

Capítulo 24

Valoración del impacto climático en las principales ciudades de la frontera norte de México

Liliana Rivera-Lozano, Felipe Adrián Vázquez-Gálvez y Alfredo Granados-Olivas

RESUMEN

Se evaluó el impacto del cambio climático para escenarios de forzamiento RCP 4.5 y 8.5 de los siguientes 15 y 100 años en las ciudades de Tijuana, Mexicali, Nogales, Heroica Ciudad Juárez, Piedras Negras, Nuevo Laredo y Heroico Matamoros las cuales están localizadas en la región fronteriza entre México y Estados Unidos. Para esto, se calcularon las anomalías mensuales del porcentaje de precipitaciones y de variación de temperaturas. Posteriormente, se compararon las tendencias obtenidas para cada localidad bajo escenarios optimistas de bajo forzamiento radiativo con escenarios severos que implican el aumento de temperaturas promedio superiores al 1.5° C por encima de niveles preindustriales de acuerdo con el reporte especial de la elevación de la temperatura del IPCC. Finalmente, en vista de los resultados obtenidos y tomando en cuenta que la actividad económica de estas ciudades se centra en la industria maquiladora, se proponen tres estrategias de adaptación que buscan transformar los paradigmas actuales y encaminar a la comunidad hacia un desarrollo más sustentable, capaz de brindar bienestar y estabilidad económica a largo plazo para toda la región.

Palabras Clave: Anomalía, escenario de cambio climático, precipitación, resiliencia, temperatura.

ABSTRACT

The impacts of climate change over the next 15 and 100 years was asses for the cities of Tijuana, Mexicali, Nogales, Heroic Juárez City, Piedras Negras, Nuevo Laredo and Heroic Matamoros which are located along the U.S.-Mexico borderline. Therefore, the monthly anomalies of percentage of precipitation and temperature variations were calculated for climate scenarios with radiative forcing RCP 4.5 and 8.5. Subsequently, the projected trends for each location under optimistic impact scenarios of low CO₂ emissions were compared with severe scenarios that imply the increment of average global temperatures over 1.5° C above pre-industrial levels according to the special report sr15 of the IPCC. Finally, in view of the results and since the main economic activity of these cities is mainly focused on the maquiladora industry. We propose three adaptation strategies to be implement immediately in order to generate an unprecedented transformation of current paradigms, and steer the community

towards a more sustainable development, capable of providing long-term economic stability and well-being for the entire region.

Key words: Anomaly, climate change scenario, precipitation, resilience, temperature.

INTRODUCCIÓN: IMPACTOS GENERALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN UN CONTEXTO GLOBAL

El estudio aquí presentado surge dentro del margen de acción planteado por el reporte especial de la elevación de la temperatura emitido por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) el pasado 8 de octubre del 2018. El cual ofrece una evaluación formal del actual riesgo ambiental, social, y económico que implicará el sobrepasar el umbral de temperatura promedio global 1.5°C por encima del nivel preindustrial como resultado de la interferencia de las actividades humanas en el sistema. La intención del reporte especial de la elevación de la temperatura, es realizar un llamado urgente a tomadores de decisiones alrededor del mundo especificando dos metas concisas para prevenir un escenario de impacto ambiental catastrófico e irreversible, tanto para los diversos ecosistemas del planeta como para el bienestar de la humanidad. Siendo la primera meta, reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI's) en un 45% dentro de los próximos 12 años, seguido de alcanzar el 0% de emisiones para el 2050 mediante el uso de técnicas de remediación (IPCC, 2018).

A través de las más de 6000 revisiones científicas con las que contó el reporte especial del IPCC, se estima que, de no alcanzar a cumplir dichas metas, la probabilidad de que el Océano Ártico se deshiele por completo aumenta su frecuencia diez veces, siendo altamente posible que ocurra este evento una vez por década, trayendo consigo el desastroso impacto para las comunidades costeras del aumento del nivel del mar. Así mismo, disminuirá drásticamente el margen de adaptación para especies y complejos ecosistemas tales como los arrecifes coralinos de los cuales se espera una desaparición del 99% generando así, una ruptura irremediable de la cadena alimenticia de los océanos. En adición a el incremento en frecuencia e intensidad de adversos impactos climáticos los cuales se enlistan detalladamente en el reporte técnico del reporte especial de la elevación de la temperatura del IPCC (Allen, de Coninck, Dube, Hoegh-Guldberg, Jacob, Jiang, Revi, Rogelj, Roy, Shindell, Solecki, Taylor, Tschakert, Waisman, Halim, Antwi-Agyei, Aragón-Durand, Babiker, Bertoldi, Bindi, Brown, Buckeridge, Camilloni, Cartwright, Cramer, Dasgupta, Diedhiou, Djalante, Dong, Ebi, Engelbrecht, Fifita, Ford, Forster, Fuss, Ginzburg, Guiot, Handa, Hayward, Hijioka, Hourcade, Humphreys, Kainuma, Kala, Kanninen, Kheshgi, Kobayashi, Kriegler, Ley, Liverman, Mahowald, Mechler, Mehrotra, Mulugetta, Mundaca, Newman, Okereke, Payne, Perez, Pinho, Revokatova, Riahi, Schultz, Séférian, Seneviratne, Steg, Suarez, Sugiyama, Thomas, Vilariño, Wairiu, Warren, Zickfeld y Zhou, 2018a).

Finalmente, el reporte especial de la elevación de la temperatura propone la implementación de diversas estrategias de adaptación y mitigación de impacto climático para fortalecer la respuesta a nivel local y global a la inminente amenaza del cambio climático (Rogelj, Shindell, Jiang, Fifita, Forster, Ginzburg, Handa,

Kheshgi, Kobayashi, Kriegler, Mundaca, Séférian y Vilariño, 2018). Motivo por el cual mediante este documento pretendemos ofrecer una valoración de los posibles escenarios de impacto ambiental para los siguientes 15 y 100 años sobre la región fronteriza industrial del norte de México. De tal forma que nos permita apreciar la urgencia de diseñar e implementar estrategias de resiliencia y remediación adecuadas a las condiciones geopolíticas, económicas y climáticas del área en cuestión. Para así ser capaces de proponer una transición integral al uso de tecnologías sustentables para la producción de energía, el desarrollo de eficientes medios de transporte masivo y asegurar el acceso a recursos naturales indispensables como el agua potable sin poner en riesgo el frágil estado de vulnerabilidad de comunidades rezagadas dentro de una economía que aún se encuentra en vías de desarrollo (Dorocki y Brzegowy, 2014).

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN FRONTERIZA INDUSTRIAL DEL NORTE DE MÉXICO

La frontera norte de México une y divide a dos países que por muchos años han mantenido una asimetría económica, junto con grandes retos en materia de seguridad y comercio. La descripción más simple de la realidad fronteriza es que, si bien algunas de las comunidades más pobres de los Estados Unidos se localizan en esta región, la migración proveniente del sur de México continúa a un ritmo acelerado. Antes de la última recesión en los Estados Unidos la frontera norte de México fue una de las regiones de mayor crecimiento demográfico del país. A partir de 1965 se han instalado en la región más de 5,055 plantas maquiladoras que generan cerca de 2,000,247 empleos (Dorocki y Brzegowy, 2014). Lo cual, permitió amortiguar la crisis económica de México durante el periodo 1980 al 2000. (Ver Figura 1)

Las cuencas fronterizas suelen funcionar como ciudades hermanas dentro de una relación simbiótica en el desarrollo comercial, tecnológico y sociocultural. Dentro de las principales cuencas binacionales con un mayor peso económico en el área se distinguen las ciudades de Tijuana-San Diego y Mexicali-Calexico entre los estados de Baja California y California. Siendo Tijuana el puerto fronterizo más próspero de la frontera entre México y Estados Unidos con cerca de 1,148,681 habitantes del lado mexicano y el mayor número de cruces de mercancía y personas debido al hecho de que su principal actividad económica es la industria maquiladora de Tijuana y el trabajo agrícola en la región norte de San Diego. Seguida de cerca en importancia comercial, con un tamaño poblacional superior de más de 2,200,000 habitantes en conjunto se encuentra la metrópoli de Ciudad Juárez-El Paso, localizadas en los estados de Chihuahua y Texas, con millones de cruces diarios de peatones y vehículos por sus puentes (García, 2007). Los puertos de Nogales-Nogales, entre Sonora y Arizona, y Piedras Negras-Eagle Pass en Coahuila y Texas y, finalmente, Nuevo Laredo-Laredo y Heroico Matamoros-Brownsville entre Tamaulipas y Texas son pequeños en comparación, pero comparten características similares con las fronteras de Tijuana y Ciudad Juárez; ya que sus economías depende en gran medida de la inversión extranjera proveniente de la industria maquiladora convirtiéndolos así en útiles vías de terrestre de transporte masivo de materias y bienes que fluyen constantemente entre ambas naciones (Bradley, Gray, Castañeda y Bolm, 2002) y (Dorocki y Brzegowy, 2014).



Las ciudades fronterizas cuentan con una gran interdependencia y sus capacidades de resiliencia están íntimamente vinculadas a la operación local de jurisdicciones y sus relaciones internacionales. Más aún, en términos de materia medio ambiental, la cooperación binacional ha ayudado a fortalecer la operación de estructuras de monitoreo ambiental, remediación, protección de especies nativas y saneamiento básico a nivel municipio-condado. Ha promovido la participación y empoderamiento de la sociedad en esquemas como el Programa Frontera 2020 actualmente operado por el NABD – Banco para el Desarrollo de Norte América, a partir del cierre de la COCEF en 2017 (NADB, 2019) y (EPA y SEMARNAT, 2019). La plataforma de cooperación permite el desarrollo de acciones relevantes para la adaptación al cambio climático, lo que le ha valido un amplio reconocimiento a nivel continental (Kiy y Wirth, 1998).

Al igual que otras regiones del mundo, la zona fronteriza del norte de México ha experimentado cada vez con mayor frecuencia e intensidad afectaciones causadas por la presencia de eventos meteorológicos severos asociados al cambio climático global. La climatología normal de la región se encuentra definida en su parte occidental, por los efectos del monzón de Norteamérica en verano, mientras que la zona costera se ve afectada por lluvias invernales susceptibles a las condiciones del fenómeno del Niño Oscilación del Sur. Por otra parte, la región norte oriental se ve influenciada por efectos de ciclones tropicales durante la temporada de verano y numerosos frentes fríos provenientes del norte del continente durante la temporada de invierno.

Dentro de los registros climatológicos de la región, se puede observar que, en

complemento a los usuales escenarios de sequía, la presencia de lluvias torrenciales de corta duración y alta intensidad se refleja en un incremento importante en los fenómenos hidro-meteorológicos extremos con un alto costo económico debido a los daños que ocasionan.

En la tabla 1, se muestran algunas normales climatológicas de las principales ciudades industriales de la frontera entre México y Estados Unidos que resultaran útiles para en las siguientes secciones del estudio. Así mismo, presentamos una breve descripción de las cuencas hidrológicas binacionales de las ciudades fronterizas, algunos de los cuales desde hace años y en mayor medida en la actualidad se encuentran experimentando severos estados de sequía (Bradley, et al., 2002).

EVALUACIÓN DEL IMPACTO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN FRONTERIZA NORTE DE MÉXICO

La región fronteriza del Norte de México podría clasificarse en función de las particularidades de sus ecosistemas y condiciones climáticas generales como las ciudades en la región Pacífico (Tijuana y Mexicali), el Desierto de Sonora (Nogales), el Desierto Chihuahuense (Heroica Ciudad Juárez y Piedras Negras) y por último la Región del Golfo (Nuevo Laredo y Heroica Matamoros).

Tabla 1. Condiciones de las Cuencas Binacionales de la Frontera Norte			
Municipio	Habitantes	Descripción de las Cuencas Hidrológicas	Climatología
Tijuana	1,641,570	Río Tijuana drena 4,480 km ² . Se origina en México descarga Océano Pacífico a 2 km al norte de la frontera	ΔT normal = 12.3 °C Precipitación = 237.1 mm 92 mm/hr, PR 10 años por 5 min
Mexicali	988,417	Región hidrológica 4: Cuencas Arroyo Agua Dulce-Santa Clara y Laguna Salada-Arroyo del Diablo. Escurrimientos importantes en el arroyo Taraiso de 39.529 millones de m ³ . El agua superficial se ha calculado en 40.902 millones de m ³ anuales (Ley, Dnegri de Dios, García, Ochoa, Lozano y Valadez, 2011)	ΔT normal = 16.3 °C Precipitación = 70.9 mm PR = 74mm/hr, PR 10 años por 5 min
Nogales	233,952	Cuenca del Río Santa Cruz que desemboca en el Río Gila. Escurrimientos de Nogales principales aportaciones de contaminantes al Río Santa Cruz (Brady, Gray, Castañeda, Bultman y Bolm, 2002)	ΔT normal = 15.4 °C Precipitación=468.5 mm 90 mm/hr, PR 20 años por 30 min

H. Ciudad Juárez	1,391,180	Río Bravo, 141 km de demarcación internacional	ΔT normal = 18.2 °C Precipitación = 253.5 mm 134 mm/hr, PR 10 años por 5 min
Piedras Negras	163,595	El colector principal de la región es el Río Bravo y forma parte de la Región Hidrológica No. 24, Bravo-Conchos; la subcuenca R. Bravo-San Antonio es del tipo no perenne.	ΔT normal = 14.5 °C Precipitación = 494.2 mm 206 mm/hr, PR 10 años por 5 min
Nuevo Laredo	399,431	Subcuenca RH24 E, Río Bravo y Arroyo del Carrizo	ΔT normal = 11.4 °C Precipitación = 484.8mm 100 mm/hr, PR 10 años por 5 min
H. Matamoros	520,367	Rio Bravo Arroyo del Tigre	ΔT normal = 10.1 °C Precipitación = 680 mm 250 mm/hr, PR 10 años por 5 min
La primera columna se refiere al nombre del municipio mexicano en cuestión mientras que la segunda representa el número de habitantes (INEGI, 2019). La tercera columna describe brevemente las características hidrológicas de las cuencas binacionales. Finalmente, la última columna presenta el cambio entre la temperatura máxima y mínima normales junto con el promedio normal de precipitación anual recibido, así como el periodo de retorno anual por municipio (Servicio Meteorológico Nacional, 2019).			

A continuación, presentaremos los resultados obtenidos durante la evaluación de impacto climático efectivo y puntual sobre cada una de las ciudades y regiones del área fronteriza del norte de México. Para esto se utilizó el modelo de evaluación de cambio climático GIS-E2-R presentado por el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA (NASA_GISS) en Estados Unidos, el cual es considerado un modelo climático altamente confiable por varios expertos en el área (Fernández, Zavala, Romero, Conde y Trejo, 2015b: 6) y (Allen, Dube, Solecki, Aragón-Durand, Cramer, Humphreys, Kainuma, Kala, Mahowald, Mulugetta, Perez, Wairiu, y Zickfeld, 2018b, pág. 12).

Primeramente, se determinó la anomalía de temperatura mensual esperada para diferentes escenarios de cambio climático sobre cada ciudad. (Ver Figuras 2 y 3) Para calcular la anomalía del cambio de temperaturas se recaudaron los valores normales de temperatura máxima y mínima mensual para cada ciudad a través de la base de datos del portal virtual del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2019). Esto para después compararlos con los valores de dichos parámetros estimados por el modelo de cambio climático para escenarios dentro del horizonte cercano desde el 2015 al 2039, como se muestra en la figura 2.

De igual manera se calculó la anomalía de temperatura mensual para el horizonte lejano del cambio climático dentro de los siguientes 100 años que parte del 2075 al 2099 (Ver Figura 3) (Fernández, Zavala, Romero, Conde y Trejo, 2015a). Cabe mencionar, que para cada uno de los horizontes mencionados se utilizaron las

Rutas Representativas de Concentración, usualmente referidas por sus singlas en inglés como RCP's, 4.5 y 8.5 las cuales presentan escenarios de forzamiento radiativo optimista y severo respectivamente de acuerdo con la reseña técnica del reporte especial IPCC (Allen, et al., 2018a).

En el caso de la anomalía de temperatura, se aprecia que las condiciones de forzamiento optimista, RCP 4.5, que corresponden a una ruta que podría permitir escenarios globales de temperatura cercanos a 1.5°C en el horizonte cercano. Conceptualmente, la anomalía de temperatura expresa la desviación de los valores históricos de las temperaturas máximas y mínimas. En general, en las gráficas de las figuras 2 y 3 se percibe una variación desigual para cada región del diferencial de temperatura mensual, representado como ΔT , la cual es la diferencia de las temperaturas máximas y mínimas obtenidas del modelo de cambio climático y las normales climatológicas de cada localidad (Sánchez, Días, Cavazos, Granados y Gómez, 2011).

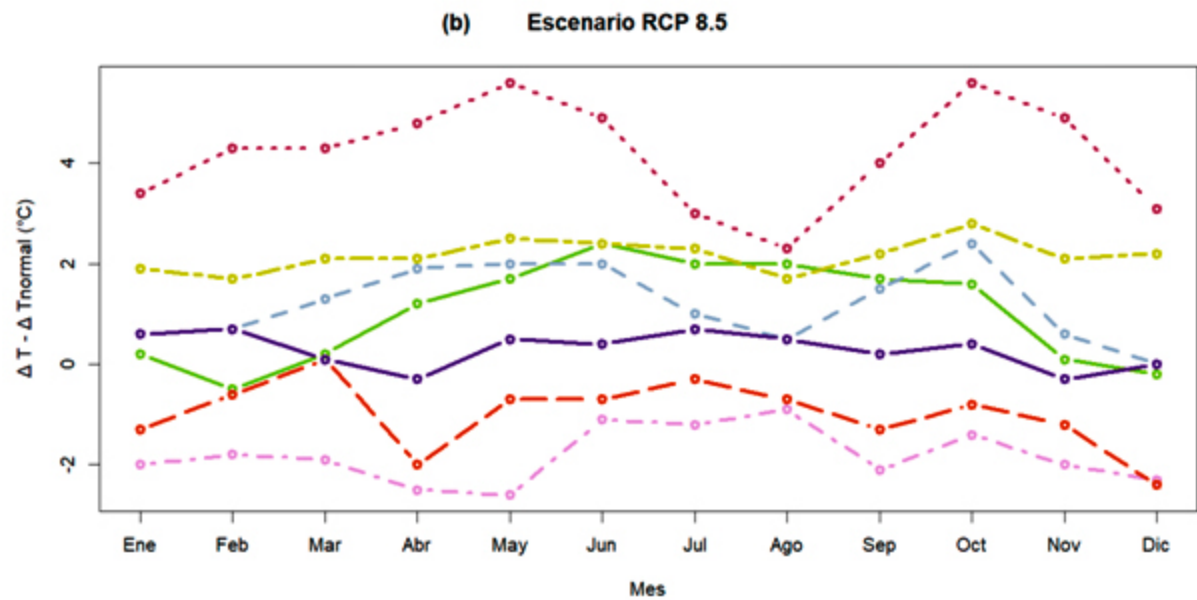
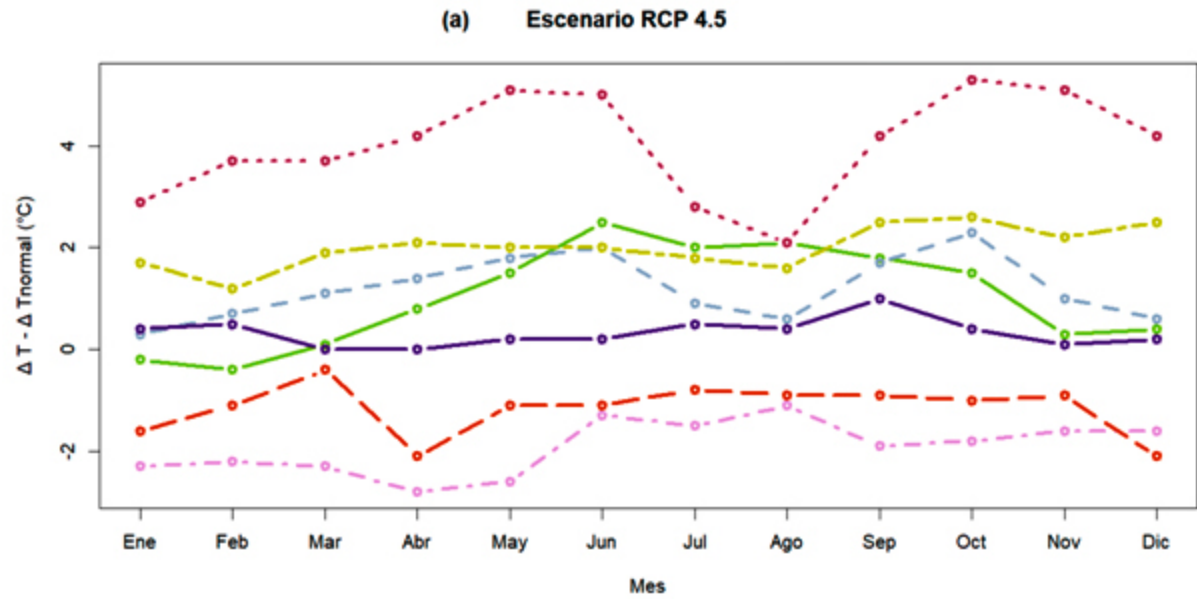
A diferencia de las comunidades de la región central del desierto de Chihuahua y Sonora, en particular la ciudad de Nogales, la cual se estima sufrirá anomalías de temperatura altamente positivas, es decir por encima de los 2.5°C, para prácticamente todos los escenarios que planteamos.

Es posible relacionar estos cambios drásticos a un alto incremento en las temperaturas diurnas, condición que puede agravarse en zonas urbanas por efecto de la isla de calor urbana. Por otro lado, si una anomalía es negativa, como en el caso de Ciudad Juárez y Piedras Negras, esto puede reflejar un incremento de las temperaturas mínimas o una variación menor entre las temperaturas máximas y mínimas que experimente la región diariamente. De cualquier forma, queda claro la inherente consistencia de la tendencia global de incremento neto de las variaciones de temperaturas máximas y mínimas, es decir la prevalencia de climas con temperaturas cada vez más extremas, a través de la evaluación de todos los escenarios y horizontes planteados.

Posteriormente, se buscó determinar la señal climática expresada en anomalía de por ciento de lluvia o precipitación para las proyecciones RCP 4.5 y 8.5, tanto para los escenarios de corto plazo como para los de largo plazo (Ver Figuras 4 y 5) En el escenario de bajo forzamiento, RCP 4.5, se aprecia un impacto en las condiciones climáticas dominantes, a saber el efecto del monzón de Norteamérica, usualmente referido como NAM, en la zona continental de Sonora y Chihuahua.

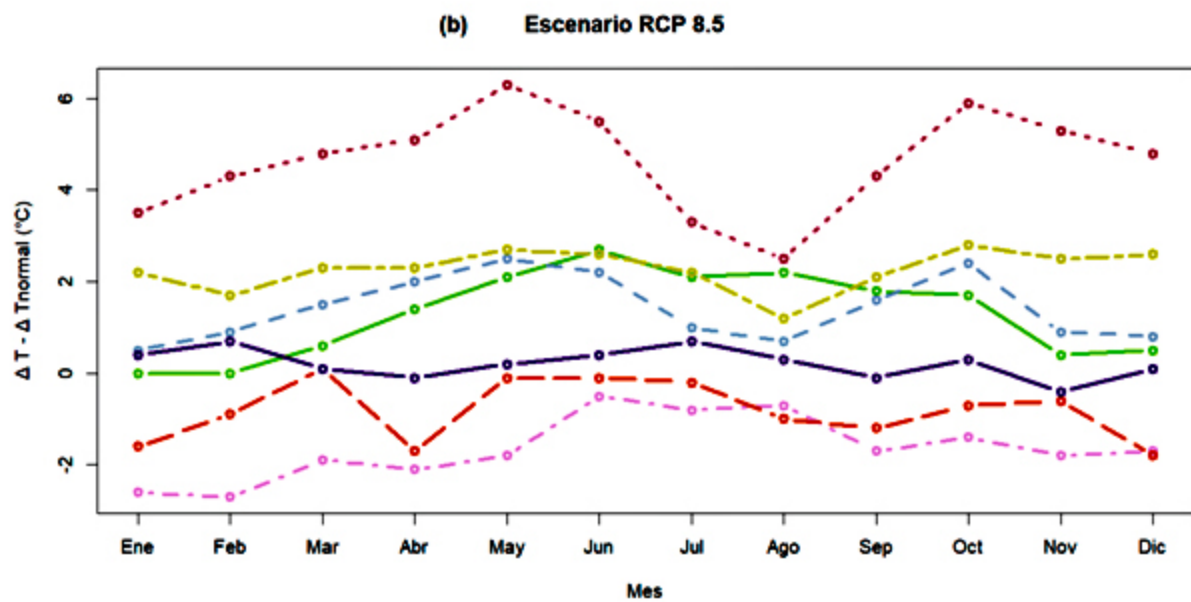
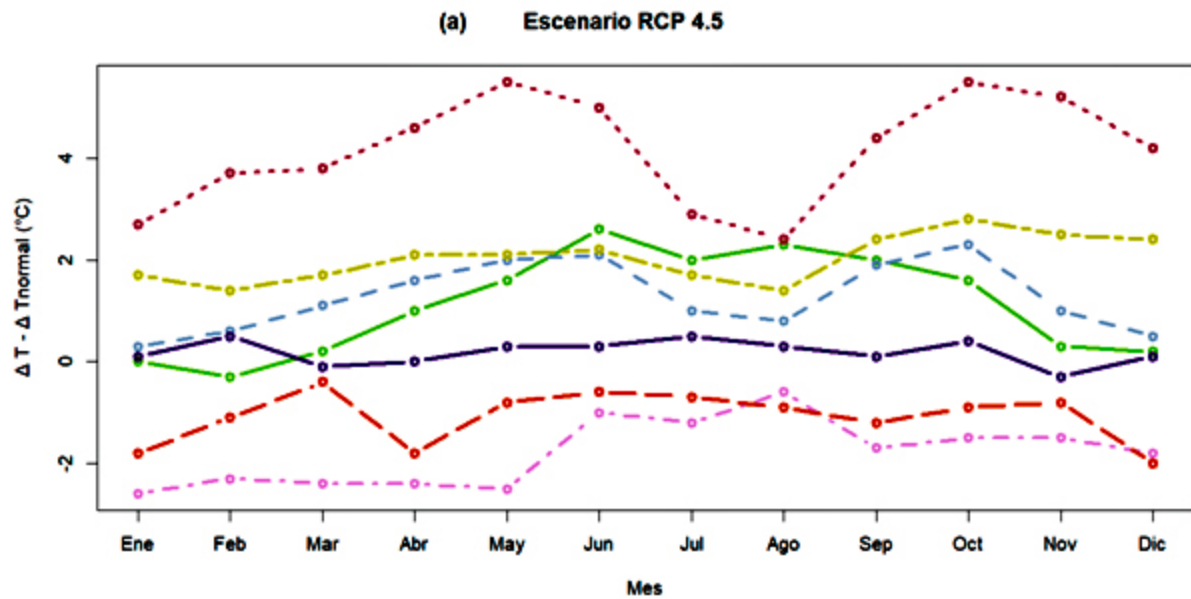
Mientras que se presentan lluvias invernales mediterráneas en la costa del Pacífico junto con las correspondientes a los frentes fríos en la región del golfo, las señales en general no muestran cambios significativos en las anomalías de precipitación en el horizonte cercano en la temporada del NAM, sin embargo, en contraste los escenarios de alto forzamiento, RCP 8.5, muestran una fuerte anomalía positiva durante los meses del NAM que se podría explicar por el incremento en los niveles de energía (por ejemplo en el calor acumulado en el océano) en el acoplamiento océano-atmósfera generando mayor actividad convectiva en el oeste del continente norteamericano.

Figura 2. Anomalia de Variación de Temperatura para el Horizonte Cercano (2015-2039)



- Tijuana
- Mexicali
- Nogales
- H. Ciudad Juárez
- Piedras Negras
- Laredo
- H. Matamoros

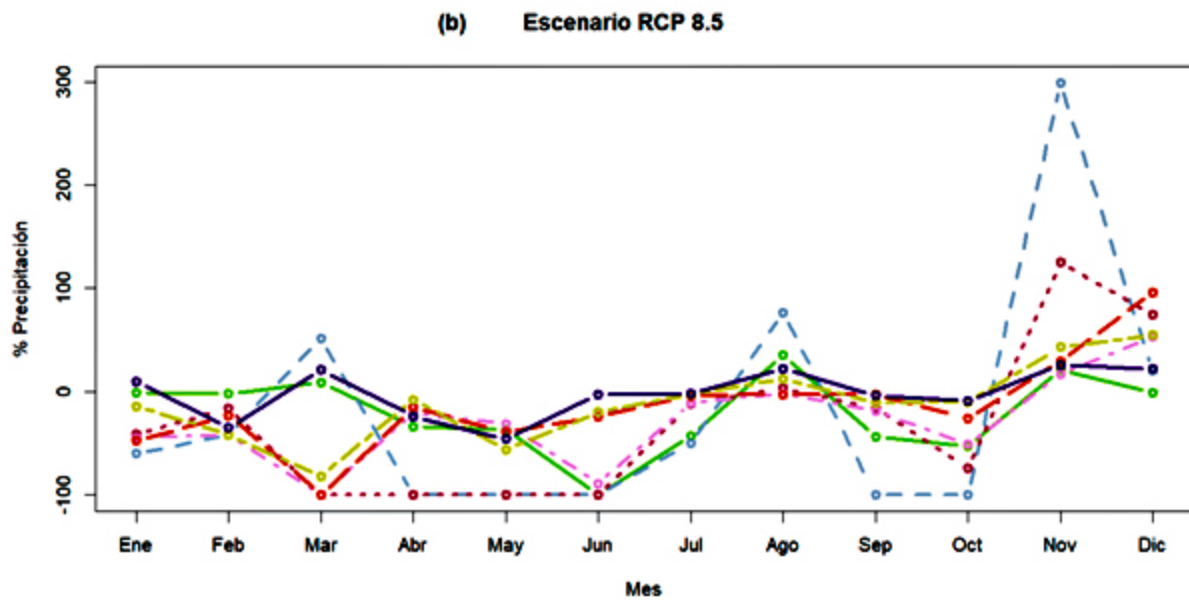
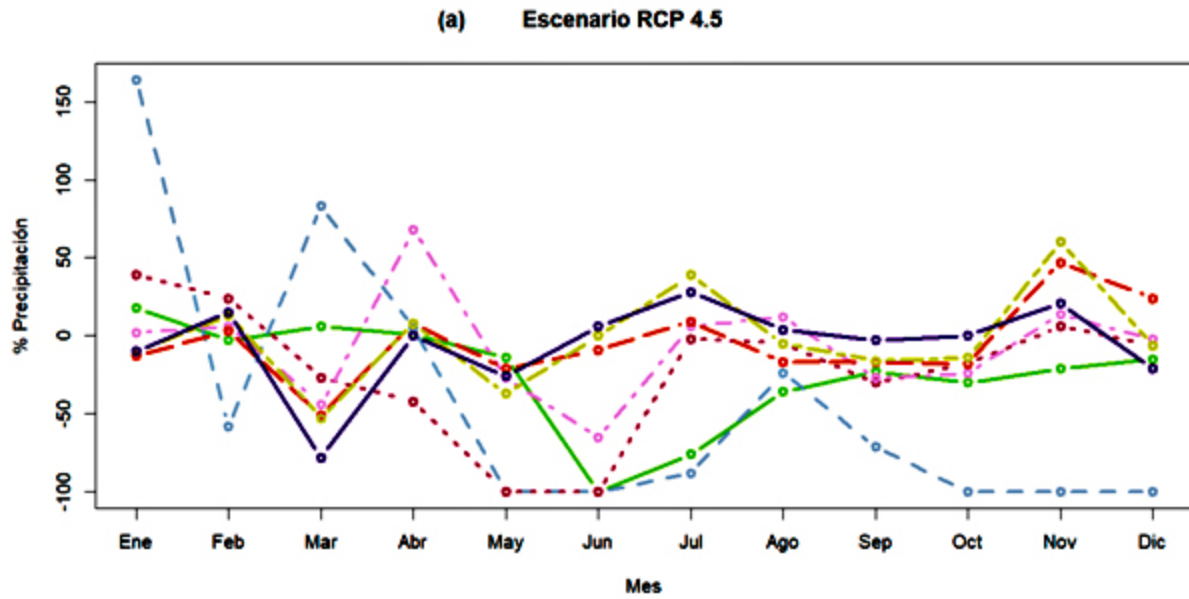
Anomalia de variación de temperatura mensual calculada por medio del modelo de estimación de cambio climático GIS-E2-R para cada una de las ciudades definidas en el mapa de la figura 1. En la gráfica superior (a), podemos observar la anomalia calculada para el horizonte cercano bajo un RCP de 4.5. Mientras que en la inferior (b) mostramos la anomalia determinada para un RCP de 8.5.

Figura 3. Anomalía de Variación de Temperatura para el Horizonte Lejano (2075-2099)

- Tijuana
- Mexicali
- Nogales
- H. Ciudad Juárez
- Piedras Negras
- Laredo
- H. Matamoros

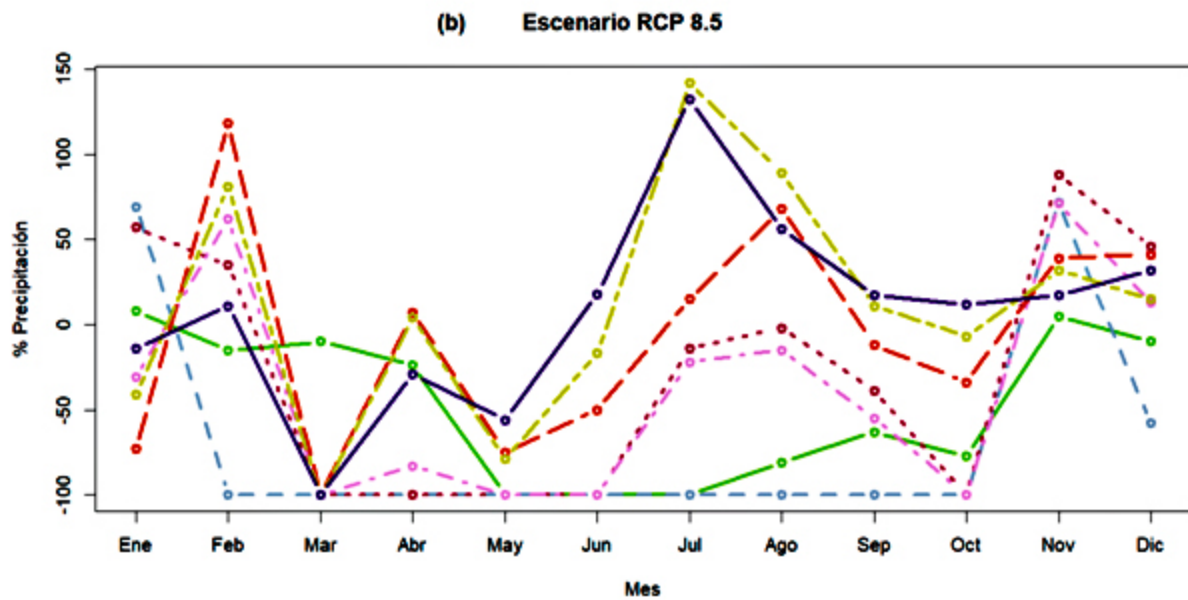
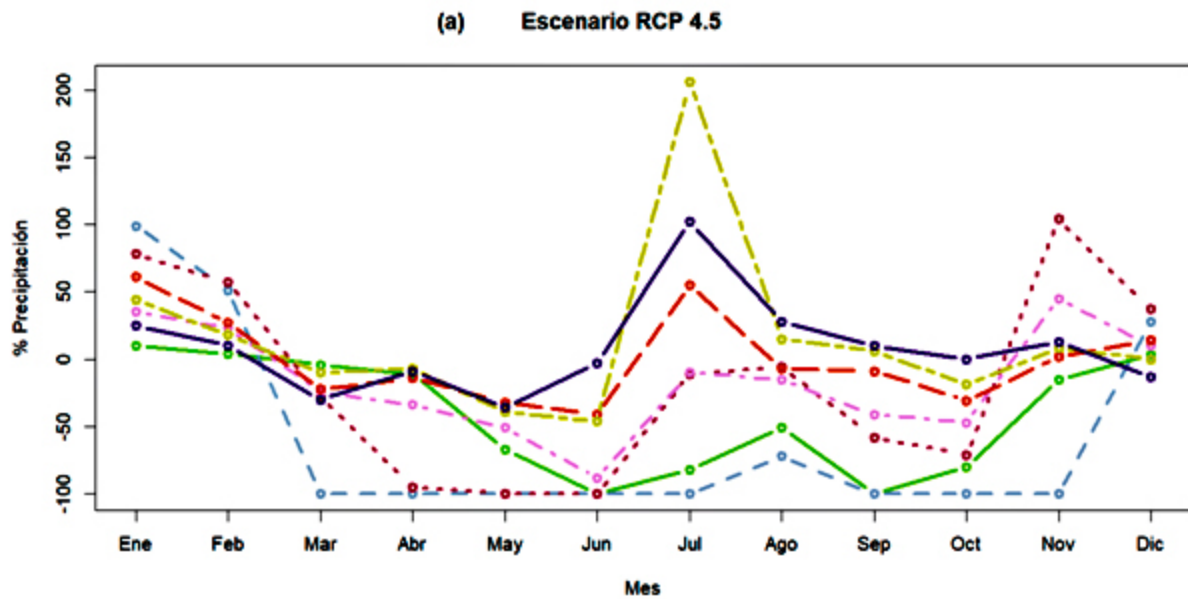
Anomalía de variación de temperatura mensual calculada por medio del modelo de estimación de cambio climático GIS-E2-R. En la gráfica superior **(a)**, podemos observar la anomalía calculada para el horizonte cercano bajo un RCP de 4.5. Mientras que en la inferior **(b)** mostramos la anomalía determinada para un RCP de 8.5.

Figura 4. Anomalia del Porcentaje de Precipitación para el Horizonte Cercano (2015-2039)



- Tijuana
- Mexicali
- Nogales
- H. Ciudad Juárez
- Piedras Negras
- Laredo
- H. Matamoros

Anomalia del Porcentaje de Precipitación estimada por el modelo de cambio climático GIS-E2-R para las ciudades fronterizas previamente definidas. En la gráfica superior (a), podemos observar la anomalia calculada para horizonte cercano bajo un RCP 4.5. Mientras que en la inferior (b) mostramos la anomalia determinada para un RCP de 8.5.

Figura 5. Anomalia del Porcentaje de Precipitación para el Horizonte Lejano (2075-2099)

- Tijuana
- Mexicali
- Nogales
- H. Ciudad Juárez
- Piedras Negras
- Laredo
- H. Matamoros

Anomalia del Porcentaje de Precipitación estimada por el modelo de cambio climático GIS-E2-R. En la gráfica superior (a), podemos observar la anomalia calculada para horizonte lejano bajo un RCP 4.5. Mientras que en la inferior (b) mostramos la anomalia determinada para un RCP de 8.5.

Claramente, la señal climática se intensifica en el horizonte lejano del RCP 8.5. Por lo que resulta obvio concluir que, de mantenerse el crecimiento demográfico al acelerado ritmo actual que permite sostener económicamente la región, las poblaciones seleccionadas sufrirán el incremento en la frecuencia e intensidad de diversos eventos hidrometeorológicos extremos, sean estas sequías intensas como en el alarmante caso de Mexicali, Nogales y Ciudad Juárez, o en su defecto eventos contrarios como los estimados para las comunidades de la región del Golfo de México. En cualquier caso, ambos escenarios se presentan como un alto riesgo de afectar el frágil estado de vulnerabilidad de dichas comunidades y ecosistemas. (NABD, 2019)

A MANERA DE CONCLUSIÓN: ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RESPUESTA LOCAL EN UN MARCO GLOBAL

Tradicionalmente, las ciudades del área norte de México reciben presupuestos para infraestructura urbana por debajo de sus necesidades debido a la baja densidad poblacional en comparación con la región del sur y centro del país, en donde se concentran significativamente los recursos totales del país. Más allá de eso, el poco presupuesto que se asigna a la región suele utilizarse en proyectos como la implementación de estrategias de resiliencia y remediación de impactos climáticos que no se encuentran adaptadas a las características particulares de estas comunidades.

La creación de los Institutos Municipales de Planeación (IMP) ha permitido recuperar el sentido estratégico del desarrollo urbano local, pero, aun así, muchos municipios han tenido que recurrir al endeudamiento para responder a sus necesidades más urgentes. Por ejemplo, en el ámbito de movilidad urbana, modernizar flota de camiones para transporte público es una necesidad urgente para conservar el crecimiento de la tasa de empleo asociado a las actuales actividades industriales en la región norte.

A pesar de eso, se trata de una solución de corto alcance, ya que el acelerado crecimiento poblacional dentro de un entorno finito es un escenario insostenible. Como podemos ver en grandes ciudades como Tijuana y Ciudad Juárez, en donde, hoy por hoy, es imprescindible desarrollar la infraestructura necesaria para poder incorporar medios de transporte público masivo para la cantidad de habitantes, los cuales deberán ser impulsados por combustibles alternativos, más eficientes y limpios, esto debe ser visto como parte de la inversión a largo plazo que el gobierno debe efectuar para asegurar el bienestar y desarrollo sustentable de la población trabajadora de la maquiladora que sostiene gran parte de la economía del país.

Dentro de la compleja problemática que nace a raíz del desarrollo de diagnósticos de vulnerabilidad y estrategias de adaptación, destaca la dificultad de asegurar un uso eficiente del gasto público para optimizar el funcionamiento de la infraestructura de manejo de escurrimientos con las medidas de adaptación para un futuro con restricciones de agua. En ocasiones, se presentan eventos extraordinarios, tales como las lluvias del 2008 en Nogales, Sonora, las cuales provocaron daños en la infraestructura urbana por más de \$60 millones de pesos lo cual derivó en la elaboración de estrategias y

proyectos para reducir los escurrimientos a través de represas y mejoras a los sistemas de alcantarillado (Ley, et al., 2011). En ese proyecto las obras de mitigación para la modificación de embalses ascendieron a \$9.4 millones de pesos. Episodios semejantes llevaron a la elaboración de planes de manejo de los escurrimientos pluviales, como el de Ciudad Juárez, Chih. Sin embargo, no se ha desarrollado una estrategia consistente a lo largo de la frontera para mejorar la calidad de las intervenciones de los gobiernos y de la comunidad y mejorar las capacidades de manejo de los escurrimientos. Tampoco se han creado nuevas políticas públicas para el uso inteligente del agua potable, que permita el desarrollo de sistemas de desalinización y tratamiento de aguas residuales para su reutilización.

La Organización de las Naciones Unidas plantea varias metas a cumplir para alcanzar el desarrollo sustentable global. A pesar de que estas metas se entrelazan entre sí, la incorporación de fuentes de energía renovables a los métodos de producción energéticos es, sin lugar, a duda una de las más fundamentales de ellas. Por lo que no puede pasar desapercibido, el gran potencial de desarrollo de energía eólica y solar en el norte México, el cual es reconocido a nivel mundial (James, Benjamin y Marquis, 2017). Es indiscutible la urgencia de transformar profundamente la industria energética y aprovechar este recurso solar con el que dispone la región. Proporcionando así la posibilidad de desarrollarse dentro de un nuevo ámbito para la generación de empleos, que se espera llegará a brindar la estabilidad necesaria para diversificar las actividades económicas y proveer de justicia ambiental y social a largo plazo, en especial para las comunidades en situaciones de vulnerabilidad y pobreza extrema.

FUENTES DE CONSULTA:

Allen, M.R., H. de Coninck, O.P. Dube, O. Hoegh-Guldberg, D. Jacob, K. Jiang, A. Revi, J. Rogelj, J. Roy, D. Shindell, W. Solecki, M. Taylor, P. Tschakert, H. Waisman, S. Abdul Halim, P. Antwi-Agyei, F. Aragón-Durand, M. Babiker, P. Bertoldi, M. Bindi, S. Brown, M. Buckeridge, I. Camilloni, A. Cartwright, W. Cramer, P. Dasgupta, A. Diedhiou, R. Djalante, W. Dong, K.L. Ebi, F. Engelbrecht, S. Fifita, J. Ford, P. Forster, S. Fuss, V. Ginzburg, J. Guiot, C. Handa, B. Hayward, Y. Hijioka, J.-C. Hourcade, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, M. Kanninen, H. Kheshgi, S. Kobayashi, E. Kriegler, D. Ley, D. Liverman, N. Mahowald, R. Mechler, S. Mehrotra, Y. Mulugetta, L. Mundaca, P. Newman, C. Okereke, A. Payne, R. Perez, P.F. Pinho, A. Revokatova, K. Riahi, S. Schultz, R. Sférian, S.I. Seneviratne, L. Steg, A.G. Suarez Rodriguez, T. Sugiyama, A. Thomas, M.V. Vilariño, M. Wairiu, R. Warren, K. Zickfeld y G. Zhou. (2018) *Technical Summary. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis,

E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu y K. Zickfeld (2018) Framing and Context. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Brady, L.M., Gray F., Castañeda M., Bultman M. y Bolm K.S. (2002) *Mexico Borderland Watershed Analysis, Twin Cities Area of Nogales, Arizona and Nogales, Sonora*. USGS. Open-File Report 02-112.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2018) ¿Para qué se usa la información del CONEVAL? *Medición de la Pobreza*. Obtenido de: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx> Consultado 27 de mayo de 2019

***Diario Oficial de la Federación* (2012) Ley General de Cambio Climático. 06/06/2012, Secretaría de Gobernación (SEGOB). Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249899&fecha=06/06/2012 Consultado 27 de mayo de 2019**

Dorocki, S., y Brzegowy, P. (2014) The maquiladora industry impact on the social and economic situation in Mexico in the era of globalization. En (M. Wójtowicz y A. Winiarczyk-Raźniak) *Environmental and socio-economic transformations in developing areas as the effect of globalization* (pp. 93-110). Krakow, Ukraine: Wydawnictwo Naukowe UP.

EPA & SEMARNAT. (2019) *U.S. - México Border 2020 Program*. Obtenido de United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/border2020> Consultado 27 de mayo de 2019

Fernández Eguiarte. A., Zavala Hidalgo, J., Romero Centeno, R., Conde Álvarez, A. C., y Trejo Vázquez, R.I. (2015a) *Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Reserva al Título: INDAUTOR en trámite, Obtenido del Modelo GISS-ER-R: <http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas/> Consultado 27 de mayo de 2019

Fernández Eguiarte. A., Zavala Hidalgo, J., Romero Centeno, R., Conde Álvarez, A. C., y Trejo Vázquez, R.I. (2015b) *Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Centro de

Ciencias de la Atmósfera, Universidad Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Reserva al Título: INDAUTOR en trámite, Obtenido de: <http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas/> Consultado 27 de mayo de 2019

- García Amaral, M. L.** (2007) *Ciudades fronterizas del Norte de México*. Anales de Geografía, 27(2), 41-57. doi:0211-9803
- INEGI.** (08 de febrero de 2019) *México en Cifras*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=00> Consultado 27 de mayo de 2019
- IPCC.** (2018) Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, pp. 32
- James, E. P., Benjamin, S. G. y Marquis, M.** (2017) A unified high-resolution wind and solar dataset from a rapidly updating numerical weather prediction model. *Renewable Energy*, 102, 390-405. DOI: 10.1016/j.rene.2016.10.059 0960-1481
- Kiy, R. y Wirth, J. D.** (1998) *Environmental Management on North America's Borders*. Texas: Texas A&M Press.
- Ley, J., Dnegri de Dios, F. M., García Cueto, F., Ochoa García, M. J., Lozano Rivera, B. y Valadez López, G.** (2011) *Altas de Riesgos del Municipio de Mexicali, B.C.* Obtenido de <http://www.mexicali.gob.mx/transparencia/administracion/atlas/pdf/0.pdf> Consultado 27 de mayo de 2019
- NADB.** (2019) North American Development Bank/ Banco de Desarrollo de América del Norte. *Border 2020 Program*. Obtenido de: <http://www.becc.org/funding-programs/technical-assistance/border-2020#/tab1> Consultado 27 de mayo de 2019
- Rogelj, J., D. Shindell, K. Jiang, S. Fifita, P. Forster, V. Ginzburg, C. Handa, H. Kheshgi, S. Kobayashi, E. Kriegler, L. Mundaca, R. Sférian y M.V. Vilariño.** (2018) Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. En: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy,

T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Sánchez Cohen, I., Días Padilla, G., Cavazos Pérez, M.T., Granados Ramírez, G.R. y Gómez Reyes, E. (2011) *Elementos para entender el cambio climático y sus impactos*. México D.F.: Miguel Ángel Porrúa.

Servicio Meteorológico Nacional. (11 de febrero de 2019) *Normales Climatológicas*. Obtenido de Información por Estado: <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado> Consultado 27 de mayo de 2019

Wilder, M., G. Garfin, P. Ganster, H. Eakin, P. Romero-Lankao, F. Lara-Valencia, A. A. Cortez-Lara, S. Mumme, C. Neri y F. Muñoz-Arriola. (2013) “Climate Change and U.S.-Mexico Border Communities.” In: *Assessment of Climate Change in the Southwest United States: A Report Prepared for the National Climate Assessment*, editado por G. Garfin, A. Jardine, R. Meredith, M. Black y S. LeRoy, 340–384. Un reporte de Southwest Climate Alliance. Washington, DC: Island Press.