur, estarán generando los mayores crecimientos de población al 2030; y, por ende, se concentrará en estas localidades la demanda de suelo. En general, se estima que al 2030 el municipio alcanzará una población de 1,201,245 habitantes, manteniendo la concentración poblacional en la ciudad de Mexicali (IMIP, PMDU, 2020).

Del total de residentes en el municipio de Mexicali en 2020, 50.4% fueron hombres y 49.6% mujeres, es decir existen 101 hombres por cada 100 mujeres, y hay 42 personas en edad de dependencia por cada 100 habitantes en edad productiva (INEGI, 2020). En la figura 5 se muestra la distribución de esta población según rango de edad. La densidad general de población en el municipio tuvo un crecimiento en cinco años de 4.4 (72.3 hab/km²) (INEGI, 2021).

Figura 5. Estructura de la población por sexo y rango de edad.



Fuente: Panorama Sociodemográfico de Baja California. INEGI, 2021.

IV.1.9. Espacios públicos y áreas verdes

En la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la meta 11.7 establece que de aquí al año 2030 se promueva el acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de la tercera edad y las personas con discapacidad. Los espacios públicos conforman un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y la Nueva Agenda Urbana.

Se entiende por espacio público a las áreas, espacios abiertos o predios de los asentamientos humanos destinados al uso, disfrute o aprovechamiento colectivo de acceso generalizado y libre tránsito. Partiendo de esta definición en el municipio de Mexicali existen un total de 619 parques pertenecientes a la clasificación de espacios públicos con función de equipamiento público de acuerdo con lo establecido en la NOM-001-SEDATU-2021 Espacios Públicos en los Asentamientos Humanos.

De los 619 parques identificados para el municipio de Mexicali que suman una superficie total de 3,173,475 m², podemos concluir que se cuenta con un total de 3.08 m² por habitante; lo cual no cumple con lo establecido con la Organización Mundial de la Salud que establece un mínimo de 15 m² de espacios públicos por habitante; otro punto relevante es que los parques existentes no se encuentran en condiciones favorables respecto a su mantenimiento general y en muchas ocasiones cuentan con deficiencias en cuanto a la vegetación y arbolado.

Tabla 1: Superficie total de espacios públicos: parques para el municipio de Mexicali.

Ubicación	Superficie
Valle de Mexicali	592,916 m ²
Cd. Mexicali	2,580,558 m ²
Municipio de Mexicali	3,173,475 m ²

Fuente: IMIP, 2023.

IV.2. Peligros y riesgos climáticos

IV.2.1. Análisis climatológico y de cambio climático

El municipio de Mexicali se encuentra inmerso en la provincia fisiográfica del desierto de Sonora, la cual se caracteriza principalmente por su clima árido-seco, caliente y extremo, donde el factor limitante es la escasa precipitación pluvial.

El clima de Mexicali, es uno de los más extremos y distintivos de México. Ubicado en el noroeste del país, este municipio es conocido por su clima desértico, que presenta características únicas y desafiantes para sus habitantes y el medio ambiente en general. El clima se caracteriza principalmente por temperaturas extremadamente altas, especialmente durante los meses de verano como se observa en el climograma. Durante esta época del año, las temperaturas pueden alcanzar fácilmente los 40 grados o incluso superarlos. El intenso calor, junto con la escasa humedad, crea condiciones desafiantes para quienes residen en el municipio, lo que puede llevar a problemas de salud y aumentar el riesgo de golpes de calor, deshidratación y muerte.

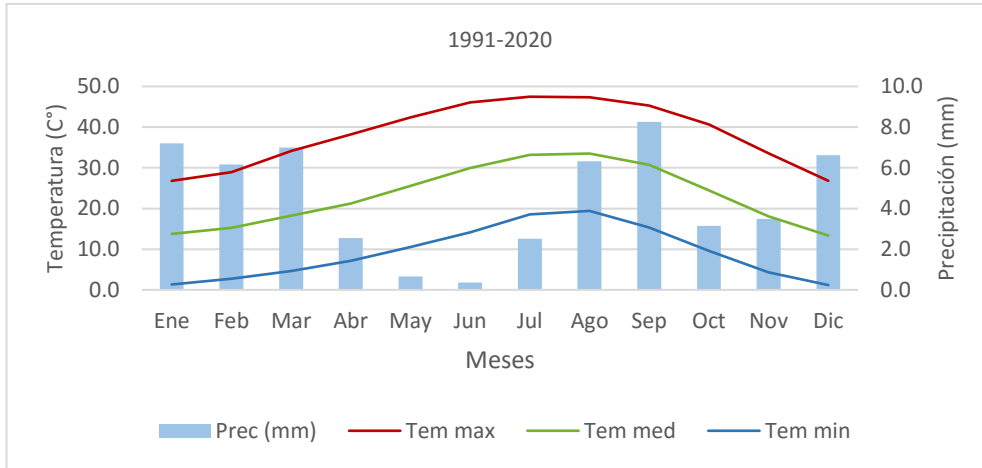
La falta de precipitaciones es otra característica distintiva del clima en el municipio. Las lluvias son escasas durante la mayor parte del año, y los meses de verano son particularmente áridos. La falta de agua afecta tanto a la agricultura como a la vida cotidiana de la población, lo que conlleva un uso cuidadoso y responsable de este recurso vital. Además, la baja humedad ambiental puede provocar sequedad en la piel y las vías respiratorias, lo que puede afectar la salud de las personas.

Para el análisis de las características del clima en el municipio se hace uso del climograma que es una herramienta útil para la descripción y análisis de las variables climáticas mediante la representación gráfica de los datos de temperatura y precipitación en una región con datos de al menos 30 años. El climograma es calculado gracias a la disponibilidad de datos del 1991 a 2020 de las catorce estaciones meteorológicas que se ubican en el municipio obteniendo el promedio de precipitación mínima y máxima, al igual que temperatura promedio máxima, media y mínima de este periodo. Cabe mencionar que los datos de las estaciones climatológicas ubicadas dentro del municipio, son de propiedad de la Comisión Nacional del Agua y monitoreadas por esta misma dependencia.

El municipio de Mexicali se encuentra en una zona con las menores precipitaciones con respecto a la media anual del país, las precipitaciones que se presentan en el municipio están relacionadas por ciclones tropicales o tormentas locales de verano. En la figura 6, se muestra el promedio total de lluvias mensual en una temporalidad (1991-2020), se observa que el mes de septiembre corresponde al mes con mayores precipitaciones en el municipio y el mes de junio presenta una menor precipitación promedio. La temporada con presencia de lluvias considerables abarca entre los meses de agosto a marzo con probabilidades de lluvias.

Por otro lado, las temperaturas máximas promedio que se presentaron en el mes de julio rebasaron los 45 °C, para la temperatura mínima promedio corresponde al mes de enero con 1.3 °C.

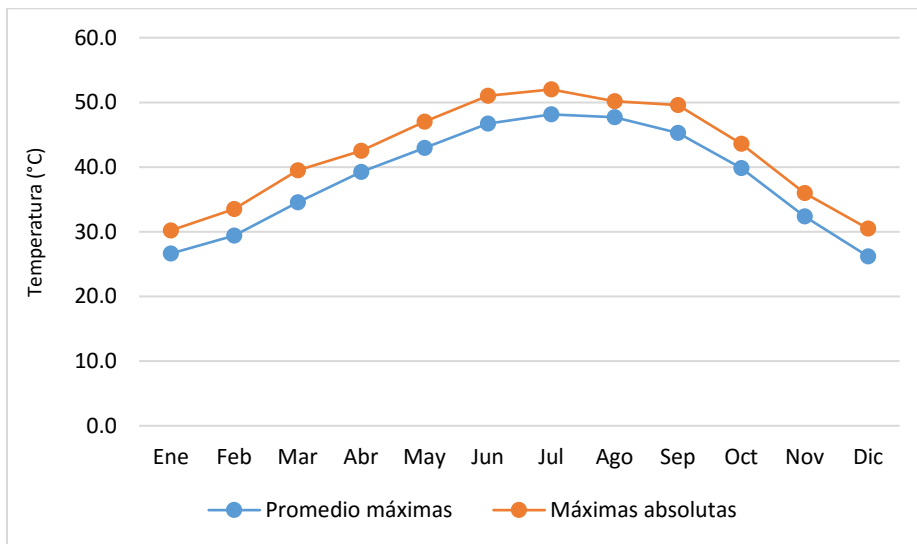
Figura 6. Climograma (1991 - 2020) de las estaciones del municipio de Mexicali.



Fuente: CONAGUA

Existe una diferencia en cuanto a los días más calurosos registrados en el municipio los cuales presentan una variación de acuerdo con la localización de la estación meteorológica. Particularmente en la estación Mexicali (río nuevo) las temperaturas promedio durante el periodo de 1991 a 2020 se mantuvieron por debajo de los 48 °C. Durante el verano es cuando se presentaron las máximas temperaturas en la ciudad. Sin embargo, la temperatura histórica más alta registrada dentro de la zona urbana de Mexicali ha sido de 52 °C en julio de 1995 según datos registrados en la estación meteorológica Mexicali la cual se encuentra ubicada dentro de la zona urbana del municipio (Figura 7), concretamente en el Río Nuevo y cuyos datos son presentados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2019a).

Figura 7. Temperaturas máximas en Mexicali registradas de 1991 a 2020.

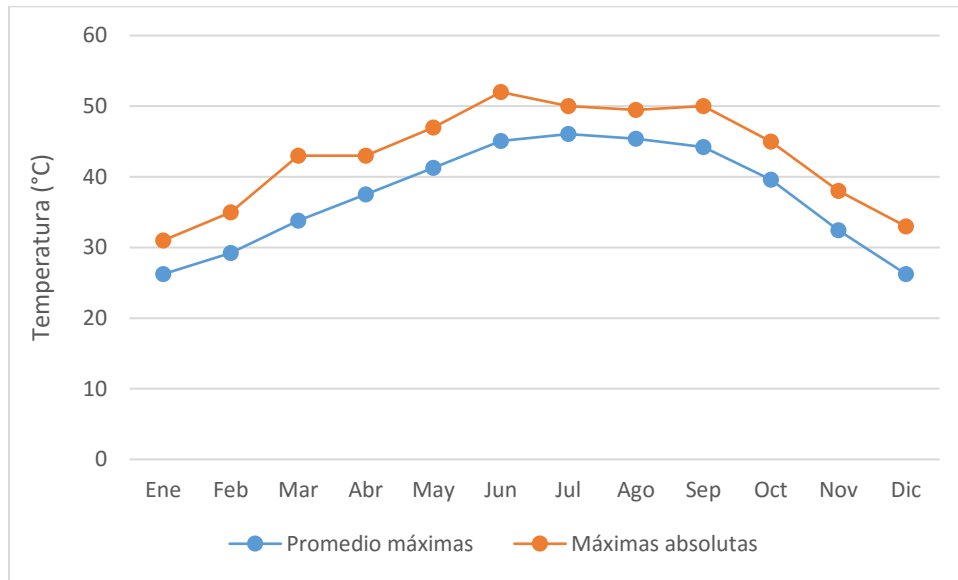


Fuente: CONAGUA. Estación Mexicali (Río Nuevo).

En el caso de la Presa Morelos la temperatura más alta registrada, a diferencia de la zona urbana de Mexicali donde ocurren en Julio, en esta zona ocurrió en junio de 1955 y 1957 llegando a los mismos 52 °C en esos dos años (Figura 8) (SMN, 2019b). Las temperaturas promedio del periodo

se mantuvieron por debajo de los 48 °C, igual en la estación Mexicali. Estas temperaturas máximas se presentaron de igual manera en verano, aunque se prolongaron un poco más hasta el otoño.

Figura 8. Temperaturas máximas en la Presa Morelos registradas de 1948 a 2022.

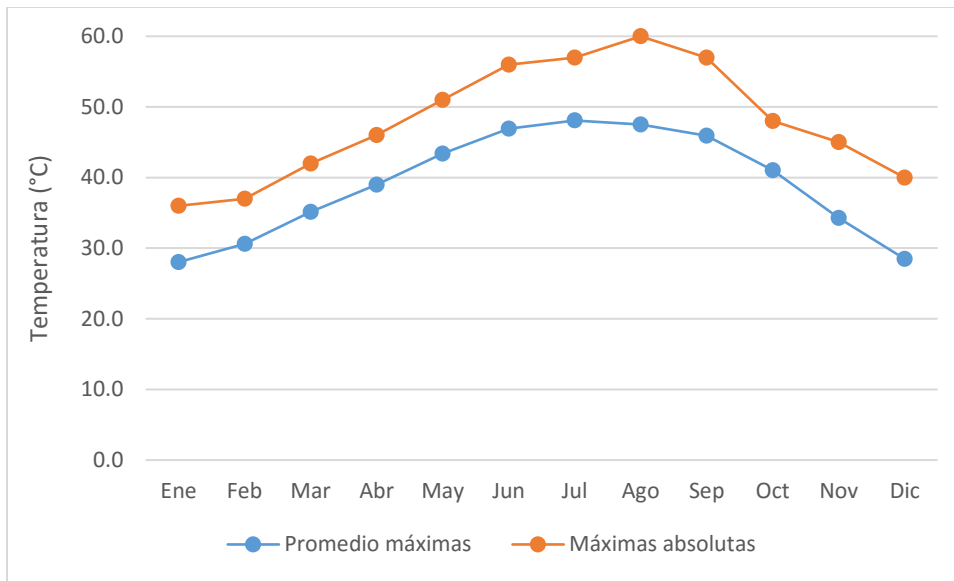


Fuente: CONAGUA. Estación Presa Morelos (Río Colorado).

La Estación Delta es una muestra de cómo las variaciones de temperaturas máximas son diferentes en cada región ya que en dicha estación meteorológica la temperatura máxima fue de 60°C durante agosto de 1953 y la cual es una de las temperaturas históricas más altas registradas en el país (figura 9) (SMN, 2019c). Las temperaturas promedio del periodo se mantuvieron por debajo de los 48 °C, tal y como ocurre con las estaciones Mexicali y Presa Morelos. Las máximas temperaturas también se presentaron en el verano y parte del otoño.

La temperatura en el municipio ha ido en aumento a consecuencia del calentamiento global y tiene una tendencia al alta, ya que el estudio de García Cueto de 2016 menciona las variaciones de temperatura extrema para la Ciudad de Mexicali las cuales se ven influenciadas por la urbanización tendrá a largo plazo y que traerá como consecuencia un amento en la temperatura de la ciudad (Cueto *et al.*, 2016).

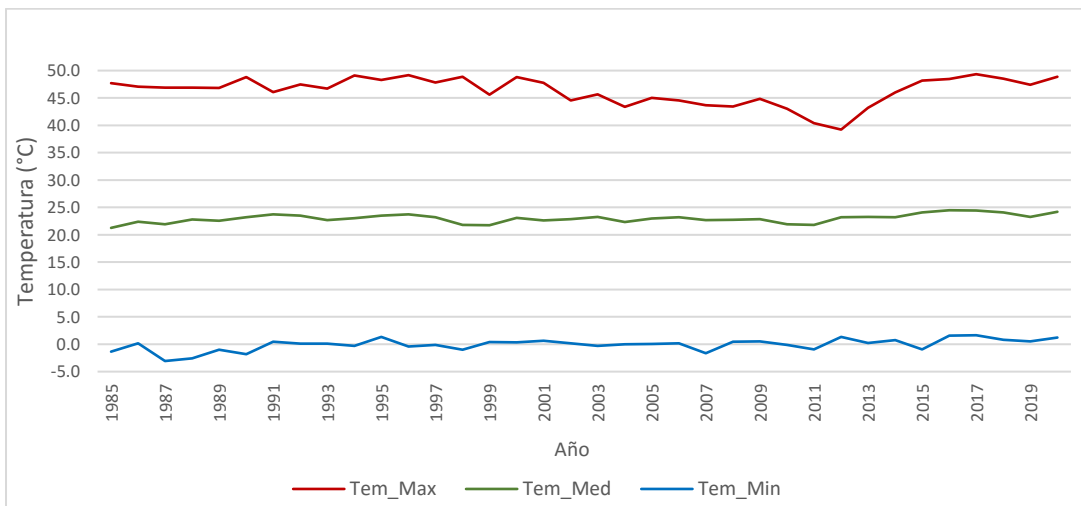
Figura 9. Temperaturas máximas mensuales en la Estación Delta registradas de 1948 a 2020.



Fuente: CONAGUA. Estación Delta.

Como se ha mencionado, el municipio de Mexicali se caracteriza por contar con grandes extensiones de zonas desérticas donde se alcanzan temperaturas superiores a los 40 °C., el municipio se encuentra gran parte de esta zona desértica donde todos los años se enfrentan temperaturas que rebasan los 45 °C y en algunas ocasiones se logra rebasar los 50 °C (CEPCBC, 2016). De acuerdo con el registro histórico anual de las catorce estaciones (figura 10), las temperaturas máximas promedio han ido en aumento, de tener la temperatura máxima promedio anual de 47 °C en el año de 1985, a tener casi 49 °C en 2020.

Figura 10. Variación de temperatura anual en el municipio de Mexicali.



Fuente: CONAGUA

IV.2.2 Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basados en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Estos escenarios NO son pronósticos climáticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro en el municipio de Mexicali.

Acorde al IPCC, las proyecciones climatológicas indican efectos esperados en un período determinado de tiempo, lo cual ha sido investigado a nivel internacional y a futuro se prevé lo siguiente (2013):

- Aumento de la temperatura media global en el de 0.3°C a 0.7°C.
- Períodos de temperatura extrema alta y menores períodos con temperaturas bajas.
- Precipitación extrema sobre la mayor parte de la superficie en latitudes medias y en regiones húmedas tropicales; precipitación más intensa y frecuente hacia finales de este siglo.
- Aumento de la temperatura del océano, hasta el océano profundo, afectando el sistema de circulación.
- Reducción y adelgazamiento de la cubierta de hielo en el Ártico.

Estos escenarios son de gran importancia, ya que plantean la tendencia global y la afectación posible a los sistemas locales del municipio.

De acuerdo con el Atlas Climático Digital del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y el Cambio Climático de la UNAM, se presentan algunos escenarios de cambio climático para México; con relación al municipio de Mexicali proyectando los siguientes escenarios a corto plazo (2015-2039).

El resultado de esta sección hace mención de valores mensuales de temperatura y precipitación para distintos escenarios de cambio climático. Se ha decidido indicar únicamente la información de aquellos meses con incidencia mayor o menor en las temperaturas mínimas y máximas, y los meses con menor y mayor precipitación, con el fin de observar si existieran anomalías climatológicas en comparación con el año base de referencia de 1961-2000.

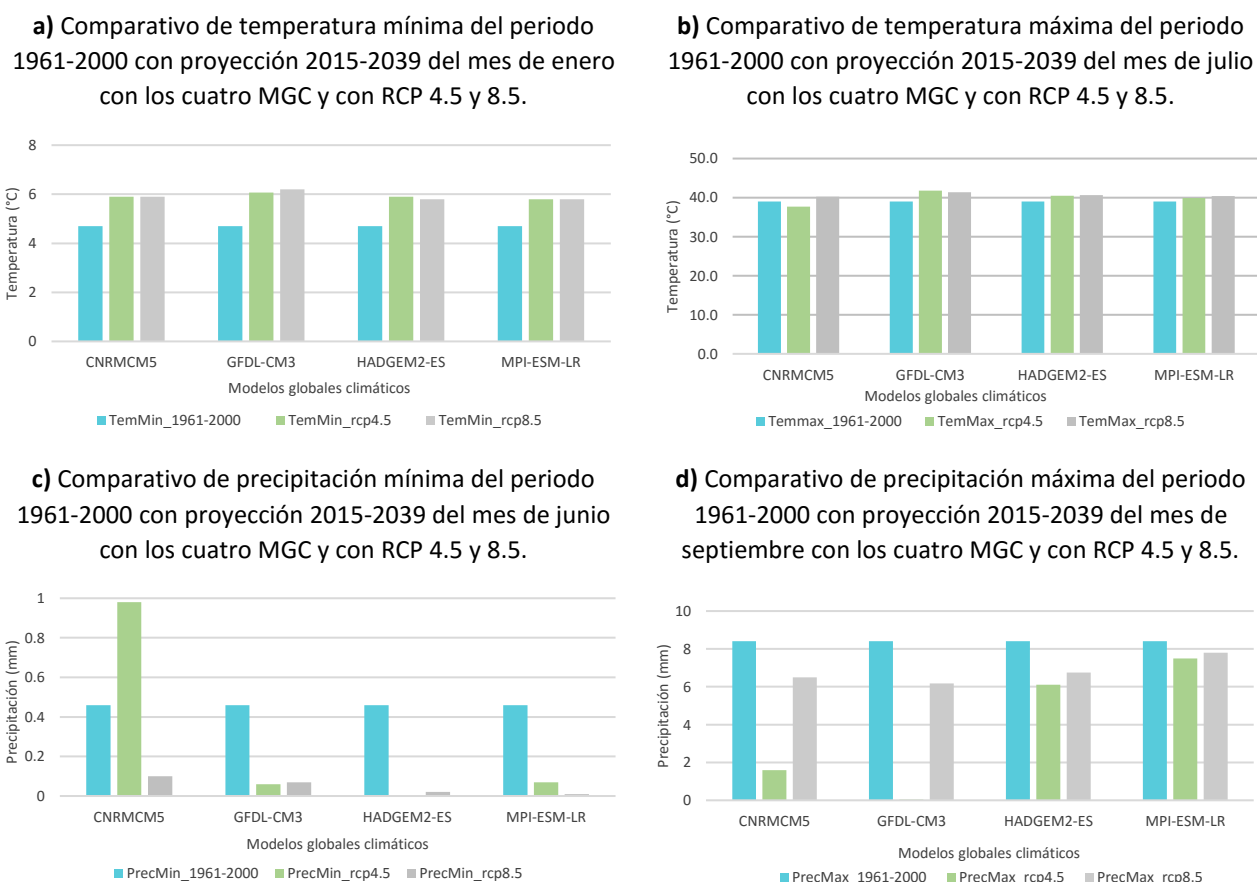
Las proyecciones¹ climáticas señalan que para el horizonte cercano (2015-2039) habrá un aumento en la temperatura promedio mínima y máxima para el mes de enero y julio, meses con menor y mayor temperatura en todo el año respectivamente. En la figura 11 (a y b) el modelo con valores altos (GFDL-CM3) muestra un aumento en la temperatura mínima de 1.4 °C (rcp 4.5) y

¹ Se consideran los Modelos de Circulación General que fueron considerados en el Quinto Reporte del IPCC, se tiene disponibles resultados para cuatro Modelos de Circulación General, y variables de temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación. <https://atlasclimatico.unam.mx/cmip5/visualizador>

1.5 °C (rcp 8.5), el mismo modelo, la temperatura máxima se estima un aumento de 2.8 °C (rcp 4.5) y 2.4 °C (rcp 8.5) respecto a la temperatura máxima y mínima de referencia (1961-2000).

En el caso de la precipitación mínima y máxima, se estima una disminución promedio para el mes de septiembre y junio. En la figura 11 (c y d) el modelo (HADGEM2-ES) presenta la mayor disminución en precipitaciones mínimas para el mes de junio de 0.46 mm (rcp 4.5) y 0.44 mm (rcp 8.5), por otro lado, el modelo (GFDL-CM3) presenta la mayor disminución en precipitaciones máximas para el mes de junio de 8.37 mm (rcp 4.5) y 2.22 mm (rcp 8.5), respecto a las precipitaciones mínimas y máximas de referencia (1961-2000).

Figura 11. Proyecciones climáticas para el municipio de Mexicali.



Fuente: Instituto de ciencias de la atmosfera y cambio climático. UNAM.

Los histogramas anteriores muestran una comparación de la precipitación mínima y máxima del periodo base 1961-2000 con la proyección Climatológica 2015-2039 con cuatro MGC y las RCP 4.5 y 8.5.

Las proyecciones climatológicas arrojan resultados que muestran diferentes anomalías en el clima, abarcando tanto la precipitación como las temperaturas. Estas proyecciones exhiben diferencias notables en las dos trayectorias proyectadas de los Modelos de Circulación Global (MGC), lo cual pinta un panorama de cambios climáticos significativos. Sin embargo, es

importante enfatizar que estas proyecciones no implican una certeza de ocurrencia, sino más bien presentan posibles escenarios futuros.

Si las medidas no son las adecuadas o no se toman acciones precautorias para estos cambios, suponiendo que las emisiones no disminuyen, estos resultados muestran directrices al alza en las temperaturas mínimas y máximas del municipio, mientras que, para la precipitación, los resultados son muy atípicos de acuerdo a lo proyectado.

En comparación con lo documentado dentro del apartado de análisis de riesgo, se puede inferir que los cambios seguirán siendo severos en el clima, particularmente en las temperaturas extremas, ya que el registro de días de calor extremo y el aumento de olas de calor que se documentaron en el análisis climatológico en comparación con las proyecciones de los escenarios climáticos, son tendencias que se espera continúen y que incluso vayan en aumento.

IV.2.3. Identificación de los peligros climáticos pasados

Los peligros identificados mediante la revisión de documentos oficiales y hemerográficas abarcaron los siguientes aspectos: tormentas de granizo, ciclón, tormenta tropical, heladas, ondas gélidas, olas de calor, días de calor extremo, sequía, incendios forestales y terrestres, inundaciones, vectores, enfermedades transmitidas por el agua y aire. Estos riesgos han experimentado un aumento en su frecuencia, lo que ha contribuido a elevar el nivel de riesgo para la población del municipio de Mexicali.

De la revisión y consulta de los diferentes instrumentos oficiales, portales y consulta de información hemerográfica, tiene como objetivo conocer los distintos impactos asociados a los peligros climáticos.

Tabla 2. Documentos consultados para la identificación de riesgos climáticos pasados.

Documentos institucionales	Información hemerográfica
Atlas de riesgos del municipio de Mexicali 2023.	Head topics/la jornada online 2 de agosto 2023. <i>Confirma salud 28 muertos por calor en Mexicali</i>
Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, 2025	Periódico la Voz de la Frontera 7 de julio 2017.
Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali 2000.	Periódico la Crónica de Baja California.
Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.	Diario el Mexicano.
Programa Estatal de Acción ante el cambio climático de Baja California. 2012.	
Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero.	

Fuente: Elaboración propia.

Las fuentes institucionales y hemerográficas, permitieron la identificación de catorce tipos de peligros coincidentes. Estos peligros fueron evaluados bajo los criterios establecidos en el Marco Común de Reporte y se presentan detallados en la tabla 3.

Los peligros identificados mediante la revisión institucional han sido fundamentales para abordar los riesgos actuales que se han encontrado. Los resultados obtenidos de la evaluación actual de riesgos y la revisión realizada muestran una tendencia al aumento en la intensidad de algunos fenómenos hidrometeorológicos. Esto resalta la importancia de fortalecer las medidas de adaptación como respuesta a estas tendencias crecientes.

Tabla 3. Peligros pasados en el municipio de Mexicali.

No.	Peligro/Amenaza	Relación al cambio climático	Impactos asociados
1	Granizo	Dentro de la nube, el vapor húmedo en la corriente ascendente se encuentra progresivamente a presiones más bajas hasta iniciar el proceso de cristalización de lo que se conoce como semilla sólida. A medida que las partículas se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las nubes, éstas empiezan a precipitarse hacia el suelo. Bajo diferentes condiciones es probable que el agua líquida también se congele como resultado de perturbaciones físicas además del choque entre los núcleos de condensación.	<ul style="list-style-type: none"> - Impacta cultivos (plantas de té y tabaco), si el granizo es al menos 20 mm causa daños a cultivos como el maíz. - Daños en vivienda (ventanas, techos de teja hasta lámina de asbesto, techos de láminas, lamina de plástico). - Acumulación de granizo dentro del sistema pluvial de desagüe de la ciudad obstruyendo el paso del agua y generando inundaciones durante algunas horas
2	Ciclón	Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta.	Los ciclones tropicales pueden causar pérdidas humanas y económicas debido a la intensidad de sus vientos, a la marea de tormenta y a las lluvias torrenciales que provocan inundaciones y deslaves. Los mayores impactos de un ciclón tropical que golpea tierra se deben a la marea de tormenta, el oleaje, vientos fuertes y lluvias intensas.
3	Tormenta tropical	Es una amplia zona de baja presión que se origina en el mar, en forma de un gran remolino que genera vientos fuertes, nubosidad con precipitación intensa, así como aumento en la marea y en el oleaje en zonas costeras, sus vientos alcanzan velocidades de entre 64 y 117 Km/h, en esta etapa se le asigna un nombre en orden alfabético.	Los efectos que tienen las tormentas tropicales sobre el territorio son: encharcamientos e inundaciones que tienen incidencia sobre el drenaje pluvial, vialidades anegadas, choques e incendios.
4	Heladas	La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C, cuando esto ocurre se forma una cubierta de hielo que es producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos. Éstas se presentan principalmente en las noches de invierno debido a una fuerte pérdida radiactiva y,	<ul style="list-style-type: none"> -Infecciones de las vías respiratorias, la congelación de la piel e hipotermia. -En la agricultura reduce el rendimiento o deprecia la calidad del producto. - Afectación a la salud de la población de las zonas rurales y urbanas

		suelen acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden llegar a descender a los 2°C.	
5	Ondas gélidas	Las ondas gélidas son eventos climatológicos de temperaturas extremas que corresponden a valores mínimos de temperatura, los cuales no se encuentran en condiciones de clima normal, las cuales sobrepasan las temperaturas promedio normales.	El frío provoca dolor de cabeza por la contracción muscular, el dolor se presenta al reír, toser, estornudar, levantar objetos pesados y realizar grandes esfuerzos. Las temperaturas mínimas absolutas registradas en el municipio van de los -6 a los -4 °C las cuales se presentaron en las zonas altas, mientras que para la ciudad y su valle las temperaturas mínimas fueron de 0 a 2 °C
6	Olas de calor	La onda u ola de calor es un periodo de temperatura excesiva, casi siempre combinada con humedad, que se mantiene varios días consecutivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Efectos adversos en salud humana -Afectación a la flora y fauna del municipio Población con actividad agrícola, ganadera, de caza y de pesca. -Las mujeres embarazadas y población adulta mayor. -Población migrante. -Población con alta marginación.
7	Días de calor extremo	El Estado de Baja California se caracteriza por contar con grandes extensiones de zonas desérticas donde se alcanzan temperaturas superiores a los 40 °C. Las temperaturas máximas absolutas registradas en el municipio van de los 30 y mayores a los 46 °C.	Las afectaciones a la salud humana por ondas cálidas se generan cuando la temperatura corporal excede los 36.6 a 37 °C para su óptimo funcionamiento por lo que el cuerpo reacciona para eliminar el exceso de calor mediante dos acciones principales que son el aumento de la circulación y mayor sudoración lo cual puede traer como consecuencia estrés térmico, enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cerebro vasculares.
8	Sequía	La sequía constituye una de las amenazas hidroclimáticas globales más perjudiciales para la sociedad y los ecosistemas, pues la misma en sus diferentes tipologías, es asociada a déficits críticos en la ocurrencia de precipitaciones, de la humedad del suelo, de los recursos hídricos y sobre todo de la disponibilidad de agua y variación de su calidad.	Afectación económica y ambientales. Pérdida de producción agrícola y recursos forestales. Desarrollo de migración. Generación de desempleo.
		El municipio cuenta con climas cálidos y vegetación de matorral xerófilo adaptada a las condiciones de aridez del municipio, por lo que, los incendios naturales o inducidos son	Afectación de árboles que puedan sufrir daños, sobre todo en las zonas de la sierra de Juárez donde el clima es Cb's semifrío ocupa el 0.3% del municipio y el clima Cs

9	Incendios Forestales		mínimos debido la poca existencia de árboles que puedan sufrir daños	templado que cubre el 1.5% y se encuentra al oeste en la sierra de Juárez
10	Incendios Terrestres	Agrícola	Las quemas agrícolas son una de las principales fuentes de emisiones de contaminantes a la atmosfera, ya que la agricultura es una actividad intensiva y genera grandes cantidades de biomasa residual la cual, en algunos casos es quemada en el sitio.	Ocasionan reducción de la visibilidad por el humo que se desprende, provocan daños a la salud de los habitantes cercanos a estas zonas, debido a la generación de monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOx) partículas PM2.5 que afectan las vías respiratorias.
		Urbano	Los incendios urbanos son fuegos no controlados de grandes proporciones que ocasionan lesiones, pérdida de vidas humanas, daños materiales y deterioran el ambiente.	-Promedio diario de 16 a 18 Incendios de lotes baldíos con basura. -Daños por incendio en casa-habitación -Daños por Incendio en edificios abandonados, comercio que se encuentran con basura.
11	Inundación		inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.	En la ciudad de Mexicali y su valle, el riesgo por inundación esta correlacionado con los eventos sísmicos, como fue el caso de los efectos del sismo del 4 de abril del 2010.
12	Enfermedades transmitidas por el agua		El agua puede ser vehículo de agentes infecciosos como bacterias, virus, hongos, protozoarios y helmintos (lombrices) que causan diversas enfermedades. También puede causar enfermedades por contener sustancias químicas en concentraciones inadecuadas.	Las enfermedades más comunes producidas por los microorganismos son el cólera, fiebre tifoidea, disentería bacilar, gastroenteritis infecciosa, hepatitis infecciosa, amibiasis y cisticercosis. Los residuos radiactivos pueden generar leucemia y alteraciones genéticas.
13	Vectores		Son aquellas enfermedades infecciosas propagadas por algunos organismos, como por ejemplo insectos y caracoles, que transportan virus, parásitos y bacterias a humanos.	Entre los efectos de las enfermedades transmitidas por vectores se encuentran: -El diagnóstico de la rickettsiosis en humano puede progresar rápidamente a una enfermedad grave y potencialmente mortal. Algunos de los síntomas posteriores a la picadura de la garrapata son: fiebre, dolor de cabeza, erupción, náuseas, vómitos, dolor de estómago, dolor muscular, falta de apetito. -Las plagas, además de reducir la eficiencia y producción agrícola, también merma la calidad y valor de los cultivos, incrementan los costos para su debido control.
			La contaminación del aire es un problema presente la cual se compone de una mezcla de	Las principales fuentes contaminantes del aire son: caminos no pavimentados,

14	Por aire	gases y partículas que se liberan a la atmosfera en cantidades y periodos de tiempo que resultan nocivos para la salud humana y el ecosistema, debido a actividades antropogénicas y naturales.	quemadas agrícolas, autos, aplicación de fertilizantes y emisiones domésticas.
----	----------	---	--

Fuente:Elaboración Propia

IV.2.4. Peligros climáticos y su nivel de riesgo

Los fenómenos hidrometeorológicos han aumentado considerablemente y los episodios de estos fenómenos serán más frecuentes y graves en muchas partes del municipio como consecuencia del cambio climático.

Generalmente es más correcto analizar los impactos del cambio climático como "riesgos climáticos", dado que no pueden predecirse de manera plenamente certera. En este apartado, se realiza un análisis que se basa en la combinación de la probabilidad de que ocurra un determinado impacto y la magnitud o gravedad del mismo para determinar el nivel de riesgo de un peligro hidrometeorológico, este análisis facilita las herramientas de priorización de acciones para la mitigación impactos. Adicionalmente, tras identificar en primer lugar los tipos de peligro climático que constituyen motivo de preocupación obtenidos de los mapas de sistemas anteriores, y una vez establecido con el criterio anterior el nivel de riesgo y peligro actual, se definen otras variables como la frecuencia, intensidad y la escala de tiempo.

Peligro climático: Ciclón (Tormenta tropical)

Los ciclones tropicales pueden causar pérdidas humanas y económicas debido a la intensidad de sus vientos, a la marea de tormenta y a las lluvias torrenciales que provocan inundaciones y deslaves. En el estado de Baja California, no es común que los huracanes impacten este territorio. Sin embargo, si lo han llegado a afectar directamente, principalmente a las porciones sur y este del Estado en categorías de tormenta o depresiones tropicales, inclusive como remanentes, por lo que es de suma importancia dar un puntual seguimiento a los pronósticos de trayectorias de estos fenómenos y sus posibles afectaciones a la población, sus bienes y la infraestructura en general (Rosquillas *et al.*, 2014).

Los ciclones tropicales que han tenido en su trayectoria o han causado eventos de precipitaciones considerables en el Municipio de Mexicali fueron:

Tabla 4. Ciclones tropicales presentados en Mexicali.

Depresión tropical 29-08-1951	Efectos de la depresión tropical Hilary, agosto de 1993
Tormenta tropical 29-08-1951	Huracán categoría 1 Nora 25-09-1997
Remanente de huracán 9, septiembre de 1959	Tormenta tropical Nora 25-09-1997
Remanente de tormenta tropical Claudia, septiembre de 1962	Efectos de la depresión tropical Juliette, septiembre de 2001

Remanentes de tormenta tropical Jen-Kath, septiembre de 1963	Efectos de la depresión tropical Marty, septiembre de 2003
Depresión tropical y remanente de Emily 6-09-1965	Efectos de la depresión tropical Odile, septiembre de 2014
Huracán 1 y tormenta tropical Karina, septiembre de 1967	Efectos de la perturbación Rosa, octubre de 2018
Remanentes de huracán Joanne, octubre de 1972	Huracán Kay, septiembre de 2022
Tormenta tropical Kathleen, septiembre de 1976	

Fuente: Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos (National Hurricane Center, 2022).

En Mexicali, estos fenómenos han tenido efectos en la precipitación siendo esta en periodos cortos y de intensidad fuerte.

Tabla 5. Nivel del riesgo: Ciclón (Tormenta tropical).

Probabilidad	Baja
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Mantiene
Intensidad prevista	Mantiene
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Urbano (Vialidades, infraestructura, vivienda, sistema pluvial, servicios básicos), Productivo (agrícola)
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Población con alta marginación, en situación de calle.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023.

Peligro climático: Heladas

Los registros de las estaciones climatológicas analizados indican que en promedio se registran 35 días de heladas por año en las tres últimas décadas. Sin embargo, destaca el año de 1994 por tener el mayor número de días con heladas (107) así como el 2010 con 97 días de heladas, en cambio, durante el año 2021 se registraron únicamente 8 días con heladas.

Respecto al número de días con heladas, de acuerdo con la clasificación del CENAPRED para el año 2012 (Jiménez, Baeza, Matías y Eslava, 2012) el municipio de Mexicali está categorizado con el número de días con heladas mayor a 120 que se considera como un índice alto de días con heladas.

Tabla 6. Heladas

Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Moderada

Frecuencia prevista	Disminuye
Intensidad prevista	Se mantiene
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Sector salud, Sector productivo (agrícola y ganadero), Urbano (vías de comunicación y tránsito)
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	personas en situación de calle, Población que habitan en casas frágiles y, población vulnerable (niños y personas de la tercera edad)

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Ondas gélidas

Las ondas gélidas son un fenómeno de estudio de vital importancia en la salud pública debido a los problemas de morbilidad y mortalidad que se presentan debido a las bajas temperaturas. Existen ondas gélidas que afectan a Baja California que son el resultado de una corriente de chorro que proveniente de la región del Polo Norte o Canadá, donde las masas de aire polar bajan desde el norte sobre la parte continental, el cual es un fenómeno poco usual el cual ha provocado la reducción de la temperatura en la zona costa a menos de 0 °C, y llegando a tener -10 °C en las montañas.

En el municipio de Mexicali existen registros de grandes contrastes térmicos, teniendo temperaturas máximas de 54.3 °C y llegando a estar con temperaturas mínimas de -7 °C en invierno por lo que se considera una de las ciudades con el clima más extremo del país

Tabla 7. Ondas gélidas.

Probabilidad	Moderada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Mantiene
Intensidad prevista	Mantiene
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Vivienda, económico, urbano,
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Población en situación de calle, población infantil, adultos mayores, población sin derechohabencia.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Granizo

La información histórica de las tormentas de granizo que han ocurrido en el municipio las cuales se encuentran presentadas en la tabla 7, en ninguno de los casos el fenómeno ha provocado daños graves, donde los impactos de estas tormentas en vialidades, instalaciones eléctricas e inundaciones se derivaron de la lluvia que acompaña al granizo (IMIP, 2011).

Tabla 8. Información histórica de granizadas en el municipio.

Fecha	Observaciones	Fecha	Observaciones
-------	---------------	-------	---------------

11/08/1990	Lluvias torrenciales y granizo de aproximadamente de 1.5 pulgadas de diámetro.	07/07/2010	Lluvia, viento y granizo en la ciudad. Daños en instalaciones eléctricas del FEX.
07/03/1992	Granizada en el Ej. Nuevo León y en la periferia de la ciudad de Mexicali.	02/10/2010	Lluvia con granizo en el valle de Mexicali (Hipólito Rentería, La Puerta y Progreso).
13/03/1992	Vialidades pavimentadas y no pavimentadas del primer y segundo cuadro de la ciudad se vieron afectadas por la lluvia, granizo y fuertes vientos.	13/09/2011	Granizo y precipitación de 8.9 mm azoto la ciudad provocando inundaciones (Infobaja, 2011).
28/03/1992	Lluvias, granizada, precipitación pluvial, inundaciones.	21/08/2014	Lluvia con granizo acompañada de tormenta eléctrica. El evento dejó como resultado 12 reportes de falla eléctrica y la caída de 33 postes y 32 árboles (ZETA, 2014)
06/05/1992	Granizada tanto en Mexicali y su Valle, así como en la vecina ciudad de Imperial California.	23/04/2015	Lluvia con granizo en la ciudad (ZETA, 2015)
27 y 28/09/1995	Lluvias, rayos y granizo.	10/04/2016	Tormenta con granizo en diferentes puntos de la ciudad. Las zonas afectadas fueron Independencia, Lázaro Cárdenas, Pro-Hogar, Alamitos, González Ortega, Valle Dorado y Villa Bonita (Gallego, 2016)
17/02/2005	Fuertes lluvias, vientos y granizo, en forma intermitente por cerca de 4 h.	10-12/03/2020	Lluvias con granizo las cuales provocaron caos vial, deslaves e inundaciones en la ciudad y el valle. Las colonias afectadas fueron Bellavista y satélite. En el valle los ejidos Benito Juárez, Guadalupe Victoria, Cd. Morelos, Algodones, delta-Oaxaca y Melchor Ocampo fueron los afectados (Díaz, 2020).
03/08/2005	Lluvia con granizo en la zona oriente de la ciudad de Mexicali. Inundaciones y problemas viales.	05/10/2021	Lluvia con granizo en diferentes puntos de la ciudad y el valle (López, 2021).
27/11/2008	Lluvia con granizo en el valle de Mexicali. Cortos circuitos y encharcamientos.	22/08/2022	Lluvia con granizo causa fuertes afectaciones en diversas poblaciones del Valle. Los ejidos afectados fueron Delegación Cerro Prieto, Hechicera, Tula, Delta, Michoacán de Ocampo, Campo León y Guanajuato (Cadena, 2022).
07/07/2010	Lluvia, viento y granizo en la ciudad. Daños en instalaciones eléctricas del FEX.	05/10/2022	Lluvias con granizo en el valle. El ejido Bataquez fue el afectado (MEBC, 2022).

Fuente: Atlas de riesgo y/o peligros de Mexicali.

El granizo es la precipitación del agua en forma de gránulos de hielo de 5 a 50 mm de diámetro, los cuales se crean dentro de tormentas convectivas. A nivel local, las principales granizadas han ocurrido en la Sierra de san Pedro Mártir, ubicándola como la principal zona de peligro. En cuanto a la Ciudad de Mexicali y su valle, también se han presentado granizadas según lo presentado en la Figura 2.1.10.1, las cuales se presentan a finales del invierno, en el verano y a mediados de otoño.

El pronóstico de la intensidad de las granizadas en el municipio de Mexicali, donde es visible que puede presentarse intensidad baja en la Sierra de Juárez, intensidad media baja en la Rumorosa y la Sierra de San Pedro Mártir, mientras que en el resto del municipio la intensidad es prácticamente nula a pesar de haberse registrado granizadas en la ciudad y su valle.

Tabla 9. Granizo.

Probabilidad	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Mantiene
Intensidad prevista	Mantiene
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Urbano (Vialidades, infraestructura, vivienda, sistema pluvial) Agrícola (plantas de té y tabaco)
Magnitud del efecto	Bajo
Grupos vulnerables	

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Olas de calor

Las olas de calor se consideran como periodo prolongado de tiempo extremadamente caluroso, seco o húmedo, que ocurre de día o de noche y que inicia y termina de forma abrupta, con una duración de por lo menos dos o tres días (OMS). Estas “olas de calor” son fenómenos climáticos que se caracterizan por la presencia de elevadas temperaturas que persisten durante varios días en un sitio geográfico definido. Por otra parte, informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) menciona que en los últimos 50 años las olas de calor han aumentado considerablemente en el planeta.

Las olas de calor representan un peligro para la salud de la población debido a que cada año ocasionan la muerte de personas, aves y peces, así como daños a la vegetación. Asimismo, derivado de este fenómeno climático, un grave problema que se presenta es la mayor incidencia de enfermedades producidas por vectores que se incrementa en esta temporada de verano con enfermedades gastrointestinales; otro problema que se presenta debido al calor extremo son los apagones de energía eléctrica en las viviendas, comercios e industrias ocasionada por la alta demanda del consumo energético y la falta de capacidad para suministrarla y que en algunos casos, puede durar horas o días sin este servicio afectando a la población.

En el año 2021 durante los meses de junio se alcanzaron temperaturas de 51.4 °C, julio con 48.8 °C, y agosto con 50.6 °C. y durante el año 2022 en el mes de junio fue de 49.3 °C, julio con 50.1 °C y agosto con 48.7 °C. Ante el pronóstico de que este verano del 2023 será más intenso que el año pasado, el número de muertes al día 10 de agosto del 2023 es de 39 personas fallecidas, superando las 25 muertes que se presentaron durante los años 2021 (Heras) y las 26 muertes del año 2022 (Tapia) faltando un mes para que se termine el calor.

Tabla 10. Peligro por ola de calor y su nivel de riesgo.

Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Grave
Frecuencia prevista	En aumento
Intensidad prevista	En aumento

Escala de tiempo	Inmediato
Sectores afectados	Sector salud, urbano (infraestructura eléctrica), agrícola, ambiental, comercio e industrial.
Magnitud del efecto	Alto
Grupos vulnerables	Niños, adultos, indigentes, migrantes y obreros. Especies animales, Incendios forestales.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

La temperatura en el municipio ha ido en aumento a consecuencia del calentamiento global y tiene una tendencia al alta, ya que el estudio de García Cueto de 2016 menciona las variaciones de temperatura extrema para la Ciudad de Mexicali las cuales se ven influenciadas por la urbanización tendrá a largo plazo y que traerá como consecuencia un amento en la temperatura de la ciudad (Cueto et. al, 2016).

Peligro climático: Sequía

La sequía, en sus diferentes tipologías, constituye una de las amenazas hidroclimáticas globales más perjudiciales para la sociedad y los ecosistemas. Está asociada a déficits críticos en la ocurrencia de precipitaciones, humedad del suelo, recursos hídricos y, sobre todo, disponibilidad de agua y variación de su calidad. En consecuencia, esto conduce a factores limitantes de la producción agropecuaria y de la industria vinculada, así como a incendios forestales. Además, afecta al estado de la calidad de vida de la población.

En el municipio de Mexicali, la sequía En relación con los datos de sequía reportados en el Monitor de Sequía en México (MSM) para Mexicali se analizaron datos reportados desde enero de 2006 a junio de 2023, en la tabla 3, se muestran las categorías que maneja el monitor de sequía:

Tabla 11. Categoría de sequía.

Intensidad de la sequía		
s	D0	Anormalmente seco
s	D1	Sequía – moderada
s	D2	Sequía – severa
s	D3	Sequía – extrema
	D4	Sequía – excepcional

Fuente: Monitor de Sequía en México.

De acuerdo con datos obtenidos del Monitor de Sequía de México (MSM) para Mexicali, se identificó que los años 2007, 2018 y 2022 fueron los períodos con la mayor ocurrencia de eventos de sequía extrema. No obstante, la sequía severa ha sido más constante, con el año 2016 destacando por registrar la mayor cantidad de eventos en el período de estudio. Por otro lado, la sequía moderada fue la categoría más prevalente durante la temporada analizada,

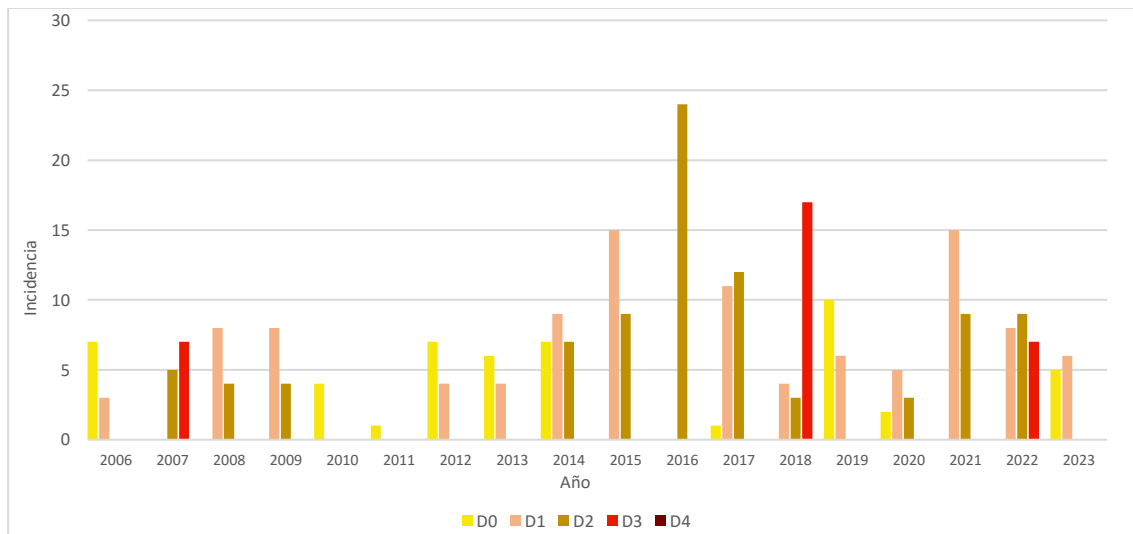
especialmente en los años 2015 y 2021. Se observa una tendencia en los datos que indica un aumento y agravamiento de estos eventos entre los meses de abril a agosto.

Tabla 12. Sequía

Sequía	
Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	En aumento
Intensidad prevista	En aumento
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Sector agrícola, económico, social.
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Población marginada, Población infantil, Personas en situación de calle, migrantes.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Figura 12. Incidencia de sequías en el municipio de Mexicali del 2006 a 2023



Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos del monitor de sequía en México, CONAGUA (<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>), 2023.

Peligro climático: Incendio forestal

El municipio cuenta con climas cálidos y vegetación de matorral xerófilo adaptada a las condiciones de aridez del municipio, por lo que, los incendios naturales o inducidos son mínimos debido la poca existencia de árboles que puedan sufrir daños, sobre todo en las zonas de la sierra

de Juárez donde el clima es Cb's semifrío ocupa el 0.3% del municipio y el clima Cs templado que cubre el 1.5% y se encuentra al oeste en la sierra de Juárez.

Tabla 13. Incendios forestales.

Probabilidad	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Se desconoce
Intensidad prevista	Se desconoce
Escala de tiempo	A mediano plazo
Sectores afectados	Ambiental
Magnitud del efecto	Bajo
Grupos vulnerables	Sistema natural

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Incendio agrícolas

La ciudad de Mexicali se encuentra rodeada de un valle agrícola, en donde los principales cultivos son el trigo, algodón, alfalfa, sorgo forrajero, cebollín, avena forrajera, esparrago, lechuga, hortalizas, pastos y praderas, brócoli entre otros con una superficie sembrada en el año 2020 fue de 119,756 ha. El año 2021 con 117, 653 ha. Y el año 2022 de 138,300 ha.

No se lleva un control estricto de estas quemas por parte de las autoridades de gobierno, por lo que, urge regularlas ya que cuando se salen de control impactan al medio ambiente y a la población al ser una importante fuente de contaminación atmosférica pues ocasionan reducción de la visibilidad por el humo que se desprende, provocan daños a la salud de los habitantes cercanos a estas zonas, debido a la generación de monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOx) partículas PM2.5 que afectan las vías respiratorias.

En algunos casos las quemas agrícolas que se salen de control son las que ocasionan daños a los cultivos y bienes materiales. Estos incendios han puesto en riesgo a los habitantes del valle de Mexicali. Del año 2020 al 2022 han atendido y apagado un total de 434 incendios en parcelas agrícolas.

Tabla 14. Incendio de parcelas agrícolas.

Tipo de incendio	2020	2021	2022
Incendio en bienes agrícolas	169	143	122

Fuente: Dirección del H. Cuerpo de Bomberos de Mexicali, B. C. 2023

Se tiene estimado que la quema de una hectárea de trigo genera las siguientes emisiones a la atmósfera; Monóxido de carbono (CO) 233 kg. Partículas 28 kg. Dióxido de nitrógeno (NO₂) 8.75 kg. Hidrocarburos (HC) 19.50 kg. (M. Quintero).

Tabla 15. Quemadas agrícolas.

Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Reducción
Intensidad prevista	Se mantiene
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Ambiental, Urbano
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Flora y fauna, población, adultos mayores, transporte.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía:
Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Incendio urbano

En los meses de calor extremo que es cuando se incrementa el número de incendios debido a las elevadas temperaturas que en algunos casos llegan a alcanzar por arriba de los 51°C. Durante los meses de verano es cuando se presentan en mayor número los incendios de lotes baldíos con basura, presentándose en promedio de 16 a 18 incendios diarios, en el año 2020 fueron 5,521 siniestros, mientras que en el año 2021 se incrementaron a 5,924 reduciéndose el número de casos en el año 2022 a 5,118. Referente a incendios en casas- habitación, en el año 2020 fueron 894, en el año 2021 se incrementó a 955 y en el 2022 bajo a 911, es importante mencionar que algunos de estos incendios fueron iniciados debido a fugas de tanques de almacenamiento de gas domiciliarios o fallas en instalaciones eléctricas. Por otra parte, los incendios en edificios abandonados de casas, comercios que se encuentran con basura, son otra fuente de incendios importante ya que en el año 2020 fueron 1,101, en el 2021 se redujo a 949 y en el 2022 fueron 771 entre otros.

Tabla 16. Principales tipos de incendios urbanos.

Tipo de incendio urbano	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Casa-habitación	894	955	911

Casa, comercio, edificios (abandonados)	1,101	949	771
Basura en lotes baldíos	5,521	5,924	5,118
Confinamientos de llantas	208	164	113
Instalaciones eléctricas	53	77	73
Total	7,777	8,069	6,986

Fuente: Dirección del H. Cuerpo de Bomberos de Mexicali 2023

El crecimiento demográfico, los procesos propios del desarrollo en la industria, el uso cada vez más frecuente de sustancias inflamables peligrosas y la falta de precauciones en su manejo, transporte y almacenamiento son los principales factores que han propiciado un aumento significativo en la magnitud y frecuencia de los incendios, particularmente en las ciudades donde se ubican grandes complejos industriales, comerciales y de servicios.

Tabla 17. Incendios agrícolas.

Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Se mantiene
Intensidad prevista	Se mantiene
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Ambiental, Urbano
Magnitud del efecto	Medio
Grupos vulnerables	Flora y fauna, población, comerciantes.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

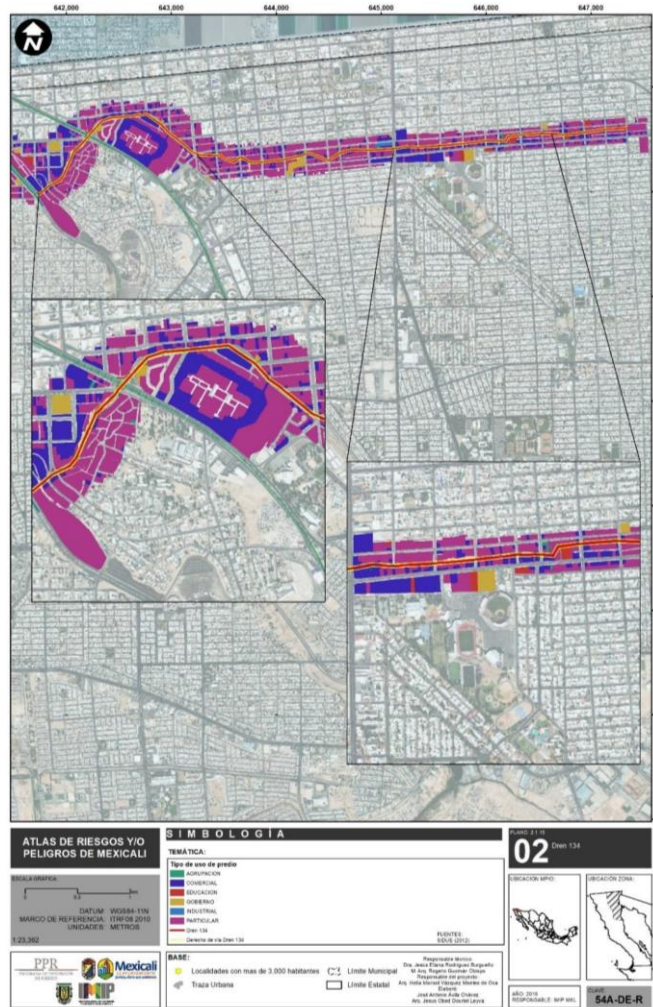
Peligro climático: Inundación.

Dada la fisiografía y geomorfología del Municipio de Mexicali, los escurrimientos superficiales, en general, son de tipo transitorios, estacionales e intermitentes. Cuando se presentan lluvias en las sierras los escurrimientos bajan por los abanicos aluviales de las faldas de las sierras y algunos llegan a las zonas pobladas. Sin embargo, dado que los abanicos aluviales son materiales arenosos, el agua se infiltra rápidamente reduciendo la capacidad de escorrentía y el centro de población se encuentra a una distancia considerable, de las zonas de descarga de la sierra.

En la ciudad de Mexicali y su valle se encuentra rodeado por infraestructura hidroagrícola y al Oeste de la ciudad se encuentra ubicado el Río Nuevo, el Dren 134, al Sur en el Valle el Río Hardy, Río Colorado y una extensa red de canales y drenes. El riesgo por inundación esta correlacionado con los eventos sísmicos, generando la falla de estructuras hidráulicas, como lo son los canales de riego, drenes, estructuras de control, etc. lo que propicia un desborde de aguas o colapso de infraestructura, causando inundaciones en el Valle de Mexicali.

Dentro de la mancha urbana de la ciudad, uno de los peligros por inundación es el Dren 134 y el Río Nuevo. El Dren 134 recorre alrededor de 8 km (figura 13) del norte de la ciudad de Mexicali, se han identificado alrededor de 18 puntos de mayor riesgo por colapso debido a las lluvias ya que este dren pasó de ser parte del sistema agrícola a colector pluvial en la década de los 70. En ambos márgenes del dren se encuentran ubicados predios de tipo privado, gubernamental, educación, comercial e industrial; el peligro se agrava debido a que no se respeta el derecho de vía del tren, lo que provoca asentamientos temporales y permanentes sobre el mismo.

Figura 13. Localización del Dren 134 y tipos de predios aledaños en ambos márgenes del dren.



En general, en la zona urbana de Mexicali se considera que 10 mm en 24 h son suficientes para causar afectaciones en la infraestructura hidráulica y energía eléctrica de la ciudad (Rodríguez-Esteves, 2002). Sin embargo, en los últimos cinco años (2018-2022) la precipitación promedio en la mayoría de los meses ha sido menor a 10 mm.

Tabla 18. Inundaciones

Probabilidad	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Se mantiene
Intensidad prevista	Se mantiene
Escala de tiempo	Largo plazo
Sectores afectados	Urbano (viviendas, servicios)
Magnitud del efecto	Bajo

Grupos vulnerables	Población con marginación alta y muy alta, personas en situación de calle, población con bajos recursos, población hablante de lengua indígena.
---------------------------	---

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía: Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Enfermedades transmitidas por agua (Amiba de vida libre, AVL)

Este agente patógeno es de Vigilancia Epidemiológica Local en la Ciudad y Valle de Mexicali, el cual, tiene su hábitat en la red de canales de riego y aguas estancadas con un mayor desarrollo durante la temporada de verano a temperaturas superiores a los 40°C. Estos son protozoos, eucariontes con mitocondria, cuentan con la capacidad de existir en el suelo, agua y aire, estos organismos tienen la capacidad de provocar enfermedades en el ser humano y animales.

En la tabla 19 se muestra el número de casos que han ocurrido desde el primer caso registrado en la ciudad de Mexicali (SS, 2012).

Tabla 19. Número de casos confirmados de enfermedades relacionadas a la amiba de vida libre por año en Mexicali

Año	Número de casos confirmados
1978	1
1989	1
1990	7
1991	2
1992	1
1998	2
1999	1
2003	2
2005	1
2006	1
2008	1
2019	1

Fuente: ISESALUD

Las principales vías de admisión de la AVL al organismo del cuerpo humano son las mucosas nasales, perfora la lámina cribosa, posteriormente se introduce a la cavidad craneal y se dirige a la arteria basilar, viaja por el sistema peri-ventricular hasta llegar a la corteza cerebral, ya una vez ahí, se genera una lisis celular, neuraminidasas, lo que genera un intenso dolor de cabeza y convulsiones. También puede ingresar al organismo vía ocular o dérmica (de la Fuente Ruiz, 2021).

Tabla 20. Inundaciones

Probabilidad	Baja
Consecuencia	Baja
Frecuencia prevista	Reducción
Intensidad prevista	Reducción

Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Población
Magnitud del efecto	Bajo
Grupos vulnerables	Población

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía:
Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Vectores

La fiebre maculosa de las Montañas Rocosas (RMSF, por sus siglas en inglés) es una enfermedad transmitida por la picadura de una garrapata infectada con la bacteria intracelular *Rickettsia rickettsii* (CDC, 2018).

El modo de transmisión es por el intercambio de fluidos de garrapatas infectadas durante la picadura en su proceso de alimentación, la cual, permanece adherida a la piel del huésped un periodo de cuatro a seis horas, tiempo en el que las rickettsias. El periodo de incubación de la rickettsiosis en el huésped humano es de 3 a 14 días, no existe la transmisión directa de persona a persona (SS, 2015).

Tabla 21. Número de casos confirmados y muertes por enfermedades relacionadas a la *Rickettsia* por año en Mexicali

Año	Número de casos confirmados	decesos
2009	878	9
2010	132	12
2011	N.D.	8
2012	97	15
2013	8	19
2014	67	25
2015	143	23
2016	79	15
2017	43	18
2018	24	4
2019	N.D.	6
2020	10	2
2021	16	16
2022	48	6
2023		7

Fuente: ISESALUD

Desde 2009 se detectó la presencia de Rickettsiosis, teniendo casos confirmados inicialmente en las colonias de Santa Isabel y Valle de Puebla. En la tabla 22, se muestra el histórico de los números de casos confirmados y decesos por enfermedades relacionadas al Rickettsiosis (COPLADEMM, 2011, 2013, 2015, 2017, 2022).

Tabla 22. Vectores (*Rickettsia*)

Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Población
Magnitud del efecto	Alto
Grupos vulnerables	Población segregada, población con pobreza, falta de hacinamiento en las viviendas y las malas condiciones higiénicas

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía:
Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

Peligro climático: Contaminación por aire

La ciudad de Mexicali presenta graves problemas de contaminación atmosférica debido a las actividades urbanas, agrícolas e industriales, las cuales emiten a la atmosfera contaminantes que vienen a deteriorar la calidad del aire, ocasionando daños a salud pública, que van desde enfermedades respiratorias leves hasta daños crónicos, situación de alerta para la población.

Los contaminantes criterio como lo son las partículas PM10, PM2.5, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono, presentan una mayor concentración en la temporada de invierno, este comportamiento puede deberse a que los meses fríos, existe una menor capacidad dispersiva del contaminante en la atmosfera, lo que facilita su acumulación (SEMARNAT, 2018).

Entre todos los contaminantes el material particulado es uno de los principales contaminantes del aire; las partículas de polvo de 10 micras (PM10) son las que más afectan a la población, esto debido a la presencia de grandes extensiones de terrenos baldíos dentro del área urbana y de parcelas en desuso del valle de Mexicali, cuyo suelo superficial es levantado por la acción del viento lo cual genera tolveneras que contaminan la atmosfera y representan un riesgo para la salud.

Tabla 23. Resumen de inventario de emisiones de la ciudad de Mexicali (ton/año).

Ciudad	PM10	PM2.5	SO2	NOX	COV	CO	NH3	Total
Mexicali	116862.2	20380.6	1036.7	33411.5	44100.6	135415.5	3920.6	375472.3

Fuente: Plan de Contingencia Ambiental Atmosférica para la Ciudad de Mexicali 2018

La información analizada muestra una tendencia de las principales fuentes de emisiones de contaminantes al aire, generadas por las diferentes clases de vehículos como autos particulares, camiones urbanos, taxis, que circulan en caminos pavimentados y no pavimentados, y generación eléctrica, así como fuentes fijas o instalaciones industriales y otras emisiones menores como

asaderos, panaderías, pintura de autos y olores desagradables causados por mala disposición de basura que vienen a dañar la calidad del aire.

El principal contaminante en la Ciudad de Mexicali es el monóxido de carbono con un volumen de 135,415.5 toneladas por año (ton./año), así como las partículas PM10 con 116,862.2 (ton./año) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) con 44,100.6 (Ton./año). las cuales tiene como fuentes principales los vehículos que circulan por las vialidades y nodos primarios que representan una alta conglomeración de estos, lo que constituye una de las fuentes principales de emisiones de CO. Además de estos, los puertos fronterizos terrestres (garitas) tienen un gran aforo vehicular.

En cuanto a la distribución porcentual de partículas PM10 el Polvo de caminos sin pavimentar genera el 38.9%, el camino pavimentado genera 23.3%, labranza 13.3% entre otros. En cuanto a la distribución porcentual de partículas PM2.5 El polvo de caminos sin pavimentar genera el 11.7%, y el polvo de camino pavimentado el 17.2%, la quema agrícola el 27.3%, entre otros.

De igual manera destacan las quemas agrícolas como una de las principales fuentes de emisiones de contaminantes a la atmosfera, ya que agricultura es una actividad intensiva, y que tiene un gran impacto en el desarrollo del municipio, lo que, a su vez, genera cantidades de biomasa residual, la cual es quemada en el sitio, de los principales contaminantes que genera es el CO (Coronado Ortega *et al.*, 2012).

Tabla 24. Porcentaje de Partículas PM10 y PM2.5 Emitidas por Categoría.

Categoría	PM10 (%)	PM2.5 (%)
Quemas agrícolas	0	27.3
Caminos no pavimentados	38.9	11.7
Caminos pavimentados	23.3	17.2
Labranza	13.3	0
Generación de energía eléctrica	0	11.7
Otras	24.5	32.1
Total	100	100

Fuente: Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire del Estado de Baja California – Proaire 2018-2027

Tabla 25. Porcentaje de CO Y NOX Emitidas por Categoría

Categoría	Monóxido de carbono (CO) (%)	ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOX) (%)
Camionetas y pick ups	48.9	37.7
Autos particulares y taxis	34.6	29.0
Quemas agrícolas	10.8	0
Otras	5.7	33.3
Total	100	100

Fuente: Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire del Estado de

Tabla 26. Contaminación por aire.

Probabilidad	Elevada
Consecuencia	Moderada
Frecuencia prevista	Aumento
Intensidad prevista	Aumento
Escala de tiempo	A corto plazo
Sectores afectados	Población
Magnitud del efecto	Alto
Grupos vulnerables	Población infantil, población hablante de lengua indígena, población con problemas respiratorios población con alta marginación.

Fuente: Elaboración propia con base a la Guía:
Como desarrollar un plan de acción climática en México, 2023

IV.3. Grupos, activos e infraestructura vulnerables

La identificación de los peligros climáticos extremos a que está sujeto el municipio de Mexicali, B. C. como son las elevadas temperaturas, olas de calor, golpe de calor, sequia, incendios entre otros, son algunos de los fenómenos que representan una grave amenaza para la población, este fenómeno va en aumento debido al calentamiento global, por lo cual, se deberán de tomar medidas preventivas de manera urgente para evitar pérdidas de vidas humanas y daños al medio ambiente.

IV.3.1. Grupos vulnerables: Ciclón (Tormenta tropical)

De acuerdo con los registros de precipitación mensual acumulada de la Comisión Nacional del Agua, se observó que en dos estaciones de Mexicali (Presa Morelos y Mexicali), durante 1951 a 2022 en la temporada de agosto a septiembre se registraron precipitaciones de 0.5 a 87 mm, siendo las máximas en octubre de 1972. En Mexicali, estos fenómenos han tenido efectos en la precipitación siendo esta en periodos cortos y de intensidad fuerte.

Debido a estos fenómenos climáticos la infraestructura urbana es muy vulnerables por las precipitaciones y fuertes vientos. En el municipio de Mexicali los efectos de los ciclones tropicales llegan como remanentes de precipitaciones que puede ocasionar daños por caída de árboles, daño al sistema eléctrico e interrupciones en los semáforos, congestión vehicular, encharcamientos, inundaciones y hundimiento.

La susceptibilidad que tienen las viviendas ante los fenómenos de ciclones tropicales varía de acuerdo al material y estructura de la vivienda, de acuerdo al Análisis de susceptibilidad de vivienda ante vientos y sismos, en el municipio de Mexicali el 5% del total de viviendas cuentan

con una estructura (muros de adobe con techos flexibles) que los hace vulnerables ante estos peligros climáticos.

Los grupos vulnerables por ciclones tropicales en el municipio, corresponde a la población con marginación alta y muy alta, de las localidades con muy alta marginación son Ejido Laguna Salada, Bordo Tule Chek (Colonia Cerro Prieto), La Ladrillera (Colonia Colorado Número Tres), Progreso [Granjas], Ladrillera de la Progreso, La Laguna y Los Tililas. La vulnerabilidad tiende a ser más intensa sobre todo en localidades donde los ciclones han tenido presencia en un mayor número de veces.

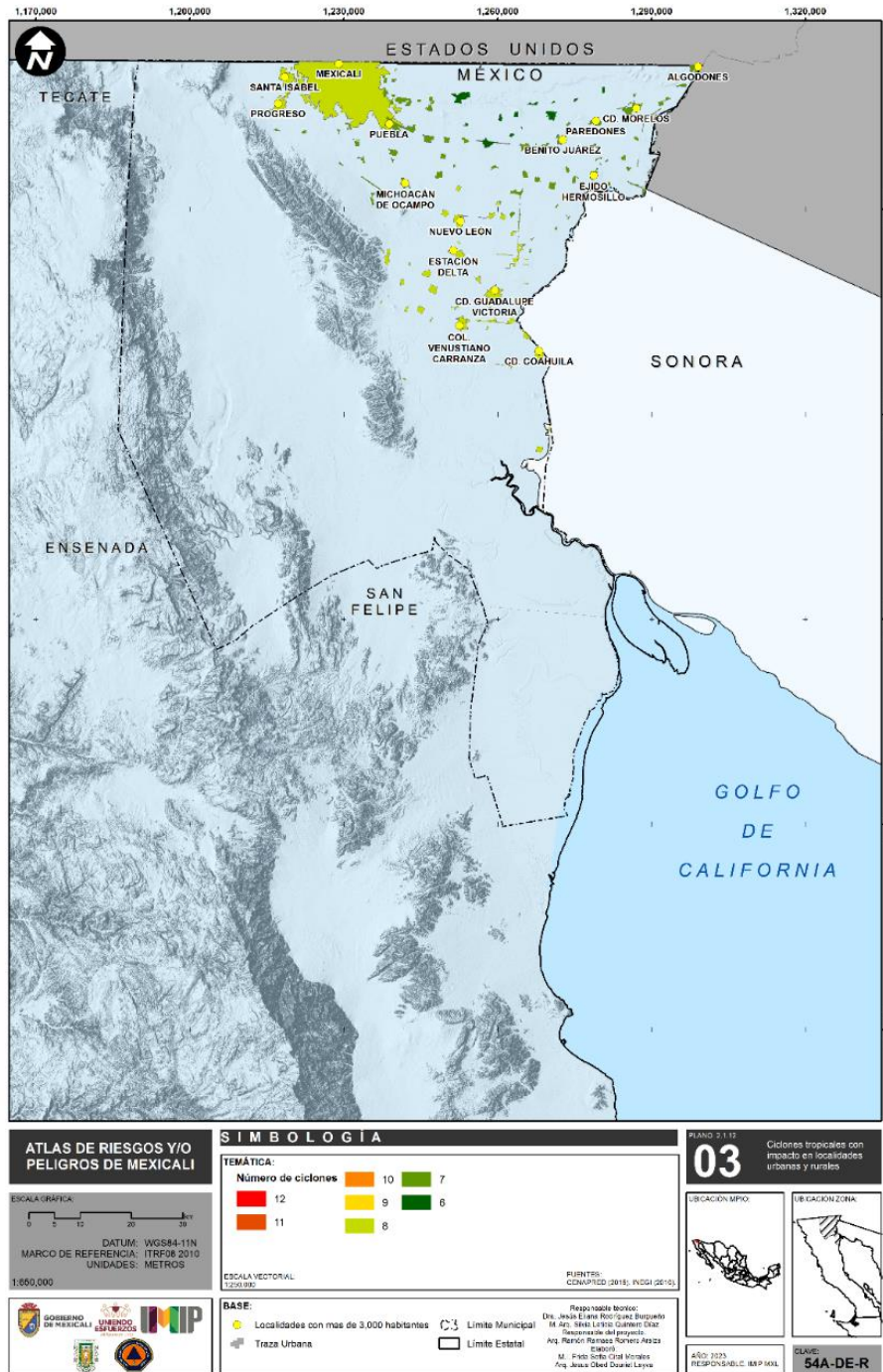
Otro grupo vulnerable ante este fenómeno climático es la población hablante de lengua indígena, la mayor concentración de esta población se localiza en la localidad urbana de Mexicali con 6,148 personas, localidades con presencia importante de este grupo de población es Ciudad Guadalupe Victoria (Kilómetro Cuarenta y Tres), Vicente Guerrero (Algodones), Poblado Lázaro Cárdenas (La Veintiocho) y Ejido Lázaro Cárdenas (La Mosca). Existen toras localidades con menos proporción y que se encuentran distribuidos en el valle de Mexicali.

Tabla 27. Población vulnerable por ciclón tropical.

Población con marginación alta y muy alta	470
Población hablante de lengua indígena	9,169
Viviendas muros de adobe y techos flexibles	16,000

Fuente: CONAPO. CENAPRED, INEGI

Figura 14. Ciclones tropicales que tuvieron impacto en localidades del municipio de Mexicali.



Fuente: Elaboración propia.

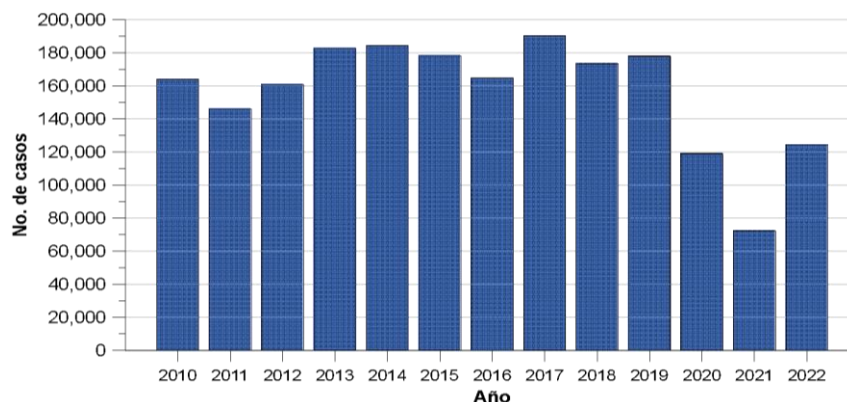
IV.3.2. Grupos vulnerables: Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1990). Éstas se presentan principalmente en las noches de invierno debido a una fuerte pérdida radiativa y, suelen acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden llegar a descender a los 2°C (Matías, *et al.*, 2014).

Las afectaciones directas a la salud humana por las heladas son las infecciones de las vías respiratorias (IRAS), la congelación de la piel, y la hipotermia. Otros de los efectos adversos provocados por este fenómeno son el dolor de cabeza, enfermedades de tipo circulatorio, ataques cardiacos y la urticaria del frío (Matías *et al.*, 2014; SSA, 2004).

En el municipio de Mexicali las infecciones respiratorias (IRA'S) son el padecimiento de morbilidad más frecuente (51 %) en los años 2010 a 2020 y 2022 (figura 15). Tan solo en el año 2022 se registraron 124,455 casos de IRAS que incluyen otitis media aguda, faringitis y amigdalitis, infecciones respiratorias agudas, neumonías y bronconeumonías (ISESALUD, 2023).

Figura 15. Número de casos de IRAS registradas en el municipio de Mexicali.



Fuente: ISESALUD (2022).

Las bajas temperaturas producen en el cuerpo humano efectos adversos, sus inclemencias las sufren principalmente personas en situación de calle, que habitan en casas frágiles y, población vulnerable (niños y personas de la tercera edad) (Matias *et al.*, 2014).

Tabla 28. Población vulnerable por heladas.

Población infantil (0 a 9 años)	148,242
Población adulta mayor (65 años y más)	80,587
Población en situación de calle	S/D
Viviendas muros de adobe y techos flexibles	16,000
Población hablante de lengua indígena	9,657

Fuente: Censo de población y vivienda, INEGI (2020).

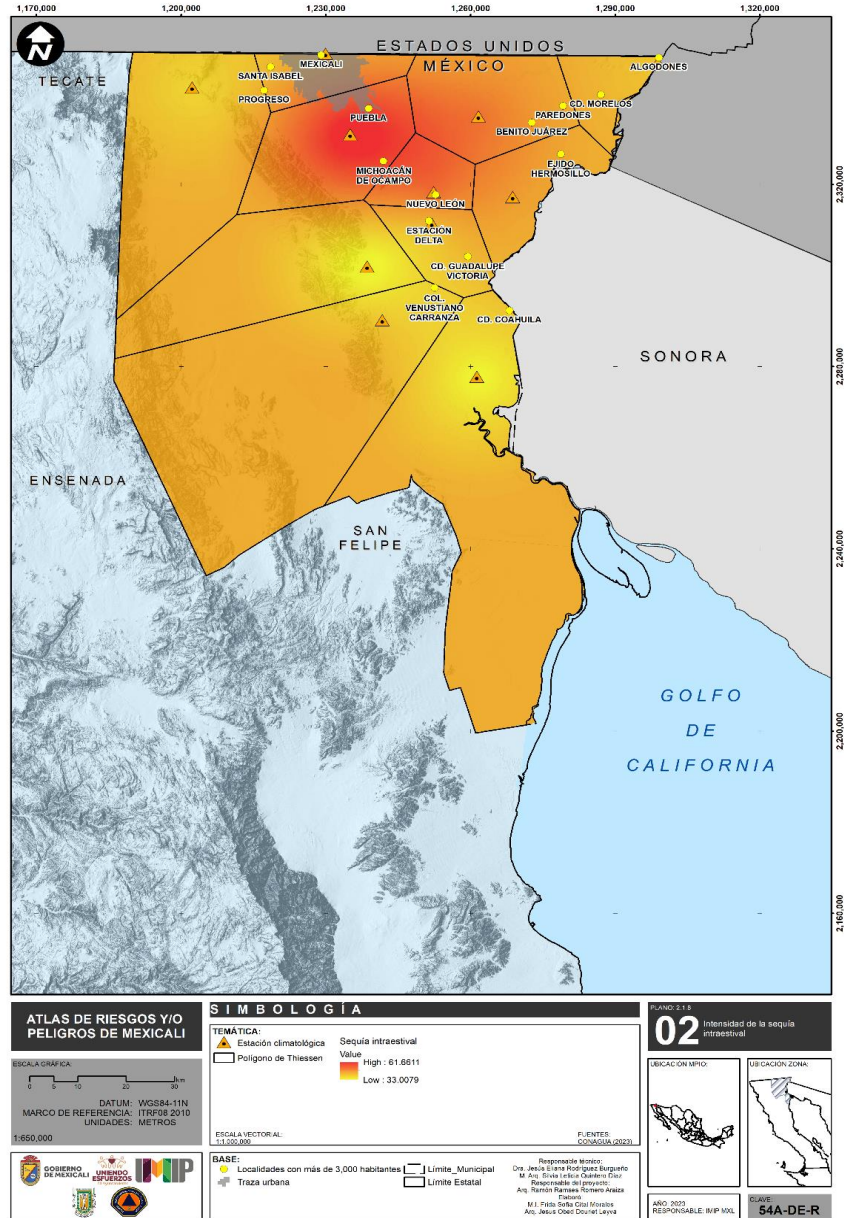
IV.3.3. Grupos vulnerables: Sequía

La sequía se debe entender no sólo como escasez de agua, sino como su carencia total y, por decir, contingente, que durante un lapso de tiempo afecta las condiciones de desarrollo de plantas y animales.

Los sistemas que son vulnerables ante el fenómeno de sequía es la agricultura debido a las pérdidas de producción agrícola, también se encuentran como vulnerables los recursos

forestales, migraciones, desempleo, entre otros. Una de los más vulnerables es la población a través de la disminución de fuentes de abasto de agua de los principales ríos y acuíferos.

Figura 16. Intensidad de la sequía intraestival del municipio de Mexicali para el periodo de 1980 a 2022 y el área de influencia de cada estación climatológica.



Fuente: Elaboración propia

Los efectos del cambio climático han provocado reducciones en la dotación de agua a México y a los Estados Unidos debido a las bajas precipitaciones y la reducción en las nevadas. La Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) anuncia que para el año 2024 habrá reducciones en las entregas de agua del Río Colorado a México. Dicha reducción se realizará de conformidad con el Acta 323, un Acuerdo firmado en el año 2017 por la CILA entre México y los Estados Unidos. Ambos países acuerdan reducir el uso de su asignación anual de aguas del Río Colorado.

En el año 2024, la asignación de México se reducirá en 62 millones de metros cúbicos (Mm³) y, además, México contribuirá con 37 Mm³ de ahorro de agua recuperable bajo el Plan Binacional de Contingencia ante la Escases de Agua (PBCEA), con lo cual, las entregas a México en 2024 registrarán una disminución total de 99 Mm³, (CILA, año).

Por otra parte, “Si no se adoptan medidas adicionales de forma inmediata, o no mejoran las condiciones de sequía asociadas al cambio climático, se prevé que los almacenamientos sigan disminuyendo rápidamente, poniendo en peligro el suministro de agua en toda la cuenca incluido México” (CILA, año).

IV.3.4. Grupos vulnerables: Olas de calor

Las elevadas temperaturas durante los meses de verano y una alta humedad ambiental, así como un aumento en el número de días con calor, más la exposición prolongada al sol son factores determinantes para que el número de muertes se incremente. Los síntomas como consecuencia del golpe de calor son la insolación, deshidratación, piel seca, fatiga, mareos, temperatura corporal arriba de los 36.6 °C a 37 °C, convulsiones hasta llegar a la pérdida de conciencia y la vida.

Los grupos vulnerables por ondas de calor con respecto a las características de los fallecidos se encontró que más de la mitad eran hombres debido a la actividad desempeñada que van desde agrícolas, ganaderas, de caza y de pesca, así como en menor medida por trabajadores de la industria de la transformación y en un porcentaje casi igual de gente que no trabajaba (Díaz *et al.*, 2014). Las mujeres embarazadas y los ancianos son otro grupo vulnerable los cuales pueden experimentar un golpe de calor por el aumento de su temperatura corporal (CENAPRED, 2017). Los migrantes conforman otro grupo vulnerable cuyo porcentaje de fallecimiento no ha sido especificado, pero es conocido que llegan a morir en situaciones de soledad y con frecuencia se relaciona con migrantes que intentan cruzar el desierto hacia Estados Unidos procedentes del sureste del país (Díaz *et al.*, 2014).

Tabla 29. Muertes por golpe de calor en el municipio de Mexicali.

Año	Cantidad
2017	7
2018	13
2019	-
2020	15
2021	25
2022	26

2023	39 ²
------	-----------------

Fuente: Atlas de riesgo.

Figura 17. Notas sobre decesos por golpe de calor en el municipio de Mexicali.



Fuente: Head topics/la jornada online 2 de agosto 2023.

El golpe de calor no solo afecta a la población también provoca daños a distintas especies de animales como son los pelícanos que cuando se presentan temperaturas superiores a los 40 °C y una humedad relativa por arriba del 20% provocan daños a la salud de estos ejemplares.

De las especies más afectadas por el golpe de calor es el pelícano pardo de california (*Pelecanus occidentalis*), debido a las elevadas temperaturas estas especies sufren el golpe de calor que afecta su condición corporal, presentan hipertermia, desorientación, debilidad muscular, arritmia, disnea y no pueden volar; como consecuencia del calor caen al suelo en distintos puntos de la ciudad y en algunos casos mueren.

Figura 18. Pelicanos afectados por golpe de calor.



Fuente: Periódico La voz de la Frontera, viernes 7 de julio del 2017. Bosque y Zoológico de la ciudad

Otra especie afectado son los peces, esto a consecuencia del cambio climático y del aumento de la temperatura, la disminución del nivel del agua, han provocado la muerte de miles de peces en el Sistema Lagunar; laguna México, laguna Campestre, laguna Xochimilco y el lago del bosque y zoológico de la ciudad y del Río Hardy. Este fenómeno se ha estado presentando de manera

² Al 10 de agosto de 2023.

recurrente cada año durante la temporada de verano. En el año 2017 se presentó en el Sistema Lagunar y el lago del bosque y zoológico de la ciudad. En el año 2020 en la laguna México, en el año 2021 en el Río Hardy y el año 2022 en el sistema lagunar.

En el dictamen técnico la CONAGUA concluyó que la mortandad de peces se debió a la variación brusca de temperatura de 15.5 °C, es decir de 47 °C a 32 °C lo que ocasionó la desaparición de la termoclina en el cuerpo de agua, que a su vez condujo al fenómeno de volcamiento térmico que desestabilizó bruscamente los parámetros vitales en el entorno ecológico, de temperatura, oxígeno disponible, pH, y concentración de amoníaco. Las especies afectadas fueron el Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) Bagre de cabeza plana (*Pylodictis olivaris*) Mojarra amarilla (*Lepomis macrochirus*) y en su mayoría Sardinas molleja (*Dorosoma cepedianum*).

Figura 19. Muerte de peces por variación de temperatura.



Fuente: CONAGUA

IV.3.5. Grupos vulnerables: Incendios agrícolas

Las zonas agrícolas después de ser cultivadas generan residuos de restos de cosechas como ramas, malezas, hojas etc. Algunos agricultores del valle de Mexicali optan por realizar quemas agrícolas para preparar el suelo para la próxima siembra; el cultivo que se quema más en el Valle de Mexicali es el trigo y en menos proporción es el esparrago, cebada, cártamo y maíz.

Figura20. Quema de parcela agrícola



Fuente: Dirección del H. Cuerpo de Bomberos de Mexicali

Los grupos vulnerables que son afectados por esta práctica son la población infantil, adultos mayores y personas con problemas respiratorios. En algunos casos las quemas agrícolas pueden salirse de control y ocasionar daños a los cultivos y bienes materiales.

Tabla 30. Población vulnerable por heladas.

Población infantil (0 a 9 años)	148,242
Población adulta mayor (65 años y más)	80587

Fuente: Censo de población y vivienda, INEGI (2020).

IV.3.6. Grupos vulnerables: Inundaciones

Debido a las fallas en la estructura hidráulica (canales de riego, drenes, estructuras de control) lo que propicia un desborde de aguas o colapso de infraestructura, causando inundaciones en el valle de Mexicali.

Con respecto a las zonas de mayor vulnerabilidad en la zona urbana de Mexicali, estas están asociadas a las viviendas que se encuentran concentradas en la delegación de Mexicali abarcando las zonas 1, 1A, 2, 2A, 3, 3A, 6 y 6A. El alto grado de vulnerabilidad en la zona urbana proviene de la proximidad al cauce del Río Nuevo, la combinación de factores como el tipo de suelo arcilloso y desnivel de terreno de 3 a 8 m propicia la acumulación del flujo de la lámina de lluvia en exceso por lo que tiende a elevarse el nivel de agua de una manera repentina.

V. Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación implica la habilidad de sujetos y sistemas sociales para reaccionar apropiadamente en momentos de crisis no anticipadas. Es sinónimo de capacidad de reacción y de enfrentamiento positivo, sin excesiva demora o dificultades, ante las demandas y efectos no anticipados de desastres y crisis de todo tipo.

En el municipio de Mexicali, podemos encontrar diferentes factores que afectarán en mayor medida y mejorarán la capacidad de adaptación a los fenómenos hidrometeorológicos extremos y al cambio climático. Estos factores están vinculados al proceso de adaptación climática y abarcan condiciones de conocimiento, recursos humanos y financieros, funcionamiento de la estructura institucional, instrumentos de planeación, sectores productivos e infraestructura estratégica.

Tabla 31. Factores que mejoran la adaptación climática.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Estabilidad política	El municipio en la actualidad se encuentra trabajando en acciones para mitigar los efectos del cambio climático en la población; mediante la aplicación de políticas públicas como son el inventario, regulación y control de emisiones de Gases efecto de invernadero que provocan daños a la población y al medio ambiente derivados del cambio climático. Con el propósito, de promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos.
Compromiso Político y Capacidad de Gobierno	El municipio de Mexicali cuenta con la Dirección de Protección al Ambiente la cual tiene como objetivo el Impulsar las políticas públicas orientadas a la preservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales con un enfoque de sustentabilidad. Además de la prevención y la protección del medio ambiente mediante acciones, proyectos y programas, en beneficio del medio ambiente, la biodiversidad de las especies y el cambio climático.
Capacidad de Gobierno	El municipio cuenta con diversos instrumentos de planeación como son el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025 (En proceso de actualización) diversos Programas Parciales, el Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali (En proceso de actualización) el Atlas de Riesgos (En proceso de actualización) entre otros. En dichos documentos se proponen acciones para un mejor ordenamiento territorial.
Capacidad Presupuestaria	

Conocimiento de los riesgos	El municipio cuenta con la Unidad Municipal de Protección Civil que se encarga de regular las acciones para la prevención, mitigación, auxilio y salvaguarda de las personas, sus bienes, la propiedad pública y el medio ambiente; Además cuenta con el Consejo Municipal de Protección civil integrado por 10 mesas de trabajo que se encarga del restablecimiento y funcionamiento de los servicios públicos indispensables y sistemas estratégicos en caso de emergencia y desastre, provocados por fenómenos perturbadores de origen natural o antropogénico.
Acceso a la Educación	El municipio cuenta con una tasa de alfabetización del 98.4% en donde el grado promedio de escolaridad es de 8.11% años. Es de suma importancia de incorporar en las actividades educativas aspectos relativos al cambio climático. Aunque la Dirección de Protección al Ambiente trata este tema en los programas de Educación Ambiental que se imparten en los distintos niveles de educación.
Vivienda	De acuerdo con datos del INEGI 2020, en el municipio de Mexicali el 98.3% de las viviendas cuentan con piso diferente a tierra. En el censo no viene la variable de techo, si es de losa de concreto, lamina, madera u otro material. Que pueda asegurar las condiciones de habitabilidad.
Acceso a los Servicios Básicos	En el censo de INEGI DEL 2020 el municipio de Mexicali tiene un porcentaje de 95.8 de viviendas que cuentan con los servicios básicos como son la energía eléctrica, agua entubada y drenaje que es un factor muy importante para el bienestar de la población. Esta situación puede considerarse de un riesgo moderado debido al establecimiento de viviendas en la periferia o alejadas de donde se encuentran estos servicios.

Tabla 32. Factores que dificultan la adaptación climática.

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Acceso a la atención Médica	En base a información del INEGI el 80.9% de la población es derechohabiente a servicios de salud. El porcentaje restante representa un reto para el municipio debido a que esta parte de la población carece de estos servicios de salud y en caso de presentarse algún fenómeno perturbador la atención a esta población incrementará la inversión municipal.
Migración	En base a datos de INEGI 2020 la población inmigrante nacida en otra entidad es del 28.5% representando un total de 293,097 habitantes esto implica un alto riesgo para albergar y asegurar los servicios básicos de salud, educación que debe tener la población migrante, y con esto evitar el establecimiento de asentamientos humanos irregulares en distintos puntos del municipio.
	Mexicali en la década de los noventa y gracias al impulso de la industria, su crecimiento urbano y la ocupación del suelo se aceleró considerablemente. Además, la política de vivienda federal incentivó el

Planificación del uso de la tierra y la urbanización rápida	desarrollo habitacional, aumentando todavía más la ocupación del suelo, registrando una tasa media de crecimiento anual entre 1990 a 2000 del 2.9%. Esto vino a colapsarse a finales de la década del 2010, provocando grandes cantidades de vivienda abandonada y dispersión urbana, lo que disminuyó considerablemente su adaptación al cambio climático.
Acceso a los datos de calidad y pertinentes	El municipio hoy en día ofrece información a la población sobre efectos del cambio climático. La falta de infraestructura y equipamiento representa un riesgo moderado para la población debido a la falta de comunicación inmediata.
Compromiso con la Comunidad	El Sistema de Alerta Temprana proporciona información a la población a través de medios informativos como televisión, radio y redes sociales, para prevenirse sobre los fenómenos derivados del cambio climático y los posibles efectos en la salud, medio ambiente y sus bienes.
Salud pública	Actualmente algunas enfermedades como las gastrointestinales no se consideran como provocadas por el cambio climático. Únicamente se emiten a nivel estadístico el tipo de atención que se brinda.
Costo de vida	Mexicali tiene un costo de vida relativamente alto en comparación con el resto del país, siendo la energía, los alimentos, las deudas y los desastres las principales causas que merman la economía del municipio, lo que a su vez impide que se destinen recursos para invertir en mecanismos o estrategias que aumenten su capacidad de respuesta y adaptación al cambio climático.
Desempleo, pobreza y desigualdad	La población que se encuentra en esta situación se considera vulnerable expuesta a los peligros de los fenómenos hidrometeorológicos derivados del cambio climático.
Salud Económica	Las personas con desempleo se encuentran expuestas a los factores climáticos adversos, algunas de ellas buscan trabajos informales los cuales no cuentan con las condiciones de seguridad representando un riesgo para esta población.
Diversidad Económica	El municipio de Mexicali cuenta con una gran diversidad económica y productiva que satisface las necesidades de la población, las cuales pueden generar resiliencia urbana ante algún fenómeno perturbador, como consecuencia del cambio climático.
Seguridad y Protección	En cuanto a esto, se identifica que se ven afectados en las acciones o planes a ejecutar, lo que, resulta en un aumento de inseguridad o en su caso en la disminución de acciones que contrarresten la vulnerabilidad de la comunidad incluso afectando la participación colectiva.

V.1 Medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático

Tabla 33. Medidas de mitigación y adaptación.

Fenómenos climatológicos	Medidas de mitigación y adaptación
Temperaturas extremas Golpe de calor	Reforzar la infraestructura de energía eléctrica para evitar cortes constantes durante la presencia de fenómenos climáticos o como consecuencia de ellos.
	Mejorar la capacidad de respuesta de reconexión de energía eléctrica ante los cortes.
	Diversificar el mercado energético con el uso de energías renovables.
	Promover el uso y ahorro eficiente de la energía
	Sustituir y usar materiales de construcción que conservan o ahorran energía en el hogar.
	Incentivos fiscales para el desarrollo y construcción de vivienda bioclimática.
	Incrementar el número de albergues temporales durante la época de verano.
	Incrementar el número de Centros de Hidratación.
	Incrementar la cantidad de unidades móviles de auxilio para apoyar a la población.
	Implementar un programa de rehabilitación de parques públicos.
	Incentivar a propietarios de plazas y centros comerciales para la forestación de sus instalaciones.
	Creación de un programa intensivo de forestación y reforestación en la ciudad, para mejorar las condiciones del microclima urbano.
Realizar estudios específicos de especies animales y vegetales sensibles al cambio climático.	
Inundaciones	Modernización de la red pluviométrica del municipio.
	Incremento del porcentaje (%) de cobertura del sistema de drenaje pluvial.
	Proporcionar mantenimiento, limpieza y desazolve constante de la red de drenaje pluvial.
	Creación de jardines de lluvia.
	Implementación de trincheras de infiltración en el Valle de Mexicali.
Reubicación de asentamientos humanos irregulares en zonas de inundación	
Sequías	Planeación integral del uso y manejo del agua, mediante la vinculación interinstitucional y la participación social
	Promover y fortalecer las buenas prácticas de uso, manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos.
	Promover una campaña dirigida a la población, por radio y medios audiovisuales y redes sociales, sobre el uso adecuado del agua para evitar su desperdicio.
	Desarrollar un programa de asignación y control del uso del agua en condiciones de escasas.

	Implementar tecnologías de bajo consumo de agua en periodos de sequias.
	Sembrar cultivos de bajo consumo de agua en periodos de sequias con el fin de mantener el recurso hídrico.
	Implementar nuevas tecnologías en los sistemas de riego en los cultivos para eficientizar el ahorro del agua.
	Diseñar campañas de información dirigidos a la población sobre los efectos del cambio climático.
Vientos	Realizar un inventario y revisión estructural sobre los espectaculares y anuncios publicitarios que pudieran caerse en caso de vientos fuertes.
	Realizar una campaña publicitaria referente a la poda de árboles que afecten la infraestructura aérea, con el fin de evitar caída de postes o líneas diversas.
	Proporcionar auxilio a residentes de viviendas precarias que han sido afectado por fenómenos climatológicos.

Fuente: Elaboración propia.

VI. Conclusiones

El cambio climático ha afectado distintas regiones del planeta provocando daños a la salud y muerte ocasionado por distintos factores climáticos que han sido alterados como resultado de las actividades antropogénicas, debido a las emisiones de gases efecto de invernadero, tala de bosques, cambio en los usos del suelo etc. Provocando incrementos en la temperatura del planeta, deshielos de los casquetes polares, subida del nivel del mar, aumento en el número de ciclones, inundaciones y sequías.

La ciudad y el municipio de Mexicali no son ajenos a esta problemática mundial, ya que, por su ubicación geográfica y condiciones desérticas, tiene como principales riesgos provocados por el cambio climático, aquellos asociados al recurso hídrico y a la aridez que compromete sus sistemas productivos basados en un alto porcentaje en actividades primarias, especialmente en las comunidades rurales. Aunado a esto, las constantes quemadas agrícolas, el incremento en el uso del vehículo particular en la ciudad, sumado al aumento de las condiciones de sequía y la falta de áreas verdes, ponen en alerta las condiciones de bienestar y salud de la población vulnerable.

Los resultados obtenidos de la evaluación actual de riesgos y la revisión realizada de fenómenos climáticos pasados, muestran una tendencia al aumento en la intensidad y frecuencia de algunos fenómenos hidrometeorológicos.

El municipio de Mexicali enfrenta una serie de riesgos climáticos significativos como lo son las heladas y olas de calor, debido al registros de grandes contrastes térmicos, teniendo temperaturas máximas de 54.3 °C y llegando a estar con temperaturas mínimas de -7 °C en invierno, por lo que, se considera una de las ciudades con el clima más extremo del país. Las bajas temperaturas pueden dañar las células vegetales, causando daños visibles en las hojas, flores y frutos de las plantas. Esto puede llevar a una disminución en el rendimiento de los cultivos y, en casos graves, incluso a la pérdida total de la cosecha, también, las temperaturas frías pueden aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, especialmente entre los grupos más vulnerables, como los niños y adultos mayores.

Aunque el municipio de Mexicali y su valle tienen poca precipitación, las inundaciones son otro fenómeno climatológico significativo, que representa un riesgo para la ciudad y su población, relacionado principalmente por las lluvias atípicas como es el caso del Fenómeno del Niño que incrementa la cantidad de lluvias: asimismo, otro fenómeno perturbador son las tormentas tropicales que originan lluvias extraordinarias y severas afectando la infraestructura urbana y aquellas zonas que carecen de pavimento.

Las proyecciones climatológicas para el municipio de Mexicali arrojan resultados que muestran diferentes anomalías en el clima, abarcando tanto las temperaturas extremas, olas de calor, sequías, escasa precipitación, heladas e inundaciones provocadas por tormentas tropicales y lluvias atípicas toda consecuencia del cambio climático. Estas proyecciones estiman un

incremento de temperatura y precipitación mínima y máxima en un periodo corto (horizonte cercano 2015-2030), el mes de enero presenta las temperaturas más bajas en todo el año, sin embargo, se estima un incremento promedio de temperatura mínima de 1.4 °C en el modelo (GFDL-CM3), por otro lado, el mes de julio presenta las temperaturas más elevadas, en este mes se estima un incremento promedio de 2.6 °C. (modelo GFDL-CM3); El mes con las mínimas precipitaciones en todo el año tendría una disminución de 0.5 mm. mientras tanto, el mes julio donde se presentan las mayores precipitaciones, se estima un disminución promedio de 5.3 mm (modelo GFDL-CM3). Los modelos climáticos sugieren un aumento en la frecuencia e intensidad de olas de calor, así como una mayor variabilidad en los patrones de precipitación.

Estos escenarios climáticos reflejan un panorama de desafíos y oportunidades significativos en un contexto de cambio climático. El municipio se encuentra en una situación vulnerable debido a su ubicación en un entorno desértico y las temperaturas extremas que caracterizan su clima.

Los escenarios tienen implicaciones profundas para diversos aspectos de la vida en Mexicali. El aumento en las temperaturas extremas podría incrementar los riesgos para la salud, especialmente entre los grupos sensibles. Además, la disponibilidad de agua, podría verse limitada en la región, viéndose comprometida debido a las disminuciones en la dotación a causa de bajas precipitaciones y la reducción en las nevadas al norte de la región.

Otra de las implicaciones es en la actividad agrícola, siendo un sector clave en la economía local, enfrentaría desafíos considerables debido a las temperaturas más altas y la mayor demanda de agua. La necesidad de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles y resistentes al calor se vuelve urgente para garantizar la seguridad alimentaria y la viabilidad económica.

Por otra parte, como consecuencia del cambio climático la CILA anuncio que para el año 2024 habrá reducciones en las entregas de agua del Río Colorado, donde la asignación a México registrará una disminución total de 99 Mm³. debido a la sequía.

Los cambios climáticos en el municipio seguirán siendo severos, particularmente en las temperaturas extremas, ya que el registro de días de calor extremo y el aumento de olas de calor son tendencias que se espera continúen. Sin embargo, es importante enfatizar que estas proyecciones no implican una certeza de ocurrencia, sino más bien, presentan posibles escenarios futuros que nos indican que, aunque no son pronósticos climáticos, cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro.

Se puede inferir que el cambio climático definitivamente afecta al municipio de Mexicali, por lo que se tendrán que tomar acciones para la mitigación de estos impactos a la población y a los ecosistemas; y tener la capacidad de adaptación para afrontar estos fenómenos climatológicos y ser resiliente ante estos agentes perturbadores que afectan a la población.

En última instancia, la planificación a largo plazo, la colaboración entre sectores y la acción temprana son esenciales para abordar los desafíos planteados por los escenarios climáticos en Mexicali. La inversión en infraestructuras resilientes, la educación pública sobre la adaptación al clima y la promoción de prácticas sostenibles son aspectos clave para asegurar un futuro más

seguro y sostenible para los habitantes de Mexicali en un contexto de cambio climático en evolución.

VII. Referencias bibliográficas

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2017). Escenarios de cambio climático. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/escenarios-de-cambio-climatico-80126>.

IPCC. (2013). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf.

Dirección Municipal de Ecología (2000) “Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mexicali”

Secretaria de Protección al Ambiente de Baja California (2014). “Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California”

Instituto de Investigaciones Sociales, UABC (2011). “Atlas de Riesgo para la Ciudad de Mexicali” Editorial U.A.B.C.

Instituto de Ingeniería, U.A.B.C. (2023). “Atlas de Riesgo del Municipio de Mexicali” Editorial U.A.B.C.

Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana (2007) Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, 2025

Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana (2016). Estudio de Desarrollo Urbano del Sistema Lagunar (Campestre, México y Xochimilco) Mexicali, B. C.

Secretaria de Protección al Ambiente de Baja California 2012. Programa estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California

Rzedowsky J. (1978). “Vegetación de México” Editorial Limusa

SARH (1995). “Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero”. Delegación Baja California

Leopold A. S. (1977) “Fauna Silvestre de México” Edición del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables

Peterson R. (1989) “Aves de México” Guía de campo Editorial Diana, México

Sanford R. W. (1987) “Birds of Baja California” Editorial University of California Press Los Angeles, Ca.

Burt W. H. (1976) “A field guide to the Mammals of America North of México”. Editorial Houghton Mifflin Company Boston

Fitzpatrick E.A. (1995) “Suelos, su formación, clasificación y distribución” Editorial Limusa

VIII. Glosario

Capacidad adaptativa: es la capacidad que tienen los sistemas, instituciones, seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

Exposición: es la presencia de personas, servicios, recursos ambientales, especies o ecosistemas y entornos que podrían verse afectados negativamente.

Impacto: son las consecuencias de los riesgos materializados en los sistemas humanos y naturales, donde los riesgos provienen de las interacciones entre los peligros relacionados con el clima (incluidos los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad.

Peligro: es la ocurrencia potencial de un suceso físico de origen natural o humano que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos ambientales.

Resiliencia: es la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosos respondiendo de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Sensibilidad: corresponde a las características del sistema que hacen que su nivel de vulnerabilidad al riesgo aumente o disminuya.

Vulnerabilidad: es el grado hasta el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad es función del carácter, la magnitud y la rapidez del cambio climático, y de la variación a la que un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

Riesgo climático: es la probabilidad de que se produzcan consecuencias adversas de un peligro relacionado con el clima en la vida de las personas, en propiedades o en la infraestructura, así como en la interrupción de actividades o de servicios económicos.

Cambio climático: Variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

Mitigación (del cambio climático): Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero. En este informe también se analizan las intervenciones humanas dirigidas a reducir las fuentes de otras sustancias que pueden contribuir directa o indirectamente a la limitación del cambio climático, entre ellas, por ejemplo, la reducción de las emisiones de partículas en suspensión que pueden alterar de forma directa el balance de radiación (p. ej., el carbono negro) o las medidas de control de las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y otros

contaminantes que pueden alterar la concentración de ozono troposférico, el cual tiene un efecto indirecto en el clima.

Adaptación: Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.