Universidad Veracruzana
Maestría en Economía Ambiental y Ecológica

Universidad Veracruzana

Maestría en Economía Ambiental y Ecológica

Vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz (2000-2015)

Gabriela Suárez González

Alumna

Dra. Ana Cecilia Travieso Bello | Mtro. Edson Valdés Iglesias

Directora **Codirector**

Xalapa, Ver., a 12 de junio de 2019

Índice de contenido

Índice de cuadros 4

Índice de figuras 5

Introducción 7

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS 9

1.1 Descripción del problema 9

1.2 Justificación 12

1.3 Objetivos 13

1.4 Pregunta de investigación 13

1.5 Hipótesis 13

2. MARCO TEÓRICO 14

2.1 Fenómeno metropolitano 14

2.1.1 Fenómeno metropolitano internacional 18

2.1.2 Fenómeno metropolitano en México 20

2.1.3 Zonas metropolitanas del estado de Veracruz 24

2.2 Vulnerabilidad 27

2.2.1 Dimensiones de la vulnerabilidad 28

2.2.2 Vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos 31

CAPÍTULO 3. ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA 39

3.1 Localización geográfica 39

3.1.1 Ubicación 39

3.1.2 Extensión y límites 41

3.2 Caracterización física 42

3.2.1 Clima 42

3.2.2 Hidrología 44

3.2.3 Edafología, vegetación y uso de suelo 46

3.3 Metodología 50

CAPÍTULO 4. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 59

4.1 Vulnerabilidad socioeconómica 59

4.1.1 Vulnerabilidad por edades 59

4.1.2 Vulnerabilidad en educación 61

4.1.3 Vulnerabilidad en vivienda 64

4.1.4 Vulnerabilidad en salud 67

4.1.5 Vulnerabilidad en espacio 70
4.1.6 Vulnerabilidad en ingreso 72
4.2 Vulnerabilidad ambiental 84
4.2.1 Vulnerabilidad por frecuencia y tipo de fenómeno hidrometeorológico 84
4.2.2 Vulnerabilidad por no reforestación 89
4.3 Índice de Vulnerabilidad Global (IVG) ante FHM 91
ZM de Acayucan 92
ZM de Coatzacoalcos 92
ZM de Córdoba 92
ZM de Minatitlán 93
ZM de Orizaba 94
ZM de Poza Rica 95
ZM de Veracruz 95
ZM de Xalapa 96
4.4 Conclusiones 98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 103

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tamaño, estructura y función de las ciudades según Pérez (2013)……14

Cuadro 2. Evolución de indicadores de las zonas metropolitanas de México (1960-2015)..……..22

Cuadro 3. Delimitación en la que se integraron los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz...……24

Cuadro 4. Niveles de la vulnerabilidad global ante desastres según Wilches-Chaux (1989)…….30

Cuadro 5. Los 10 principales desastres en 2015 de acuerdo con el monto de daños y pérdidas.……...32

Cuadro 6. Extensión y región de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz ……..38

Cuadro 7. Variables seleccionadas para el estudio de vulnerabilidad ……...……...50

Cuadro 8. Indicadores por componente de la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos.…….51

Cuadro 9. Valores del índice parcial para construir el IVG ……...……...56

Cuadro 10. Rangos para interpretar el índice parcial del IVG.……57

Cuadro 11. Eventos registrados en Desinventar por zona metropolitana de 1996 al 2000…….84

Cuadro 12. Principales huracanes, tormentas y otro tipo de fenómenos hidrometeorológicos que originaron declaratorias del 2000 al 2015.……84

Cuadro 13. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Acayucan (2000-2015) ……..91

Cuadro 14. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Coatzacoalcos (2000-2015) ……....91

Cuadro 15. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Córdoba (2000-2015) ……..92

Cuadro 16. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Minatitlán (2000-2015) ……..92

Cuadro 17. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Orizaba (2000-2015) …..93

Cuadro 18. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Poza Rica (2000-2015)...94

Cuadro 19. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM Veracruz (2000-2015) ……..94

Cuadro 20. Vulnerabilidad Global ante FHM en la ZM de Xalapa (2000-2015) ……..95

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz……41
Figura 2. Temperatura media anual del estado de Veracruz de 1902 a 2011……44
Figura 3. Regiones hidrológicas y principales ríos del estado de Veracruz……45
Figura 4. Vegetación y uso de suelo en la región Totonaca del estado de Veracruz……..47
Figura 5. Vegetación y uso de suelo en la región Capital del estado de Veracruz..48
Figura 6. Vegetación y uso de suelo en la región del Sotavento del estado de Veracruz……..49
Figura 7. Vegetación y uso de suelo en la región del Papaloapan del estado de Veracruz……..50
Figura 8. Vegetación y uso de suelo en la región Las Montañas del estado de Veracruz. ……50
Figura 9. Vegetación y uso de suelo en la región Olmeca del estado de Veracruz...51
Figura 10. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Acayucan (1995-2015) ……74
Figura 11. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Acayucan (2000-2015) ……74
Figura 12. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Coatzacoalcos (1995-2015) ……75
Figura 13. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Coatzacoalcos (2000-2015) ……75
Figura 14. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Córdoba (1995-2015) ……76
Figura 15. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Córdoba (2000-2015) ……77
Figura 16. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Minatitlán (1995-2015) ……..77
Figura 17. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Minatitlán (2000-2015) ……78

Figura 18. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Orizaba (1995-2015) ……..……..……79
Figura 19. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Orizaba (2000-2015) ……80
Figura 20. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Poza Rica (1995-2015) ……..…81
Figura 21. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Poza Rica (2000-2015) ……81
Figura 22. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB municipal per cápita de la ZM de Veracruz (1995-2015) ……...82
Figura 23. Tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita de la ZM de Veracruz (2000-2015) ……83

Introducción

Los fenómenos hidrometeorológicos son los eventos más frecuentes y significativos a nivel mundial, al interactuar con la vulnerabilidad existente en la población generan pérdidas económicas, daños a la infraestructura social y pérdida de vidas humanas. Los niveles de pérdidas y daños pueden ser más elevados entre mayor sea la densidad de población, esto se debe a que una mayor concentración de personas en un determinado espacio territorial eleva la presión sobre los recursos y servicios, propicia también la incapacidad de adquisición o dotación de viviendas e infraestructuras sociales adecuadas para hacer frente a los fenómenos hidrometeorológicos.

La vulnerabilidad es un constructo social, que incrementa o disminuye dependiendo de factores como el crecimiento de la población, el ingreso, la pobreza, la formación de asentamientos irregulares, los materiales de edificación de la vivienda, la edad de la población, la deforestación, entre otros.

El estado de Veracruz es la entidad que concentra mayor número de ZM en la República Mexicana, integradas por 49 municipios donde habitan cerca de cuatro millones de personas. Adicional a lo anterior, sus características geográficas, climatológicas e hidrológicas, así como su ubicación entre dos grandes océanos, lo hacen susceptible a los fenómenos hidrometeorológicos.

Actualmente no existe un criterio definido para identificar o medir la vulnerabilidad, los estudios de caso sobre vulnerabilidad a nivel internacional y nacional se caracterizan por una selección subjetiva de indicadores por parte del investigador, basados en supuestos sobre los factores y procesos que conducen a la vulnerabilidad, informados por la revisión de la literatura y la comprensión que hacen de la interacción entre el ser humano y el medio ambiente.

El presente estudio tuvo por objeto analizar la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz, durante el período 2000 al 2015.

Los estudios de vulnerabilidad a nivel municipal son fundamentales para la toma de decisiones como establecer residencia o negocios en un determinado lugar, sobre todo dentro del territorio metropolitano que por el desarrollo de las actividades secundarias y terciarias atraen cada vez más población.

El documento se divide en cuatro capítulos, el capítulo I muestra el planteamiento del problema de investigación, la justificación de la misma, los objetivos generales y específicos, así como la pregunta de investigación e hipótesis. El capítulo II incluye los antecedentes del tema, los conceptos que dan sustento teórico a la investigación y la revisión de algunos estudios de caso. En el capítulo III se caracteriza el área de estudio y se describe la metodología empleada para alcanzar los objetivos. En el capítulo IV se presentan los resultados y la discusión; finalmente, aparecen las conclusiones de la investigación.

Capítulo 1. Planteamiento del problema e hipótesis

1.1 Descripción del problema

En las últimas décadas el planeta ha experimentado un incremento en la intensidad y ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos (Keller y Blodgett, 2007), los cuales representan una amenaza a escala mundial, peligrosa e irreversible sobre los ecosistemas y el ser humano (Margulis, 2017).

Los fenómenos hidrometeorológicos (FHM) se constituyen por ciclones tropicales, lluvias extremas; inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de electricidad, nieve, granizo y polvo; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados (Congreso de la Unión, 2012). Cuando el impacto de éstos afecta al ser humano con consecuencias como la interrupción de sus actividades cotidianas y sus niveles de operatividad normal, podemos hablar de un desastre, es decir, daños y pérdidas asociadas con la ocurrencia del fenómeno en el ámbito social y económico (Narváez *et al*., 2009).

Los FHM son los más frecuentes y significativos a nivel mundial, tan solo de 1980 a 2012 representaron 74% de las pérdidas mundiales (Sánchez y Cavazos, 2015). En México, entre los años 2000 y 2010, más del 80% de las pérdidas económicas por desastres asociados a FHM fueron ocasionadas por lluvias torrenciales en verano e invierno, ubicando al 2010 como el año más costoso de la historia del país con $92,372.4 millones de pesos en pérdidas (Brito y Pedrozo, 2015). En el estado de Veracruz, los fenómenos que originan lluvias intensas a menudo derivan en inundaciones, destacan las de 1999 asociadas a la depresión tropical número once, las de 2005 por el huracán Stan, las de 2007 por el Huracán Dean, las de 2010 asociadas al huracán Karl y la tormenta tropical Mathew, y las de 2012 por el Huracán Ernesto (Tejeda, 2006; Acosta y Romero, 2012; López-Cerdán y Travieso-Bello, 2016).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2004) advierte que los desastres asociados a FHM pueden acabar con los progresos en materia de desarrollo económico, ya que provocan la destrucción de activos fijos y capital físico, interrupción de la producción y el comercio, así como desviación y agotamiento de ahorros e inversiones públicas y privadas. Adicionalmente, señala que los niveles de pérdidas económicas son más elevados cuanto mayor sea la densidad de población, como sucede en el caso de las zonas urbanas.

Bello (2017) refiere que los desastres se suman a las distintas perturbaciones que afectan a las economías de una región. Desde la óptica económica, los desastres provocan afectación de acervos (daños) y alteraciones de los flujos (pérdidas y costos adicionales), que tienen consecuencias sobre distintas variables sociales y económicas, como los ingresos de las familias, el desempleo, el crecimiento del PIB, entre otras.

A pesar de que los desastres asociados a eventos hidrometeorológicos pueden provocar consecuencias negativas en la población a causa de la vulnerabilidad existente (Cardona, 1993), también se pueden identificar impactos positivos como la reactivación de la economía por los gastos adicionales de reconstrucción, que son un incremento temporal en el consumo intermedio del sector que intenta restituir su producción de bienes o la prestación de servicios (Bello, 2014).

El crecimiento de la población, las modificaciones en los patrones demográficos y económicos, junto con la pobreza, contribuyen a una urbanización descontrolada, situación que induce a que grupos de población habiten áreas propensas al desastre y la formación de asentamientos irregulares, incrementando su vulnerabilidad (UN y ISDR, 2001). Es importante mencionar que el concepto de vulnerabilidad es social, pues hace referencia a las características, habilidades y capacidades que impiden a los humanos disminuir los riesgos ante un evento extremo o amenaza (Soares *et al*., 2015).

Para Cannon (1994) una combinación de factores derivados de la clase, el género y la etnicidad producen vulnerabilidad, aunque no son los únicos. Existen factores secundarios, como la edad, que también son importantes, ya que las personas mayores pueden ser menos fuertes en la recuperación de una enfermedad o lesión y menos capaces de escapar de algunos peligros.

Otros factores que también inciden en la vulnerabilidad son la frecuencia de los FHM, el incremento de infraestructura en zonas de peligro, las construcciones inadecuadas para hacer frente a los fenómenos naturales típicos de una región, materiales no resistentes en paredes y techos de las viviendas, mal manejo de cuencas hidrológicas, deforestación, cambio de uso de suelo, desaparición de ecosistemas, sistemas de drenaje pluvial incompletos o inexistentes, bajos ingresos, la falta de alertas tempranas, entre otros (Travieso-Bello, 2011; Sánchez y Cavazos, 2015); las afectaciones ocasionadas por todos los factores antes mencionados se perciben, principalmente, en las zonas urbanas al modificar los espacios naturales y reconfigurar el ambiente (Ramírez *et al.*, 2012).

El Consejo Nacional de Evaluación (Coneval) señala que la concentración de población en zonas urbanas representa una mayor presión sobre los servicios y recursos como vivienda, agua, electricidad, salud, empleo y educación, situación que contribuye a la vulnerabilidad (Coneval, 2014). La densidad de población es uno de los criterios considerados en México, Brasil y España, así como por otros miembros de la Unión Europea, para identificar el fenómeno metropolitano. En la República Mexicana existen 74 zonas metropolitanas delimitadas en 2015, donde habita 62.81% de la población nacional; el estado de Veracruz es la entidad con el mayor número de éstas (8) y concentran cerca de cuatro millones de personas (Sedatu *et al*., 2018).

Veracruz también es una de las entidades que de manera frecuente ha recibido apoyos económicos para la reconstrucción ante la ocurrencia de desastres por FHM. López-Cerdán y Travieso-Bello (2016) analizaron los montos destinados por

el Fondo de Desastres Naturales (Fonden) para tales fines; en el periodo de 2003 al 2012 la aportación fue de $27,014,124,000.00 millones de pesos (mdp). De 2013 a 2015 se autorizaron $14,268,806,109.00 mdp para este fin (Protección Civil, 2018) lo que significa que en 3 años se destinó más del 50% de lo utilizado para reconstrucción en los 10 años anteriores.

1.2 Justificación

Los resultados de esta investigación pueden ser útiles a la sociedad, pues brindaría a la población de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz información que es vital conocer como lo es la vulnerabilidad a nivel municipal; situación que incide sobre decisiones como establecer residencia o negocios en determinado lugar dentro del territorio metropolitano. Analizar los factores que construyen la vulnerabilidad ante FHM permitirá identificar acciones para reducirla y, por lo tanto, disminuir los costos de reconstrucción, por lo que la presente investigación también puede ser de utilidad a los tomadores de decisiones y los creadores de políticas públicas.

Por otro lado, el estudio realiza un aporte de carácter metodológico, que consistió en realizar una selección de las variables de los distintos componentes de la vulnerabilidad y un carácter práctico, que se muestra en la aplicación al estudio de caso en los municipios metropolitanos del estado de Veracruz pues no se han encontrado estudios que analicen la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en zonas metropolitanas. Es importante mencionar que la selección de los municipios metropolitanos como unidad de estudio obedece al componente demográfico, ya que la concentración de personas y actividades económicas en zonas urbanas incrementa la vulnerabilidad ante desastres asociados a este tipo de eventos, por lo que resulta relevante observar si las desigualdades municipales en términos económicos se están reduciendo o acrecentando con el paso del tiempo, contrastadas con dicha vulnerabilidad.

Finalmente, la selección del periodo de estudio (2000 a 2015) se debe a la disponibilidad de información en fuentes oficiales.

1.3 Objetivos

Bajo el contexto anterior, los objetivos de la investigación son los siguientes:

1.3.1 Objetivo General

Analizar la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz, durante el período 2000-2015.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar los indicadores por componente de la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz, durante el periodo 2000-2015.
- Construir un índice de vulnerabilidad global (IVSE) ante fenómenos hidrometeorológicos en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz, durante el período 2000-2015.

1.4 Pregunta de investigación

- ¿Cómo se comporta la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz, durante el período 2000-2015?

1.5 Hipótesis

La vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos disminuyó en el periodo 2000-2015 en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz debido la mejora de las condiciones socioeconómicas a pesar del incremento en frecuencia de dichos eventos.

2. Marco teórico

2.1 Fenómeno metropolitano

Con la aparición de la ciudad industrial en Europa en el siglo XIX, las principales ciudades en el mundo han experimentado cambios de carácter cuantitativo y cualitativo. Desde el punto de vista cuantitativo, el crecimiento demográfico es uno de los cambios que se ha observado en las ciudades, así como el incremento en su tamaño, que se debe a los avances tecnológicos en materia de transporte, comunicaciones e ingeniería, entre otros; los cambios cualitativos se relacionan con modificaciones en las estructuras económicas y sociales (Pérez, 2013).

La concentración de población y actividades económicas en las ciudades ha generado progreso, trayendo consigo la urbanización, que se caracteriza por la división social del trabajo, transfiriendo la fuerza laboral agrícola hacia actividades económicas secundarias y terciarias; la modernización tecnológica de los procesos productivos; la diferenciación política y social entre los sectores rural y urbano; y por estimular el incremento en número y tamaño de las urbes existentes (Garza, 1990; Rojas *et al*., 2005).

Para Rojas *et al.* (2005) la urbanización se encuentra acompañada por un crecimiento en el ingreso per cápita. Las economías de los países más urbanizados han crecido a un ritmo más acelerado que las de los menos urbanizados. Dicho crecimiento es impulsado por la productividad de las empresas y la mano de obra urbanas que son significativamente más altas que las de las zonas rurales. En este sentido, Unikel *et al*. (1976), consideran que el proceso metropolitano o de metropolización es una manifestación de la transición de una economía agrícola a una de carácter urbano, así como de la creciente interdependencia entre centros urbanos y sus zonas periféricas.

Pérez (2013) señala que para abordar el fenómeno metropolitano es necesario hacer algunas aclaraciones conceptuales sobre términos del tamaño, estructura y función de las ciudades (cuadro 1).

Cuadro 1. Tamaño, estructura y función de las ciudades según Pérez (2013)

Concepto	Definición
Conurbación	Proceso y resultado del crecimiento de varias ciudades, las cuales se integran para formar una sola aglomeración urbana; las distintas unidades que la componen mantienen su independencia funcional y puede tener cualquier tamaño.
Ciudad-región	Una dimensión regional de la ciudad, que requiere relaciones con otros asentamientos humanos sin necesidad de que haya contigüidad física.
Megaciudad	Las más grandes concentraciones de población en el mundo, las cuales existen en países en desarrollo primordialmente.
Metrópolis	Proviene del griego y significa ciudad madre, se caracteriza por ser una ciudad que permite la aparición de actividades económicas, sociales y culturales más especializadas con influencia regional, nacional e internacional.
Megalópolis	Conjunto de metrópolis, contempla aspectos como la densidad poblacional y urbana, proximidad física e interacción funcional entre los diferentes asentamientos humanos.

Fuente: elaboración propia con información de Pérez (2013).

La ciudad es una unidad económica que produce, distribuye y consume mercancías (Garza, 1990). Las metrópolis poseen fuertes ventajas competitivas, tanto por el volumen de externalidades asociado al tamaño de sus mercados (de consumo, trabajo y capital), como por la calidad y densidad de sus infraestructuras físicas y por una serie de recursos estratégicos como el capital humano, organizaciones públicas y privadas generadoras o difusoras de conocimiento, entre otros (Méndez, 2007).

Negrete y Salazar (1986) explican que la zona metropolitana surge como la forma más sencilla y práctica de referirse a una ciudad grande que presenta límites que han rebasado los de la unidad político-administrativa que originalmente la contenía, y se integra con unidades completas (municipios, condados, entre otros).

Una zona metropolitana se conforma por todo el territorio que incluye a la unidad político-administrativa que contiene la ciudad central, y a las unidades político-

administrativas contiguas a ésta, que tienen características urbanas similares (como sitios de trabajo o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no agrícolas), y que mantienen una interrelación socioeconómica directa, constante e intensa con la unidad central, y viceversa (Unikel *et al*., 1976).

Desde la óptica económica, Camagni (2003) especifica que el fenómeno metropolitano es una consecuencia de las economías de aglomeración, donde la ciudad es vista como un conglomerado de actividades, capaz de generar un amplio conjunto de efectos sinérgicos, que aumentan acumulativamente la dimensión de la aglomeración.

Una economía de aglomeración se refiere a la concentración de la actividad económica en términos de eficiencia para desempeñar diversas actividades económicas, sociales y políticas, que se justifican desde el punto de vista económico por la existencia de economías de escala[1]. Pueden generarse por una reducción de costos asociada al tamaño de planta, por la presencia de servicios especializados, la disponibilidad de infraestructuras, la presencia de un mercado laboral capacitado o la disponibilidad de un amplio mercado de bienes intermedios (Cardoso, 2013).

Cuadrado-Roura y Fernández (2005) manifiestan que las economías de aglomeración contribuyen a las actividades relacionadas con el conocimiento, la innovación tecnológica, los servicios especializados, el comercio, entre otras. Esto explica que el crecimiento de la renta, el cambio estructural, las transformaciones institucionales y los procesos de innovación se encuentren relacionados con los espacios urbanos y que el desarrollo socioeconómico de los países suceda, en una gran proporción, en las ciudades y alrededor de ellas.

[1] Economías en las que se dan aumentos de la productividad o disminuciones del costo medio de producción, derivados del aumento de todos los factores de producción en la misma proporción (Samuelson *et al*., 2001).

Adicionalmente, Bottino (2009) señala que casi en todos los países las zonas urbanas representan una parte desproporcionada del PIB. Desde la perspectiva mundial, las ciudades producen en promedio 60% del PIB de un país. Por ejemplo: Bangkok genera 40% de la producción de Tailandia y sólo 12% de su población vive en esa ciudad.

Por lo anterior, desde la perspectiva económica, una zona o área metropolitana se define como un territorio o conjunto de territorios que muestran intensas interdependencias funcionales, que posee un mercado laboral amplio y con oferta profesional diversa, donde existe una concentración espacial de externalidades y efectos de desbordamiento. Es un ecosistema humano que comparte los mismos recursos naturales, así como una identidad cultural homogénea (Cuadrado-Roura y Fernández, 2005).

Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU-Hábitat, 2011) señala que cuando los centros urbanos presentan un crecimiento demográfico rápido y descontrolado, se provocan una urbanización acelerada. Gran parte de este crecimiento ocurre en los países en desarrollo y se concentra en asentamientos informales y barrios precarios. Estas zonas con frecuencia experimentan un elevado déficit de gobernabilidad, infraestructura e igualdad social y económica.

El crecimiento demográfico genera en las zonas urbanas estructuras de identidad y diferenciación social, a través de las cuales se configuran no sólo grupos poblacionales, sino sujetos sociales concretos, con diversos grados de vulnerabilidad y desventajas sociales. Se identifican minorías sociales y culturales (mujeres, niños, grupos étnicos, migrantes, entre otros), cuya vulnerabilidad construida en distintos espacios sociales se transporta al mercado laboral, pero con otra forma, la de una desvalorización de su fuerza de trabajo, y por ese medio, también en sus condiciones de vida y reproducción (Canales, 2007).

2.1.1 Fenómeno metropolitano internacional

Estudiar las experiencias de delimitación metropolitana a nivel internacional resulta útil para poder abordar el fenómeno metropolitano en México. No hay un criterio universal para la delimitación de las zonas metropolitanas, por el contrario, existen diversas metodologías diseñadas para cada país; por lo que no se dispone de información comparable a escala mundial (Pérez, 2013). Sin embargo, el tamaño de población es un aspecto considerado por los organismos encargados de delimitar a las zonas metropolitanas (Sedatu *et al*., 2018).

Los primeros intentos por medir el fenómeno metropolitano sucedieron en 1910, en EE. UU., donde se estableció el concepto de distrito metropolitano para referirse originalmente a la población urbana dentro de las ciudades mayores de 200,000 habitantes. En 1949 se propuso por primera vez en ese país la categoría de Áreas Metropolitanas Estadísticas (SMA por sus siglas en inglés) con la finalidad de preparar, presentar y comparar información (Pérez, 2013).

La Oficina de Administración y Presupuesto de EE. UU. (OMB) ha sido responsable, desde antes del Censo de 1950, de la definición de áreas metropolitanas y realiza la delimitación para la producción y diseminación de datos estadísticos federales. Actualmente, las áreas estadísticas metropolitanas y micropolitanas están formadas por condados enteros o equivalentes de condado (Wilson *et al*., 2012).

Las áreas metropolitanas consisten en uno o más condados completos e incluye los condados que contienen un área urbana central (ya sea un área urbanizada definida o un grupo urbano), así como cualquier condado adyacente que tenga un alto grado de integración social y económica (medido por los desplazamientos al trabajo) con el núcleo urbano (Wilson *et al*., 2012).

En Canadá, Statistics Canada es la institución encargada de definir este fenómeno e identifica dos categorías, el Área Metropolitana Censal y la Aglomeración Censal, usando las subdivisiones censales (Pérez, 2013). Las áreas metropolitanas (MA)

están conformadas por un área urbana muy grande (núcleo urbano) junto con áreas urbanas y rurales adyacentes que tienen un alto grado de integración social y económica con el núcleo urbano. Una MA tiene un núcleo urbano con población de al menos 100,000 habitantes; en 2017, Canadá contaba con 33 áreas metropolitanas censales (Statistics Canada, 2018).

La formación de metrópolis en América Latina se inició en el siglo XX (Unikel *et al*., 1976). En el año 2000, más del 80% de la población total y más del 85% de la población urbana de América Latina se encontraba concentrada en los ocho países de mayor tamaño: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela quienes, junto con Uruguay y Puerto Rico, constituían los diez más urbanizados de la región (Lattes, 2001).

La Unión Europea en 2011 realizó una combinación de la metodología de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) con la tipología urbano-rural desarrollada por la Comisión Europea, así obtuvo una clasificación con cinco categorías: regiones predominantemente urbanas, regiones intermedias cercanas a ciudad, regiones intermedias, regiones predominantemente rurales cercanas a ciudad y regiones predominantemente rurales (Sedatu, *et al*., 2018).

En España la identificación de áreas metropolitanas es realizada con una adaptación de la metodología dinámica de Estados Unidos, del Census Bureau; utiliza información sobre la población, ocupación y flujos de movilidad entre el lugar de residencia y el de trabajo (Sedatu, *et al*., 2018).

En Japón, Statistics Bureau es el organismo encargado de la definición metropolitana, el concepto Distrito Densamente Habitado (DID) se define como un área de una ciudad, pueblo o aldea que está compuesta por un grupo de bloques de unidades básicas contiguas, cada una de las cuales tiene una densidad de población de aproximadamente 4,000 habitantes o más por kilómetro cuadrado

(km^2), y cuya población total excede 5,000 habitantes a partir del 1 de octubre de 2000. Una ciudad o pueblo compone las ciudades, pueblos y aldeas circundantes cuando cumple las siguientes condiciones: 1) el número de trabajadores residentes y estudiantes de 15 años o más que viajan a las ciudades centrales es 1.5% o más de su población residente total, y 2) el área es contigua a las ciudades centrales o al área circundante. En caso de que el área de la unidad administrativa, donde menos del 1.5% de la población residente viaje a las ciudades centrales, esté completamente encerrada por las áreas definidas como áreas circundantes, también se considera como un área circundante (Statistics Japan, 2018).

2.1.2 Fenómeno metropolitano en México

Desde 1940 la expansión física de diversas ciudades en México, sobre el territorio de dos o más municipios, permitió la formación y crecimiento de zonas metropolitanas, protagonistas en el proceso de urbanización del país (Sedesol *et al*., 2007). Unikel *et al*. (1978) citado por Sedesol *et al.* (2007) identificó a 5 zonas metropolitanas para 1940, los casos se suscitaron en la Ciudad de México, Monterrey, Torreón, Tampico y Orizaba (Sobrino, 1993); con información del censo de 1970, se identificaron 12 zonas, considerando como criterio principal las ciudades mayores de 100 mil habitantes (Unikel *et al*., 1978 citado en Pérez, 2013).

Garza (1990) señala que la acelerada urbanización de México durante el siglo XX fue resultado de la rápida industrialización que ocurrió hasta 1982. La evolución del fenómeno metropolitano en México desde 1960 ha provocado que el número de zonas metropolitanas se haya incrementado seis veces, su población se ha multiplicado por ocho, el monto de demarcaciones territoriales y municipios se ha incrementado en más de seis veces y su participación en la población nacional ha crecido por encima del doble (Sedatu *et al*., 2018).

Las zonas metropolitanas (ZM) se conforman por unidades político-administrativas completas, generalmente son las menores subdivisiones de un país para las cuales

se dispone de información censal. En México, tales unidades son los municipios y delegaciones en la Ciudad de México (antes Distrito Federal) (Unikel *et al*., 1976).

Negrete y Salazar (1986) exploraron el desarrollo metropolitano en México y mediante la aplicación de técnicas de análisis multivariado delimitaron 26 zonas metropolitanas para 1980 (Negrete y Salazar, 1986; Pérez, 2013). Tomaron en cuenta criterios como el poblacional, de carácter urbano (población económicamente activa no agrícola y densidad de población en el territorio municipal) y físico-geográficos como la contigüidad de los municipios, distancia entre cabeceras municipales, accesibilidad, entre otros.

En este proceso de delimitación utilizaron cinco variables: nivel de urbanización, tasa de crecimiento de la población municipal entre 1970 y 1980, elasticidad del crecimiento de la población económicamente activa en actividades urbanas (PEAU), densidad de población en el municipio en 1980 y productividad industrial. Observaron que 25 municipios centrales habían generado, con mayor o menor intensidad, un proceso de metropolización en 1980, lo que representó un incremento respecto a las 12 zonas metropolitanas definidas con un método similar en 1960 por Unikel, Ruíz y Garza (Negrete y Salazar, 1986).

Michel y Ribardière (2017) señalan que el crecimiento de las pequeñas ciudades depende principalmente de dos procesos: primero, la urbanización difusa (dispersión lejana y discontinua de las zonas metropolitanas), los polos urbanos regionales y de la construcción de vivienda a lo largo de los ejes de comunicación; y segundo el desarrollo de localidades, sedes de la administración municipal (cabeceras o agencias municipales), que se han beneficiado de la descentralización administrativa iniciada por el Estado federal mexicano en la década de los noventa.

Sobrino (1993) realizó una nueva delimitación para 1990, demarcando 37 zonas metropolitanas mediante la aplicación de dos ejercicios: uno geográfico, de contigüidad e integración de áreas metropolitanas; y otro estadístico, utilizó el

modelo de componentes principales con las variables tasa de crecimiento demográfico, tasa de urbanización, parques de la industria manufacturera municipal y cobertura del servicio de agua potable. La población total de las áreas metropolitanas fue 31.5 millones, cantidad que representa el 38.8% de la nacional.

Una década después, Sobrino (2003), realizó una nueva delimitación de las zonas metropolitanas, con información del censo del 2000, utilizó como criterios básicos el carácter urbano del municipio y los viajes intermunicipales con motivo laboral; y como criterios complementarios la dinámica demográfica y la importancia económica. Como resultado obtuvo la existencia de 48 zonas metropolitanas para el 2000, con una población de 47.3 millones de habitantes, que representan 48.6% de la población a nivel nacional (Pérez, 2013; Sobrino, 2003).

Al respecto, en el ámbito institucional también se realizó una propuesta por parte de la Sedesol, el Consejo Nacional de Población (Conapo) e INEGI, con información del censo del 2000, identificaron 55 zonas metropolitanas con una población de 51.5 millones de habitantes, que concentran 52.8% de la población nacional; utilizaron los criterios de municipios centrales, integración funcional, distancia y municipios interiores (Sedesol *et al*., 2004).

En 2005 Sedesol *et al.* (2007), con información del Conteo de Población 2005, identificaron 56 zonas metropolitanas, que concentraban 57.9 millones de personas, es decir, 56% de la población nacional, en 29 estados de la República, que incluye 345 municipios y delegaciones. En su identificación consideraron aspectos como la población, la conurbación, la distancia, la integración funcional por lugar de trabajo, la población ocupada en actividades no primarias y la densidad media urbana.

Para 2012 el mismo grupo interinstitucional, con información censal, propone una nueva delimitación al fenómeno metropolitano para 2010 y determinaron 59 zonas metropolitanas conformadas por 367 municipios, de los cuales 263 son centrales; 43 municipios exteriores definidos con base en criterios estadísticos y geográficos,

y 61 municipios exteriores definidos con base en criterios de planeación y política urbana; dichas zonas concentran 63.8 millones de habitantes, que equivale a 56.8% de la población total del país (Pérez, 2013; Sedesol *et al*., 2012).

La propuesta más reciente, publicada en 2018, la realizó el grupo interinstitucional Sedatu, Conapo e INEGI que, con información del Conteo de Población 2015, presentaron la delimitación de Zonas Metropolitanas en México 2015, identificaron 74 zonas metropolitanas, las cuales concentraron 75.1 millones de habitantes, equivalente al 62.8% de la población total del país y comprenden 417 municipios en las 32 entidades federativas. Los criterios que consideraron fueron los de municipios centrales, municipios exteriores, integración funcional, carácter urbano y distancia (Sedatu *et al*., 2018).

En el cuadro 2 se sintetiza la evolución de los indicadores de las zonas metropolitanas de México desde 1960 a 2015; destaca el incremento en el número de zonas, los municipios que las integran, la población total de las mismas y porcentaje de la población total del país representaron al momento de su delimitación.

Cuadro 2. Evolución de indicadores de las zonas metropolitanas de México (1960-2015)

	Año						
Indicador	**1960**	**1980**	**1990**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**
Número de zonas	12	26	37	48	56	59	74
Número de municipios	64	131	155	209	345	367	417
Población total (millones de habitantes)	13.4	23.5	31.5	47.3	57.9	63.8	75.1
Porcentaje de la población total del país	25.6%	39.1%	38.8%	52.8%	56%	56.8%	62.8%

Fuente: elaboración propia con datos de Negrete y Salazar (1986), Sobrino (1993), Sedesol *et al.* (2004), Sedesol *et al.* (2007), Sedesol *et al.* (2012), Sedatu *et al.* (2018).

Actualmente más de la mitad de la población mexicana vive en territorios metropolitanos (Iracheta, 2010) y uno de los problemas más relevantes entre los habitantes de las zonas metropolitanas en México es la pobreza (Coneval, 2014), situación que incrementa el riesgo de desastre (vulnerabilidad económica) de acuerdo con Wilches-Chaux (1989).

2.1.3 Zonas metropolitanas del estado de Veracruz

En la delimitación de 1940, Orizaba fue la única zona metropolitana identificada en el estado de Veracruz; para 1970 eran dos las zonas metropolitanas, Orizaba y Veracruz. En 1980 a nivel nacional la entidad veracruzana presentó el mayor incremento de áreas metropolitanas, seis en total: Coatzacoalcos, Minatitlán, Poza Rica, Orizaba, Veracruz y Xalapa; Sobrino (1993) señala que tal incremento se debió al reducido tamaño que tienen los municipios de esta entidad y no a su estructura y dinámica demográfica. Sin embargo, Michel y Ribardière (2017) mencionan que, en la zona sur del estado, con la construcción de la línea de ferrocarril que enlaza el puerto del océano Pacífico (Salina Cruz, Oaxaca) con el puerto del mar Caribe (Coatzacoalcos, Ver.,) se registró en dicha región un crecimiento importante. Para mediados del siglo la actividad de refinería de petróleo que se inició en Minatitlán, cerca del puerto de Coatzacoalcos, creó una fuerte atracción de la población

En la delimitación del 2000, se identificaron 7 zonas metropolitanas en el estado de Veracruz, se agregó Minatitlán a las ya identificadas en 1980, concentrando un total de 28 municipios (Sedesol *et al*., 2004). De acuerdo con su estructura ocupacional, la zona metropolitana de Orizaba se identificaba como dedicada a la industria; Minatitlán, Córdoba y Poza Rica eran zonas dedicadas al comercio; y Xalapa, Veracruz y Coatzacoalcos estaban dedicadas a los servicios (Sobrino, 2003).

Para el año 2005, se identificaron 8 zonas metropolitanas integradas por 43 municipios en la entidad federativa, Acayucan se suma a la lista de ZM; la delimitación es de carácter conurbacional (Sedesol *et al*., 2007). En 2010, se reconocieron 8 zonas metropolitanas en Veracruz, mismas que en 2005, con un total de 45 municipios (Sedesol *et al*., 2012). Finalmente, la delimitación más reciente se realizó con información de 2015, donde un total de 49 municipios integraron las 8 zonas metropolitanas del estado de Veracruz (Sedatu *et al*., 2018).

El cuadro 3 muestra el año en que se integraron los municipios a las zonas metropolitanas, de 1990 a la más reciente en el 2015. Como se aprecia, los municipios de San Andrés Tenejapan, Manlio Fabio Altamirano, Coacoatzintla y Xico, son últimos que se anexaron en la delimitación de Sedatu *et al*., 2018.

Cuadro 3. Delimitación en la que se integraron los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz

Zona	Municipio	1990	2000	2005	2010	2015
Acayucan	Acayucan		X	X	X	X
	Oluta		X	X	X	X
	Soconusco		X	X	X	X
Coatzacoalcos	Coatzacoalcos	X	X	X	X	X
	Ixhuatlán del Sureste		X	X	X	X
	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	X	X	X	X	X
Córdoba	Amatlán de los Reyes		X	X	X	X
	Córdoba	X	X	X	X	X
	Fortín	X	X	X	X	X
	Yanga		X	X	X	X
Minatitlán	Cosoleacaque	X	X	X	X	X
	Chinameca		X	X	X	X
	Jáltipan		X	X	X	X
	Minatitlán	X	X	X	X	X
	Oteapan		X	X	X	X
	Zaragoza		X	X	X	X
Orizaba	Atzacan		X	X	X	X
	Camerino Z. Mendoza	X	X	X	X	X
	Huiloapan de Cuauhtémoc		X	X	X	X
	Ixhuatlancillo		X	X	X	X
	Ixtaczoquitlán	X	X	X	X	X
	Maltrata				X	X
	Mariano Escobedo		X	X	X	X
	Nogales	X	X	X	X	X
	Orizaba	X	X	X	X	X
	Rafael Delgado		X	X	X	X
	Río Blanco	X	X	X	X	X
	San Andrés Tenejapan					X
	Tlilapan		X	X	X	X
Poza Rica	Cazones de Herrera			X	X	X
	Coatzintla	X	X	X	X	X

	Papantla		X	X	X	X
	Poza Rica de Hidalgo	X	X	X	X	X
	Tihuatlán	X	X	X	X	X
Veracruz	Alvarado		X	X	X	X
	Boca del Río	X	X	X	X	X
	Jamapa				X	X
	Manlio Fabio Altamirano					X
	Medellín de Bravo			X	X	X
	Veracruz	X	X	X	X	X
Xalapa	Banderilla		X	X	X	X
	Coacoatzintla					X
	Coatepec	X	X	X	X	X
	Emiliano Zapata			X	X	X
	Xalapa	X	X	X	X	X
	Xico					X
	Jilotepec		X	X	X	X
	Rafael Lucio		X	X	X	X
	Tlalnelhuayocan		X	X	X	X
	TOTAL MUNICIPIOS	**18**	**40**	**43**	**45**	**49**

Fuente: elaboración propia con datos de Negrete y Salazar (1986), Sobrino (1993), Sedesol *et al.* (2004), Sedesol *et al.* (2007), Sedesol *et al.* (2012), Sedatu *et al.* (2018).

Coneval (2014) realizó estimaciones municipales de pobreza en México, tomando en cuenta el espacio del bienestar económico, medido a través del ingreso de las personas, el espacio de los derechos sociales (a partir de seis carencias sociales relacionadas con la alimentación, educación, salud, seguridad social, calidad y espacios de la vivienda y los servicios básicos asociados a ella), y el grado de cohesión social para las 59 zonas metropolitanas que había en 2010, con base en los resultados de las estimaciones de la medición municipal de la pobreza de ese mismo año.

En el estudio anterior, el Consejo indicó que en el 2010 el estado de Veracruz fue una de las entidades federativas con mayor porcentaje de población que padece pobreza extrema (18.8%), ya que posee tres de las zonas metropolitanas con mayor porcentaje de población en situación de pobreza extrema, siendo estas Acayucan, Orizaba y Minatitlán (Coneval, 2014). Autores como Brown *et al.* (2001), Sánchez y

Cavazos (2015) y Wilches-Chaux (1989) identifican esta carencia entre los factores que inciden en la vulnerabilidad.

Kumpulainen (2006) menciona que los grupos de población especialmente débiles y pobres se consideran vulnerables y para Cutter *et al.* (2003) la pobreza determina en gran medida la capacidad de absorber pérdidas y mejorar la resistencia a los impactos de los peligros. Sin embargo, como se describe anteriormente, es solo uno de los elementos que integran la vulnerabilidad, no es un sinónimo, se necesita de otros factores más la existencia de una amenaza (como los fenómenos hidrometeorológicos) (Narváez *et al.*, 2009).

Ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, se puede llegar a tener un porcentaje promedio anual significativo de pérdidas por desastres naturales con respecto al producto bruto; esta situación, se traduce en empobrecimiento de la población y en estancamiento, ya que implica llevar a cabo gastos no previstos que afectan la balanza de pagos y en general el desarrollo económico (Cardona, 1993).

2.2 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad explica que las personas, bajo cierto grado de exposición enfrenten más o menos peligro (PNUD, 2004). La exposición es un factor que genera vulnerabilidad, de tal forma que si no hay exposición a un fenómeno específico no existe el riesgo (Magaña, 2013).

El riesgo es una combinación compleja de vulnerabilidad y peligro (amenaza), por lo tanto, los desastres son el resultado de la interacción de ambos; no hay ningún riesgo con vulnerabilidad cero y peligro existente o si hay una población vulnerable pero cero peligros (Blaikie *et al*., 1996; Narváez *et al*., 2009). La exposición y la vulnerabilidad son acumulativas, es decir, la exposición continua a peligros no previstos aumenta la susceptibilidad de la población a sufrir pérdidas en un desastre (Sánchez y Cavazos, 2015).

Soares *et al*. (2015) explican que no se puede plantear la vulnerabilidad en general, sino que el concepto debe estar siempre acompañado de la pregunta: ¿vulnerable a qué? En esta investigación la respuesta es a los desastres, en particular a los asociados con fenómenos de origen hidrometeorológico, donde existe una relación condicionada por aspectos físicos, geográficos y sociales de la población que los experimenta (Lavell *et al*., 2012).

Magaña (2013) sostiene que la vulnerabilidad se refiere al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social que es susceptible de ser afectado por el impacto de un fenómeno hidrometeorológico. Para Narváez *et al*. (2009) es la condición que predispone a una sociedad y sus medios de vida a sufrir daños y pérdidas.

La existencia de vulnerabilidad es un elemento importante al momento de comprender el alcance y la naturaleza de los efectos adversos que pueden ocurrir ante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos, que aunados a las características o condiciones que ayudan a mejorar o mitigar los impactos negativos una vez que se materializa el desastre (Lavell *et al*., 2012).

Cutter *et al*. (2003) señalan que la vulnerabilidad de una sociedad se puede describir utilizando las características individuales de las personas (edad, raza, salud, ingresos, tipo de vivienda, empleo, entre otros); es, en parte, el producto de las desigualdades sociales, los factores sociales que influyen o determinan la susceptibilidad de los diversos grupos a los daños y que también delimitan su capacidad de respuesta. También incluye las desigualdades de lugar donde se encuentra el individuo o grupo, las características de las comunidades y el entorno construido, como el nivel de urbanización y las tasas de crecimiento poblacional.

2.2.1 Dimensiones de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad debe analizarse como una condición sistémica, multifactorial, multisectorial, multitemporal y multiescalar ya que, al igual que el peligro, la

vulnerabilidad es dinámica (Magaña, 2013). En este sentido, la vulnerabilidad comprende múltiples factores que afectan a los seres humanos y les impiden disminuir la conmoción y recuperarse ante el impacto de un evento peligroso (PNUD, 2004).

Los factores pueden ser económicos, como la falta de reservas o escasos bienes; sociales, como la falta de mecanismos de ayuda social o una deficiente organización; técnicos, como viviendas inseguras y de mala construcción; y ambientales expresados en la fragilidad de los ecosistemas (PNUD, 2004). La vulnerabilidad será el resultado de diversas condiciones históricas, sociales, económicas, políticas, culturales, institucionales, de recursos naturales y ambientales y procesos que muestran la sensibilidad y la exposición de las poblaciones a los riesgos (Lavell *et al*., 2012; Brooks *et al*., 2005).

Los factores antes mencionados permiten que la vulnerabilidad pueda ser analizada desde distintas perspectivas (física, social, tecnológica, ideológica, política, educativa, cultural, ambiental e institucional), sin embargo, todas ellas se relacionan de alguna forma en la realidad del individuo (CEPAL y BID, 2000).

Para Soares *et al.* (2015) la vulnerabilidad es social y tiene que ver explícitamente con los factores demográficos y socioeconómicos que incrementan o atenúan los impactos de los desastres en las poblaciones locales; es decir, la vulnerabilidad social ayuda a definir a la población que está en riesgo y el grado en que puede verse perjudicada. De acuerdo con el PNUD (2004) se puede hablar de vulnerabilidad humana, la cual incluye la vulnerabilidad de los sistemas sociales y económicos, el estado de salud del individuo, la infraestructura física y los activos ambientales.

Dao y Peduzzi (2003) se refieren a una vulnerabilidad socioeconómica, integrada por diferentes vulnerabilidades que identifican a través de indicadores económicos, demográficos, de educación, de desarrollo, etcétera. Por otro lado, Meli *et al*. (2005)

definen la vulnerabilidad social como la suma de circunstancias que afectan a grupos de población, limitando sus capacidades para valerse por sí mismos y la vulnerabilidad física de un asentamiento humano o una ciudad, contemplando la infraestructura y bienes propios del lugar.

Para Cardona (1993) la vulnerabilidad puede ser de carácter técnico y de carácter social, la primera se puede cuantificar en términos físicos y funcionales (como la interrupción de un servicio o los daños en pesos a una vivienda) y la segunda puede valorarse cualitativamente y en forma relativa, debido a que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, entre otros.

Cutter *et al. (*2003) identificaron la vulnerabilidad social, que está integrada por factores sociales como la falta de acceso a los recursos, creencias, costumbres, tipo de vivienda e infraestructura, entre otros y la vulnerabilidad biofísica, determinada por el contexto geográfico.

Kumpulainen (2006) reconoce tres dimensiones de la vulnerabilidad: económica, social y ecológica. La primera identifica el potencial de daño económico, entendido como algo concreto que afecta la economía de una región, representa el riesgo para la producción, la distribución y el consumo. La segunda reconoce la vulnerabilidad de las personas, considerando sus características, así como la capacidad de afrontamiento, ya que los grupos de población especialmente débiles y pobres se consideran vulnerables. Y finalmente, la vulnerabilidad ecológica referida a la fragilidad del ecosistema o medio ambiente. En el caso de vulnerabilidad ecológica, es importante descubrir cómo los diferentes tipos de entornos naturales enfrentan y se recuperan de los peligros.

Wilches-Chaux (1989) realizó la identificación más específica de componentes o niveles de la vulnerabilidad global ante los desastres, identificando once tipos de vulnerabilidades: natural, física, ecológica, económica, social, política, ideológica, institucional, cultural, educativa y técnica (cuadro 4).

Cuadro 4. Niveles de la vulnerabilidad global ante desastres según Wilches-Chaux (1989)

Vulnerabilidad	Descripción
Natural	Es intrínseca del ser, determinada por los límites ambientales que hacen posible la vida y por las exigencias internas de su propio organismo (determinados niveles nutricionales, condiciones de temperatura, humedad, densidad y composición atmosférica para poder vivir).
Física	Se refiere a la localización de la población en zonas de riesgo físico.
Ecológica	Se origina por la destrucción de las reservas del ambiente y ecosistemas que por una parte resultan altamente vulnerables, incapaces de regenerarse para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana y altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan.
Económica	En ella existe una relación inversa entre ingreso per cápita a nivel poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos, es decir, la pobreza incrementa el riesgo de desastre.
Social	Se conforma por el bajo grado de organización y cohesión interna de comunidades bajo riesgo, que anulan o disminuyen su capacidad de prevenir, mitigar o responder ante el mismo.
Política	Originada por el alto grado de centralización en la toma de decisiones y en la organización gubernamental, refleja debilidad en la autonomía para decidir en los niveles regionales, locales y comunitarios, situación que impide una mayor adecuación de las acciones a los problemas en dichos territorios.
Ideológica	Es la forma en que las personas conciben el mundo y el medio ambiente que habitan y con el cual interactúan.
Institucional	Se observa en la obsolescencia y rigidez de las instituciones donde se impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.
Cultural	Es la manera en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como conjunto nacional.
Educativa	Determinada por la ausencia en los programas de educación, de elementos que instruyan adecuadamente sobre el medio ambiente o el entorno que habitan los pobladores, su equilibrio o desequilibrio, entre otros; también se refiere al grado de preparación que recibe la población sobre formas comportamiento adecuado a nivel individual, familiar y comunitario en caso de amenaza u ocurrencia de situaciones de desastre.
Técnica	Referida a las técnicas inadecuadas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.

Fuente: elaboración propia con información de Wilches-Chaux (1989).

2.2.2 Vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos

El cambio climático ha provocado incontables alteraciones atmosféricas, acrecentando diversos aspectos meteorológicos como la intensidad y frecuencia de las lluvias; actualmente se generan depresiones tropicales que se convierten en tormentas tropicales e incluso llegan a alcanzar la categoría de huracanes,

manifestándose en los continentes con patrones de vientos y lluvias mucho más severos que en periodos anteriores. Eventos como “El Niño” y “La Niña” han provocado cambios en el clima, como el incremento en la humedad en ciertas regiones o sequías que originan incendios forestales y otras afectaciones (Sánchez-Núñez *et al*., 2011).

Los FHM y los desastres asociados a ellos generan alteraciones graves en el funcionamiento normal de una sociedad, debido a eventos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, y producen efectos materiales, económicos o ambientales negativos; demandan una respuesta de emergencia inmediata para satisfacer necesidades humanas críticas y pueden requerir apoyo externo para su recuperación (Lavell *et al*., 2012).

La distribución espacial de los FHM responde a condiciones e interacciones de la atmósfera en un momento y lugar determinado, independientemente de su magnitud, los impactos que estos generan son percibidos en escala local y obedecen a aspectos geográficos como el relieve, la forma de la cuenca hidrográfica, el tipo de suelo, y la vegetación; y a aspectos socioeconómicos como la densidad de población, la inversión pública en infraestructura, la preparación y capacidad de respuesta de la población ante un evento extremo, entre otros (Pérez-Briceño *et al*., 2016). El riesgo de desastre en un país o región no se determina sólo por la capacidad de su economía, sino también por el área de territorio que está expuesta a las amenazas (PNUD, 2004).

El PNUD (2004) indica que, al cuantificarse los daños de los desastres por FHM, estos deben mostrar un saldo que incluye la destrucción de activos fijos y capital físico, la interrupción de la producción y el comercio, la desviación y el agotamiento de los ahorros e inversiones públicas y privadas. Los niveles totales de pérdidas económicas son más altos en los países desarrollados debido a la elevada densidad de población, a sus niveles de producción y el costo de sus infraestructuras; los

países menos desarrollados sufren pérdidas relativas más altas si se les compara con el PIB.

Observando el año 2015, a nivel nacional, 96.2% de daños y pérdidas calculados correspondieron a FHM por 17,110 millones de pesos. Veracruz concentró dos de los eventos con los mayores daños y pérdidas económicas, sumando $4,516.2 millones de pesos, que representaron 25.4% del total calculado (cuadro 5) (Segob y Cenapred, 2016a).

Cuadro 5. Los 10 principales desastres en 2015 de acuerdo con el monto de daños y pérdidas

Tipo de fenómeno	Estado	Pérdidas (millones de pesos)
Lluvias severas	Veracruz	2,332.2
Inundaciones	Veracruz	2,183.9
Ciclón tropical	Colima	1,744.1
Ciclón tropical	Jalisco	1,544.3
Ciclón tropical	Sonora	823.4
Lluvias severas	Jalisco	802.7
Ciclón tropical	Michoacán	720.3
Lluvias severas	Quintana Roo	715.7
Lluvias severas	Quintana Roo	642.9
Lluvias severas	Durango	596.8

Fuente: Tomado y modificado de Segob y Cenapred, 2016a.

Sánchez y Cavazos (2015) sostienen que la vulnerabilidad multidimensional que caracteriza a cada territorio provoca que los fenómenos hidrometeorológicos resulten con frecuencia en impactos opuestos en regiones contiguas, beneficiando a unos y afectando a otros. Al respecto, el PNUD (2004) indica que los países con niveles de renta más bajos no son necesariamente los más vulnerables desde el punto de vista económico, por ejemplo, países como Burkina Faso, Etiopía, Malawi y Suazilandia, que se caracterizan por tener economías agrícolas, son vulnerables a las sequías, sin embargo, una vez que retornan las lluvias, su recuperación puede ser rápida.

Arranz (2008) estudió el riesgo de inundaciones y la vulnerabilidad en áreas urbanas en España, a escala local, seleccionó cuatro casos de ciudades en las que inundaciones, originadas por diferentes episodios de lluvias torrenciales, ocasionaron daños importantes. En el primer caso, la ciudad de Bajadoz, obtuvo vulnerabilidad por exposición de la población en zonas de riesgo, permitida por las instituciones públicas. En Tenerife, el segundo caso, la autora determinó que las autoridades políticas infravaloraron las medidas preventivas que existían ante lluvias torrenciales, generando vulnerabilidad en la población. En Málaga, las causas que contribuyeron a aumentar los daños del desastre fueron el inapropiado diseño de construcción del paseo marítimo, la escasa limpieza y el drenaje deficiente de los cauces de los arroyos, el asolvamiento de los tramos fluviales urbanos y la usurpación urbanística de terrenos de dominio público hidráulico. Finalmente, en la ciudad de Huesca, la vulnerabilidad se originó por la unión de dos elementos: la acción de una planificación inadecuada y un exceso de confianza en las técnicas de prevención, derivando en la instalación urbana turística de gran riesgo, sobre todo cuando los terrenos a utilizar eran baratos.

América Latina es particularmente vulnerable a los desastres naturales, esto se debe a que los fenómenos hidrometeorológicos y climáticos se están haciendo cada vez más frecuentes y extremos (Constantino y Dávila, 2011); esta vulnerabilidad es originada por la presencia de numerosas poblaciones pobres, algunas viven en las zonas más frágiles y no poseen los medios para protegerse (Margulis, 2017).

Pabón-Caiceido *et al*. (2018) estudiaron la vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidrometeorológicos extremos; por su impacto y área de cobertura, las inundaciones y las sequías fueron los eventos más notables en la Amazonía. Utilizaron series del índice estandarizado de precipitación para determinar que estos fenómenos son los más recurrentes en la Amazonía boliviana, contando los eventos con valores por encima de 2.0 (exceso extremo) o por debajo de -2.0 (déficit extremo).

Mediante el uso de indicadores socioeconómicos y biofísicos, Pabón-Caiceido *et al.* (2018) identificaron los sistemas expuestos a estos fenómenos y los distintos grados de amenaza para la población y los sistemas agropecuarios. Al analizar la vulnerabilidad, observaron que la sequía es mayor en: la parte alta andina (Amazonía boliviana, peruana y ecuatoriana); en el sur, en el sector de la cuenca del río Juruena; en el oriente, sobre un amplio sector entre las cuencas de Xingú y Tocantins; y en el norte, en un pequeño sector correspondiente a la parte alta del río Branco. Respecto a las inundaciones, la mayor vulnerabilidad está localizada en un gran sector en el suroriente del Amazonas, en sectores del piedemonte de los Andes y en toda la zona plana contigua al río Amazonas y sus afluentes.

Noriega *et al*. (2011) utilizaron la clasificación de la vulnerabilidad de Wilches-Chaux (1989) al analizar la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta, Colombia; en el estudio identificaron que las construcciones civiles en áreas inadecuadas, la deficiente planificación urbana, el desconocimiento de los planes de emergencia y la débil capacitación de la población, son factores que incidieron en la alta vulnerabilidad de la cuenca baja.

En Honduras, Rivera *et al*. (2004) analizaron la vulnerabilidad ante inundaciones de la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, en donde se presenta una vulnerabilidad global alta a inundaciones; los resultados del estudio mostraron que la vulnerabilidad institucional es la más alta, además analizaron la vulnerabilidad de variables socioeconómicas como la educativa, institucional, social, política, económica, ideológica; y de variables biofísicas como la física, técnica y ecológica.

En dicho estudio, resultaron altas la vulnerabilidad educativa, porque la mayor parte de la población no escucha programas radiales ambientales y la mayoría de los productores no reciben asistencia técnica; la social, por el poco liderazgo y la nula organización comunitaria; la política, por la deficiente aplicación de las leyes, al igual que la económica, porque los predios para construir están fuera del alcance de las posibilidades económicas de los habitantes, quienes con sus bajos ingresos solo

pueden construir en áreas de riesgo a inundaciones, únicamente la vulnerabilidad ideológica resultó ser la más baja, porque sólo ante la amenaza y presencia de inundaciones surge el espíritu de unión entre la población. Dentro de las variables biofísicas, la vulnerabilidad física mostró que los servicios básicos de agua y energía eléctrica se ven afectados cada vez que ocurren eventos de intensidad media de lluvia; la vulnerabilidad técnica es alta ya que las obras hidráulicas tienen poca capacidad y diseños inadecuados y la vulnerabilidad ecológica presenta una mayor tendencia a incrementarse, por necesidad de tierras adecuadas para cultivos o leña y plagas que atacan el bosque de pinar (Rivera *et al*., 2004).

En México, Constantino y Dávila (2011) realizaron una aproximación a la medición del riesgo, la vulnerabilidad y la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos; identificaron que durante el periodo del 2000 al 2010 el país enfrentó 11,595 eventos que pueden definirse riesgosos, 4,860 emergencias, 4,317 desastres y 2,418 contingencias climatológicas, lo que reafirma que, en la región americana, la República Mexicana se puede ubicar como de riesgo y vulnerabilidad media. Los autores utilizaron como variables indicativas de la vulnerabilidad el número de damnificados (indicador del nivel de daño causado) y el nivel de marginación (indicador de la capacidad socioeconómica para resistir a la amenaza). Como resultado obtuvieron que los estados de Veracruz y Oaxaca poseen vulnerabilidad muy alta.

Soares y Peña (2015) realizaron un estudio de caso sobre vulnerabilidad social frente a huracanes en Celestún y San Felipe, dos municipios de la costa de Yucatán, México. Identificaron y caracterizaron las distintas expresiones de la vulnerabilidad de los actores sociales locales, desde la perspectiva de los capitales comunitarios. Obtuvieron como resultados que las dos localidades presentan un nivel de vulnerabilidad medio de sus capitales, en cuanto a su vulnerabilidad política, Celestún otorga poca relevancia al tema de gestión de riesgos y por lo tanto también presenta vulnerabilidad institucional. San Felipe se distingue debido a la fortaleza

de su capital político y posee una gran experiencia acumulada de protección civil municipal.

Rodríguez-Herrera *et al*. (2012) abordaron la experiencia social generada frente al riesgo y la vulnerabilidad, a partir de los estragos provocados por la tormenta Henriette en el 2007, en Llano Largo y otros sectores aledaños localizados en la Zona Diamante de la ciudad de Acapulco, México. Identificaron a los actores involucrados en las gestiones tras el desastre que fueron la población afectada, las empresas constructoras y el gobierno. Entre los resultados obtenidos percibieron que los pobladores han realizado dinámicas organizativas que, aunque someras, sirven para identificar el camino que les ayude a comprender y ubicarse en una realidad plagada de riesgos. El gobierno atiende a la población en condiciones de pobreza con ayuda focalizada, con una política centrada en la emergencia, sin embargo, no logra integrar los procesos de reconstrucción, dejando esta tarea en manos de organismos privados cuyo interés no es la superación de la vulnerabilidad resultante.

Finalmente, Ramírez *et al*. (2012) realizaron un estudio de vulnerabilidad que identificó los ambientes más susceptibles ante fenómenos hidrometeorológicos (particularmente lluvias) de la zona costera Veracruz-Boca del Río ubicada en el estado de Veracruz, México. A través de un modelo identificaron dos índices, uno de fragilidad natural (IFN) y otro de vulnerabilidad social (IVS). El IFN expresaba la condición del ambiente natural respecto del uso que la sociedad hace del territorio a través de la cobertura de suelo transformado o natural. El IVS señalaba la vulnerabilidad a la que la población local está expuesta, a través de la condición demográfica de la población, las amenazas naturales presentadas y el grado de la pendiente del terreno.

Ramírez *et al*. (2012) encontraron que el área de uso urbano creció mientras que, la vegetación de dunas costeras presentó decremento. El modelo indicó que todas las microcuencas cuentan con cierto grado de vulnerabilidad; la microcuenca

dedicada al turismo es la que presenta un grado de vulnerabilidad más alto; las microcuencas Puente Moreno, Las Bajadas, Rio Medio y Geovillas presentan una vulnerabilidad media, mientras que las Palmas, San Julián y Punta Gorda tienen una vulnerabilidad baja.

Como se percibe en la revisión de los estudios de caso sobre vulnerabilidad a nivel internacional y nacional, estos se caracterizan por una selección subjetiva de indicadores por parte de los autores, basados en supuestos sobre los factores y procesos que conducen a la vulnerabilidad, informados por la revisión de la literatura y la comprensión que hacen de la interacción hombre-medio ambiente (Brooks *et al*., 2005).

Diversos autores coinciden en una serie de componentes que integran la vulnerabilidad, como población, educación, economía, salud, seguridad, infraestructura, medio ambiente, alerta y daños, entre otros (Ahsan y Warner, 2014; Cardona *et al*., 2001; Taubenböck *et al*., 2008); sin embargo, pocos son los autores que indican la fuente de las variables para integrar dichos componentes como Dao y Peduzzi, (2013), Soares *et al. (*2015) y Travieso-Bello (2012).

Con todo lo anterior, se observa que el común denominador en las investigaciones es el componente poblacional o los indicadores demográficos, por lo que el fenómeno metropolitano cobra relevancia para la presente investigación.

Capítulo 3. Área de estudio y metodología

3.1 Localización geográfica

El área de estudio se ubica en el estado de Veracruz, México y corresponde a las zonas metropolitanas, integradas por 49 municipios (Sedatu *et al*., 2018). La entidad federativa está posicionada a lo largo de la costa del Golfo de México en la región centro-oriental de la República Mexicana. Colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al este con los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, al sur con los estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco y al oeste con el Golfo de México (Rodríguez y Morales, 2010).

3.1.1 Ubicación

El Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal y la Secretaría de Gobernación (Inafed y Segob, 2010) sectorizaron al estado de Veracruz en 10 regiones que son: Huasteca Alta y Baja, Totonaca, Nautla, Capital, Sotavento, Las Montañas, Papaloapan, Los Tuxtlas y Olmeca; con la finalidad de agrupar a los municipios de acuerdo con sus características culturales, sociales y económicas. Las zonas metropolitanas se ubican dentro de las 6 regiones: Totonaca, Capital, Sotavento, Montañas, Papaloapan y Olmeca (cuadro 6).

Cuadro 6. Extensión y región de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz

Zona	Superficie (Km^2)	Municipio	Región
Acayucan	830	Acayucan, Oluta y Soconusco.	Olmeca
Coatzacoalcos	496.9	Coatzacoalcos, Ixhuatlán del Sureste y Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río.	Olmeca
Córdoba	460.4	Amatlán de los Reyes, Córdoba, Fortín y Yanga.	Montañas
Minatitlán	2,930.20	Chinameca, Cosoleacaque, Jáltipan, Minatitlán, Oteapan y Zaragoza.	Olmeca
Orizaba	641.7	Atzacan, Camerino Z. Mendoza, Huiloapan de Cuauhtémoc, Ixhuatlancillo, Ixtaczoquitlán, Maltrata, Mariano Escobedo, Nogales, Orizaba, Rafael Delgado, Río Blanco, San Andrés Tenejapan y Tlilapan.	Montañas
Poza Rica	2,789.00	Cazones de Herrera, Coatzintla, Papantla, Poza Rica de Hidalgo y Tihuatlán.	Totonaca

		Alvarado	Papaloapan
Veracruz	1,888.70	Boca del Río, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo y Veracruz.	Sotavento
Xalapa	1,089.90	Banderilla, Coacoatzintla, Coatepec, Emiliano Zapata, Jilotepec, Rafael Lucio, Tlalnelhuayocan, Xalapa y Xico.	Capital

Fuente: elaboración propia con información de Inafed y Segob (2010) y Sedatu *et al.* (2018).

En la figura 1 se muestra la localización de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz, distribuidas de norte a sur.

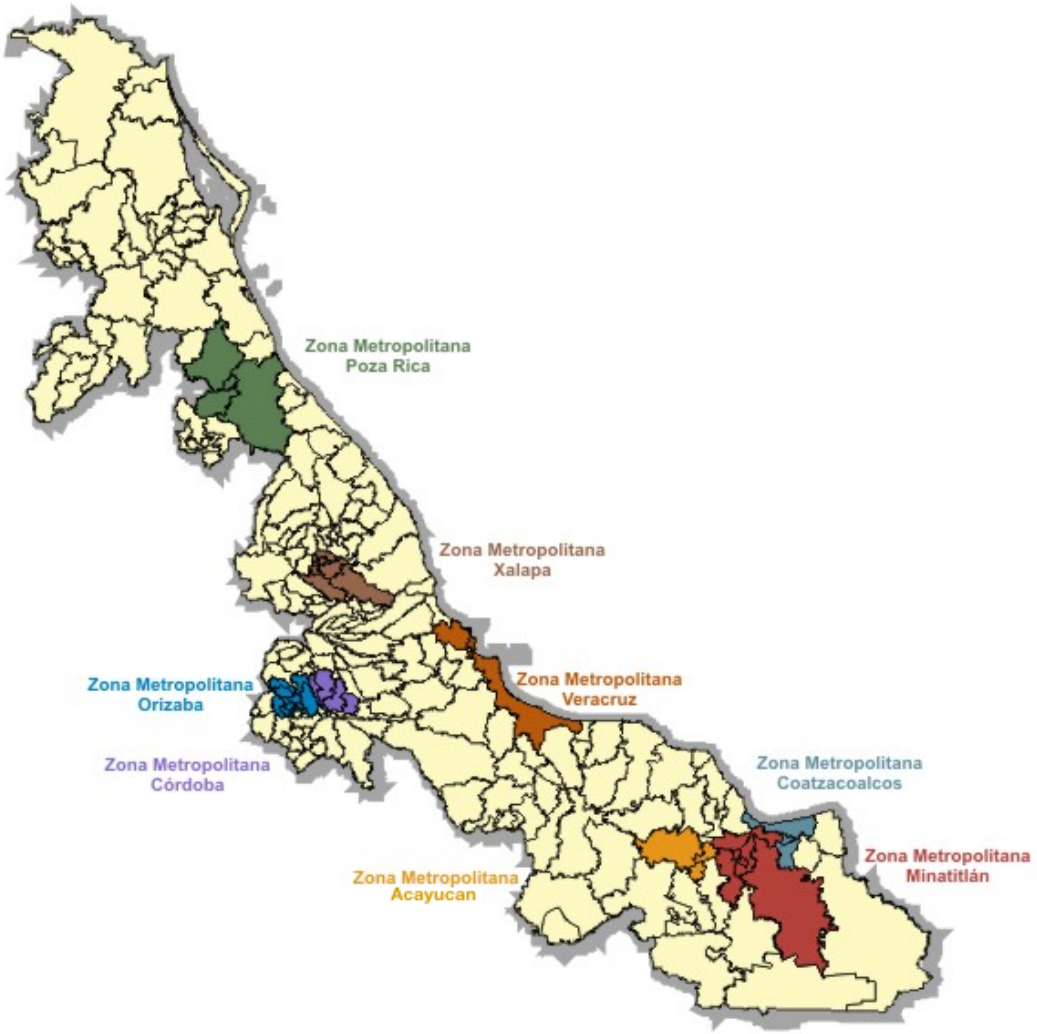

Figura 1. Ubicación de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de: Coordinación Universitaria de Observatorios en https://www.uv.mx/cuo/zonas-metropolitanas/.

3.1.2 Extensión y límites

La Secretaria de Finanzas y Planeación y el Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Veracruz (Sefiplan y Copladever, 2012) indican las colindancias de las regiones que concentran a los municipios integrantes de las zonas metropolitanas de Veracruz; la región Totonaca se encuentra en la parte norte del Estado, limita al norte con la región Huasteca Baja, al sur con la región del Nautla, al oeste con los Estados de Hidalgo y Puebla y al este con el Golfo de México. Ocupa una extensión de 4,281 km^2 (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015a), de los cuales 2,789 km^2 pertenecen a la ZM de Poza Rica (Sedatu *et al*., 2018), lo que equivale al 65.14% cubierto por la ZM de la región.

La región Capital se extiende sobre una superficie de 5,327 km^2 y se ubica en la parte central de Veracruz (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015b), donde 1,089.9 km^2 pertenecen a la ZM de Xalapa (Sedatu *et al*., 2018), representando un 20.46% del territorio de la región. Colinda al norte con la región de Nautla, al este con el Golfo de México, al oeste con el Estado de Puebla, al sur con las regiones del Sotavento y de las Montañas (Sefiplan y Copladever, 2012).

La región Sotavento se encuentra en la parte centro-sur de la entidad veracruzana; colinda al norte con la región Capital, al este con el Golfo de México, al oeste con la región Las Montañas y al sur con la región Papaloapan (Sefiplan y Copladever, 2012). Es una de las regiones con menor extensión territorial en la entidad ya que cuenta con 3,961 km^2 (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015c) y concentra a 5 de los 6 municipios de la ZM de Veracruz que posee una extensión de 1,888.7 km^2 (un 26.8 % de la región), donde solo el municipio de Alvarado con 826.9 km^2 (Sedatu *et al*., 2018) pertenece a otra región, la del Papaloapan[2] (Sefiplan y Copladever, 2012).

---

[2] La región del Papaloapan es la tercera más extensa del Estado de Veracruz, cuenta con una superficie de 10,461 km^2 (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015d). Se ubica al suroeste de la entidad; al norte colinda con la región de las Montañas y la del Sotavento, al sur con la Olmeca y al suroeste con la región de los Tuxtlas (Sefiplan y Copladever, 2012).

La región de las Montañas se localiza en la parte centro-sur del Estado, cuenta con 6,053 km^2, con lo que ocupa el quinto lugar en cuanto a extensión territorial (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015e). Colinda al norte con la región Capital, al este con la región Sotavento, al oeste con el Estado de Puebla, al sureste con la región del Papaloapan y al sur con el Estado de Oaxaca. En la región de Las Montañas se localizan las zonas metropolitanas de Córdoba y Orizaba (Sefiplan y Copladever, 2012), con una extensión de 460.4 km^2 y 641.7 km^2 respectivamente (Sedatu *et al*., 2018), es decir en un 7.6% de la región se extiende la ZM de Córdoba y un 10.6% es ocupado por la ZM de Orizaba.

Por último, la región Olmeca, que es la más extensa del Estado, posee una superficie de 16,506 km^2 (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015f), alberga 3 zonas metropolitanas: Acayucan, Coatzacoalcos y Minatitlán, con una extensión de 830 km^2, 496.9 km^2 y 2,930.2 km^2 respectivamente, en conjunto representan un total de 4,257.1 km^2 de la región (Sedatu *et al*., 2018), lo que equivale a un 25.79% de la región. Limita al noroeste con las regiones de los Tuxtlas y Papaloapan, al oeste con el Estado de Oaxaca, al este con Tabasco y al norte con el Golfo de México (Sefiplan y Copladever, 2012).

3.2 Caracterización física

En esta sección se describen las características climatológicas, hidrológicas, edafología, vegetación y uso del suelo.

3.2.1 Clima

El estado de Veracruz se puede regionalizar en muy caluroso, en la llanura costera sur donde se ubican las *zonas metropolitanas de Acayucan, Coatzacoalcos, Minatitlán y Veracruz*; caluroso en la llanura costera norte, donde se encuentra la *ZM de Poza Rica*; templado en las faldas de las sierras, donde se encuentran las *zonas metropolitanas de Córdoba, Orizaba y Xalapa*; y frío sólo en los picos de las montañas (figura 2). El mes más frío para la entidad veracruzana es enero. El mes

más caluroso es mayo para el sur y el centro, mientras que para el norte es junio (Ruíz *et al*., 2010).

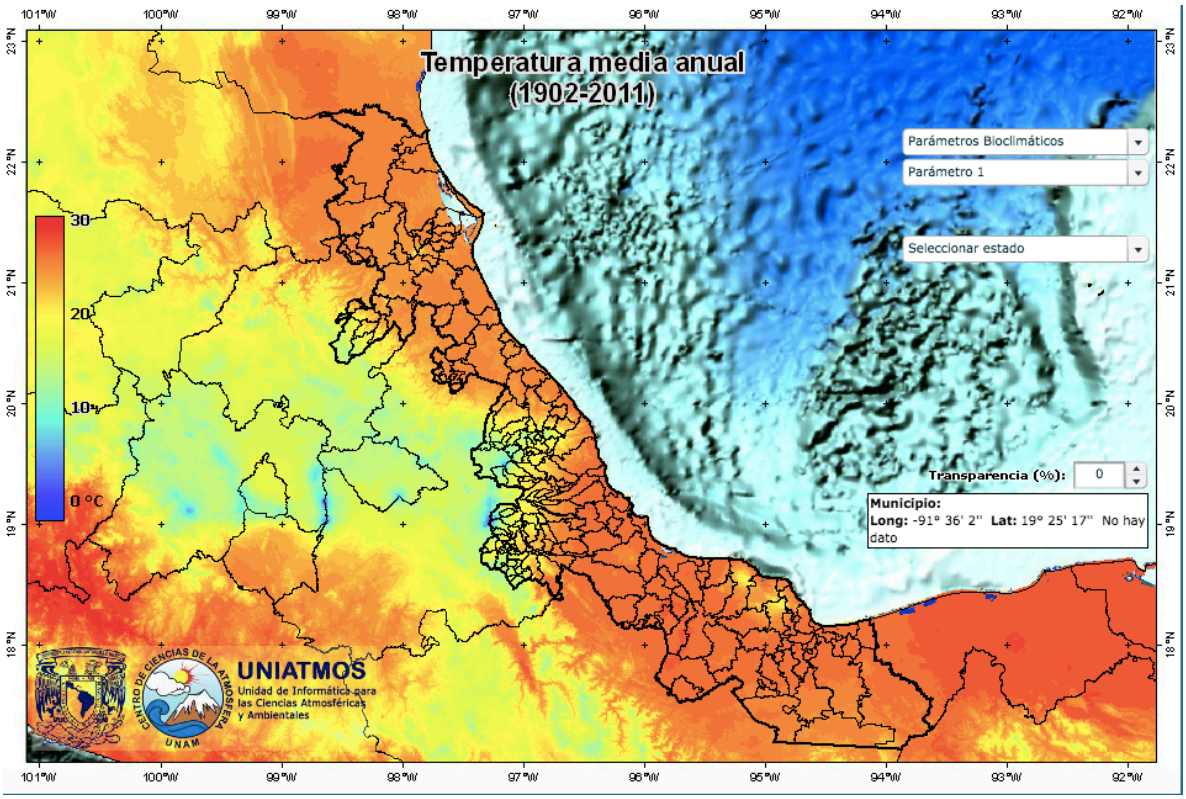

Figura 2. Temperatura media anual del estado de Veracruz de 1902 a 2011.
Fuente: Tomado de http://atlasclimatico.unam.mx/atlas/ver/ver.html.

Ruíz *et al*. (2010) señalan que las lluvias se originan principalmente por la llegada de las masas de aire húmedo tropical y por su interacción con la orografía. La temporada de lluvias es en verano. La precipitación máxima acontece sobre las sierras, ligeramente desplazados a barlovento y los mínimos a sotavento. Sobre la llanura costera, donde se localizan las zonas metropolitanas de *Acayucan, Coatzacoalcos, Minatitlán, Poza Rica y Veracruz* los valores son intermedios. El mes más lluvioso difiere para todo el estado: septiembre es para el norte donde llegan tormentas tropicales y el sur donde llegan las ondas del este. Para el centro del estado es julio. El periodo menos lluvioso es el invierno en las zonas montañosas, y la primavera en la llanura costera.

3.2.2 Hidrología

En la costa veracruzana se delimitan cuatro regiones hidrológicas (RH), enumeradas de norte a sur, que son: la número 26 Pánuco, 27 Tuxpan-Nautla, 28 Papaloapan y 29 Coatzacoalcos, las cuales drenan el estado de Veracruz y desembocan en el Golfo de México, como se observa en la figura 3 (Pereyra *et al.*, 2010).

Figura 3. Regiones hidrológicas y principales ríos del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado de Pereyra *et al.* (2010).

La región Totonaca, donde se localiza la *ZM de Poza Rica*, se ubica dentro de la RH-27 Tuxpan-Nautla, integrada por 12 cuencas hidrológicas, entre las que se localizan las de los ríos Cazones, Tecolutla y Llanuras del Tuxpan. Posee diversos cuerpos de agua, como el Tejón, Guayabitos, Estero Lagartos, Estero Boca de Lima, Cruz de los Esteros y Larios (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015a).

La región Capital, donde se encuentra la *ZM de Xalapa*, comprende una pequeña fracción de la RH-18 denominada Balsas, una parte de la RH-27 Tuxpan-Nautla y otra parte de la RH-28 Papaloapan. Comprende la cuenca del río Nautla, Actopan,

Llanuras del Actopan y La Antigua (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015b). Se encuentra drenada por el río Naolinco, el cual se convierte en río Actopan ladera abajo y desemboca en el Golfo de México; otro río importante de esta región es el Huhixilapan que se convierte en río Los Pescados (Sefiplan y Copladever, 2012).

La región Sotavento, donde se ubica la *ZM de Veracruz*, está localizada dentro de la RH-28 Papaloapan, conformada por 18 cuencas hidrológicas, entre las que destacan las de los ríos La Antigua, Jamapa, Jamapa-Cotaxtla, Blanco y una fracción menor de las Llanuras de Papaloapán y el río Actopan (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015c). Los principales ríos que la irrigan son Mandinga Grande, Alvarado, La Antigua y un segmento del río Papaloapan, con su corriente principal, el río Jamapa. Los cuerpos de agua más importantes son las lagunas de Chalpan, Camaronera, Mandinga, Redonda, de Rojas, de las Piedras, Pajarillo y Tlalixcoyan (Sefiplan y Copladever, 2012).

La región Papaloapan, donde se localiza el municipio de Alvarado perteneciente a la *ZM de Veracruz*, se ubica en la RH-28 Papaloapan, que descarga en la Laguna de Alvarado y posteriormente desemboca en el Golfo de México (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015d).

La región Las Montañas, donde se encuentran las *zonas metropolitanas de Córdoba y Orizaba*, está dentro de la RH-28 Papaloapan, que comprende parte de las cuencas del río La Antigua, Jamapa-Cotaxtla, Blanco y Tonto (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015e). En esta región nacen los ríos Jamapa, Blanco y Atoyac; así como el afluente que alimentan la presa Miguel Alemán en el estado de Oaxaca (Sefiplan y Copladever, 2012).

La región Olmeca, donde se ubican las *zonas metropolitanas de Acayucan, Coatzacoalcos y Minatitlán*, está dentro de la RH-29 Coatzacoalcos, integrada por 15 cuencas hidrológicas, entre las que destacan los ríos Coatzacoalcos, Uxpanapa

y Huazuntlán (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015f). Los principales ríos de esta región son el Coatzacoalcos, Tonalá, San Juan Papachote, Uxpanapa, Agua Dulce y Chacalapa Calzadas; las lagunas más relevantes son la Laguna el Ostión, El Manatí, Carolino Anaya, Mezcalapa, El Tortuguero y La Presa Cangrejera (Sefiplan y Copladever, 2012).

3.2.3 Edafología, vegetación y uso de suelo

En Veracruz se encuentran 16 de los 25 grupos de suelo propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). Los grupos de suelo con mayor extensión son el Vertisol, Feozem, Luvisol, Acrisol, Andosol, que ocupan el 67% de la superficie del estado, destaca entre ellos el Vertisol con 27%. Los suelos con textura arcillosa cubren el 46% de la superficie del estado y están representados por los grupos Vertisol, Acrisol y Luvisol; estos sostienen por lo general praderas ganaderas y cultivos de caña de azúcar (Medina *et al*., 2010).

Respecto a la vegetación y uso de suelo, en la región Totonaca, donde se localiza la *ZM de Poza Rica*, predomina el uso agropecuario. El sistema productivo dominante es el ganadero (Alan y Martínez, 2010). El 55.7% de la superficie territorial está dedicada a la agricultura de temporal, 33.3% a pastizal cultivado, 1.3% es de áreas urbanas y el resto es de cuerpos de agua y otra vegetación (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015a) (Figura 4).

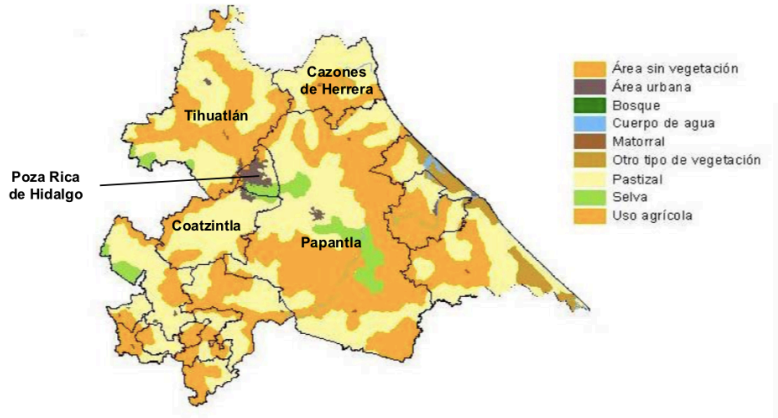

Figura 4. Vegetación y uso de suelo en la Región Totonaca del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de (Sefiplan y Copladever, 2012).

La región Capital, donde se encuentra la *ZM de Xalapa*, también está orientada a actividades del sector primario, ya que en el 68.8% de su territorio se desarrollan actividades como la agricultura y pastizales (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015b). Uno de los sistemas de producción que domina en la región es el cultivo de café, culturalmente ligado a los municipios de Xalapa y Coatepec principalmente (Alan y Martínez, 2010) (Figura 5).

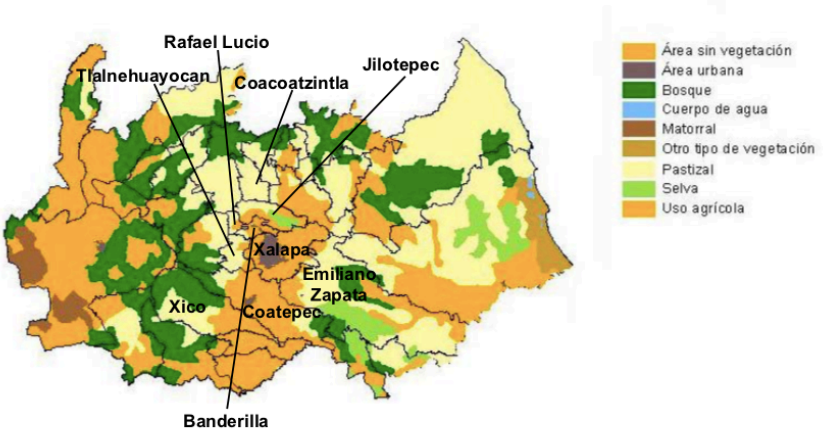

Figura 5. Vegetación y uso de suelo en la Región Capital del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de (Sefiplan y Copladever, 2012).

El Sotavento, región donde se ubican 5 de los 6 municipios de la *ZM de Veracruz,* utiliza 48.9% de la superficie de uso agrícola, principalmente la agricultura de temporal, 42.6% se destina al cultivo de pastizal, 5.1% es vegetación secundaria con actividades agropecuarias y las áreas urbanas ocupan 2% (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015b) (Figura 6).

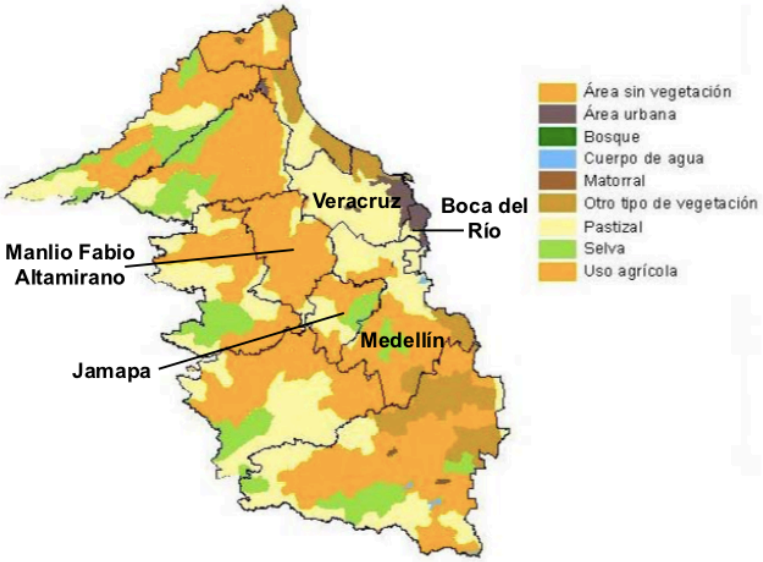

Figura 6. Vegetación y uso de suelo en la Región del Sotavento del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de (Sefiplan y Copladever, 2012).

Papaloapan, región donde se localiza el municipio de Alvarado perteneciente a la *ZM de Veracruz*, tiene como principal actividad la ganadería (figura 7). Los pastizales ocupan en la región aproximadamente 433,987 hectáreas (ha). A pesar de ser una región modificada por la ganadería y agricultura, aún se conserva el humedal de Alvarado, considerado la superficie más importante de manglar del estado. Dentro de la actividad agrícola los principales cultivos son la caña y la piña, ambas ampliamente cultivadas en la región (Alan y Martínez, 2010).

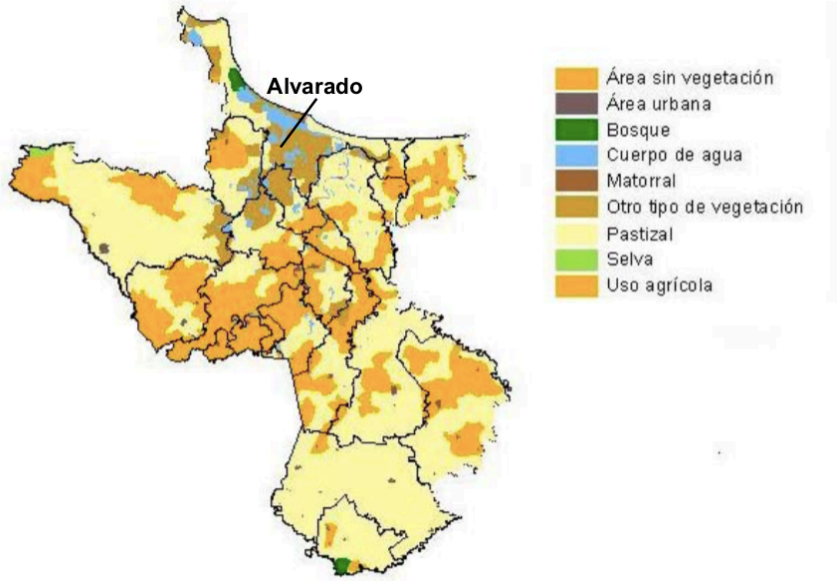

Figura 7. Vegetación y uso de suelo en la Región del Papaloapan del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de (Sefiplan y Copladever, 2012).

En la región de Las Montañas, donde se localizan las *zonas metropolitanas de Córdoba y Orizaba*, 56% de la superficie es de uso agrícola, 21.3% se compone por vegetación secundaria, 11.9% es de pastizal, 8% corresponde al bosque y 1.7% a áreas urbanas (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015e). El café, el maíz y la caña de azúcar son los tres productos agrícolas de mayor cultivo en esta región (Alan y Martínez, 2010) (Figura 8).

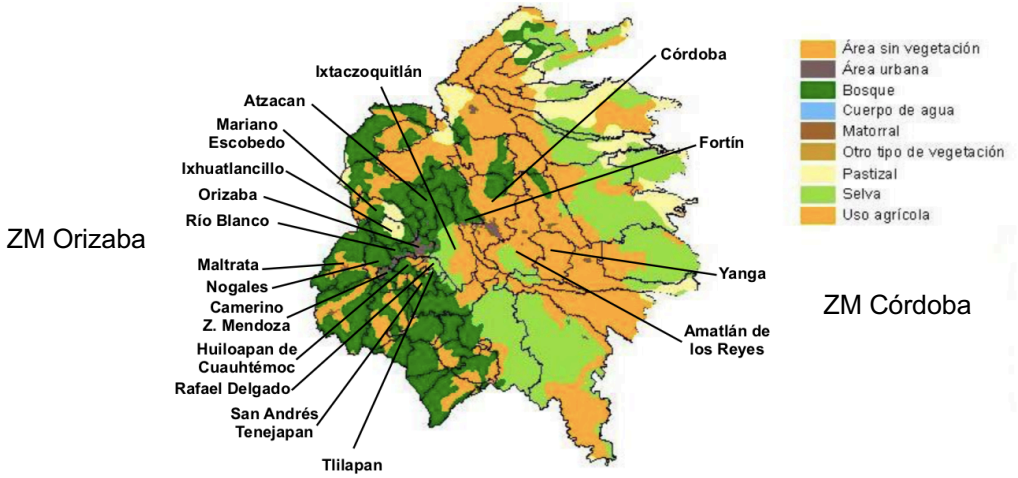

Figura 8. Vegetación y uso de suelo en la Región Las Montañas del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de (Sefiplan y Copladever, 2012).

Finalmente, la región Olmeca, donde se ubican las *zonas metropolitanas de Acayucan, Coatzacoalcos y Minatitlán*, que tiene la mayor superficie urbana a nivel regional, destaca por su orientación al desarrollo de actividades primarias. 63.4% de la superficie está conformada por pastizal, 16.3% es vegetación secundaria, 8.2% es superficie para agricultura de temporal, 6.6% es selva, , 3.3% corresponde a manglar, tular, sabana y vegetación de dunas costeras y 1.1% corresponde a áreas urbanas (Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan, 2015f) (Figura 9).

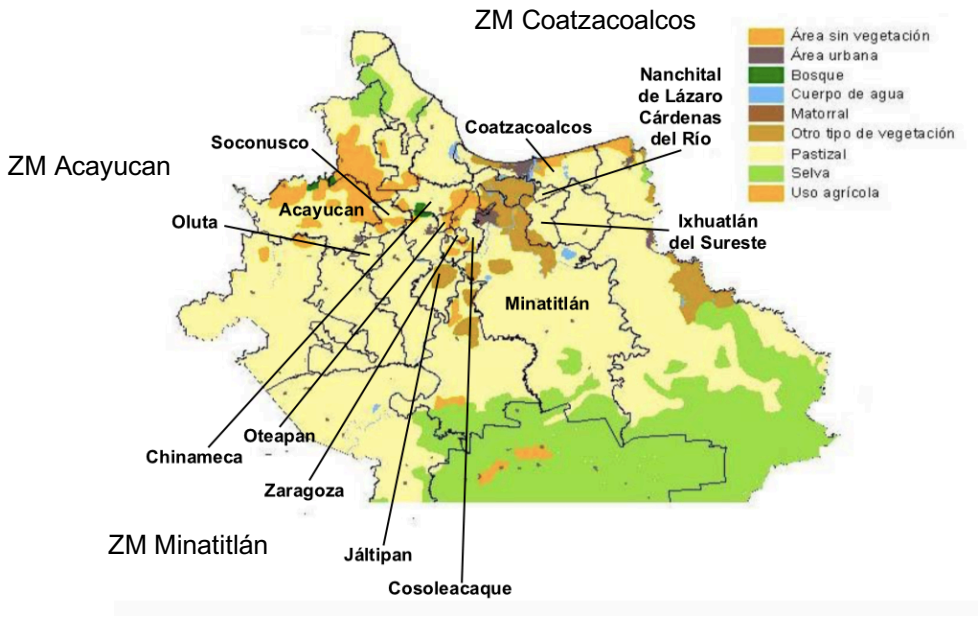

Figura 9. Vegetación y uso de suelo en la Región Olmeca del estado de Veracruz.
Fuente: Tomado y modificado de (Sefiplan y Copladever, 2012).

3.3 Metodología

Para alcanzar los objetivos de la investigación, primero se realizó una revisión de la literatura sobre vulnerabilidad, utilizando el enfoque de riesgo (Wilches-Chaux (1989); Cardona (1993); Cannon (1994); Blaikie *et al*. (1996); UN y ISDR (2001); Cutter *et al*. (2003); Narváez *et al*. (2009); Soares *et al*. (2015); entre otros), para obtener las variables de vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos, los cuales se encuentran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Variables seleccionadas para el estudio de vulnerabilidad

Variable	Autor	Fuente
Población total	Brooks *et al*. (2005), Cardona *et al*. (2001), Taubenböck *et al*. (2008).	INEGI
Densidad de población	Kumpulainen (2006), Taubenböck *et al*. (2008), Magaña (2013),	INEGI
Población de 0 a 4 años	Ahsan y Warner (2014), Cutter *et al*. (2003), Travieso-Bello (2012).	INEGI
Población de 60 años y más	Ahsan y Warner (2014), Cutter *et al*. (2003), Travieso-Bello (2012).	INEGI
Población de 15 años o más analfabeta	Cardona *et al*. (2001), Soares *et al*. (2015), Travieso-Bello (2012).	INEGI
Viviendas con piso de tierra	Meli *et al*. (2005), Travieso-Bello (2012), Soares *et al*. (2015).	INEGI
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública	Travieso-Bello (2012), Soares *et al*. (2015).	INEGI
Viviendas que no disponen de drenaje	Travieso-Bello (2012), Soares *et al*. (2015).	INEGI
Viviendas que no disponen de energía eléctrica	Ahsan y Warner (2014), Travieso-Bello (2012).	INEGI
Médicos por cada 1000 habitantes	Dao *et al*. (2003), Kumpulainen (2006), Soares *et al*. (2015).	INEGI
Población sin derechohabiencia a servicios de salud	Taubenböck *et al*. (2008), Travieso-Bello (2012), Soares *et al*. (2015).	INEGI
Tipo de fenómeno hidrometeorológico y frecuencia.	Dao *et al*. (2003), Magaña (2013).	Cenapred, Desinventar
PIB per cápita	Brooks *et al*. (2005), Dao *et al*. (2003), Kumpulainen (2006).	Estimación propia con datos de INEGI
Tipo de fenómeno hidrometeorológico y frecuencia.	Dao *et al*. (2003), Magaña (2013).	Cenapred, Desinventar
Superficie reforestada	Brooks *et al*. (2005)	INEGI

Fuente: elaboración propia

Las variables seleccionadas se agruparon por componentes tal como se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Indicadores por componente de la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos

Componente de la vulnerabilidad	Variable empleada
Vulnerabilidad por edades	Población de 0 a 4 años
	Población de 60 años y más
Vulnerabilidad por educación	Población de 15 años o más analfabeta
	Número de escuelas*
Vulnerabilidad vivienda	Viviendas con piso de tierra
	Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública
	Viviendas que no disponen de drenaje
	Viviendas que no disponen de energía eléctrica
Vulnerabilidad en salud	Médicos por cada 1000 habitantes
	Población sin derechohabiencia a servicios de salud
Vulnerabilidad en espacio	Número de habitantes por kilómetro cuadrado
Vulnerabilidad en ingresos	PIB per cápita
Vulnerabilidad por frecuencia de FHM	Frecuencia y tipo de FHM
Vulnerabilidad por no reforestación	Superficie reforestada

*Comprende los niveles: preescolar, primaria, secundaria, profesional técnico, bachillerato y superior.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se realiza una breve descripción de cada componente:

La vulnerabilidad por edades se conformó por la población de 0 a 4 (Pob_a) más la población de 60 o más años (Pob_z), posteriormente se dividió entre en total de la población municipal (Pob_T), empleando la siguiente fórmula (1):

$$Pob_{VE} = \frac{Pob_a + Pob_z}{Pob_T} \quad (1)$$

La vulnerabilidad por educación consideró la proporción de población analfabeta (Pob_{an}) y la infraestructura educativa, donde la primera se estimó como el cociente de la población analfabeta (Pob_{ANA}) y la población municipal (Pob_T) (fórmula 2) y la segunda incluye el número de escuelas, sin cálculos.

$$Pob_{an} = \frac{Pob_{ANA}}{Pob_T} \quad (2)$$

La vulnerabilidad en vivienda se compone de 4 variables. La proporción de viviendas con piso de tierra (Viv_{tierra}) se obtuvo dividiendo el número total de viviendas con piso de tierra (Viv_{TI}) entre el número total de viviendas ocupadas por municipio (Viv_{OT}) (fórmula 3).

$$Viv_{tierra} = \frac{Viv_{TI}}{Viv_{OT}} \quad (3)$$

De forma similar se estimó la proporción de viviendas que carecen de agua (VivSag), que es el resultado de dividir el número de viviendas ocupadas que no disponen de agua conectada a la red pública en el ámbito de la vivienda (Viv_{SA}) entre el número total de viviendas ocupadas por municipio (Viv_{OT}) (fórmula 4).

$$Viv_{Sag} = \frac{Viv_{SA}}{Viv_{OT}} \quad (4)$$

Para obtener el porcentaje de viviendas que no disponen de drenaje (VivSdre) se dividió el número de viviendas ocupadas que no disponen del servicio de drenaje (Viv_{SDR}) entre el número total de viviendas ocupadas por municipio (Viv_{OT}) (fórmula 5).

$$Viv_{Sdre} = \frac{Viv_{SDR}}{Viv_{OT}} \quad (5)$$

Respecto a las viviendas que no contaban con energía eléctrica (VivSee) se obtuvo la proporción con el cociente que resulta del número de viviendas ocupadas que no disponen del servicio de energía eléctrica (VivSE) y el número total de viviendas ocupadas por municipio (Viv_{OT}) (fórmula 6).

$$Viv_{See} = \frac{Viv_{SE}}{Viv_{OT}} \quad (6)$$

La vulnerabilidad en salud incluye al número de médicos por cada 1000 habitantes (Med_{1000}) y la población no afiliada a servicios de salud (Pob_{Nder}). El primer valor se calculó dividiendo al número de médicos del municipio (med) entre el resultado del cociente de la población municipal (Pob_T) y 1000 (fórmula 7).

$$Med_{1000} = \frac{(Pob_T \div 1000)}{med} \quad (7)$$

Si Med_{1000} fue igual o mayor que 2.3, el valor que se colocó es 1, si resultó menor se colocó 0.

La Pob_{Nder} se estimó dividiendo el número de población no derechohabiente de los servicios de salud o no afiliada (Pob_{NDE}) entre la población municipal (Pob_T), tal como se muestra en la fórmula 8.

$$Pob_{Nder} = \frac{Pob_{NDE}}{Pob_T} \quad (8)$$

La vulnerabilidad en el espacio hace referencia a la densidad de población (Den_{pob}), donde se empleó la fórmula (9) propuesta por el INEGI, se divide la población municipal (Pob_T) entre la superficie municipal en kilómetros cuadrados (Sup).

$$Den_{pob} = \frac{Pob_T}{Sup} \quad (9)$$

Para la vulnerabilidad en el ingreso, se empleó el PIB municipal per cápita. El INEGI solo realiza el cálculo a nivel estatal, por lo que no existen cifras oficiales en México para los municipios. Siguiendo la metodología de Gómez-Zaldívar *et al*. (2010) se aproximó esta cifra a partir de los datos oficiales del PIB estatal y de la Población Económicamente Activa (PEA) de los 49 municipios metropolitanos, desglosados por sector de la actividad económica, para los años: 2000, 2005, 2010 y 2015.

Al no contar con cifras oficiales de la PEA municipal por sectores para todos los años seleccionados, se estimó mediante la tasa de crecimiento medio o constante el valor para 1995. Del Sistema de Cuentas Nacionales de México se tomó la información del PIB estatal de 1993 al 2006 a precios de 1993 y del 2003 al 2015 a precios del 2008. Se estimó la tasa de crecimiento del PIB por sector (10):

$$\boldsymbol{g_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}}} \quad (10)$$

Y se aplicó el factor $1+g_t$ para obtener el PIB estatal por sector de 1993 a 2002 a precios de 2008.

Por lo anterior, el PIB municipal (PIBM) se estimó como la suma ponderada del PIB estatal por sector de la actividad económica; los ponderadores fueron la proporción entre la PEA municipal del sector i y la PEA estatal en el mismo sector. La ecuación empleada es la siguiente (11):

$$PIBM_{j,h} = \sum_{i=1}^{3} \frac{PEAM_{j,h}^{i}}{PEAE_{h}^{i}} \times PIBE_{h}^{i} \quad (11)$$

Donde:

$PIBM_{j,h}$ es el PIB del municipio j en el estado h.

$PEAM^{i}_{j,h}$ es el total de la PEA del municipio j del estado h empleada en el sector i.

$PEAE^{i}_{h}$ es la PEA en el sector i del estado h.

$PIBE^{i}_{h}$ es el PIB del sector i en el estado h.

Una vez obtenido el PIBM se calculó el $PIBM_{pc}$ dividiéndolo entre la población municipal (Pob_T) (12).

$$PIBM_{pc} = \frac{PIBM_{j,h}}{Pob_T} \quad (12)$$

En lo que concierne a la vulnerabilidad por frecuencia de FHM, se clasificaron y contabilizaron las declaratorias de desastre, emergencia y contingencia climatológica de 1996 al 2015, se agruparon por periodos de 5 años. La clasificación de los FHM incluye: bajas temperaturas (BT), ciclón tropical (CT), fuertes vientos (FV), inundación (IN), lluvias extremas (LL) y sequía (SEQ). En un mismo rubro se agrupó helada, granizada o nevada (HE).

La vulnerabilidad por no reforestación empleó la proporción del territorio municipal reforestado (TM_{RE}), que se estimó dividiendo la superficie reforestada en hectáreas (Sup_{RE}), entre la superficie municipal en kilómetros cuadrados (Sup) multiplicada por 1000 para expresarla en hectáreas también (13).

$$TM_{RE} = \frac{Sup_{RE}}{(Sup \times 1000)} \quad (13)$$

Una vez obtenidos los datos y calculados los indicadores, se empleó la técnica de escalamiento lineal (TLS) para estandarizar las variables, esta técnica utiliza los valores máximos (X_{max}) y mínimos (X_{min}) de los indicadores y el rango en lugar de la media o desviación estándar (Ibarrán *et al*., 2014; Actis y Balsa, 2017).

Cuando la variable tiene efectos positivos en la vulnerabilidad (por ejemplo: el ingreso, entre más alto mejor) el índice parcial se calcula como el cociente de la diferencia entre el valor del indicador X_i y el valor mínimo X_{min}, dividido por el rango absoluto (X_{max} - X_{min}) (fórmula 14).

$$I_i = \frac{(x_i - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \quad (14)$$

Cuando la variable denota efectos negativos en la vulnerabilidad, como la tasa de analfabetismo, entre más baja es mejor, el índice parcial se calcula como el cociente de la diferencia entre el valor máximo X_{max} y el valor del indicador X_i, dividido por el rango absoluto (X_{max} - X_{min}) (fórmula 15).

$$I_i = \frac{(x_i - x_{min})}{(x_{max} - x_{\min})} \quad (15)$$

Una vez realizada la estandarización de las variables se agregaron los indicadores a cada subíndice, a través del cálculo de la media geométrica, dicho proceso generó una autoponderación de los indicadores para determinar la vulnerabilidad global, de acuerdo con Ibarrán *et al*. (2014).

El índice de Vulnerabilidad Global (IVG) se estimó empleando la metodología de Soares *et al*. (2015) para interpretar el índice parcial, en la que se asigna una calificación que denota su condición de vulnerabilidad. Se registraron los valores menor y mayor para determinar el rango que existe entre ambos. El rango se dividió entre cinco categorías para clasificar la vulnerabilidad (muy alta, alta, media, baja y muy baja) y se definió el intervalo de cada nivel de vulnerabilidad.

Al valor mayor se le restó el intervalo y dió como resultado el límite inferior de la primera condición de vulnerabilidad, que en este caso es muy alta. Al límite inferior anterior se le restó 0.00001 y el resultado constituyó el límite superior de la condición de vulnerabilidad que se estaba construyendo. El procedimiento se repitió hasta llegar al menor valor del índice parcial que se estableció como límite inferior de la categoría muy baja (cuadro 9).

Cuadro 9. Valores del índice parcial para construir el IVG

	Vulnerabilidad Global			
Variable	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**
Valor Menor	0.046260	0.067015	0.085123	0.089842
Valor Mayor	0.479828	0.636906	0.645612	0.654526
Rango (mayor-menor)	0.433568	0.569891	0.560489	0.564684
Intervalo (rango dividido entre 5)	0.086714	0.113978	0.112098	0.112937

Fuente: elaboración propia.

Una vez clasificados los indicadores, se les asignó calificación muy alta a muy baja Vulnerabilidad, de acuerdo con el criterio basado en rangos (cuadro 10).

Cuadro 10. Rangos para interpretar el índice parcial del IVG

Condición de vulnerabilidad	2000		2005		2010		2015	
	Rangos		Rangos		Rangos		Rangos	
Muy alta	0.39311	0.47983	0.52293	0.63691	0.53351	0.64561	0.54159	0.65453
Alta	0.30640	0.39311	0.40895	0.52293	0.42142	0.53351	0.42865	0.54159
Media	0.21969	0.30640	0.29497	0.40895	0.30932	0.42142	0.31572	0.42865
Baja	0.13297	0.21969	0.18099	0.29497	0.19722	0.30932	0.20278	0.31572
Muy Baja	0.04626	0.13297	0.06701	0.18099	0.08512	0.19722	0.08984	0.20278

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, Coneval (2018) señala que emplear la misma metodología para todos los años de estudio, permite obtener una serie histórica comparable, que el caso de estudio es una serie de 15 años, con cuatro cortes: 2000, 2005, 2010 y 2015.

Capítulo 4. Resultados, discusión y conclusiones

El estudio de la vulnerabilidad se clasificó en dos grandes dimensiones, la socioeconómica y la ambiental. En la primera se incluyeron aspectos sociales y económicos que dependen del individuo, así como de las condiciones y capacidades que se generan por los sectores público y privado, se describe en el apartado 4.1. Respecto a la dimensión ambiental, se emplearon dos variables, las únicas disponibles a escala municipal para el periodo de estudio, donde la frecuencia de los FHM resulta de un evento impredecible y las actividades de reforestación que, aunque dependen del individuo o las instituciones, son determinadas por la voluntad del ser humano, esta dimensión se describe en el apartado 4.2.

4.1 Vulnerabilidad socioeconómica

La vulnerabilidad socioeconómica municipal se integró por variables relacionadas con la densidad de población, edad, infraestructura educativa, condición de analfabetismo y no derechohabiencia a servicios de salud, servicios con los que no cuentan las viviendas (agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica), piso de tierra, número de médicos para atender a la población, así como el PIB per cápita. A continuación, se detallan los componentes de la vulnerabilidad socioeconómica y los principales resultados obtenidos para cada uno por municipio de las zonas metropolitanas.

4.1.1 Vulnerabilidad por edades

La vulnerabilidad por edades es un componente de la vulnerabilidad socioeconómica, ya que los menores y los adultos mayores pueden presentar problemas de salud o dificultad en sus movimientos para desplazarse ante un evento hidrometeorológico (Cutter *et al*., 2003). En el 2000, el estado de Veracruz tuvo el 18.52% del total de la población en edad vulnerable, en el 2005 la cifra ascendió a 19%, 19.11% en 2010 y se ubicó en 20.55% para 2015.

ZM de Acayucan

Es una zona cuyos municipios presentaron valores de población, de 0 a 4 y 60 o más años, que no superaron el valor estatal durante el periodo de estudio. Sin embargo, el municipio de Oluta obtuvo los valores más altos en este indicador para todos los años, salvo 2010, donde Acayucan presentó el porcentaje más alto entre las tres alcaldías que conforman la ZM.

ZM de Coatzacoalcos

Al igual que en la ZM de Acayucan, la población municipal vulnerable por edades no supera el valor estatal en ningún año del periodo de estudio. De 2000 al 2010, Ixhuatlán del Sureste exhibió el porcentaje más alto de este indicador, mientras que en 2015 el municipio que albergó mayor cantidad de población vulnerable por edades fue Coatzacoalcos (18.48%).

ZM de Córdoba

En esta ZM, la alcaldía de Yanga ostentó la mayor cantidad de población vulnerable por edades, superando al valor estatal en todos los años de estudio. El municipio de Amatlán de los Reyes, en 2005 y 2010, también superó el valor de referencia estatal, considerándose vulnerable en los años mencionados.

ZM de Minatitlán

El ayuntamiento de Zaragoza manifestó los porcentajes más altos de población vulnerable, de 0 a 4 y 60 o más años, en el 2000. De 2005 a 2015 el municipio de Jáltipan se posicionó como el mas vulnerable en edades de la zona y en el último año rebasó el referente estatal, con 20.73%.

ZM de Orizaba

En el 2000 y 2005, 8 de los 13 municipios que integran esta ZM, presentaron valores de población vulnerable por edades por encima del valor de referencia estatal, siendo estos Atzacan, Camerino Z. Mendoza, Maltrata, Nogales, Orizaba, Rafael Delgado (en 2005), Río Blanco y San Andrés Tenejapan, Tlilapan (en 2000). Para

2010 la cifra disminuyó a 6 alcaldías y para 2015 Camerino Z. Mendoza (21.72%), Nogales (20.73%), Orizaba (23.46%) y Río Blanco (22.01%) superaron el porcentaje estatal de este indicador.

ZM de Poza Rica

Los municipios de Cazones de Herrera, Poza Rica de Hidalgo y Tihuatlán presentaron porcentajes de población vulnerable por edades que superó los valores estatales en todos los años de estudio, sin embargo, este último ayuntamiento en 2015 se posicionó por debajo del valor de referencia estatal. Papantla en el 2005 se adicionó a las alcaldías más vulnerables por edades. Únicamente Coatzintla sostuvo valores de población de 0 a 4 y 60 o más años por debajo del porcentaje estatal.

ZM de Veracruz

En esta ZM, Alvarado, Jamapa y Manlio Fabio Altamirano presentaron valores por encima del referente estatal de 2000 al 2015 respecto al indicador de población vulnerables por edades. En el último año de estudio, Boca del Río (21.87%) también presentó un alto porcentaje de población vulnerable por edades.

ZM de Xalapa

En 2000 y 2005, Coacoatzintla, Emiliano Zapata, Xico y Jilotepec manifestaron valores de población vulnerable por edades, por encima del valor estatal de referencia. Para 2010 únicamente Jilotepec (19.14%) superó el número del porcentaje estatal, quien en 2015 tuvo el valor más alto (19.82%) de la ZM, pero por debajo del referente estatal.

4.1.2 Vulnerabilidad en educación

Este componente se integra por la infraestructura educativa y la condición de analfabetismo en la población municipal. Saber leer y escribir es necesario para poder atender las recomendaciones y alertas que emiten las autoridades ante un desastre asociado a eventos hidrometeorológicos (Dao *et al*., 2003; Travieso-Bello,

2012; Soares *et al*., 2015). A nivel estatal, en el 2000 la población analfabeta representó el 15.46% de la población total, en el 2005 disminuyó a 13.86%, 12.18% en 2010 y se ubicó en 6.93% para 2015.

ZM de Acayucan

Durante el periodo de estudio, los tres municipios que integran esta zona presentaron valores de población analfabeta por encima del valor estatal. Acayucan ostentó los valores más elevados de 2000 a 2010 y en 2015 Soconusco exhibió el porcentaje más alto de población analfabeta (10.15%). Respecto a la infraestructura educativa, Oluta es el municipio que menor número de escuelas presentó, incluso de 2010 a 2015 existe una disminución de 25 a 22 planteles educativos. Lo anterior contrasta fuertemente con Acayucan, que poseía 196 planteles en 2010 y disminuyó a 193 en 2015.

ZM de Coatzacoalcos

En esta ZM, el ayuntamiento de Ixhuatlán del Sureste manifestó el número más alto de población analfabeta. En 2000, 2005 y 2015 superó el valor de referencia estatal, posicionándose como el más vulnerable en este indicador; respecto a la infraestructura educativa este municipio experimentó un decrecimiento en el número de escuelas, de 38 que poseía en el 2005 a 35 en el 2015. Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río presentó el número más bajo de planteles educativos a nivel municipal, de 32 en el 2005 disminuyó a 25 en el 2010.

ZM de Córdoba

De 2000 a 2010, ningún municipio de la ZM superó el valor de referencia estatal de analfabetismo, no obstante, Amatlán de los Reyes exhibió los valores más altos de toda la ZM en el periodo mencionado. En 2015 el municipio de Yanga (7.25%) rebasó el referente estatal y fue el que ostentó el valor más elevado; poseyó también el menor número de infraestructura educativa de toda la zona, mientras que Córdoba mostró el mayor número en este indicador.

ZM de Minatitlán

Los municipios de Chinameca, Oteapan y Zaragoza presentaron valores de población analfabeta por encima del referente estatal en el periodo estudiado. Jáltipan en 2015 mostró un porcentaje por encima del valor estatal, en 2010 poseía 91 planteles y disminuyó a 88 en 2015. Zaragoza y Oteapan tuvieron la menor cantidad de escuelas, denotan disparidad al compararse con Minatitlán y Cosoleacaque que se benefician con el número más alto de planteles educativos de toda la ZM.

ZM de Orizaba

En esta ZM, 7 de sus 13 ayuntamientos, albergaron al mayor porcentaje de población municipal analfabeta, siendo estos Aztacan, Ixhuatlancillo, Maltrata, Mariano Escobedo, Rafael Delgado, San Andrés Tenejapan y Tlilapan, quienes superaron los referentes estatales de 2000 al 2015. A partir del 2005, Camerino Z. Mendoza también superó el porcentaje estatal de población analfabeta. Respecto a la infraestructura educativa, Tlilapan y San Andrés Tenejapan son las alcaldías que disponen del menor número de escuelas, contrario a Orizaba e Ixtaczoquitlán que presentan el mayor número de planteles.

ZM de Poza Rica

Los ayuntamientos de Cazones de Herrera, Papantla y Tihuatlán mostraron valores por encima del referente estatal durante el periodo de estudio. Siendo el primero, el que poseía el mayor número de población analfabeta de toda la ZM. Con relación al número de planteles educativos, Coatzintla es el que goza de una menor cantidad de escuelas, en oposición a Papantla quien se ve beneficiado con el mayor número de planteles.

ZM de Veracruz

En esta ZM, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano y Alvarado presentaron los valores más elevados de población analfabeta, por encima del porcentaje estatal. El primer municipio mencionado es el que dispone de la menor cantidad de planteles

educativos, mientras que Veracruz es el que ostenta el mayor número de escuelas a nivel municipal, perfilándose en el 2015 como el municipio metropolitano con la mayor infraestructura educativa no solo en esta ZM sino entre las 8 existentes en el estado.

ZM de Xalapa

En esta ZM, 4 de 9 municipios: Coacoatzintla, Xico, Jilotepec y Tlalnelhuayocan mostraron los porcentajes más altos de población analfabeta, con valores por encima del referente estatal. Respecto a la infraestructura educativa, Rafael Lucio es la alcaldía que goza de menos escuelas, en contraste con Xalapa que es el municipio metropolitano con mayor infraestructura educativa.

4.1.3 Vulnerabilidad en vivienda

Este componente se integra por las viviendas que tienen piso de tierra, así como aquellas que no poseen los servicios de agua de la red pública, drenaje y energía eléctrica. Los asentamientos informales se incrementan cuando la población crece por encima de la capacidad de dotación de servicios e infraestructura social, las pérdidas que ocasiona un desastre por eventos hidrometeorológicos pueden retardar la inversión en infraestructura y servicios, así como para una vivienda digna (PNUD, 2004). En el estado de Veracruz, 26.56% de las viviendas tenían piso de tierra en el 2000, cifra que descendió a 20.84% en el 2005, 12.06% en 2010 hasta llegar a 6.61% en 2015.

Referente a los servicios con los que no contaban las viviendas veracruzanas, en el 2000, 35.19% carecían de agua de la red pública, 31.72% de drenaje y 10.38% de energía eléctrica. En el 2005, 26.03% de las viviendas no tenían agua, 19.35% drenaje y 4.65% energía eléctrica. Para 2010 las cifras de carencia disminuyeron a 18.62% en agua, 15.62% en drenaje y 3.14% en energía eléctrica. En el 2015, 13.13% de las viviendas no contaban con el servicio de agua, 11.38% de drenaje y solo el 1.84% energía eléctrica.

ZM de Acayucan

En el 2000 y 2005, el municipio que tuvo el mayor porcentaje de viviendas con piso de tierra fue Soconusco, en 2010 y 2015 Acayucan; los valores de ambos municipios estuvieron por encima del porcentaje estatal de referencia. Respecto al servicio de agua de la red pública, Oluta presentó en todos los años del estudio los porcentajes más elevados de viviendas que no cuentan con este servicio, incluso por encima del valor de referencia estatal. En el 2000 Soconusco tenía el mayor número de viviendas sin drenaje y energía eléctrica. Del 2005 al 2015, Acayucan mostró el mayor número de viviendas sin drenaje. En energía eléctrica, en 2005 Soconusco fue el municipio con el mayor número de viviendas sin este servicio, y Oluta en 2010 y 2015.

ZM de Coatzacoalcos

En esta ZM ningún municipio obtuvo valores del número de viviendas con piso de tierra por encima del referente estatal en el periodo estudiado, sin embargo, el municipio de Ixhuatlán del Sureste presentó los porcentajes más altos en este indicador, al igual que en la carencia del servicio de agua, drenaje y energía eléctrica.

ZM de Córdoba

El ayuntamiento de Amatlán de los Reyes exhibió el mayor número de viviendas con piso de tierra en el periodo de estudio, por encima del valor estatal. Respecto al drenaje y energía eléctrica, también se posicionó como el municipio más carente en estos servicios; por lo que concierne al servicio de agua de la red pública, de 2000 a 2010 fue el más carente (superando también el referente estatal) y en 2015 la alcaldía de Yanga ostentó la cantidad más alta de viviendas sin agua.

ZM de Minatitlán

Los ayuntamientos de Oteapan y Zaragoza tuvieron el mayor número de viviendas con piso de tierra del 2000 al 2015, incluso superaron los porcentajes estatales de referencia. Tocante al servicio de agua de la red pública, todos los municipios

presentaron valores altos, por encima de los porcentajes estatales para cada año de estudio, siendo Jáltipan el más carente. En cuanto al servicio de drenaje, Oteapan asumió la posición más alta en esta carencia en todos los años estudiados. En energía eléctrica, en 2000 el municipio de Zaragoza (17.46%) tuvo el mayor porcentaje de viviendas sin este servicio, en 2005 Jáltipan (4.61%), para 2010 Chinameca (4.61%) y en 2015 nuevamente Jáltipan con 2.77%.

ZM de Orizaba

En esta ZM, 6 de los 13 municipios presentaron valores de viviendas con piso de tierra por encima del porcentaje estatal para todos los años de estudio, siendo estos: Atzacan, Ixhuatlancillo, Maltrata, Rafael Delgado, San Andrés Tenejapan y Tlilapan. Entre ellos destaca el penúltimo por sus valores superiores al 60% en 2000 y 2005. En cuanto al servicio de agua, los municipios más carentes fueron Maltrata y Rafael Delgado en todos los años estudiados, sin embargo, destacó San Andrés Tenejapan en 2000 y 2015 por presentar los valores más altos de la ZM. En relación con la carencia del servicio de drenaje, sobresalen Atzacan, Maltrata, Mariano Escobedo y San Andrés Tenejapan, este último con el porcentaje más alto en el 2000 (64.53%) y Maltrata en los años siguientes. Referente a la ausencia del servicio de energía eléctrica, destacan los ayuntamientos de Atzacan, Ixhuatlancillo, Rafael Delgado y Tlilapan con el mayor número de viviendas con esta carencia. En 2000 y 2005, Ixhuatlancillo presentó el mayor porcentaje de viviendas carentes, en 2010 fue la alcaldía de Rafael Delgado y en 2015 Maltrata.

ZM de Poza Rica

En esta ZM, 4 de los 5 municipios que la integran ostentaron valores elevados del porcentaje de viviendas con piso de tierra, por encima del porcentaje estatal, de 2000 a 2015. Únicamente Poza Rica de Hidalgo tuvo valores inferiores al 10% de las viviendas. Cazones de Herrera, Papantla y Tihuatlán presentaron valores elevados de viviendas sin servicio de agua, drenaje y energía eléctrica, muy por encima del referente estatal durante todo el periodo de estudio.

ZM de Veracruz

El municipio de Jamapa, durante 2000 (31.03%), 2005 (19.08%) y 2015 (5.20%), presentó los valores más elevados del porcentaje de viviendas con piso de tierra, en 2010 Manlio Fabio Altamirano tuvo el valor más alto (9.95%). Respecto al servicio de agua, Alvarado, Jamapa y Medellín de Bravo presentaron un mayor porcentaje de viviendas con esta carencia, superando el valor estatal de referencia. En cuanto a la ausencia de drenaje en las viviendas, Jamapa y Manlio Fabio Altamirano exhibieron por porcentajes más altos. Finalmente, en ausencia del servicio de energía eléctrica, Jamapa presentó el valor más alto en 2000 (11.95%), 2005 (4.36%) y 2015 (1.58%), mientras que en 2010 fue Alvarado (3.51%).

ZM de Xalapa

En esta ZM, los ayuntamientos de Xico y Tlalnelhuayocan de 2000 a 2010 superaron los porcentajes de referencia del estado en las viviendas con piso de tierra, Xico es el municipio con los mayores porcentajes en el periodo estudiado. En el 2000, el municipio de Coacoatzintla (19.31%) tuvo el mayor porcentaje de viviendas sin el servicio de agua de la red pública, del 2005 al 2015 fue Jilotepec el que ostentó el mayor porcentaje de esta carencia. En relación con el servicio de drenaje, en el 2000, la alcaldía de Tlalnelhuayocan tuvo el porcentaje más alto de viviendas sin este servicio (36.04%), de 2005 a 2015 el municipio de Xico fue el que exhibió los mayores valores en este indicador. Respecto a la carencia del servicio de energía eléctrica, el municipio de Coacoatzintla tuvo el mayor porcentaje de viviendas del 2000 al 2015.

4.1.4 Vulnerabilidad en salud

El componente salud se integra por el número de médicos por cada 1000 habitantes y la población no derechohabiente. La Organización Mundial de la salud estima como mínimo 2.3 médicos por cada 1000 habitantes, para proveer la atención primaria de salud que requiere la población (OMS, 2009), dicho valor se utilizó como referencia en esta investigación; se consideró también que las personas socialmente desfavorecidas poseen un menor acceso a los servicios de salud

(Vergara, 2011) y ante fenómenos hidrometeorológicos extremos como heladas o frentes fríos pueden enfermar o agravar su condición de salud. El estado de Veracruz, en el 2000 registró 68.11% de la población como no derechohabiente, cifra que se redujo a 59.16% en el 2005, 39.87% en 2010 y en 2015 decreció a 20.72%.

ZM de Acayucan

En esta zona, Oluta es el único municipio que de 2005 a 2015, cumple con el valor de referencia, con más de 3 médicos por cada 1000 habitantes, el resto de los municipios no alcanza la cifra de 1 médico por cada 1000. Respecto a la población no derechohabiente de los servicios de salud, Soconusco tuvo los mayores porcentajes registrados, en el 2000 (80.76%), 2010 (64.02%) y 2015 (30.63%). En 2005, Acayucan fue el que tuvo más porcentaje de población no derechohabiente (64.07%).

ZM de Coatzacoalcos

El número de médicos apenas y alcanza el referente de la OMS en Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río durante 2000 y 2005. El resto de los municipios no contó con el personal médico suficiente para atender adecuadamente a la población. En el 2000, Ixhuatlán del Sureste tuvo el mayor porcentaje de población no derechohabiente (57.17%) y del 2005 al 2015, Coatzacoalcos fue el más alto en dicho valor.

ZM de Córdoba

En esta ZM, únicamente Córdoba en 2015 cubre el referente de la OMS, con 2.4 médicos por cada 1000 habitantes. El resto de los municipios no cumple con este requerimiento. En 2000 (61.14%) y 2005 (51.03%) el municipio de Yanga tuvo los mayores porcentajes de población no afiliada a los servicios de salud, mientras que en 2010 (40.58%) y 2015 (26.85%) fue la población de Córdoba la que presentó más condición de no derechohabiencia.

ZM de Minatitlán

El ayuntamiento de Minatitlán de 2005 a 2015, fue el único de toda la ZM que cumple con el valor de referencia de la OMS. En cuanto a la población no derechohabiente, el municipio de Chinameca obtuvo los valores más altos del periodo de estudio, incluso superó el valor de referencia estatal, sin embargo, en el 2000 el 90.87% de la población del municipio de Zaragoza era no derechohabiente, seguido de Oteapan (86.18%) y Chinameca (76.17%).

ZM de Orizaba

Durante todos los años del estudio, el municipio de Orizaba y Rio Blanco, cumplieron con el referente de la OMS en cuanto al número de médicos por cada 1000 habitantes. Ambos municipios, Río Blanco en el 2000 (3.2) y 2010 (4.5), así como Orizaba en 2005 (4.8) y 2015 (8.1) poseyeron el mayor valor del indicador, no solo de su zona sino entre las 8 existentes. Acerca de la población no derechohabiente, en el 2000, el 97.06% se ubicó en San Andrés Tenejapan, en 2005 (67.33%) y 2010 (56.22%) en Rafael Delgado; en 2015 Maltrata tuvo el valor más alto del indicador con 29.21%.

ZM de Poza Rica

La alcaldía de Poza Rica de Hidalgo fue la única que logró el referente de la OMS de 2000 a 2015. Cazones de Herrera, Papantla y Tihuatlán presentan los valores más altos en porcentaje de población no derechohabiente y en 2015 todos los municipios superaron el porcentaje de referencia estatal. Cazones de Herrera fue el que concentró mayor población no derechohabiente en el 2000 (90.97%), en 2005 (71.53%), 2010 (54.90%) y 2015 (31.64%) el ayuntamiento de Papantla tomó dicha posición.

ZM de Veracruz

De 2000 a 2015, el ayuntamiento de Veracruz alcanzó el valor de referencia de la OMS en el número de médicos por cada 1000 habitantes, en el 2015 Boca del Río contó con 3.9 médicos para este indicador. De 2000 a 2010, Jamapa contó con un

elevado porcentaje de población no derechohabiente y en 2015 Manlio Fabio Altamirano se posicionó con un alto nivel de no afiliación a los servicios de salud (27.83%).

ZM de Xalapa

En esta zona, únicamente el municipio de Xalapa cumple con el número de médicos que señala la OMS por cada 1000 habitantes. Por lo que concierne a la población no derechohabiente, Coacoatzintla, Emiliano Zapata, Xico, Jilotepec, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan, tuvieron valores por encima del porcentaje estatal, siendo Coacoatzintla el ayuntamiento con el porcentaje más alto en 2000 (86.56%) y 2005 (89.26%); Jilotepec en 2010 (53.58%) y Emiliano Zapata en 2015 (28.02%).

4.1.5 Vulnerabilidad en espacio

Este componente consiste en la densidad de población, es decir, la relación entre un espacio determinado y la cantidad de personas que lo habitan (INEGI, 2010). Una mayor cantidad de personas concentrada en un espacio produce mayor vulnerabilidad. En el estado de Veracruz, la densidad de población fue de 96.15 habitantes por km^2 para el 2000, cifra que aumentó a 98.95 habitantes en 2005, 106.36 habitantes en 2010 y 112.89 habitantes en 2015 por km^2.

ZM de Acayucan

Los municipios de Acayucan y Oluta superaron el valor de referencia estatal en todos los años del estudio, sin embargo, el que presentó mayor densidad poblacional fue Oluta, ascendiendo gradualmente de 479 a 603 habitantes por km^2.

ZM de Coatzacoalcos

Sin excepción, todos los municipios de esta ZM superan el valor estatal de referencia en densidad poblacional, para todos los años. Siendo Coatzacoalcos el municipio más denso, con cifras de 1320 a 1577 habitantes por km^2 en los 15 años del estudio.

ZM de Córdoba

En esta zona, 3 de los 4 municipios, Amatlán de los Reyes, Córdoba y Fortín poseen valores de densidad poblacional por encima del referente estatal, este último municipio es el más denso en su población, incrementando su número de habitantes por km^2 de 752 a 1081 en 15 años.

ZM de Minatitlán

Los ayuntamientos de Chinameca, Jáltipan, Minatitlán y Zaragoza exhibieron mayor densidad de población durante el periodo de estudio. Minatitlán mostró el valor más alto de toda la ZM, el cual incrementó de 2375 a 2443 habitantes por km^2.

ZM de Orizaba

En esta ZM, 11 de sus 13 municipios presentaron densidad de población por encima del referente estatal, estos municipios fueron: Atzacan, Camerino Z. Mendoza, Huiloapan de Cuauhtémoc, Ixhuatlancillo, Ixtaczoquitlán, Maltrata, Mariano Escobedo, Nogales, Orizaba, Rafael Delgado y Río Blanco. Orizaba se posicionó como el municipio más denso, con cifras que van de los 5318 a los 5650 habitantes por km^2 durante los 15 años de estudio.

ZM de Poza Rica

A excepción de Cazones de Herrera, el resto de los municipios mostraron elevada densidad poblacional, superando los valores estatales. El ayuntamiento de Poza Rica de Hidalgo concentró entre 5789 y 7580 habitantes por km^2 durante el periodo de estudio, los valores más altos de todos los municipios metropolitanos, no solo de esta ZM.

ZM de Veracruz

En esta zona, 4 de los 6 municipios superaron el valor de la densidad estatal, Boca del Río, Jamapa, Medellín de Bravo y Veracruz. Donde este último albergó el mayor número de habitantes por km^2, esta cifra se desplazó de 3670 a 4895 habitantes en el periodo estudiado.

ZM de Xalapa

En esta ZM, 7 de los 9 municipios que la conforman, se encontraron con valores por encima del valor de la densidad estatal, los cuales son: Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Xico, Jilotepec, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan. El ayuntamiento de Coatepec es el que exhibió mayor densidad poblacional, entre 1675 y 2098 habitantes por km^2 en los 15 años de estudio.

4.1.6 Vulnerabilidad en ingreso

Este componente se evaluó con el PIB per cápita, estimado para todos los municipios metropolitanos de 1995 al 2015. Se obtuvieron las tasas de crecimiento quinquenales, así como la tasa de crecimiento del periodo 2000 al 2015. Los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos poseen un impacto de largo plazo que afecta un número significativo de variables y deriva en una tendencia a la reducción del ingreso por habitante (CEPAL y BID, 2000).

ZM de Acayucan

En esta ZM, el municipio de Soconusco presentó las tasas de crecimiento quinquenales más altas en el 2000, 2005 y 2010, sin embargo, para 2015, decreció 3.4, experimentando el valor más bajo de la zona. Acayucan en el 2000 exhibió la tasa quinquenal más baja, en 2005 y 2010 fue el ayuntamiento de Oluta, quien se recuperó en 2015 y mostró la tasa más alta de la zona (1.8) (figura 10).

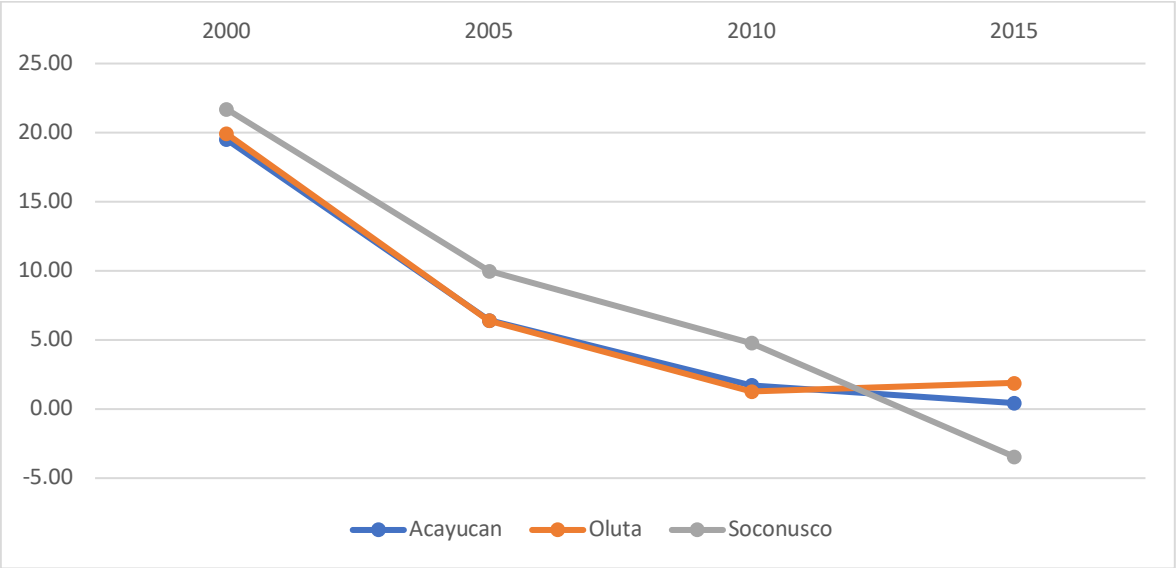

Figura 10. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Acayucan (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

Respecto a la tasa de crecimiento del periodo 2000-2015, el municipio de Soconusco experimentó la tasa de crecimiento más alta (3.6) mientras que Acayucan observó un crecimiento de apenas 2.8 (figura 11), ambos son municipios centrales.

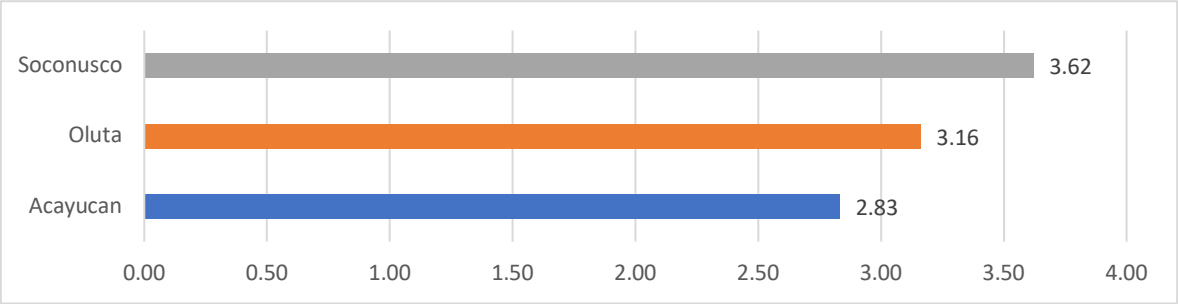

Figura 11. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Acayucan (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Coatzacoalcos

En el 2000, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río experimentó la tasa de crecimiento quinquenal más baja de la zona (16.0) situación que se presentó nuevamente en 2015 con un decrecimiento de 1.9. En 2005 el municipio que mostró

el desempeño más bajo de la zona fue Ixhuatlán del Sureste con 5.5. En 2010 Coatzacoalcos apenas alcanzó el 0.9 (figura 12).

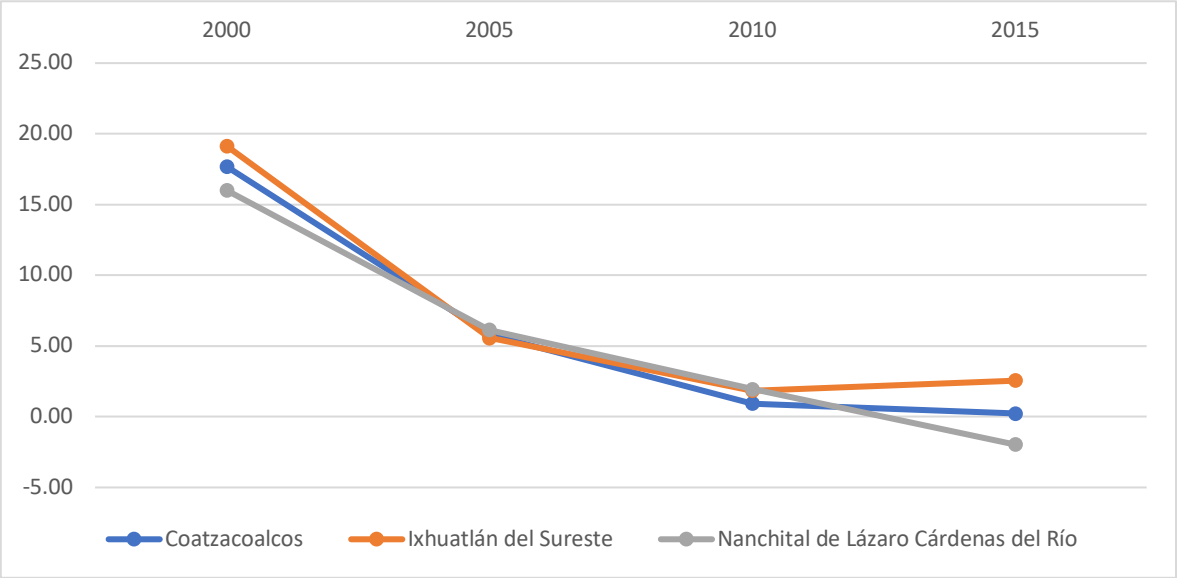

Figura 12. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Coatzacoalcos (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

De los 15 años de estudio, el municipio de Coatzacoalcos, considerado central, ostentó la tasa de crecimiento más elevada de la zona (3.3) mostrando disparidad con Ixhuatlán del Sureste que apenas alcanzó un crecimiento de 1.9, siendo este último un municipio exterior (figura 13).

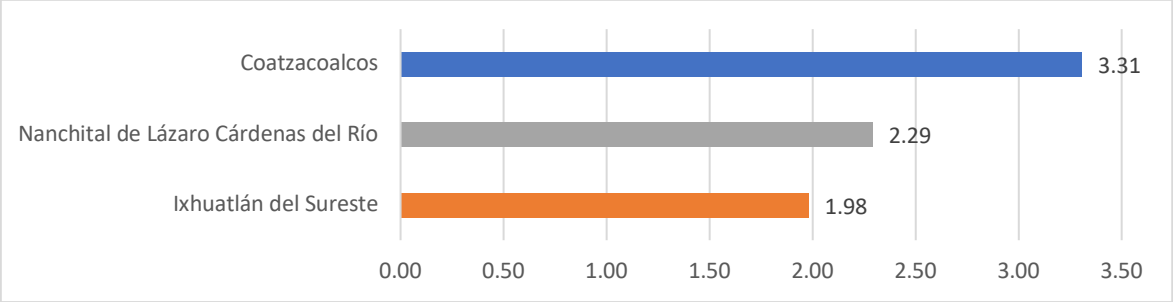

Figura 13. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Coatzacoalcos (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Córdoba

En el 2000 (18.3) y 2015 (0.4), el municipio de Córdoba experimentó las tasas de crecimiento quinquenales del PIB per cápita más bajas de toda la ZM, mientras que en 2005 (4.2) esta posición la ocupó Fortín, que se recuperó en 2010, con un progreso en el indicador de 0.9, el más alto de la zona. El mejor desempeño lo tuvo Yanga en 2000 (21.6) y 2005 (5.9), sin embargo, en 2010 exhibió una tasa negativa de 1.3, la más baja de toda la zona en esos 5 años. En 2015, Amatlán de los Reyes mostró la tasa más alta con 3.8 (figura 14).

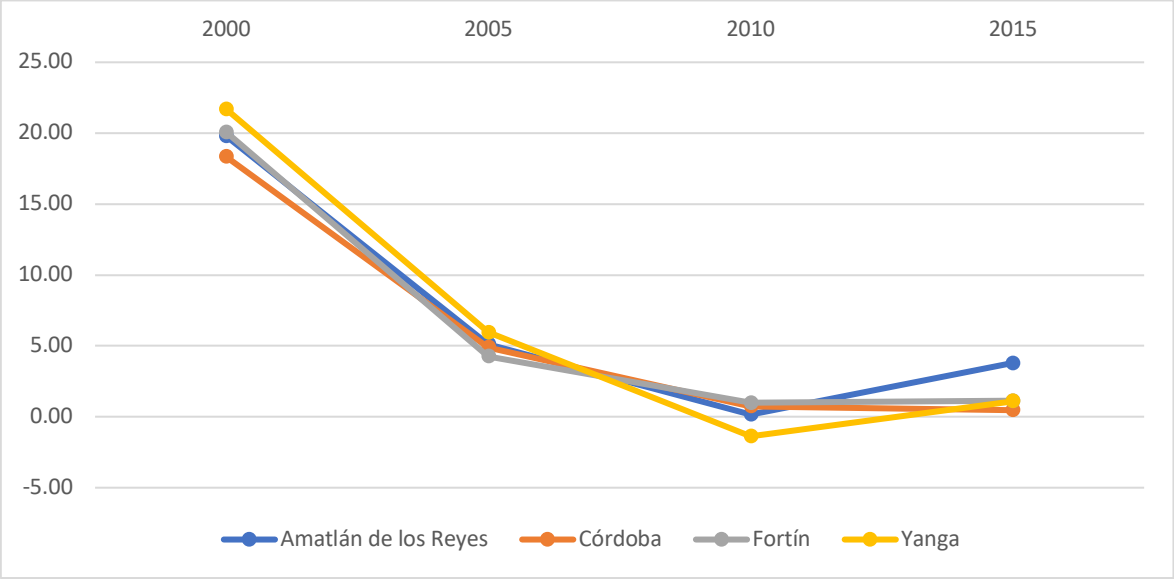

Figura 14. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Córdoba (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la tasa de crecimiento del periodo, Córdoba obtuvo la mayor tasa de crecimiento del PIB per cápita, contrastando fuertemente con Amatlán de los Reyes que alcanzó un crecimiento de 1.8 puntos (figura 15), ambos municipios son centrales.

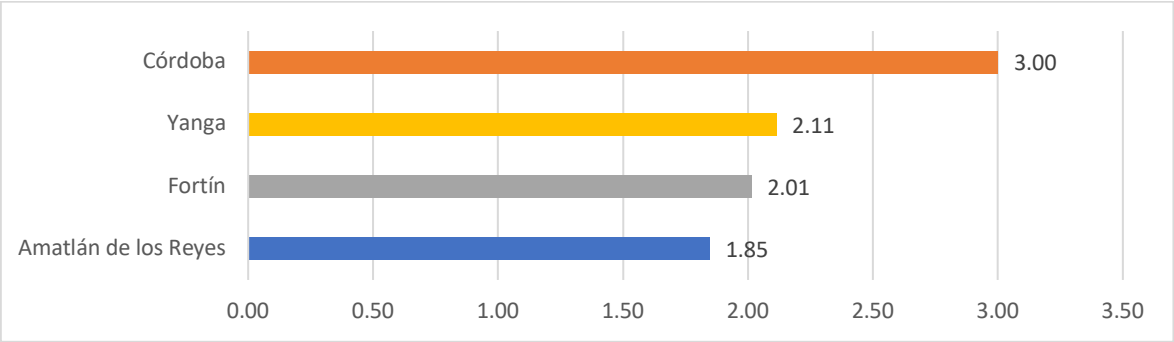

Figura 15. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Córdoba (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Minatitlán

En el 2000, la alcaldía de Oteapan experimentó la tasa de crecimiento quinquenal más alta en el PIB per cápita (21.5), sin embargo, en 2010 obtuvo la más baja de toda la zona (0.9) para luego recuperarse, pues en 2015 nuevamente mostró la tasa más alta de toda la zona con 3.7. Entre los datos resalta el hecho de que, en los últimos 5 años del estudio (2015), 4 de los 6 municipios de esta zona exhibieron tasas negativas, entre ellos Chinameca tuvo el valor más bajo con -2.5, mientras que Zaragoza apenas y alcanzó un crecimiento de 0.1 puntos (figura 16).

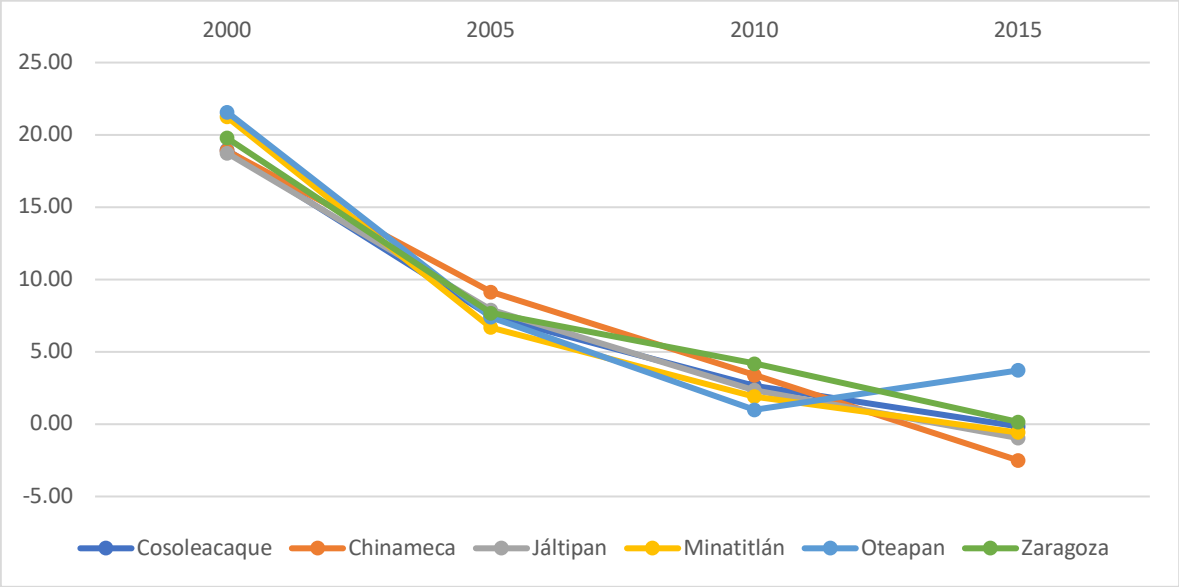

Figura 16. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Minatitlán (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

En lo que concierne a la tasa de crecimiento del PIB municipal per cápita en el periodo de estudio, Zaragoza exhibió la mayor tasa de crecimiento de la ZM con 4.0 y se considera un municipio exterior, que muestra significativa diferencia con Minatitlán, municipio central, que apenas y creció 2.6 en los 15 años (figura 17).

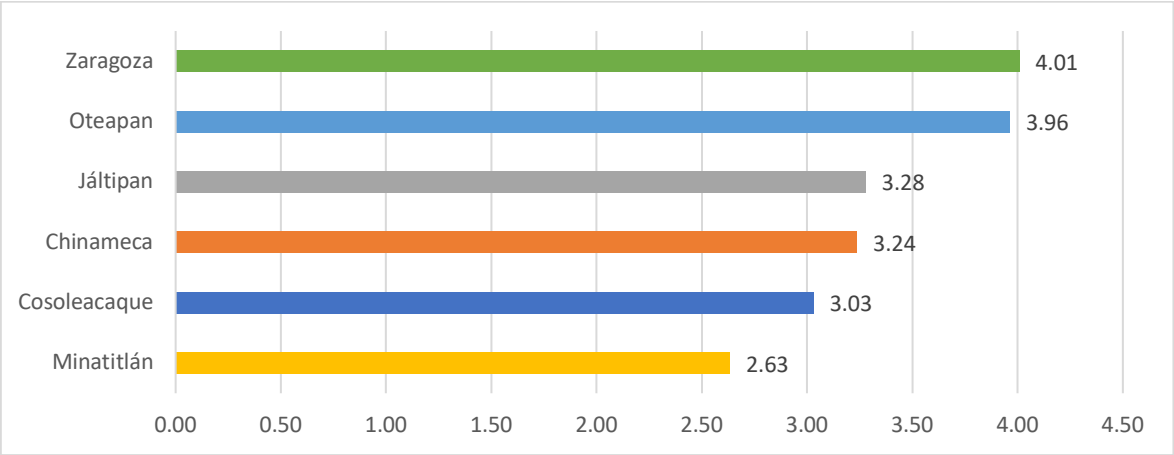

Figura 17. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Minatitlán (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Orizaba

En esta ZM, el ayuntamiento de San Andrés Tenejapan presentó la menor tasa de crecimiento del PIB per cápita en el 2000, no obstante, en el 2015 ostentó el valor más elevado de toda la zona con un indicador de 3.7. En este último quinquenio, 9 de los 13 municipios presentaron tasas negativas, las excepciones fueron Atzacan, Nogales, Rafael Delgado y San Andrés Tenejapan. En 2005 el municipio con la menor tasa de crecimiento fue Río Blanco (4.8), en 2010 Orizaba y en 2015 Huiloapan de Cuauhtémoc (-6.4) (figura 18).

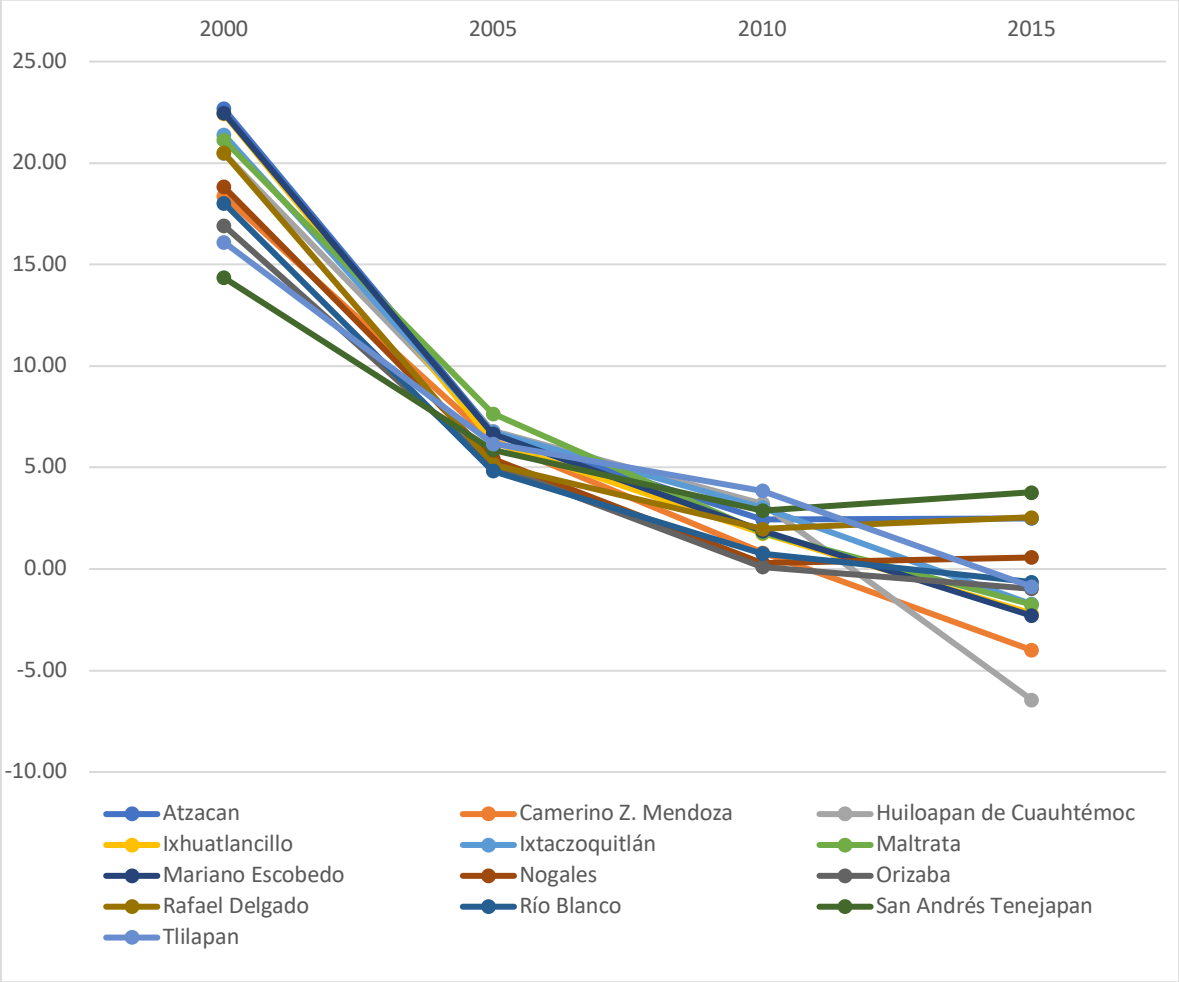

Figura 18. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Orizaba (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

En relación con la tasa de crecimiento del periodo, Rafael Delgado manifestó el mayor valor (4.1), denotó disparidad con Camerino Z. Mendoza que exhibió una tasa de 0.9 en 15 años (figura 19), ambos municipios son considerados centrales.

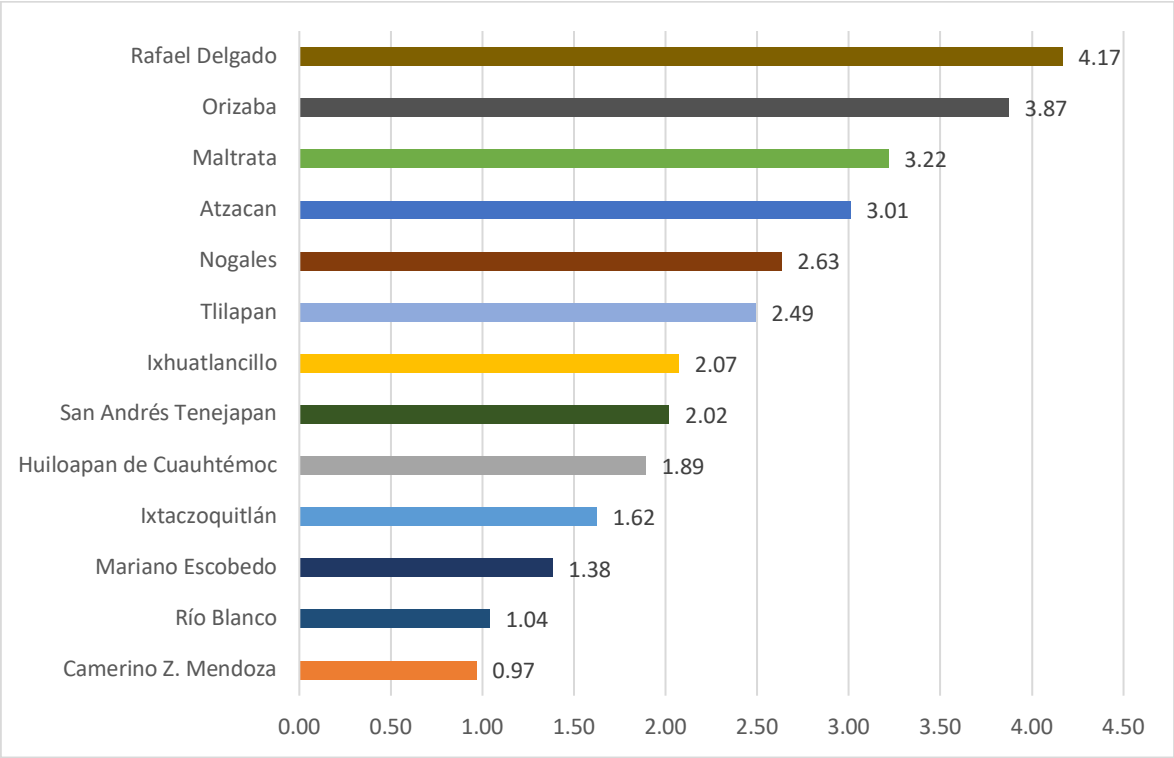

Figura 19. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Orizaba (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Poza Rica

En 2000 y 2005, el ayuntamiento de Poza Rica de Hidalgo manifestó la menor tasa de crecimiento, con 17.5 y 4.2 para cada quinquenio, respectivamente. En 2010, el municipio de Cazones de Herrera obtuvo la tasa más baja (0.9) para luego recuperarse en 2015, que con 4.0 presentó la tasa de crecimiento del PIB per cápita más alta de la ZM. La alcaldía de Coatzintla mostró la tasa más alta en 2010 (3.4) sin embargo, en 2015 decreció 2.7, el valor más bajo de la ZM en este quinquenio (figura 20).

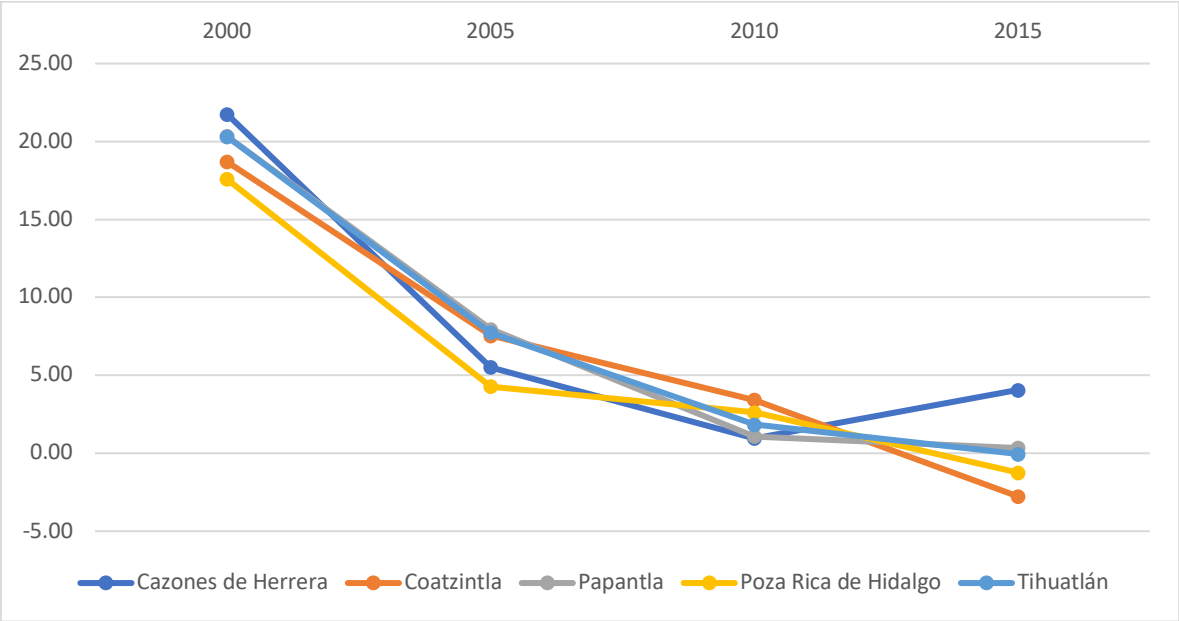

Figura 20. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Poza Rica (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

Considerando la tasa de crecimiento del periodo, Tihuatlán experimentó la tasa más baja en 15 años (1.8), entre tanto Poza Rica de Hidalgo obtuvo el mejor desempeño con una tasa de 3.4 (figura 21), estos dos ayuntamientos son clasificados como centrales.

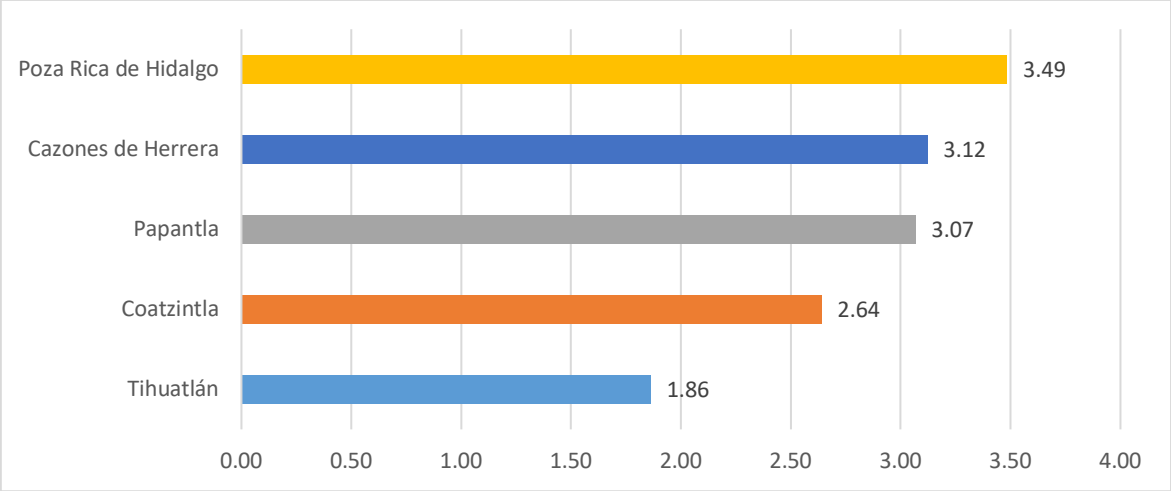

Figura 21. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Poza Rica (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Veracruz

En el 2000, el ayuntamiento de Boca del Río (16.0), ostentó la menor tasa de crecimiento del PIB per cápita. Para 2005, Veracruz tuvo la tasa más baja con 4.4, en 2010, Medellín de Bravo y Alvarado mostraron tasas negativas, siendo este último el más bajo de toda la ZM con -0.4. En 2015, la alcaldía de Jamapa presentó la tasa más baja entre todos los municipios de la zona, siendo esta negativa (-2.4) (figura 22).

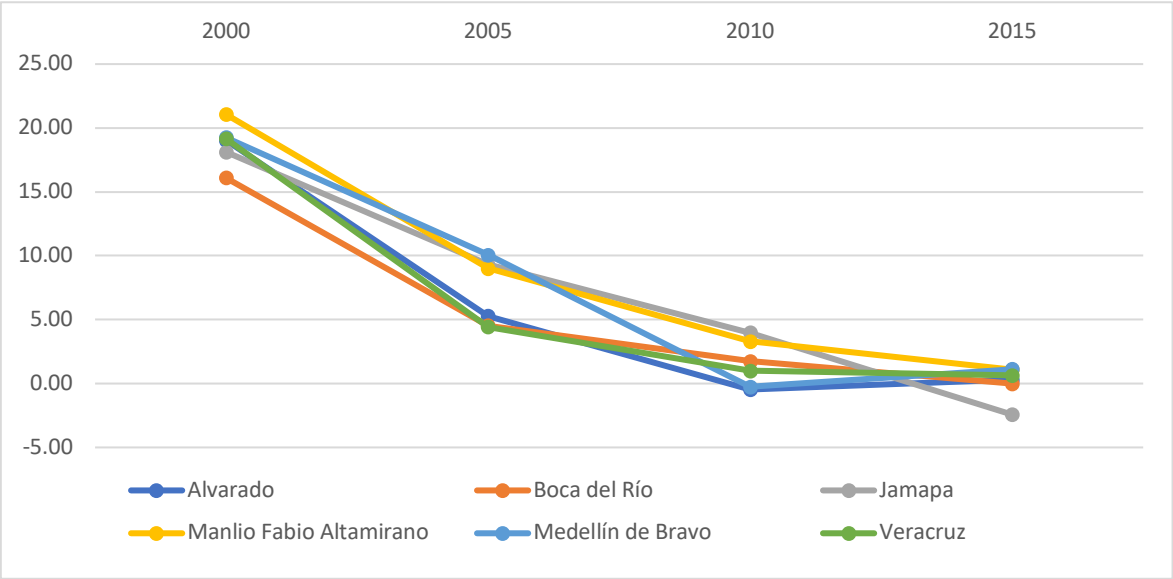

Figura 22. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Veracruz (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la tasa de crecimiento del periodo, Boca del Río, un municipio central, mostró el valor más bajo (1.6) revelando disparidad con Jamapa, municipio exterior, que obtuvo 4.4 puntos en este indicador (figura 23).

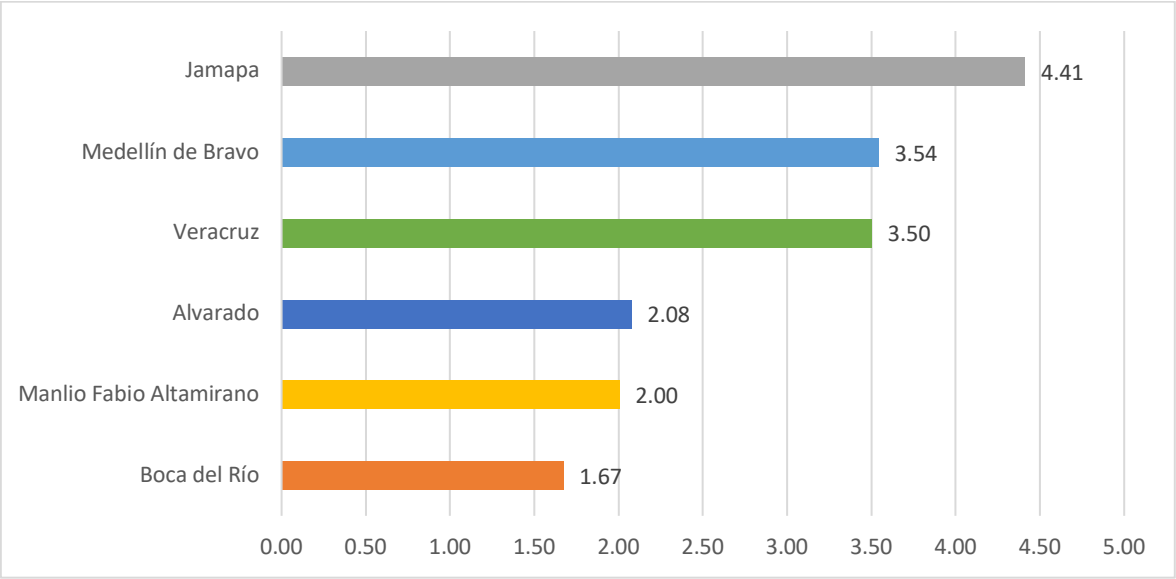

Figura 23. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Veracruz (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

ZM de Xalapa

En esta ZM, la alcaldía de Xalapa obtuvo el valor más bajo de la tasa de crecimiento del PIB per cápita municipal en el 2000 (17.2), mientras que Banderilla ostentó la tasa más elevada (31.8) en ese mismo quinquenio, no obstante, para 2005, obtuvo el valor más bajo de toda la zona con una tasa de 4.3. En 2010, Rafael Lucio presentó la tasa más baja con 0.6 puntos. En 2015, 4 de 9 municipios experimentaron tasas con valores negativos, siendo estos Coacoatzintla, Coatepec, Xalapa y Jilotepec, este último se consideró el de menor crecimiento con una tasa de -1.4 puntos (figura 24).

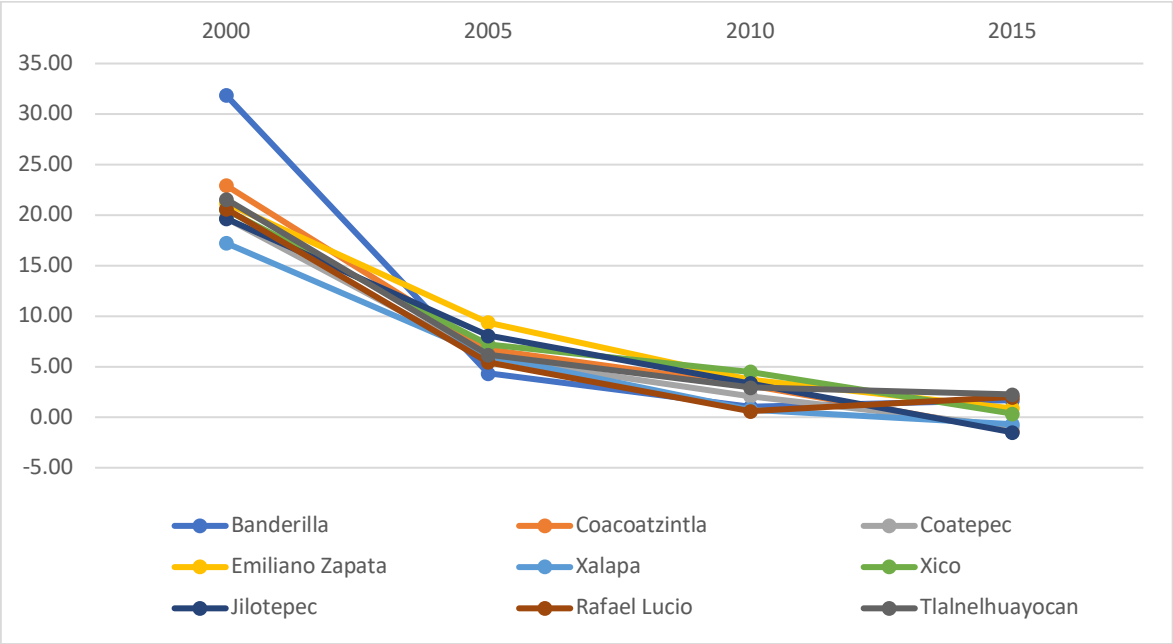

Figura 24. Tasa de crecimiento quinquenal del PIB Municipal per cápita de la ZM de Xalapa (1995-2015)
Fuente: elaboración propia

El ayuntamiento de Coacoatzintla, considerado como exterior, exhibió el menor valor en la tasa de crecimiento del PIB municipal del periodo 2000 al 2015. Denota disparidad frente a Jilotepec, municipio exterior, que mostró una tasa de crecimiento de 4.6 puntos (figura 25).

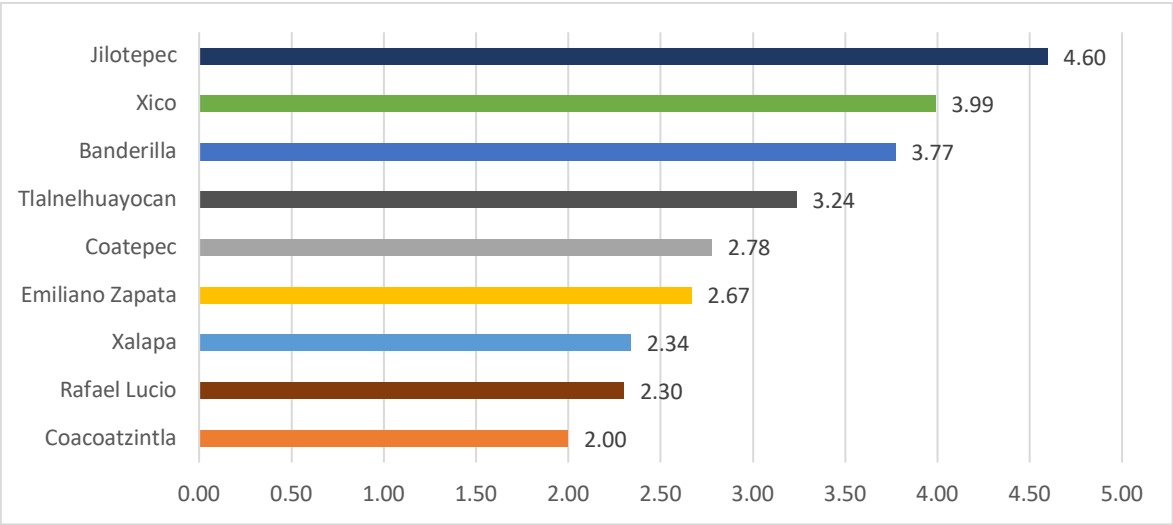

Figura 25. Tasa de crecimiento del PIB Municipal per cápita de la ZM de Xalapa (2000-2015)
Fuente: elaboración propia

4.2 Vulnerabilidad ambiental

La vulnerabilidad ambiental municipal se integró por dos variables, la superficie reforestada y el número de declaratorias de desastre, emergencia y contingencia climatológica ante FHM, con datos anuales de 1996 a 2015. Ambos indicadores se emplearon agrupándose en periodos de 5 años, es decir de 1996 al 2000, de 2001 a 2005, de 2006 a 2010 y de 2011 a 2015.

En los siguientes apartados se describe a detalle los resultados de cada uno de ellos.

4.2.1 Vulnerabilidad por frecuencia y tipo de fenómeno hidrometeorológico

En el estado de Veracruz, durante el periodo de estudio, se registraron 4387 declaratorias de desastre, emergencia y contingencia climatológica por la presencia de FHM, de las cuales 7 sucedieron de 1996 al 2000; 1357 registros de 2001 a 2005; de 2006 a 2010 el número creció, ya que se realizaron 1,565 declaratorias; finalmente, de 2011 a 2015 hubo 1,458 declaratorias.

Es importante señalar que de 1996 a 1999, Cenapred no cuenta con registro de declaratoria de desastres ni datos que sirvan para integrar esta variable en los municipios metropolitanos, sin embargo, Desinventar[3] posee 134 registros ante eventos hidrometeorológicos que afectaron a los 49 municipios objeto del estudio en el periodo mencionado (cuadro 11), mientras que Cenapred solo mostró 1 declaratoria en el 2000. Los datos no se emplean en la estimación del índice, pero se presentan como evidencia de la existencia de dichos fenómenos.

[3] Constituye una fuente no oficial, que posee información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones.

Cuadro 11. Eventos registrados en Desinventar por zona metropolitana de 1996 al 2000

Zona Metropolitana	Eventos	Observaciones
Acayucan	0	Sin datos.
Coatzacoalcos	32	31 eventos para Coatzacoalcos y 1 para Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río.
Córdoba	4	4 eventos en el municipio de Córdoba.
Minatitlán	13	Chinameca y Zaragoza no presentan datos.
Orizaba	18	Afectaron a 9 municipios, excepto Atzacan, Huiloapan de Cuauhtémoc, San Andrés Tenejapan y Tlilapan.
Poza Rica	11	Coatzintla y Papantla no poseen datos.
Veracruz	49	Todos los municipios afectados.
Xalapa	7	Xalapa y Emiliano Zapata perjudicados, el resto de los municipios sin registro.

Fuente: elaboración propia con datos de Desinventar.

El 24.43% de las manifestaciones de la Secretaria de Gobernación se emitieron para los municipios metropolitanos. La declaratoria por lluvias extremas fue la más frecuente con 523 casos; seguida de los ciclones tropicales, con 317 declaratorias; 76 por inundaciones; 48 por bajas temperaturas; 41 ante fuertes vientos, la misma cantidad para helada, granizada o nevada; y 26 por sequías.

En el cuadro 12 se muestra el nombre de algunos de los eventos meteorológicos que afectaron a los municipios metropolitanos en el periodo de estudio, sin incluir granizadas, heladas, sequías, bajas temperaturas, lluvias extremas y fuertes vientos.

Cuadro 12. Principales huracanes, tormentas y otro tipo de fenómenos hidrometeorológicos que originaron declaratorias del 2000 al 2015

Año de ocurrencia	Tipo de evento
2003	Frente Frio No. 20, 21 y 23
2003	Huracán Ignacio
2003	Tormenta Tropical Larry
2004	Frente Frio No. 20 y 21
2005	Ciclón Tropical Stan y Onda Tropical No. 40

2005	Frente Frio No. 2 y Onda Tropical No.40
2005	Huracán Gert
2005	Onda Tropical No.28 y 29, Tormenta Tropical Jose
2005	Tormenta Tropical Bret
2006	Frente frío No. 12
2006	Onda Tropical No. 40
2006	Onda Tropical No.10
2006	Frente Frio No. 19
2007	Huracán Dean
2007	Huracán Lorenzo
2010	Ciclón Tropical Mathew
2010	Huracán Karl
2010	Ondas Tropicales 16 y 17
2011	Depresión Tropical Harvey
2011	Tormenta Tropical Arlene
2011	Onda Tropical 8
2012	Tormenta Tropical Ernesto
2013	Tormenta Tropical Sonia
2013	Tormenta Tropical Barry
2013	Tormenta Tropical Manuel
2013	Tormenta Tropical Fernand

Fuente: elaboración propia con datos del Cenapred (2017).

ZM de Acayucan

Al 2000, no se tiene registro de declaratorias para esta ZM en los datos de Cenapred o Desinventar. Las lluvias fueron el fenómeno más frecuente que originó las declaratorias en todo el periodo de estudio, representaron 47.05% de las declaratorias emitidas al 2005, 66.66% al 2010 y 69.23% al 2015; siendo el ayuntamiento de Acayucan quien presentó las mayores frecuencias.

ZM de Coatzacoalcos

En esta ZM, al 2000 se tuvo el registro de 1 declaratoria por lluvias extremas para el ayuntamiento de Coatzacoalcos. Al igual que en la ZM anterior, las lluvias extremas representaron el fenómeno más frecuente, con 54.16% de las declaratorias al 2005, 55.55% al 2010 y 76.74% al 2015. Nanchital de Lázaro

Cárdenas del Río presentó la mayor frecuencia de declaratorias en 2005 y 2015, mientras que Coatzacoalcos la registró en 2010.

ZM de Córdoba

El Cenapred no tiene registro de declaratorias para esta ZM al 2000. Al 2005 los eventos hidrometeorológicos más frecuentes fueron los ciclones tropicales, que representaron 64.28% de las declaratorias; a pesar de ello, las lluvias extremas se ubicaron al 2010 y 2015 como el fenómeno más frecuente con 44.44% y 75% de las declaratorias, respectivamente. Al 2005, Amatlán de los Reyes y Fortín tuvieron el mayor número de declaratorias, al 2010 y 2015 se emitieron más declaratorias para la alcaldía de Córdoba.

ZM de Minatitlán

Al igual que en las ZM anteriores, no se tiene registro de declaratorias al 2000. Las lluvias extremas se posicionaron como el fenómeno más frecuente en esta zona, constituyeron 53.38% de las declaratorias al 2005, 65.57% al 2010 y 74.07% al 2015. Los ayuntamientos de Jáltipan y Cosoleacaque ostentaron el mayor número de declaratorias al 2005, Minatitlán al 2010 y al 2015, nuevamente Minatitlán y Cosoleacaque.

ZM de Orizaba

Sin declaratorias al 2000. Al 2005, los fuertes vientos, junto con los ciclones tropicales, se perfilaron como los fenómenos más frecuentes con 28.28% y 26.26% de las declaratorias emitidas. Los municipios de Maltrata, Mariano Escobedo, Orizaba y Río Blanco fueron los más afectados en estos 5 años. Al 2010, los ciclones tropicales fueron abundantes e integraron 44.28% de las declaratorias, Mariano Escobedo fue el ayuntamiento con más declaratorias de toda la zona. Al 2015 las lluvias extremas constituyeron 60% de las declaratorias, donde Ixtaczoquitlán y Mariano Escobedo albergaron el mayor número de estas.

ZM de Poza Rica

De 1996 al 2000, no se tiene registro de declaratorias para esta ZM en los datos de Cenapred. Al 2005 los ciclones tropicales constituyeron el evento hidrometeorológico más persistente, con 43.39% de las declaratorias emitidas. Los ayuntamientos de Tihuatlán, Coatzintla y Papantla sufrieron más afectaciones que el resto. Al 2010, nuevamente los ciclones tropicales fueron la causa del 52.27% de las declaratorias, siendo los más afectados en dicho periodo Poza Rica de Hidalgo, Coatzintla y Tihuatlán. Al 2015, las lluvias extremas fueron la principal causa de declaratorias (54.90%), Papantla y Poza Rica de Hidalgo fueron los más perjudicados ante dichos fenómenos.

ZM de Veracruz

El Cenapred no presentó registro de declaratorias para esta ZM al 2000. Al 2005, los ciclones tropicales se ubicaron como el fenómeno hidrometeorológico más frecuente, con 52% de las declaratorias emitidas, Alvarado y Veracruz los ayuntamientos más dañados. Al 2010, las lluvias extremas se posicionaron como la principal causa de las declaratorias emitidas (50%), Alvarado y Boca del Río exhibieron el mayor número de estas. Al 2015, nuevamente las lluvias extremas originaron la mayor cantidad de declaratorias (62.5%), Medellín de Bravo y Veracruz junto con Alvarado y Boca del Río fueron los más afectados.

ZM de Xalapa

Esta ZM tampoco cuenta con datos de declaratorias al 2000, de acuerdo con el Cenapred. Al 2005 las bajas temperaturas causaron el 42.50% de las declaratorias. Xalapa, así como Banderilla, Emiliano Zapata, Jilotepec y Rafael Lucio fueron los más afectados en este periodo. Al 2010, las lluvias extremas se perfilaron como el evento más periódico, nuevamente aparece el ayuntamiento de Xalapa como uno de los más perjudicados, junto con Coacoatzintla. Al 2015, las lluvias extremas originaron el 60.41% de las declaratorias, donde Xalapa, Coatepec, Emiliano Zapata y Tlalnelhuayocan se vieron afectados.

4.2.2 Vulnerabilidad por no reforestación

La demanda de terrenos para desarrollos urbanos, agricultura o ganadería han generado procesos de deforestación, así como pérdida y degradación de ecosistemas. Como consecuencia de dichos procesos existen áreas donde las actividades antropogénicas eliminaron la posibilidad de que la vegetación recupere su estado original por medios naturales. La Comisión Nacional Forestal (Conafor) (2010) indica que es necesario intervenir para contribuir al equilibrio de las condiciones del ambiente y promover su mejoramiento a través de prácticas como la reforestación.

Brooks *et al*., (2005) emplearon datos forestales como indicador de vulnerabilidad, a nivel municipal el número de hectáreas de la superficie reforestada es un dato disponible que se adicionó por periodos de 5 años, atendiendo a que el cambio de uso de suelo de bosques a superficies habitables, cultivables o para la ganadería incrementan la vulnerabilidad (Acosta y Romero, 2010), por lo que la reforestación debería contribuir a su disminución.

ZM de Acayucan

De 1996 al 2000, el municipio de Oluta presentó la menor actividad de reforestación, equivalente a 0.0153% de su superficie territorial, situación que reincidió de 2006 a 2010, donde únicamente reforestó 0.0031%. De 2001 a 2005, Soconusco fue el ayuntamiento que reforestó menos hectáreas de la ZM, con apenas 0.0168% de su territorio. Por otro lado, Acayucan reforestó el equivalente a 3.51% de su territorio de 1996 a 2010. De 2011 a 2015 ninguno de los 3 municipios de esta ZM exhibió actividades de reforestación.

ZM de Coatzacoalcos

De 1996 al 2000, Ixhuatlán del Sureste fue la alcaldía que reforestó en menor área, únicamente 0.0610% de su territorio, sin embargo, de 2006 al 2010 logró reforestar 0.1296%. De 2001 al 2005, Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río cubrió un área de 0.0976% de su territorio y de 2006 a 2010 ya no realizó actividad alguna de

reforestación. Coatzacoalcos es el que más contribuyó con las actividades, reforestando 1.4092% de su territorio de 1996 al 2010. De 2011 a 2015 ninguno de los 3 municipios de esta ZM realizó reforestación.

ZM de Córdoba

El municipio de Yanga exhibió el menor valor de reforestación de 1996 a 2015, equivalente a 0.0824% de su territorio en todo el periodo; de 2011 al 2015, este municipio y Córdoba no realizaron actividades de reforestación. Resalta el ayuntamiento de Amatlán de los Reyes, quien tuvo los mayores porcentajes de reforestación, ya que de 1996 al 2000 cubrió 0.6344% de su superficie, de 2006 a 2010 0.3782% y de 2011 a 2015 0.0869%. De 2001 a 2005 destacó Fortín con 0.3828% de su territorio reforestado.

ZM de Minatitlán

La alcaldía de Zaragoza presentó la menor proporción de superficie reforestada al 2000 (0.0305%) y al 2005 (0.0092%), no obstante, de 2011 a 2015 no realizó actividades de reforestación, al igual que el resto de los municipios a excepción de Minatitlán (0.0076% reforestado). El porcentaje más elevado de espacio reforestado lo exhibió Chinameca (0.5948%) de 1996 al 2000, en el siguiente periodo fue Minatitlán, con 0.4057% y 0.3004% al 2010, donde contrasta con Oteapan que no experimentó actividades de reforestación.

ZM de Orizaba

En esta zona, Atzacan reforestó la menor proporción de su territorio de 1996 al 2000 (0.0015%), al 2005 Tlilapan se comportó de manera similar con 0.0031% de su área reforestada. De 2006 al 2010, Huiloapan de Cuauhtémoc reforestó 0.0229% de su superficie territorial. De 2011 al 2015, únicamente Orizaba no realizó acciones para repoblar de árboles, a pesar de que al 2000 tuvo el mayor porcentaje de reforestación (1.6654%). El municipio de Maltrata del 2001 al 2015, reforestó 6.5014% de su espacio territorial, el valor más alto entre todos los municipios metropolitanos de todas las zonas.

ZM de Poza Rica

De 1996 al 2015, el ayuntamiento Cazones de Herrera mostró la proporción más baja de reforestación, con 0.2044% de su superficie territorial. Por el contrario, Papantla reforestó 2.2770% solo de 1996 al 2010, ocupando el lugar más alto de la ZM en este indicador. De 2011 a 2015, Coatzintla ocupó dicho lugar con 0.2379% de área reforestada, en este periodo Cazones de Herrera, Poza Rica de Hidalgo y Tihuatlán no presentaron actividades de plantación.

ZM de Veracruz

En los primeros 5 años del estudio, la alcaldía de Manlio Fabio Altamirano exhibió el porcentaje más bajo de superficie reforestada (0.0885%), durante el siguiente periodo fue Medellín de Bravo con 0.0305% y de 2006 a 2010 Boca del Río no presentó actividad de reforestación. Situación que se replicó de 2011 a 2015, donde junto con Jamapa, Manlio Fabio Altamirano y Medellín de Bravo no tuvieron espacios reforestados. De 1996 al 2005, Veracruz reforestó 3.9881% de su superficie territorial y de 2006 al 2015 Alvarado repobló de árboles 1.0737% de su superficie.

ZM de Xalapa

De 1996 al 2000, el municipio de Jilotepec apenas y alcanzó 0.0168% de superficie reforestada. De 2001 al 2005, Banderilla presentó el valor más bajo con 0.0564% de su suelo reforestado. De 2006 al 2010, la alcaldía de Rafael Lucio únicamente plantó nuevos árboles en 0.0259% de su territorio. En los últimos 5 años, Tlalnelhuayocan solo cubrió 0.0015%. El mejor desempeño lo tuvo Xico en los 20 años de revisión, ya que reforestó 6.4404% de su espacio territorial.

4.3 Índice de Vulnerabilidad Global (IVG) ante FHM

El índice se integró con las variables de los componentes edad, educación, vivienda, salud, ingreso y espacio, revisados en la sección 4.1 del mismo modo que con las variables del componente ambiental: frecuencia de FHM y superficie reforestada.

La vulnerabilidad global se describe por municipio en cada una de las zonas metropolitana a continuación.

ZM de Acayucan

Durante los 4 momentos del estudio, el ayuntamiento de Acayucan presentó vulnerabilidad media. Oluta mejoró su situación pasando de alta en el 2000 a baja para el resto de los años y Soconusco en 2000 presentó vulnerabilidad media, que disminuyó en 2005 y se mantuvo hasta 2015 (cuadro 13).

Cuadro 13. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Acayucan (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Acayucan	Media	Media	Media	Media
Oluta	Alta	Baja	Baja	Baja
Soconusco	Media	Baja	Baja	Baja

Fuente: elaboración propia.

ZM de Coatzacoalcos

En esta ZM, Ixhuatlán del Sureste ostentó vulnerabilidad media en 2000 y 2005, que se transformó en baja para 2010 y 2015. Mientras que Coatzacoalcos pasó de vulnerabilidad baja a muy baja en 2005-2015. El ayuntamiento Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río poseyó vulnerabilidad muy baja durante todo el periodo de estudio (cuadro 14).

Cuadro 14. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Coatzacoalcos (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Coatzacoalcos	Baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Ixhuatlán del Sureste	Media	Media	Baja	Baja
Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja

Fuente: elaboración propia.

ZM de Córdoba

En el 2000, Amatlán de los Reyes exhibió vulnerabilidad alta, que para 2005-2010 se revirtió convirtiéndose en vulnerabilidad media, en 2015 alcanzó una clasificación baja en este indicador. Córdoba tuvo vulnerabilidad baja en 2000-2010, que se

volvió muy baja en 2015. La vulnerabilidad media de Fortín en el 2000 se convirtió en baja de 2005-2015. El municipio de Yanga no experimentó cambios en su vulnerabilidad, siendo media en los 15 años de estudio (cuadro 15).

Cuadro 15. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Córdoba (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Amatlán de los Reyes	Alta	Media	Media	Baja
Córdoba	Baja	Baja	Baja	Muy baja
Fortín	Media	Baja	Baja	Baja
Yanga	Media	Media	Media	Media

Fuente: elaboración propia.

ZM de Minatitlán

El municipio de Chinameca ostentó vulnerabilidad alta en el 2000, posteriormente en 2005 disminuyó a media, sin embargo, para 2010 y 2015 volvió a incrementarse en alta. Jáltipan se mantuvo con vulnerabilidad media durante todo el periodo de estudio. Minatitlán trascendió de vulnerabilidad media en el 2000 a baja para el resto de los años. Oteapan mostró varias fluctuaciones ya que, de vulnerabilidad alta en el 2000, exhibió vulnerabilidad baja en 2005, que se incrementó a media en 2010 y regresó a vulnerabilidad baja en 2015. Zaragoza presentó mejora en sus condiciones socioeconómicas, ya que en 2000 mostró vulnerabilidad muy alta, en 2005-2010 disminuyó a media y en 2015 fue baja (cuadro 16).

Cuadro 16. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Minatitlán (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Cosoleacaque	Baja	Baja	Baja	Baja
Chinameca	Alta	Media	Alta	Alta
Jáltipan	Media	Media	Media	Media
Minatitlán	Media	Baja	Baja	Baja
Oteapan	Alta	Baja	Media	Baja
Zaragoza	Muy alta	Media	Media	Baja

Fuente: elaboración propia.

ZM de Orizaba

El municipio de Atzacan se posicionó como uno de los más vulnerables en esta zona, pues en 2000 su indicador fue muy alto y se mantuvo alto de 2005 a 2015. Camerino Z. Mendoza, incrementó su vulnerabilidad de media (2000-2010) a alta en 2015. Huiloapan de Cuauhtémoc tuvo un IVG medio en el 2000, que se convirtió en bajo de 2005 a 2015. Ixhuatlancillo pasó de vulnerabilidad alta (2000-2005) a media para el resto de los años. Ixtaczoquitlán disminuyó su vulnerabilidad en 2005 y se mantuvo con un indicador bajo hasta 2015. El ayuntamiento de Maltrata exhibió vulnerabilidad muy alta en el 2000 y alta en 2005, sin embargo, el resto de los años de estudio tuvo vulnerabilidad media. Mariano Escobedo se mantuvo con vulnerabilidad media todo el tiempo. La alcaldía de Nogales mejoró de un valor medio en el IVG (2000-2005) a bajo (2010-2015). Rafael Delgado sostuvo vulnerabilidad muy alta del 2000 al 2010 y en 2015 mejoró a baja. En el municipio de San Andrés Tenejapan hubo una mejora gradual ya que, de vulnerabilidad muy alta en el 2000, cambió a media en 2005-2010 y se posicionó en vulnerabilidad baja en 2015. Tlilapan mejoró del 2000 al 2005, con un IVG de alto a medio (cuadro 17).

Cuadro 17. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Orizaba (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Atzacan	Muy alta	Alta	Alta	Alta
Camerino Z. Mendoza	Media	Media	Media	Alta
Huiloapan de Cuauhtémoc	Media	Baja	Baja	Baja
Ixhuatlancillo	Alta	Alta	Media	Media
Ixtaczoquitlán	Media	Media	Baja	Baja
Maltrata	Muy alta	Alta	Media	Media
Mariano Escobedo	Media	Media	Media	Media
Nogales	Media	Media	Baja	Baja
Orizaba	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Rafael Delgado	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Baja
Río Blanco	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
San Andrés Tenejapan	Muy alta	Media	Media	Baja
Tlilapan	Alta	Media	Media	Media

Fuente: elaboración propia.

ZM de Poza Rica

Los municipios de Cazones de Herrera y Tihuatlán mantuvieron vulnerabilidad muy alta en todo el periodo de estudio, seguidos de Papantla, que tuvo vulnerabilidad muy alta en 2000-2005, disminuyó a alta en 2010 y nuevamente se incrementó a muy alta en 2015. Coatzintla pasó de vulnerabilidad media (2000-2005) a baja en 2010, pero volvió a incrementarse a media en 2015. Poza Rica de Hidalgo ascendió de vulnerabilidad muy baja (2000) a baja en 2005-2015. Esta ZM se perfiló como la más vulnerable con el 60% de sus municipios con un IVG muy alto (cuadro 18).

Cuadro 18. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Poza Rica (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Cazones de Herrera	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Coatzintla	Media	Media	Baja	Media
Papantla	Muy alta	Muy alta	Alta	Muy alta
Poza Rica de Hidalgo	Muy baja	Baja	Baja	Baja
Tihuatlán	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta

Fuente: elaboración propia.

ZM de Veracruz

En esta ZM, el municipio de Jamapa modificó su IVSE de alto en el 2000 a medio de 2005-2015. Manlio Fabio Altamirano tuvo fluctuaciones, pues de alto (2000) pasó a bajo (2005), ascendió a medio (2010) y volvió a bajar en 2015. Medellín de Bravo, de vulnerabilidad alta en 2000, avanzó a baja de 2005 a 2015. Veracruz y Boca del Río presentaron un IVG muy bajo durante los 15 años del estudio (cuadro 19).

Cuadro 19. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Veracruz (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Alvarado	Media	Media	Media	Media
Boca del Río	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Jamapa	Alta	Media	Media	Media
Manlio Fabio Altamirano	Alta	Baja	Media	Baja
Medellín de Bravo	Alta	Baja	Baja	Baja
Veracruz	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja

Fuente: elaboración propia.

ZM de Xalapa

La alcaldía de Coacoatzintla mostró un IVG alto en el año 2000, mismo que mejoró a medio, de 2005 a 2015. Los municipios Jilotepec y Xalapa se mantuvieron con vulnerabilidad media y muy baja, respectivamente, durante el periodo de estudio, mientras que Rafael Lucio y Xico pasaron de vulnerabilidad media (2000-2005) a baja en 2010 y 2015. Tlalnelhuayocan modificó su IVG de alto (2000) a medio en 2005 y bajo en 2010-2015. Coatepec tuvo un valor bajo para todos los años y Emiliano Zapata lo alcanzó en 2005-2015, pues en 2000 ostentó vulnerabilidad media. Banderilla vivió la transición de vulnerabilidad baja (2000-2005) a muy baja en 2010-2015 (cuadro 20).

Cuadro 20. Vulnerabilidad global ante FHM en la ZM de Xalapa (2000-2015)

Municipio	2000	2005	2010	2015
Banderilla	Baja	Baja	Muy baja	Muy baja
Coacoatzintla	Alta	Media	Media	Media
Coatepec	Baja	Baja	Baja	Baja
Emiliano Zapata	Media	Baja	Baja	Baja
Xalapa	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Xico	Media	Media	Baja	Baja
Jilotepec	Media	Media	Media	Media
Rafael Lucio	Media	Media	Baja	Baja
Tlalnelhuayocan	Alta	Media	Baja	Baja

Fuente: elaboración propia.

Las lluvias extremas fueron el fenómeno más frecuente, situación que coincide con lo reportado por el IPCC (2014) donde señala que además de su incremento en frecuencia también sucede en intensidad y conllevan a riesgos de inundación, fenómeno que ocupó el tercer lugar en declaratorias en los municipios metropolitanos durante el periodo de estudio.

En este mismo contexto, Jiménez *et al*. (2012) indicaron que en Veracruz, el porcentaje de población en riesgo alto y muy alto es ante los FHM como ciclones tropicales, bajas temperaturas, sequía y tormentas eléctricas, en este estudio los

ciclones tropicales ocuparon el segundo lugar en frecuencia, las bajas temperaturas el cuarto y las sequías el sexto.

Las zonas metropolitanas de Veracruz contribuyeron con el 59.36% del PIB estatal al 2000, 59.75% al 2005, 59.98% al 2010 y 60.01% al 2015, lo que coincide con Bottino (2009) que indicó que las zonas urbanas producen en promedio 60% del PIB de una economía. No obstante, en una misma ZM se percibe una polarización del ingreso, que se traduce en desigualdad económica (ONU-Hábitat, 2011)

En la ZM de Poza Rica, el municipio con mayor densidad de población es Poza Rica de Hidalgo, de igual forma es el que obtuvo el mayor PIB per cápita, coincidiendo con lo indicado por Rojas *et al*. (2005) la urbanización se encuentra acompañada por un crecimiento en el ingreso per cápita, sin embargo, no concentra el mayor PIB per cápita entre los 49 municipios metropolitanos.

Poza Rica se posicionó como la ZM más vulnerable, entre todas las del estado de Veracruz, durante el periodo de estudio. Al 2010 en esta ZM se encontraron 3 diferencias al compararse con el índice de vulnerabilidad social (IVS) construído por Soares *et al*. (2015). El municipio de Poza Rica de Hidalgo presentó al 2010 un IVG bajo, mientras que en el IVS tuvo la clasificación de muy bajo. El ayuntamiento de Tihuatlán fue clasificado con un IVS medio y resultó muy alto en el IVG. En lo que concierne a la alcaldía de Papantla, el índice de Soares *et al*. (2015) señala que su vulnerabilidad es media, mientras que el IVG lo posiciona con vulnerabilidad alta.

A pesar de lo anterior, se encontraron algunas coincidencias con Soares *et al*. (2015 tal es el caso del ayuntamiento de Coatzintla, donde ambos indicadores, lo clasifican con vulnerabilidad baja para 2010; de manera similar sucedió con Cazones de Herrera, quien ostentó vulnerabilidad muy alta en ambos índices.

4.4 Conclusiones

En las últimas décadas los FHM han incrementado su frecuencia e intensidad, que al combinarse con las condiciones sociales, económicas y ambientales de la población derivan en desastres. El crecimiento poblacional, la urbanización, la distribución del ingreso y los asentamientos irregulares son factores que exacerban la vulnerabilidad, pues incrementan la presión sobre recursos y servicios como la vivienda, agua, drenaje, electricidad, salud y educación. Aunado a otras características del individuo como su edad, que limitan su capacidad de hacer frente o escapar ante un desastre.

La magnitud del impacto y la frecuencia de los FHM resultan impredecibles, sin embargo, por su localización geográfica, Veracruz es un estado propenso a padecer el embate de diversos eventos hidrometeorológicos. Año con año recibe apoyos económicos para la reconstrucción ante desastres asociados a FHM, es la entidad que concentra mayor número de ZM en la República Mexicana, integradas por 49 municipios donde habitan cerca de cuatro millones de personas.

Para medir la vulnerabilidad de los municipios metropolitanos ante FHM se construyó el Índice de Vulnerabilidad Global (IVG) que integró 15 variables para estimar 13 indicadores, los cuales se normalizaron mediante la técnica de escalamiento lineal (TLS), el índice parcial que resultó para cada año del estudio fue interpretado siguiendo la metodología de Soares *et al*. (2015) que utilizó 5 categorías para clasificar la vulnerabilidad (muy alta, alta, media, baja y muy baja).

El estudio de la vulnerabilidad se clasificó en dos grandes dimensiones, la socioeconómica y la ambiental. La vulnerabilidad socioeconómica se integró por variables relacionadas con la densidad de población, edad, infraestructura educativa, condición de analfabetismo y no derechohabiencia a servicios de salud, servicios con los que no contaron las viviendas (agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica), piso de tierra, número de médicos para atender a la población, así como el PIB per cápita.

En la vulnerabilidad por edad, la ZM de Orizaba concentró el mayor porcentaje de población en edad vulnerable (de 0-4 y 60 años o más) en los años 2000 (Maltrata), 2005 (Atzacan) y 2015 (Orizaba). En el 2010 el mayor valor en este indicador lo tuvo la ZM de Córdoba, en el municipio de Yanga.

Respecto a la vulnerabilidad en educación, se integró por la infraestructura educativa y la condición de analfabetismo en la población municipal. La ZM de Orizaba ostentó los mayores porcentajes de población analfabeta y el menor número de escuelas, pues en el 2000 Ixhuatlancillo tuvo el valor más alto del indicador, en 2005 Atzacan, en 2010 y 2015 fue San Andrés Tenejapan. Referente a la infraestructura educativa, en el 2000 este último municipio poseía el menor número de planteles de los niveles preescolar, primaria, secundaria, profesional técnico, bachillerato y superior; del 2005 al 2015 el municipio con el menor número de escuelas fue Tlilapan.

En cuanto a la vulnerabilidad en vivienda, el componente se integró por las viviendas que tenían piso de tierra, así como aquellas que no poseían los servicios de agua de la red pública, drenaje y energía eléctrica. El municipio de San Andrés Tenejapan (ZM de Orizaba) en 2000 y 2005 exhibió el indicador más alto de viviendas con piso de tierra, Rafael Delgado (ZM de Orizaba) en 2010 y Papantla (ZM de Poza Rica) en 2015. Tocante al servicio de agua, en el 2000 el ayuntamiento de Oteapan (ZM de Minatitlán) tuvo el porcentaje más alto de viviendas con carencia, en 2005 y 2010 fue el municipio de Tihuatlán, en 2015 fue Papantla, estos dos últimos de la ZM de Poza Rica. Acerca de la no disposición del servicio de drenaje, la alcaldía de Cazones de Herrera, de la ZM de Poza Rica presentó los valores más altos de viviendas con esta carencia de 2000 al 2015. Finalmente, la falta del servicio de energía eléctrica en las viviendas fue mayor en Coacoatzintla (ZM de Xalapa) en el 2000 y 2015. En 2005 Ixhuatlancillo y en 2010 Rafael Delgado mostraron los mas altos porcentajes de viviendas sin el servicio de energía eléctrica, ambos de la ZM de Orizaba.

Para la vulnerabilidad en salud se empleó el número de médicos por cada 1000 habitantes, utilizando 2.3 como valor de referencia pronunciado por la Organización Mundial de la Salud y la población no derechohabiente de los servicios de salud. Sólo 10.21% de los municipios contaron con el personal médico mínimo para atender a la población durante los 15 años del estudio, siendo estos Orizaba y Rio Blanco, ambos de la ZM de Orizaba; Poza Rica de Hidalgo, de la ZM de Poza Rica; Veracruz, de la ZM de Veracruz; y Xalapa de la de la ZM de Xalapa. Al 2000, San Andrés Tenejapan (ZM de Orizaba) presentó la mayor proporción de población no derechohabiente, en 2005 Coacoatzintla (ZM de Xalapa), en 2010 Soconusco (ZM de Acayucan) y en 2015 Papantla de la ZM de Poza Rica.

Referente a la vulnerabilidad en el ingreso, se empleó el PIB municipal per cápita y se estimaron las tasas de crecimiento quinquenales y la tasa de crecimiento del periodo. Cazones de Herrera de la ZM de Poza Rica exhibió el PIB municipal per cápita en miles de pesos más bajo de todos los municipios. Al 2000, San Andrés Tenejapan (ZM de Orizaba) experimentó la tasa de crecimiento quinquenal más baja; al 2005 fue el ayuntamiento de Fortín y al 2010 Yanga que tuvo una tasa negativa, ambos municipios de la ZM de Córdoba. Al 2015, Huiloapan de Cuauhtémoc (ZM de Orizaba) tuvo la tasa más baja y negativa también. La tasa más baja del periodo de 15 años la experimentó Camerino Z. Mendoza, de la ZM de Orizaba.

En relación con la vulnerabilidad por frecuencia de FHM, al 2000 la alcaldía de Coatzacoalcos (ZM de Coatzacoalcos) fue la que mayor número de eventos registró; al 2005 el municipio de Tihuatlán, de la ZM de Poza Rica; al 2010 el municipio de Minatitlán (ZM de Minatitlán); y al 2015, Papantla (ZM de Poza Rica) y Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río (ZM de Coatzacoalcos).

En consideración a la vulnerabilidad por no reforestación, los municipios más vulnerables fueron Atzacan al 2000 y Tlilapan al 2005, ambos de la ZM de Orizaba. Al 2010 Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río (ZM de Coatzacoalcos), Oteapan

(ZM de Minatitlán) y Boca del Río (ZM de Veracruz) fueron los más vulnerables al no tener actividades de reforestación. Para el 2015, el 42.85% de los municipios no realizó reforestación, de las ZM de Acayucan, Coatzacoalcos, Minatitlán, Poza Rica y Veracruz, de la ZM de Orizaba solo el municipio con el mismo nombre no reforestó su superficie.

Una vez integrado el IVG, el 28.57% de los municipios mantuvieron su condición de vulnerabilidad en los 15 años de estudio, ellos fueron: Cazones de Herrera y Tihuatlán, de la ZM de Poza Rica, con vulnerabilidad muy alta; Acayucan (ZM de Acayucan), Jáltipan (ZM de Minatitlán), Mariano Escobedo (ZM de Orizaba), Alvarado (ZM de Veracruz) y Jilotepec (ZM de Xalapa), todos con vulnerabilidad media; Cosoleacaque, de la ZM de Minatitlán con vulnerabilidad baja; Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río (ZM de Coatzacoalcos), Orizaba y Río Blanco (ambos de la ZM de Orizaba), Boca del Río y Veracruz (ambos de la ZM de Veracruz) y Xalapa (ZM de Xalapa) con vulnerabilidad media.

Únicamente en 10.21% de los municipios metropolitanos sucedió un incremento en la vulnerabilidad, de un periodo de 5 años con respecto al otro, tal es el caso del municipio de Chinameca (ZM de Minatitlán) que incrementó su vulnerabilidad en 2005 de media a alta en 2010; Oteapan (ZM de Minatitlán) incrementó de baja a media al 2010 y disminuyó a baja nuevamente en 2015; Camerino Z. Mendoza (ZM de Orizaba), de un IVG medio a alto en 2015; al 2015 también Coatzintla aumentó de vulnerabilidad baja a media y Papantla de alta a muy alta, ambos de la ZM de Poza Rica. El resto de los municipios (61.22%) mejoraron su nivel de vulnerabilidad gradualmente.

Por lo anterior, se acepta la hipótesis de que la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos disminuyó en el periodo 2000-2015 en los municipios de las zonas metropolitanas del estado de Veracruz debido a la evolución y mejora de las condiciones socioeconómicas de la población metropolitana, que se hizo evidente en los años de estudio, a pesar del incremento en frecuencia de dichos eventos.

No obstante, se reconoce que aún existen carencias en la población municipal, como la necesidad de personal médico suficiente para atender a la población, el servicio de agua de la réd pública que consituye un derecho universal, las actividades de reforestación para equilibrar la degradación que produce el crecimiento urbano, entre otras.

Finalmente, es importante señalar que el estudio no contempló variables de material de techos y viviendas por no estar disponibles para todos los años de estudio, pero que podrían redistribuír la clasificación de la vulnerabilidad y focalizarla en ciertas zonas ya que el material de edificación precario incrementa la vulnerabilidad.

Referencias bibliográficas

Acemoglu, D. (2009). Introduction to modern economic growth. New Jersey, USA: Princeton University Press.

Acosta, R. y Romero, K. (2012). Cotaxtla: Un municipio que se levanta del desastre. Estrategias sustentables ante la presencia del cambio climático. En Tejeda, A. Las inundaciones de 2010 en Veracruz. Vulnerabilidad y adaptación. Ciudad de México, México: Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, pp. 12-33.

Ahsan, N. y Warner, J. (2014). The socioeconomic vulnerability index: A pragmatic approach for assessing climate change led risks. A case study in the south-western coastal Bangladesh. International Journal of Disaster Risk Reduction (8) 32-49.

Alan y Martínez (2010). Tomo I Patrimonio Natural. Uso de suelo y vegetación. En Benítez, G., y Welsh, C., (Coord.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural del Estado de Veracruz. México: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, pp. 203-226.

Arranz, L. (2008). El riesgo de inundaciones y la vulnerabilidad en áreas urbanas. Análisis de casos en España. Estudios Geográficos, 69 (265), 385-416.

Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (2004). Economic Growth. Massachusetts, USA: The MIT Press.

Bello, O. D. (Coord.) (2014). Manual para la evaluación de desastres. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.

Bello, O. D. (2017). Desastres, crecimiento económico y respuesta fiscal en los países de América Latina y el Caribe, 1972-2010. Revista Cepal N° 121, Santiago-Chile, pp. 7-30.

Blaikie, P., Cannon, T., David, I., y Wisner, B. (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Colombia: Tercer Mundo Editores.

Blanchard, O., Amighini, A., y Giavazzi, F. (2012). Macroeconomía. Madrid, España: Pearson Educación, S. A.

Bottino, R. (2009). La ciudad y la urbanización, Estudios históricos, CDHRP, (2), 1-14.

Bracamontes, J., y Camberos, M. (2010). ¿Concentración o convergencia en el crecimiento y desarrollo de Sonora? Frontera Norte, 22 (44), 41-78.

Brito, L. y Pedrozo, A. (2015). Inundaciones, heladas e incendios forestales. En Cavazos, T. (Ed.) Conviviendo con la naturaleza. El problema de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México. Tijuana, México: ILCSA, pp. 78-119.

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M., (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. Global environmental change, 15(2), 151-163.

Brown, L., Flavin, C., French, H., Abramovitz, J., Dunn, S., Gardner, G., Mastny, L., Matton, A., Roodman, A., Sampat, P., O'Sheehan, M., y Starke, L. (2001). La situación del mundo 2001. Informe anual del Worldwatch Institute. Barcelona, España: Icaria Editorial.

Camagni, R. (2003). Incertidumbre, capital social y desarrollo local: enseñanzas para una gobernabilidad sostenible del territorio. Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research, (2), 31-57.

Calderón, C., y Tykhonenko, A. (2006). La liberalización económica y la convergencia regional en México. Comercio exterior, 5 (56), 374-381.

Canales, A. (2007). La demografía latinoamericana en el marco de la postmodernidad. Revista Latinoamericana de Población, 1 (1), 17-33.

Cannon, T. (1994). Vulnerability Analysis and the Explanation of Natural Disasters. En Varley, A. Disaster, Development and Environment. Nueva York, Estados Unidos: John Wiley and Sons, pp. 13-30.

Cardona, O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En Maskery, A. (Ed.) Los desastres no son naturales. Bogotá, Colombia: LA RED, pp. 51-74.

Cardona, O., Ramírez, F., Fernández A., Wilches-Chaux, G., Lavell, A.; Mattingly, S., Arguello, M., y Mansilla, E., (2001). El impacto económico de los desastres: esfuerzos de medición existentes y propuesta de alternativa. Santo Domingo, República Dominicana: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Cardoso, C. E. (2013). Economía de aglomeración y salarios en México. Un análisis en mercados laborales. Economía Informa (381), 3-28.

CEPAL y BID (2000). Un tema del desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres [PDF]. Recuperado de: https://publications.iadb.org/es/publicacion/15833/un-tema-del-desarrollo-la-reduccion-de-la-vulnerabilidad-frente-los-desastres. Consutado el: 01 de febrero de 2018.

Conafor (2010). Prácticas de reforestación. Manual básico. Jalisco, México: Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal.

Coneval (2014). Pobreza urbana y de las zonas metropolitanas en México [PDF]. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza%20urbana/Pobreza_urbana_y_de_las_zonas_metropolitanas_en_Mexico.pdf. Consultado el 16 de noviembre de 2017.

Coneval (2018). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México [PDF]. Recuperado de: https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf. Consultado el 17 de febrero de 2019.

Congreso de la Unión (2012). Ley General de Protección Civil. México: Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada DOF 19-01-2018.

Constantino, R. M., y Dávila, H. R. (2011). Una aproximación a la vulnerabilidad y la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos extremos en México. Política y Cultura (36), 15-44.

Cuadrado-Roura, J., y Fernández, J. M. (2005). Las áreas metropolitanas frente al desafío de la competitividad. En Rojas, E., Cuadrado-Roura, J., y Fernández,

J. M. (Eds). Gobernar las metrópolis. Washington, DC, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo, pp. 63-125.
Cutter, S. L., Boruff, B. J. y Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. Social Science Quarterly 84 (2), 242–261.
Dao, H., Herold, C., Mouton, F. y Peduzzi, P. (2003). Global risk and vulnerability index trends per year (Gravity) Phase IV: Annex to WVR and Multi Risk Integration. A technical report for: United Nations Development Programme y Bureau of Crisis Prevention & Recovery (UNDP/BCPR).
Díaz-Bautista, A. (2003a). Los determinantes del crecimiento económico. Comercio internacional, convergencia y las instituciones. D.F., México: El Colegio de la Frontera Norte y Plaza y Valdés, S. A. de C. V.
Díaz-Bautista, A. (2003b). Apertura comercial y convergencia regional en México. Comercio exterior, 53 (11), 995-1000.
Dornbusch, R., Fischer, S., y Startz, R. (2015). Macroeconomía. D.F., México: McGraw Hill/Interamericana Editores.
Enríquez, I. (2016). Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico, (25), 73-125.
Esquivel, G., y Messmacher, M. (2002). Sources of regional (non) convergence in Mexico. Banco de México.
Fuentes, N. A., y Mendoza, J. E. (2003). Infraestructura pública y convergencia regional en México, 1980-1998. Comercio exterior, 2 (53), 178-187.
García, N. M., Méndez, K., Nava, S. y Vázquez, F. (2016a). Impacto socioeconómico de los desastres en México durante 2015. Resumen ejecutivo. México: Secretaría de Gobernación y Centro Nacional de Prevención de Desastres.
García, N. M., Méndez, K., Nava, S. y Vázquez, F. (2016b). Impacto socioeconómico de los desastres en México durante 2016. Resumen ejecutivo. México: Secretaría de Gobernación y Centro Nacional de Prevención de Desastres.
Garza, G. (1990). El carácter metropolitano de la urbanización en México, 1900-1988. Estudios Demográficos y Urbanos. 5 (1), 37-59.
Giudice, V. (2005). Teorías del crecimiento. Tres generaciones de modelos de crecimiento. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 10 (28), 151-158.
Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan (2015a). Estudios regionales para la planeación. Región Totonaca. [PDF] Recuperado de: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/PR-Totonaca-2015.pdf. Consultado el: 02 de octubre de 2018.
Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan (2015b). Estudios regionales para la planeación. Región Capital. [PDF] Recuperado de: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/PR-Capital-2015.pdf. Consultado el: 02 de octubre de 2018.
Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan (2015c). Estudios regionales para la planeación. Región Sotavento. [PDF] Recuperado de: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/PR-Sotavento-2015.pdf. Consultado el: 02 de octubre de 2018.
Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan (2015d). Estudios regionales para la planeación. Región Papaloapan. [PDF] Recuperado de:

http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/PR-Papaloapan-2015.pdf. Consultado el: 02 de octubre de 2018.

Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan (2015e). Estudios regionales para la planeación. Región Las Montañas. [PDF] Recuperado de: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/PR-Las-Monta%C3%B1as-2015.pdf. Consultado el: 02 de octubre de 2018.

Gobierno del estado de Veracruz y Sefiplan (2015f). Estudios regionales para la planeación. Región Olmeca. [PDF] Recuperado de: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/PR-Olmeca-2015.pdf. Consultado el: 02 de octubre de 2018.

Gómez-Zaldivar, M., Laguna, E., Martínez, B., y Mosqueda, M. (2010). Crecimiento relativo del producto per cápita de los municipios de la República Mexicana, 1988-2004. EconoQuantum, 6 (2), 7-23.

Gutiérrez, É., Rendón, J., y Álvarez, R. (2004). El crecimiento económico en el modelo de Solow y aplicaciones. Semestre Económico, 7 (14), 15-29.

Hsiang, S. M., y Jina, A. S. (2014). The causal effect of environmental catastrophe on long-run economic growth: evidence from 6,700 cyclones. NBER. Working Paper 20352.

Hounie, A., Pittaluga, L., Porcile, G., y Scatolin, F. (1999). La CEPAL y las nuevas teorías del crecimiento. Revista de la CEPAL, (68), 7-33.

Inafed y Segob (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Veracruz de Ignacio de la Llave. Regionalización. Recuperado de: http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html. Consultado el 02 de septiembre de 2018.

Iracheta, A. (2010). El fenómeno metropolitano en México. Economía y Sociedad, XIV (25), 153-179.

Jiménez, M., Baeza, C., Matías, L. G. y Eslava, H. (2012). Mapas de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos. México: Sistema Nacional de Protección Civil y Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Jones, C. (2009). Macroeconomía. España: Antoni Bosch, editor, S. A.

Keller, E. A., y Blodgett, R. H. (2007). Riesgos naturales. Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.

Kumpulainen, S. (2006). Vulnerability concepts in hazard and risk assessment. Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions. Geological Survey of Finland, Special Paper 42, 65–74.

Lattes, A. (2001). Población urbana y urbanización en América Latina. En Carrión, F., (Ed.). La ciudad construida, urbanismo en América Latina. Quito, Ecuador: FLACSO Ecuador, pp. 49-76.

Larraín, F., y Sachs, J. (2002). Microeconomía en la economía global. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education, S. A.

Lavell, A., Oppenheimer, M., Diop, C., Hess, J., Lempert, R., Li, J., Muir-Wood, R. y Myeong, S. (2012). Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. En: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A

Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 25-64.

León, A. de (2003). Análisis de convergencia absoluta y condicional en productividad entre las manufacturas urbanas mexicanas: 1975-1978. Problemas del Desarrollo, 34 (134), 37-53.

López-Cerdán, U., y Travieso-Bello, A., (2016). Impactos socioeconómicos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en Veracruz (1999-2012). En Gallardo-López, F. (Ed). Innovando el Agro Veracruzano 2016. Frente a los retos de la relación Sociedad-Naturaleza. Colegio de Postgraduados, Veracruz, México, pp. 299-317.

Magaña, V. (2013). Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático. México: Instituto Nacional de Ecología y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Mankiw, N. G., (2014). Macroeconomía. Barcelona, España: Antoni Bosch editor.

Margulis, S., (2017). Vulnerabilidad y adaptación de las ciudades de América Latina al cambio climático. Santiago de Chile, Chile: CEPAL, Naciones Unidas y Unión Europea.

Mattos, C. de (2000). Nuevas teorías del crecimiento económico: lectura desde la perspectiva de los territorios de la periferia. Territorios, 3, 43-68.

Medina, A., Salazar., T., y Álvarez, J. L. (2010). Tomo I Patrimonio Natural. Fisiografía y suelos. En Benítez, G., y Welsh, C., (Coord.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural del Estado de Veracruz. México: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, pp. 29-42.

Meli, R., Bitrán, D., y Santa Cruz, S. (2005). El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: documento metodológico básico para estudios nacionales de caso. Naciones Unidas; Comisión Económica para América Latina y el Caribe, pp. 1-54.

Méndez, R. (2007). El territorio de las nuevas economías metropolitanas. EURE (Santiago), 33 (100), 51-67.

Michel, A., y Ribardière, A. (2017). Crecimiento demográfico y formas de urbanización de las pequeñas ciudades en México. Territorios, (37), 101-121.

Naciones Unidas y la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (UN y ISDR) (2001). Marco de acción para la aplicación de la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD). Recuperado de: http://eird.org/esp/acerca-eird/marco-accion-esp.htm. Consultado el 17 de noviembre de 2018.

Narváez, L., Lavell, A., Pérez O. G. (2009). Gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos. Lima, Perú: Comunidad andina.

Negrete, M. E., y Salazar, H. (1986). Zonas Metropolitanas en México, 1980. Estudios Demográficos y Urbanos, 1 (1), 97-124.

Noriega, F. A. (2010). Economía para no economistas. México: Ciencia Nueva Editores.

Noriega, O., Gutiérrez, Y., y Rodríguez, J. (2011). Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta, Prospect, 9 (2), 93-102.

OMS (2009). Estadísticas Sanitarias Mundiales. Personal sanitario, infraestructura, medicamentos esenciales. Tabla 6, pp. 95-105.

ONU-HABITAT (2011). Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas. Brasil: Earthscan.

Pabón-Caicedo, J. D., Ycaza, R., Friend, F., Espinoza, D., Fenzl, N., y Apostolova, M. (2018). Vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. 27 (1). 27-49.

Parkin, M., y Loria, E. (2010). Microeconomía. Versión para Latinoamérica. Estado de México, México: Pearson Educación.

Pérez, D. E. (2013). Las zonas metropolitanas de México. Estructuración urbana, gobierno y gobernanza. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Pérez-Briceño, P. M., Alfaro, E., Hidalgo, H. y Jiménez, F. (2016). Distribución espacial de impactos de eventos hidrometeorológicos en América Central. Revista de climatología, 16, 63-75.

Pereyra, D., Pérez, J., y Salas, M. (2010). Tomo I Patrimonio Natural. Hidrología. En Benítez, G., y Welsh, C. (Coord.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural del Estado de Veracruz. México: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, pp. 85-124.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2004). La reducción de riesgos de desastres. Un desafío para el desarrollo. New York, Estados Unidos: Naciones Unidas.

Protección Civil (2019). Recursos destinados a desastres por Estado. México. Recuperado de: http://www.gobernacion.gob.mx/es/SEGOB/Recursos_destinados_a_desastres_por_Estado. Consultado el 28 de abril de 2019.

Ramírez, E., Díaz, D., y Rodríguez, J. M. (2012). Propuesta para estimar la vulnerabilidad de la zona costera Veracruz-Boca del Río ante fenómenos hidrometeorológicos. En A. Tejeda Martínez, Las inundaciones de 2010 en Veracruz. Vulnerabilidad y adaptación. Ciudad de México, México: Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, pp. 34-58.

Rivera, L., Solís, H., Jiménez, F., y Faustino, J. (2004). Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Recursos Naturales y Ambiente, (43) 125-131.

Rodríguez-Herrera, A., Ruz-Vargas, M., y Hernández-Rodríguez, B. (2012). Riesgo y vulnerabilidad en Llano Largo, Acapulco: la tormenta Henriette. Economía, Sociedad y Territorio, XII (39), 425-447.

Rodríguez, S., y Morales, W. (2010). Tomo I Patromonio Natural. Geología. En Benítez, G., y Welsh, C. (Cords.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural del Estado de Veracruz. México: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, pp. 43-64.

Romer, D. (2002). Microeconomía avanzada. Madrid, España: McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.U.

Rojas, E. (2005). Las regiones metropolitanas de América Latina. Problemas de gobierno y desarrollo. En Rojas, E., Cuadrado-Roura, J., y Fernández, J. M.

(Eds). Gobernar las metrópolis. Washington, DC, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo, pp. 35-59.

Ruíz, A., Tejeda, A., Miranda, S., y Flores, R. H. (2010). Tomo I Patrimonio Natural. Climatología. En Benítez, G. y Welsh, C. (Coord.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural del Estado de Veracruz. México: Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, pp. 65-84.

Sala-i-Martín, X. (2000). Apuntes de crecimiento económico. Barcelona, España: Princeton University Press.

Sánchez, R. y Cavazos, T. (2015). Amenazas naturales, sociedad y desastres. En Cavazos, T. (Ed.) Conviviendo con la naturaleza. El problema de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México. Tijuana, México: ILCSA, pp. 2-45.

Sánchez-Núñez, J. M., Serrano, M. E., Sangermán, D. M., Navarro, A., Vera, G. R., Cuevas, J. A., y Macías, J. L. (2011). Eventos hidrometeorológicos extremos y desastres en comunidades rurales y urbanas en Motozintla, Chiapas. Revista mexicana de ciencias agrícolas, (2), 167-181.

Samuelson, P., Nordhaus, W., Dieck, L., y Salazar, J. (2001). Macroeconomía con aplicaciones para México. México, D.F: McGraw Hill.

Sedatu, Conapo y INEGI (2018). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015, México, D.F.: Sedatu, Conapo y INEGI, pp. 1-63.

Sedesol, Conapo y INEGI (2004). Delimitación de las zonas metropolitanas de México, México, D.F.: Sedesol, Conapo y INEGI, pp. 1-170.

Sedesol, Conapo y INEGI (2007). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005, México, D.F.: Sedesol, Conapo y INEGI, pp. 1-35.

Sedesol, Conapo y INEGI (2012). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010, México, D.F.: Sedesol, Conapo y INEGI, pp. 1-34.

Sefiplan y Copladever (2012). Estudios regionales para la planeación. Información básica. [PDF] Recuperado de: http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2012/01/tf07-er-07-est-reg-planeacion.pdf. Consultado el 11 de octubre de 2018.

Soares, D., Romero, R. y López, R. (2015). Conceptualización de vulnerabilidad y construcción de un Índice de Vulnerabilidad Social. En Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el Cambio Climático. Efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México. Arreguín, F.; López, M.; Rodríguez, O. y Montero, M.J. (Edits). Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, pp. 9-40.

Soares, D. y Peña, A. (2015). Vulnerabilidad frente a huracanes desde la perspectiva de los actores sociales locales. Sociedad y Ambiente, 1 (5), 48-72.

Sobrino, J. (1993). Gobierno y administración metropolitana y regional. México, D.F.: Instituto Nacional de Administración Pública, A.C.

Sobrino, J. (2003). Zonas metropolitanas de México en 2000: conformación territorial y movilidad de la población ocupada. Estudios Demográficos y Urbanos, 18 (3), 461-507.

Solow, M. R., (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, 70 (1), pp. 65-94.

Statistics Canada (2018). Tables by metropolitan area. Canadá. Recuperado de: http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/z01/cs0007-eng.html. Consultado el 13 de enero de 2018.

Statistics Japan (2018). Areas. Recuperado de: http://www.stat.go.jp/english/data/jyutaku/15025.html. Consultado el 13 de enero de 2018.

Stiglitz, J., y Walsh, C., (2004). Macroeconomía. Barcelona, España: Editorial Ariel, S. A.

Taubenböck, H., Post, J., Roth, A., Zosseder, K., Strunz, G., y Dech, S. (2008) A conceptual vulnerability and risk framework as outline to identify capabilities of remote sensing, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., (8) 409-420.

Tejeda, A., (2006). Panorámica de las inundaciones en el estado de Veracruz durante 2005, en Tejeda, A., y Welsh, C. (Coord.) Las inundaciones 2005 en el estado de Veracruz, Xalapa, México: Universidad Veracruzana y Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología, pp. 9-20.

Travieso-Bello, A. C. (2012). Aplicación del modelo Presión-Estado-Impacto-Respuesta al análisis de riesgos por inundaciones en la cuenca del río Nautla, Veracruz. En Tejeda, A. Las inundaciones de 2010 en Veracruz. La biósfera, escenarios y herramientas. Ciudad de México, México: Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, pp. 90-125.

Unikel, L., Ruíz, C., y Garza, G., (1976). El desarrollo urbano de México: diagnóstico e implicaciones futuras. México, D.F.: El Colegio de México.

Weil, D. N., (2006). Crecimiento económico. Madrid, España: Pearson Addison Wesley.

Wilches-Chaux, G., (1989). Desastres, ecologismo y formación profesional: herramientas para la crisis. Popayán: Servicio Nacional de Aprendizaje.

Williamson, S., (2012). Macroeconomía. Madrid, España: Pearson Educación S. A.

Wilson, S., Plane, D., Mackun, P., Fischetti, T., Goworowska, J., Cohen, D., Perry, M., y Hatchard, G. (2012). Patterns of Metropolitan and Micropolitan Population Change: 2000 to 2010. Estados Unidos: U.S. Census Bureau. 1-89.