

**PROGRAMAS CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS  
POR ORGANISMOS DE CUENCA PARA LAS PRINCIPALES  
CIUDADES DEL PAÍS (ETAPA 2)**

**PROGRAMA**  
*Atlixco, Puebla*



PROGRAMA CONTRA CONTINGENCIAS  
HIDRÁULICAS PARA LA ZONA URBANA DE  
ATLIXCO, PUEBLA

**ESTUDIO REALIZADO POR LA COORDINACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS  
DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 2016**

**ELABORADO PARA LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
AL AMPARO DEL CONVENIO DE COLABORACIÓN NO. 2016-B08-B08-GB-09-RF-AD-A-CC-0003**

**IMPRESO EN LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**



<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIENTES .....</b>	<b>2</b>
2.1	La perspectiva a largo plazo .....	3
2.1.1	Insuficiencia en los recursos para la subsistencia de la población .....	3
2.1.2	Aceleración en el crecimiento demográfico .....	3
2.1.3	La variabilidad del clima y el cambio climático .....	4
2.1.4	Identificación de riesgos.....	4
2.1.5	Garantizar un enfoque participativo de los diferentes actores de la sociedad.....	4
2.2	Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas .....	5
2.3	Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos .....	7
2.3.1	Declaración de Desastre de Acuerdo con el FONDEN.....	8
2.3.2	Declaración de Desastre de Acuerdo con el FOPREDEN .....	10
2.3.3	Marco Legal del FONDEN y FOPREDEN .....	12
2.3.4	Elementos Normativos y de Apoyo .....	13
2.3.5	Diagnóstico .....	14
2.3.6	Estrategias.....	14
2.4	Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil.....	15
2.4.1	Planes de control de inundaciones.....	15
2.4.2	Planes de protección civil.....	15
2.4.3	Leyes aplicables .....	16
2.5	Instituciones involucradas en la gestión de crecidas .....	19
2.5.1	Internacionales.....	19
2.5.2	Nacionales .....	20
2.5.3	Regionales (Organismo de Cuenca) .....	21
2.5.4	Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana.....	21
<b>3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA Y DE LAS ZONAS INUNDABLES .....</b>	<b>23</b>
3.1	Identificación de zonas potencialmente inundables.....	25
3.2	Socioeconómica.....	25
3.2.1	Aspectos demográficos.....	25
3.2.2	Marginación por localidad .....	26

3.2.3	Economía.....	28
3.3	Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca .....	30
3.3.1	Fisiografía .....	30
3.3.1.1	Rasgos fisiográficos .....	32
3.3.2	Relieve.....	33
3.3.3	Áreas naturales protegidas .....	34
3.3.4	Uso de suelo .....	36
3.3.5	Climas.....	37
3.3.6	Temperatura .....	38
3.3.7	Precipitación .....	39
3.3.8	Regiones hidrológicas.....	40
3.3.9	Humedales.....	41
3.4	Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación .....	41
3.4.1	Cauces.....	41
3.4.2	Pendientes.....	42
3.4.3	Geología .....	43
3.4.4	Degradación.....	44
3.4.5	Edafología.....	46
3.5	Descripción de inundaciones históricas relevantes .....	48
3.6	Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes.....	51
3.6.1	Red de monitoreo meteorológico .....	51
3.6.2	Sistema de Alerta Temprana (SAT) .....	52
3.6.3	Infraestructura para el control de avenidas .....	53
3.6.4	Acciones no estructurales .....	53
3.7	Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación .....	55
<b>4</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE ZONAS INUNDABLES .....</b>	<b>58</b>
4.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas .....	59
4.2	Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	59
4.3	Funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales.....	60
4.4	Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....	60
4.5	Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones .....	61
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>65</b>

## TABLAS

Tabla 3-1. Sectores con mayor valor agregado censal bruto en Atlixco, Pue. ....	29
Tabla 3-2. Unidades económicas en Atlixco, Pue.....	30
Tabla 3-3. Cobertura de uso de suelo y vegetación de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. .....	36
Tabla 3-4. Tipos de Geología de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	44
Tabla 3-5. Tipos de Degradacion de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	46
Tabla 3-6. Cobertura edafológica de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	47
Tabla 3-7. Desastres relacionados con inundaciones en el Estado de Puebla. ....	48
Tabla 3-8. Áreas agrícolas (D.R.) potencialmente inundables. ....	48
Tabla 3-9. Puntos Identificados como zonas de riesgo de Inundaciones en el Estado de Puebla.....	49
Tabla 3-10. Ubicación de estaciones EMA y ESIME dentro del estado de Puebla. ....	52
Tabla 3-11. Actividades económicas predominantes en las planicies de inundación de Atlixco, Puebla.....	56
Tabla 4-1. Índice de severidad (Resistencia al vuelco).....	63

## FIGURAS

Figura 2-1. Participación de los tres niveles de gobierno.....	20
Figura 3-1. Localización general de la cuenca de aportación de la zona urbana Atlixco, Pue. ....	23
Figura 3-2. Localización del sistema hidrológico de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	24
Figura 3-3. Simulación para un Tr = 100 años para la Zona Urbana de Atlixco, Pue.....	25
Figura 3-4. Distribución espacial de las localidades en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	26
Figura 3-5. Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	27
Figura 3-6. Grado de marginación por localidad en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	28
Figura 3-7. Fisiografía en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	31
Figura 3-8. Al fondo el volcán Popocatepetl y en frente el volcan iztaccíhuatl, Pue.....	32
Figura 3-9. Volcán Popocatepetl, cercano a la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	33
Figura 3-10. Relieve en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	34
Figura 3-11. Área natural protegida (Iztaccíhuatl -Popocatepetl) en la cuenca de la zona de Atlixco, Pue. ....	35
Figura 3-12. Uso de suelo y vegetación en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	37
Figura 3-13. Clima en la cuenca de la zona urbana Atlixco, Pue. ....	38
Figura 3-14. Temperatura media anual en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	39
Figura 3-15. Precipitación media anual en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	40
Figura 3-16. Región hidrológica a la que pertenece la cuenca de la zona urbana de Atlixco,Pue. ....	41
Figura 3-17. Hidrografía en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	42
Figura 3-18. Pendientes en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	43
Figura 3-19. Geología en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.....	44
Figura 3-20. Degradación en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	45
Figura 3-21. Edafología en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. ....	47
Figura 3-22. Fotografía 1, inundación del centro de la zona urbana de Atlixco, Pue. 28 de octubre de 2015.....	50
Figura 3-23. Fotografía 2, inundación del centro de la zona urbana de Atlixco, Pue. 09 de marzo de 2016.....	50

---

Figura 3-24. Predominancia en el tamaño de unidades económicas para la planicie de inundación, Atlixco, Puebla. ....	57
Figura 4-1. Índice de peligro por inundación a nivel municipal en la República Mexicana. ....	58
Figura 4-2. Nomograma original de la relación tirante (y) vs velocidad (V). ....	62
Figura 4-3. Nomograma para determinar la resistencia al vuelco. ....	63
Figura 4-4. Mapa de severidad en condiciones actuales, para un Tr de 100 años. ....	64





## 1 INTRODUCCIÓN

El Programa Contra Contingencias Hidráulicas para 23 zonas urbanas del país, que lleva a cabo la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), tiene como objetivo principal la formulación de un documento que identifique, prevenga, de atención y controle las inundaciones de la zona urbana, mediante una investigación entre dependencias inmersas en la atención antes, durante y después de la contingencia hidráulica, además de trabajos técnicos-especializados y de acciones gubernamentales.

En este Programa, se han identificado los conceptos de la gestión integrada de crecientes, basados en las incidencias de inundaciones debidas a cambios climáticos y antropogénicos, además de conocer las acciones y efectos que dichos eventos han generado, para cada zona urbana.

De igual manera, se hizo una revisión sobre las políticas y estrategias en México, para determinar los procedimientos aplicables para la declaración de desastres, de acuerdo con el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN). Aunado a lo anterior, se revisaron las leyes estatales e instituciones involucradas en contingencias hidráulicas, correspondientes a cada zona urbana. Se incluyó la caracterización de la cuenca de la zona urbana desde el punto de vista físico, climático e hidrológico, incluyendo la información de las inundaciones que se han presentado en la zona; además de identificar y definir obras de protección contra inundaciones y acciones estructurales existentes.

Por su parte, la investigación con los Organismos de Cuenca, ha permitido conocer la estructura y organización, con la que actualmente se cuenta para el monitoreo y vigilancia de las variables meteorológicas, para el pronóstico de avenidas, para los Sistemas de Alerta Temprana, así como evaluar la funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales, propuestas.

En este mismo sentido, se ha establecido la participación de los diferentes actores sociales y la coordinación que guardan las diversas instituciones involucradas para la atención de las contingencias hidráulicas.

En el desarrollo de la investigación de campo, los trabajos técnicos permitieron visualizar y evaluar de manera general las condiciones de infraestructura hidráulica y pluvial con las que cuenta cada zona urbana, y, por ende, ubicar las zonas con riesgos por inundación y el nivel de riesgos esperados, los cuales se tomaron como base en el planteamiento de las medidas estructurales y no estructurales, como acciones para la disminución de daños.

Como complemento a los Programas contra Contingencias Hidráulicas, se realizará el dimensionamiento y estimación de costos de las acciones propuestas, de tipo estructural o no estructural, así el planteamiento para su financiamiento. Para cada medida planteada, se programarán las acciones a corto, mediano y largo plazo.

## 2 GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIENTES

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) nació en octubre de 1945, es una organización de Estados soberanos que entre otras cosas apoya al progreso económico y social y para ello ha creado a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como organismo especializado y portavoz autorizado en cuestiones relacionadas con el tiempo, clima y agua. Además coordina las actividades relacionadas a los servicios meteorológicos e hidrológicos de 187 países y territorios<sup>1</sup>.

Adicionalmente, en 1996 se creó la Asociación Mundial para el Agua por sus siglas en inglés GWP (*Global Water Partnership*), con el objetivo de fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), es una red internacional abierta a todas las organizaciones que tienen que ver con la gestión de los recursos hídricos.

Por iniciativa conjunta entre la OMM y la GWP, los esfuerzos en el tema hídrico se materializan mediante el Programa Asociado de Gestión de Crecientes, que se conoce por su sigla en inglés como APFM (*Associated Programme on Flood Management*) y fomenta el concepto de gestión integrada de crecidas, como un enfoque en materia de gestión de crecidas<sup>2</sup>.

Uno de los avances de la APFM es reconocer que la problemática de las inundaciones se presenta en todo el mundo y bajo este punto de vista se logra la edición del documento; Gestión Integrada de Crecidas (GIC), el cual es una *Guía y caso de estudio*, compuesto como un compendio referido a la temática de las inundaciones, en donde se caracterizan las distintas tipologías y conceptos de riesgo<sup>3</sup>.

Esta Guía, sigue las perspectivas basadas en la óptica de la Gestión Integrada de Crecientes (GIC) y los conceptos de la OMM y del APFM, por lo que, dentro de este enfoque repasa brevemente las medidas existentes de intervención y los pasos a seguir para la formulación de Planes de la GIC. Además, brevemente presentan los lineamientos para el desarrollo de la legislación para la GIC y para la delimitación de áreas de riesgo hídrico.

Este documento conceptualiza la GIC dentro de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) y describe la interacción entre el proceso de desarrollo y las crecidas. Además, presenta las distintas opciones tradicionales en materia de gestión de crecidas desde la perspectiva de la GIC e identifica los principales desafíos que afrontan los responsables de la toma de decisiones y los administradores de zonas inundables, describiendo después los principios y requisitos más importantes de la GIC.

El documento conceptual va seguido de una serie de documentos adicionales que tratan con más detalle los diferentes aspectos de la GIC, con el fin de ayudar a dichos administradores y responsables de la toma de decisiones en la aplicación del concepto<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> [http://www.apfm.info/publications/policy/ifm\\_env\\_aspects/Environmental\\_Aspects\\_of\\_IFM\\_Sp.pdf](http://www.apfm.info/publications/policy/ifm_env_aspects/Environmental_Aspects_of_IFM_Sp.pdf)

<sup>2</sup> <http://hispagua.cedex.es/documentacion/recurso/57794>

<sup>3</sup> PAOLI (et. al., 2015); Report EUR 27493 ES; Gestión Integrada de Crecidas, Guía y caso de estudio, 2015; Publications Office of the European Union; ISBN: 978-92-79-52199-7 (print), 978-92-79-52198-0 (pdf)

## **2.1 La perspectiva a largo plazo**

El Programa Asociado de Gestión de Crecidas (APFM), tiene como misión, ayudar a los países a llevar a cabo una gestión integral de las crecidas en el marco general de la gestión integrada de recursos hídricos, realizando actividades que maximicen los beneficios netos de los recursos hídricos y reduzcan al mínimo la pérdida de vidas humanas y medios de subsistencia por causa de las crecidas, logrando un equilibrio entre las necesidades en materia de desarrollo, necesidades ambientales y riesgos.

La estrategia para alcanzar la misión, se basa mas no se limita a la realización de las siguientes actividades:

- Proporcionar apoyo a la adopción de un método integrado de gestión de crecidas
- Fomentar la promoción y creación de elementos que permitan la gestión integrada de crecidas (herramientas, formación, material de presentación)
- Otorgar apoyo a la realización de trabajos de campo
- Proveer de asesoramiento estratégico sobre la gestión de crecidas a través de su servicio de asistencia.

Las actividades anteriormente mencionadas, forman parte de un proceso de mejora continua, el cual deberá enfrentar los desafíos que implica la evolución de los sistemas a largo plazo, para alcanzar su objetivo. Destacando los siguientes, dentro de los retos a largo plazo más importantes a vencer:

### **2.1.1 Insuficiencia en los recursos para la subsistencia de la población**

El crecimiento demográfico y económico ejerce una presión considerable sobre los recursos naturales de un sistema. Ante esta situación, la riqueza del suelo de las llanuras inundables representa una excelente oportunidad para ganarse fácilmente el sustento. La competencia por acceder a los limitados recursos puede obligar a la población a ocupar las llanuras inundables.

### **2.1.2 Aceleración en el crecimiento demográfico**

La población rural, tiene su principal sustento en la agricultura. Esta actividad depende de condiciones del medio ambiente que son difíciles de predecir e imposibles de controlar. En tiempos de sequías, crecidas o pérdida de cosechas, la supervivencia en la zona es difícil, lo que obliga a los pobladores rurales a migrar a zonas urbanas.

En este contexto, el crecimiento de la población urbana pasó del 13% en el año 1900, a 49% en el año 2005. Es probable que esta cifra alcance el 57% en el año 2025 y llegue a ser cerca del 70% en el año 2050 (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2007).

El crecimiento demográfico y la migración hacia asentamientos urbanos espontáneos en las llanuras inundables de los países en desarrollo aumentan la vulnerabilidad a las inundaciones de los sectores más pobres de la sociedad.

El hecho de que una gran proporción del crecimiento urbano se concentre en áreas de litoral intensifica en esas poblaciones el espectro de una vulnerabilidad cada vez mayor a las crecidas, que se ve agudizada por el cambio climático, cuyo efecto aumenta el peligro de inundaciones.

### **2.1.3 La variabilidad del clima y el cambio climático**

El probable incremento de la intensidad de los ciclones tropicales conlleva un aumento similar en la intensidad de los episodios de precipitaciones. El grado de incidencia de este tipo de eventos, se encuentra en función de la ubicación de centros poblacionales, se prevé que en la mayoría de las zonas del trópico y de latitudes medias o altas el incremento de las precipitaciones violentas sea mayor que el de la media (Bates y otros, 2008).

Se identifica entonces la posibilidad de que, en el futuro, se pueden esperar lluvias más violentas e intensas, pero con un menor número de episodios, y ello implica una mayor incidencia de crecidas y sequías extremas (Trenberth y otros, 2003).

Dentro de los estados de mayor vulnerabilidad de la República Mexicana destaca Oaxaca, Colima, Jalisco, Sinaloa, Yucatán, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Guerrero y Michoacán. Se estima también un incremento en el nivel medio del mar mundial, a medida que la temperatura del planeta aumente. Esta situación se traduce en inundaciones de las tierras bajas, mayor erosión costera, alteración de la amplitud de las mareas de los ríos y bahías, mayor intrusión de agua salada en los estuarios y acuíferos de agua dulce. Con el fin de determinar hacia dónde se encamina el desarrollo humano y qué consecuencias tendrá sobre el cambio climático, es necesario proyectar escenarios de desarrollo, tomar medidas en consecuencia y reducir la vulnerabilidad de la población ante eventos climáticos por medio de una mayor y mejor preparación que incluye la construcción de infraestructura hidráulica de protección.

Esto será posible mediante el estudio de zonas con un mayor detalle, en donde se evalúe y analicen los riesgos ante lluvias y ciclones tropicales considerando los aspectos siguientes:

1. Hacer la evaluación a escala municipal
2. Incorporar nuevas componentes para el cálculo de la vulnerabilidad y peligro
3. Realizar estimaciones detalladas de las condiciones socioeconómicas futuras que ayuden a determinar la vulnerabilidad de la población ante los distintos peligros asociados al cambio climático
4. Establecer vínculos de colaboración entre los científicos que desarrollan los diferentes modelos predictivos.

### **2.1.4 Identificación de riesgos**

Las acciones puestas en práctica para evitar inundaciones, se asocian con riesgos a que la medida falle. De esta forma, no existe protección alguna que elimine en su totalidad el riesgo de sufrir este tipo de evento o normas de protección contra avenidas máximas probables que puedan excluir las inexactitudes inherentes al cálculo del alcance de posibles crecidas intensas. La gestión de riesgos de crecidas deberá tomar en consideración la posibilidad de esos fallos, identificar cómo pueden ocurrir y prever cómo se puede hacer frente a estos sucesos.

### **2.1.5 Garantizar un enfoque participativo de los diferentes actores de la sociedad**

En una cuenca la apropiación de beneficios del uso y control de los recursos hídricos puede ser privada y/o pública, mientras que la preservación de los mismos es un bien común y por ello los

costos deben ser afrontados por el conjunto de la sociedad. Específicamente para el caso de inundaciones los impactos se producen en terrenos que son de dominio privado y público y los daños que se producen deben ser afrontados por los propios afectados y por la sociedad en su conjunto. También las propuestas de ciertas medidas de emergencia o definitivas afectan intereses privados o generan a menudo conflictos, la resolución debe disponer de los mecanismos aptos para la participación de todos los actores sociales involucrados. Por ello resulta imprescindible desarrollar las acciones a largo plazo, necesarias para:

- Asegurar la implementación de planes de gestión integrada de crecientes con pleno apoyo del público
- Asegurar la sostenibilidad de los planes y las decisiones asociadas
- Construir un consenso y apoyo público a las opciones de gestión de crecidas seleccionadas
- Construir el compromiso de los involucrados

El éxito de la Gestión Integrada de Crecientes dependerá, en gran parte, de la manera en la que los diferentes actores de la sociedad enfrenten los retos que se presenta a largo plazo.

## ***2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas***

Las llanuras de inundación se encuentran normalmente expuestas a crecidas periódicas, las cuales aportan importantes recursos hídricos y tierras agrícolas fértiles, contribuyendo en gran medida a restablecer los humedales y recargar las aguas subterráneas, y desempeñan un papel importante en la agricultura y la pesca. Sin embargo, también pueden tener consecuencias negativas en la vida y los medios de subsistencia de los que se asientan en estas llanuras de inundación, en ocasiones con resultados catastróficos. Debido a que la Gestión Integrada de Crecidas se trata de un proceso que impulsa la coordinación de la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos para obtener el máximo bienestar de forma equilibrada, es necesario establecer políticas, estrategias y lineamientos que permitan que este tipo de procesos se lleven a cabo de manera coordinada y eficiente. La legislación deberá desempeñar una función vital en la puesta en práctica eficaz de los métodos de gestión integrada escala regional, nacional e internacional.

En lo que respecta al ámbito nacional, se pueden apreciar acciones cuyo objetivo se encamina a la gestión integrada de crecidas, tales como el Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 en donde se observan acciones como:

- Promover, consolidar y elaborar un Atlas de Riesgos a nivel federal, estatal y municipal, asegurando su homogeneidad
- Fomentar la cultura de protección civil y la autoprotección
- Fortalecer los instrumentos financieros de gestión del riesgo, privilegiando la prevención y fortaleciendo la atención y reconstrucción en casos de emergencia y desastres
- Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico
- Promover estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos

- Promover el fortalecimiento de normas existentes en materia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, para prevenir la ocurrencia de daños tanto humanos como materiales evitables.

Por otro lado, el Programa Nacional Hídrico y Programas Regionales Visión 2030 busca:

- Solución a los desafíos identificados
- Logro de sustentabilidad hídrica
- Impedir asentamientos humanos en zonas de riesgo
- Mitigar fenómenos que ocasionan riesgos ambientales
- Pronosticar y alertar a la población ante situaciones de emergencia
- Desarrollar una cultura de prevención.

Es importante que las acciones anteriormente planteadas, se vean reflejadas en las propuestas y decisiones de parte de las autoridades, de tal forma en que el marco normativo trabaje en beneficio de la sociedad. En el caso de la identificación de un riesgo, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos.

En lo que respecta a temas ambientales, la Gestión Integrada de Crecidas fomenta la adopción de un enfoque que consiste en evitar, reducir y atenuar los efectos negativos en el medio ambiente; el conocimiento científico de conceptos básicos acerca de la morfología y ecología de los ríos y sus planicies de inundación, y de cómo éstas dependen del régimen fluvial. El conocimiento y manejo de dicha información permitirá tener un mejor juicio de parte de las autoridades en el proceso de toma de decisiones dentro de un marco global que deberá contar con los elementos siguientes:

- Comprensión y análisis científicos
- Evaluación ambiental
- Análisis económico que tome en consideración el medio ambiente
- Participación de los interesados
- Manejo adaptativo
- Supervisión
- Mecanismos de apoyo.

La legislación debe prever las consideraciones que se habrán de tener en cuenta en los diferentes procesos de adopción de decisiones y planificación, y los detalles de los procedimientos pertinentes a seguir. La función de un régimen jurídico relativo al aprovechamiento de los recursos terrestres e hídricos es clave para el éxito de la Gestión Integrada de Crecidas, y puede influir en el funcionamiento de muchos otros organismos que, de otra forma, podrían ver limitada su capacidad para adoptar programas de este tipo. Un marco jurídico sólido puede proteger y afianzar derechos e intereses que de otro modo podrían tener escasa o ninguna influencia en la adopción de decisiones, como es el caso de los sectores más pobres de la sociedad y las cuestiones relativas al medio ambiente.



La falta de un marco jurídico apropiado complica significativamente la instauración de principios de responsabilidad y transparencia, adicional al hecho de que impide definir de manera clara e inequívoca los derechos, atribuciones, obligaciones, y normas de desempeño de todos los agentes involucrados.

El marco jurídico de la gestión de las inundaciones o crecidas en México, están integrados por:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Leyes, reglamentos y decretos federales
- Tratados internacionales y
- Organismos internacionales
- Leyes, reglamentos y decretos estatales
- Reglamentos municipales

Los instrumentos jurídicos anteriormente mencionados son la base sobre la cual las dependencias federales, estatales y municipales elaboran y diseñan programas, proyectos y realizan acciones encaminadas a proteger a la población, bienes, cultivos, así como la infraestructura pública de los daños que les pudiera causar un incremento en el nivel del agua de los ríos o de la presentación de fenómenos meteorológicos. La definición de las responsabilidades jurídicas y las obligaciones del Estado antes, durante y después de las inundaciones, así como el conocimiento basado en los derechos, acerca del marco jurídico en esas tres instancias, son herramientas útiles para la Gestión Integrada de Crecientes. Asimismo, aun cuando resulta necesario conocer los derechos y obligaciones de las instancias, para que la Gestión Integrada de crecidas sea eficaz, se deberá tener especial cuidado en la comprensión del carácter y el alcance del ejercicio de tales derechos y obligaciones por parte de las personas afectadas.

Finalmente, es importante mencionar que las estrategias de Gestión Integrada de Crecidas se deben basar en datos científicos reunidos por distintos organismos. Estas estrategias deben ser examinadas al amparo de las experiencias de nuevos casos de crecidas. Por esta razón, se deben instaurar mecanismos que permitan retroalimentar los procesos de planificación estratégica con información sobre los datos básicos de planificación y las evaluaciones del desempeño efectivo.

### ***2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos***

La Declaratoria de Desastre se emite a solicitud de alguna entidad federativa o dependencia federal, de acuerdo a las Reglas de Operación del Fondo para la Atención de Emergencias (FONDEN)<sup>4</sup>. A través de la Secretaría de Gobernación, en ese momento se convierte en la manifestación pública de la ocurrencia de un fenómeno natural perturbador en un lugar y tiempo determinado, mismo que ha causado daños tanto a la vivienda como a los servicios e infraestructura pública federal, estatal y/o municipal.

---

<sup>4</sup> [http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Preguntas\\_Frecuentes#q1](http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Preguntas_Frecuentes#q1)



Esta Declaratoria es un requisito fundamental, para que las entidades federativas o dependencias federales puedan acceder a los recursos del FONDEN.

La declaratoria de desastre tiene por objeto proporcionar recursos para la reconstrucción de los daños sufridos en las viviendas y la infraestructura pública mientras que la declaratoria de emergencia está dirigida a la atención de la vida y la salud de la población.

### **2.3.1 Declaración de Desastre de Acuerdo con el FONDEN**

El FONDEN<sup>4</sup>, se activa a través de la emisión de una Declaratoria de Emergencia o Desastre y es un instrumento financiero que busca responder de manera inmediata y oportuna, proporcionando suministros de auxilio y asistencia a la población, infraestructura y vivienda dañada o que se encuentra ante la inminencia o alta probabilidad de que ocurra un fenómeno natural perturbador.

La Entidad Federativa debe presentar la solicitud de Declaratoria de Desastre en la sesión de Instalación del Comité de Evaluación de Daños (CED) y los sectores tienen diez días hábiles para evaluar sus daños a partir de la instalación del Comité de Evaluación de Daños, pudiendo solicitar una ampliación adicional de 10 días, siempre que se encuentre debidamente justificada dicha petición.

Los insumos del FONDEN son adquiridos por la Secretaría de Gobernación y entregados directamente por los proveedores a las autoridades de las entidades federativas y los estados son los responsables de distribuirlos y repartirlos directamente a la población afectada o, en su caso, a través de los municipios declarados en emergencia; y sólo en situaciones extraordinarias se solicita el apoyo de las Secretarías de Defensa Nacional, de Marina y/o alguna otra dependencia. El proceso se encuentra regulado en el “Acuerdo que establece los Lineamientos del Fondo para la Atención de Emergencias FONDEN” publicado en el DOF el 3 de julio de 2012.

En este orden de ideas, los municipios o delegaciones políticas son los que deberán establecer los mecanismos de coordinación con las autoridades estatales, para efecto de que la población vulnerable afectada sea considerada en las solicitudes de declaratorias de emergencia y en consecuencia estén en posibilidades de acceder a los insumos que se autorizan con cargo al FONDEN.

La Secretaría de Gobernación reconoce que uno o varios municipios o delegaciones políticas de una entidad federativa, se encuentran ante la inminencia o alta probabilidad de que se presente un fenómeno perturbador de origen natural, que provoque un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población y emiten la Declaratoria de Emergencia. Dicha Declaratoria podrá subsistir aun ante la presencia de una Declaratoria de Desastre.

Los fenómenos geológicos, hidrometeorológicos e incendios forestales son por los que la Secretaría de Gobernación puede emitir Declaratoria de Emergencia o de Desastre Natural, quedando descritos de la siguiente forma<sup>5</sup>:

---

<sup>5</sup> Artículo 6, obtenido de la página: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5169686&fecha=03/12/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5169686&fecha=03/12/2010)

- a) Geológicos: Sismo, Alud, erupción volcánica, hundimiento, maremoto, movimiento de ladera y Ola extrema
- b) Hidrometeorológicos: Sequía severa e impredecible; ciclón (en sus diferentes manifestaciones: depresión tropical, tormenta tropical y huracán), lluvia severa, nevada y granizada severa, inundación fluvial, inundación pluvial y tornado
- c) Otros: incendio forestal.

Estos fenómenos deberán ser corroborados por las siguientes instancias técnicas:

- a) Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, para el caso de los fenómenos geológicos
- b) Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, por tratarse de fenómenos hidrometeorológicos
- c) Comisión Nacional Forestal, CONAFOR, en caso de incendios forestales.

Además existe un incentivo económico con cargo al FONDEN para las Entidades Federativas y Dependencias y Entidades Federales para llevar a cabo estudios con la finalidad de asegurar la infraestructura física a su cargo, tratando de prevenir las Declaratorias de Desastre y Emergencia, el objetivo de los estudios es desarrollar una estrategia de gestión integral de riesgos, con el compromiso de adquirir el instrumento de administración y transferencia de riesgos que resulte de dicha estrategia, de acuerdo con los lineamientos específicos que al efecto emitan las Secretarías de Gobernación y de Hacienda y Crédito Público para tal efecto.

A continuación, se describen las acciones que comprende la estrategia integral de riesgos que presentara la Entidad Federativa y el plazo que debe cumplir para el desarrollo de la misma.

- I. Identificar la totalidad de los bienes bajo su responsabilidad que sean susceptibles de recibir apoyo del FONDEN (hasta seis meses)
- II. Identificar los riesgos a los que están expuestos los bienes (hasta cinco meses)
- III. Definir un esquema de administración y transferencia de riesgos (hasta cinco meses)
- IV. Implementar el esquema de administración y transferencia de riesgos (hasta cuatro meses).

Los apoyos con cargo al FONDEN, se otorgarán sólo hasta una tercera ocasión para bienes e infraestructura pública no asegurados que hubieran sido apoyados con anterioridad, considerando los porcentajes establecidos en los cuadros 1 a 4 de las Reglas de Operación del FONDEN. En donde el apoyo se ve disminuido en la segunda ocasin cincuenta por ciento y en una tercera ocasión en un setenta y cinco por ciento y a partir de la cuarta ocasión, no se otorgará apoyo alguno.

Los apoyos con cargo al FONDEN pueden ser del tipo apoyo parcial inmediato y el anticipo, el primero debe solicitarse en la sesión de Instalación de Comité de Evaluación de Daños y su objetivo es llevar a cabo acciones emergentes, así como los trabajos y obras de carácter prioritario y urgente, dirigidas a solventar la situación crítica del desastre natural, tales como el restablecimiento de las comunicaciones, los servicios básicos, la limpieza inmediata, remoción de escombros y todo aquello que coadyuve a la normalización de la actividad de la zona afectada, así como para evitar mayores daños y proteger a la población.

En el caso del anticipo, se solicita en la sesión de Entrega de Resultados, una vez que se cuentan con los resultados de los trabajos de evaluación de daños, y su objetivo es la realización de trabajos y obras prioritarias de reconstrucción, pudiendo ser ejercido en su totalidad sin estar sujeto a la coparticipación de las Entidades Federativas.

El FONDEN no destina recursos para apoyar al campo en caso de desastre; debido a que esta actividad se concibe como antrópica por lo cual se dispone del apoyo a través del Componente Atención a Desastres Naturales (CADENA). Este programa está a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y tiene como objetivo específico “Apoyar a productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas de bajos ingresos para reincorporarlos a sus actividades en el menor tiempo posible ante la ocurrencia de contingencias climatológicas atípicas, relevantes, no recurrentes e impredecibles...”, según lo dispuesto por el Artículo 19, fracción I, del “Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación”, mismo que se encuentra vigente y que fue publicado en el DOF el día 31 de diciembre de 2008.

No obstante lo anterior, al FONDEN le corresponde atender los requerimientos de apoyos a infraestructura pesquera y acuícola como: la rehabilitación de los sistemas lacustres, costeros, esteros, aguas interiores y bahías que son propiedad de la Nación y del dominio público, así como infraestructura básica de uso común propiedad de la Federación, de las entidades federativas o de los municipios y que no estén concesionados a particulares, todo lo anterior, de conformidad con los instrumentos, apoyos, montos y condiciones previstos en el “Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales”.

### **2.3.2 Declaración de Desastre de Acuerdo con el FOPREDEN**

El 13 de junio de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se reforman los artículos 3º y 4º de la Ley General de Protección Civil, el cual es coordinado por la Secretaría de Gobernación y tiene como principal objeto, incluir en el Presupuesto de Egresos de la Federación de cada año, el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), estableciendo los montos para la operación de cada uno de ellos conforme a las disposiciones aplicables<sup>6</sup>.

En 2006 se publicó el Acuerdo que establece las Reglas del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales, que modifican las reglas de operación originales, a efecto de mejorar su procedimiento, ampliar el número de proyectos con posibilidad de ser presentados y permitir la existencia de proyectos en cartera para el uso de los recursos en caso de cancelación o desistimiento de un proyecto autorizado.

En virtud de la publicación del Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales – Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 2010 y considerando lo dispuesto en sus artículos SEGUNDO y CUARTO transitorios, aquellos

---

<sup>6</sup> <http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Antecedentes>

procedimientos iniciados conforme a lo establecido en el Acuerdo que establece las Reglas del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales -DOF 15 de agosto de 2006 (abrogado), continuarán vigentes hasta su conclusión.

En este contexto, el FOPREDEN tiene como finalidad proporcionar recursos tanto a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, como a las entidades federativas, destinados a la realización de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos e impacto destructivo por fenómenos naturales.

La existencia de este fondo no sustituye la responsabilidad que corresponde a los tres órdenes de gobierno, para prever en sus respectivos presupuestos los recursos destinados a la realización de acciones preventivas.

En este caso, bajo la coordinación de la Secretaría de Gobernación, el Ejecutivo Federal deberá incluir en el proyecto anual de Presupuesto de Egresos de la Federación, una previsión para el FOPREDEN que estará sujeto a reglas de operación.

El acceso a los recursos del FOPREDEN depende de que los solicitantes cumplan con que las acciones preventivas estarán referidas únicamente a fenómenos naturales y deberán:

- I. Estar orientadas a la identificación del riesgo
- II. Dirigirse a mitigar o reducir el riesgo
- III. Fomentar la cultura de la prevención y la autoprotección, ante situaciones de riesgo.

En términos de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, compete a la Secretaría de Gobernación en coordinación con las autoridades de los gobiernos de los Estados, los gobiernos municipales y con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal conducir y poner en ejecución las políticas y programas de protección civil del Ejecutivo Federal para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población en situaciones de desastre y concertar con instituciones y organismos de los sectores privado y social, las acciones conducentes al mismo objetivo.

Protección Civil debe seguir modelos de respuesta para cada fenómeno perturbador, procesos de evaluación y prevención de sus efectos, resultando urgente implementar proyectos preventivos que disminuyan los efectos devastadores de los fenómenos perturbadores y con ello los costos humanos y materiales.

De los recursos ejercidos por el total de las entidades federativas que se enfrentaron a algún tipo de desastre natural la mayor parte corresponde a fenómenos de lluvias, torrenciales y huracanes, le siguen las sequías y heladas, en proporción menor los incendios y al final con la menor participación se encuentra la atención por los efectos de sismos.

Con base en los expedientes que se encuentran bajo resguardo de la Secretaría Técnica del Consejo de Evaluación del FOPREDEN, durante el periodo 2004-2007 se aprobaron un total de 46 proyectos, de los cuales 36 fueron solicitudes de entidades federativas y 10 de dependencias federales. Respecto de las solicitudes aprobadas a dependencias federales, destacan el Instituto

Nacional de Estadística, Geografía en Informática (INEGI), la Comisión Nacional del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional.

En 2013, la CONAGUA establece prioridades institucionales para prevenir contingencias hidráulicas a través de los organismos de cuenca que integran a la dependencia e implementando acciones en cuatro componentes.

Como parte de la estrategia para prevenir inundaciones y proteger a la población y sus bienes, la CONAGUA instrumenta protocolos de alerta temprana, delimita zonas vulnerables y actualiza los atlas de riesgo.

Entre los avances, mencionó que se verificaron los protocolos de alerta para condiciones meteorológicas e hidrológicas severas en todos los organismos de cuenca de la Conagua. Además, en seguimiento al *Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas*, se firmó con el gobierno de Tabasco el convenio “Proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua”, y se elaboraron las políticas de operación del sistema de presas en los ríos Grijalva y Papaloapan, en esa entidad.

En un exhorto, los organismos de cuenca y direcciones locales de la CONAGUA redoblan esfuerzos para trabajar de manera estrecha con las dependencias de los tres órdenes de gobierno a fin de contar con todos los elementos posibles para reducir los riesgos de inundación y brindar más protección a la población y sus bienes.

### **2.3.3 Marco Legal del FONDEN y FOPREDEN**

El FONDEN fue creado para atender los efectos de desastres naturales, imprevisibles, cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias y entidades paraestatales, así como de las entidades federativas.

Le compete a la Secretaría de Gobernación la operación de este Fondo y conforme a su Reglamento Interior, en el artículo 33 la Dirección General del Fondo de Desastres Naturales tiene las siguientes atribuciones:

- I. Auxiliar al Secretario en el ejercicio de las funciones que, en materia del Fondo de Desastres Naturales, las leyes, reglamentos y demás disposiciones normativas aplicables le señalen a la Secretaría de Gobernación;
- II. Analizar y evaluar las solicitudes que formulen los gobiernos de las entidades federativas, así como las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para acceder a los recursos del Fondo de Desastres Naturales;
- III. Preparar la celebración de acuerdos o convenios de coordinación o colaboración con las entidades federativas en materia de prevención y atención de desastres naturales y someterlos al dictamen de la Unidad de Asuntos Jurídicos;
- IV. Coadyuvar con los ámbitos estatal y municipal de gobierno, en la constitución de fideicomisos estatales y demás instrumentos para la atención de desastres naturales;
- V. Participar y, en su caso, analizar las solicitudes con cargo al patrimonio del Fideicomiso Preventivo a que alude el artículo 32 de la Ley General de Protección Civil;

- VI. Llevar el control y la administración del Fondo Revolvente para la Adquisición de Suministros de Auxilio en Situaciones de Emergencia y de Desastre;
- VII. Someter a consideración de la Coordinación General de Protección Civil los proyectos de declaratoria de Emergencia o de Desastre, de acuerdo con las disposiciones que resulten aplicables;
- VIII. Llevar el registro y control del equipo especializado que se adquiera con cargo al Fondo de Desastres Naturales;
- IX. En el ámbito de su competencia, proponer los criterios normativos, formatos y demás instrumentos necesarios para la adecuada y eficaz aplicación de las leyes y disposiciones normativas que regulan el Fondo de Desastres Naturales;
- X. Elaborar propuestas y establecer conductos institucionales tendientes a agilizar los procedimientos que regulan el Fondo de Desastres Naturales, así como impartir cursos en la materia, y
- XI. Las demás que le señale el Secretario, dentro de la esfera de sus facultades.

#### **2.3.4 Elementos Normativos y de Apoyo**

El 19 de septiembre de 2006 en el ámbito de la ejecución de los recursos del Fondo de Desastres Naturales, se establece un marco jurídico-operativo que permite actuar con la mayor oportunidad y transparencia para atender los estragos ocasionados por los fenómenos perturbadores; por esto se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las nuevas:

- Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales
- Anexos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales
- Anexos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales
- Formato de Acta de Instalación del Comité de Evaluación de Daños Natural (CED)
- Formato de Acta de Entrega de Resultados del Comité de Evaluación de Daños (CED)
- Formato para Presentación de Diagnóstico de Obras y Acciones de Reconstrucción y Solicitud de Recursos
- Formato de Solicitud de Declaratoria de Desastre Natural
- Formato de Solicitud de Corroboración de Desastre Natural.

Además, se tiene mediante normatividad lo siguiente:

- Reglas de operación del FONDEN 2008
- Lineamientos para emitir las Declaratorias de Emergencia y la utilización del Fondo Revolvente del FONDEN, 2012
- Reglas de Operación del FOPREDEN 2006 (abrogado)
- Reglas de Operación del FOPREDEN 2010
- Lineamientos para la Operación del Fideicomiso Preventivo, previsto en el Artículo 32 de la Ley General de Protección Civil (FIPREDEN).
- Ley General de Protección Civil (última reforma publicada en el DOF el 24 de abril de 2006)



### **2.3.5 Diagnóstico**

- Establecer con mayor claridad el objetivo del FONDEN y su ámbito de aplicación
- Señalar la necesidad de avanzar en acciones de prevención y de aseguramiento para mitigar los efectos ocasionados por desastres naturales, evitando que la existencia del FONDEN desincentive estos esfuerzos
- Definir el concepto de desastre natural y los fenómenos que lo ocasionan
- Clarificar el esquema de coordinación entre las dependencias y entidades federales, así como entre éstas y las autoridades estatales
- Señalar el procedimiento para que las dependencias y entidades federales actúen sin vacilación ni demora ante situaciones de emergencia, apoyando en sus necesidades inmediatas a toda la población afectada
- Indicar, con espíritu solidario, el apoyo adicional que se le otorga a la población de bajos ingresos para contribuir a restituir su patrimonio familiar y productivo
- Establecer la cobertura para atender los daños ocasionados a la infraestructura pública, a bosques, costas, lagunas y áreas naturales protegidas, así como al patrimonio cultural e histórico
- Precisar en qué casos y en qué proporción existirá concurrencia de recursos entre el Gobierno Federal y los gobiernos estatales y municipales, para la atención de los daños y de damnificados
- Relacionar el procedimiento que las autoridades estatales y las federales deberán seguir para acceder a los recursos del FONDEN, así como los mecanismos para la aplicación de los mismos
- Señalar la responsabilidad a nivel estatal y federal respecto al control, la verificación y la rendición de cuentas en el uso de los recursos.

### **2.3.6 Estrategias**

El FONDEN es un mecanismo financiero, ágil y transparente para que, en la eventualidad de un desastre natural, el Gobierno Federal pueda apoyar a la sociedad mediante los recursos del FONDEN, que debe aportar dentro de las disponibilidades presupuestarias, recursos adicionales, con objeto de que la atención a un desastre natural no afecte en lo posible a sus programas y proyectos en curso.

Así también, deberá promover la cooperación y la corresponsabilidad en la atención de desastres naturales entre el Gobierno Federal y las entidades federativas. Lo anterior, mediante el establecimiento de mecanismos de participación de gasto ante la eventualidad de un desastre, conforme a lo señalado en las Reglas de Operación. En consecuencia, en forma solidaria, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con cargo al FONDEN también aportará recursos para apoyar a las entidades federativas a fin de atender los daños a la infraestructura pública estatal y municipal y a la población damnificada, dentro de los parámetros señalados en las Reglas de Operación.

## **2.4 Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil**

De acuerdo con el Manual para el control de inundaciones, publicado por (CONAGUA, Manual para el control de inundaciones, 2011) la participación de la CONAGUA en la atención a las emergencias hidrometeorológicas, se expresa en el artículo 84 de la Ley de Aguas Nacionales:

*ARTÍCULO 84. “La Comisión” determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran; asimismo, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.*

*Para el cumplimiento eficaz y oportuno de lo dispuesto en el presente Artículo, “La Comisión” actuará en lo conducente a través de los Organismos de Cuenca.*

Por tanto, para la administración de una emergencia hidrometeorológica en la jurisdicción de un Organismo de Cuenca, quien dirige la fuerza de trabajo y toma las decisiones importantes en la atención a la emergencia, es el director general del Organismo de Cuenca; *antes, durante y después* de los eventos.

En este sentido, cabe mencionar que el director general del Organismo de Cuenca, cuenta con una Estructura Operativa para la atención de emergencias hidrometeorológicas, la cual contiene una Coordinación Operativa que mantiene comunicación directa con los Sistemas de Protección Civil de las entidades, para coordinar las actividades de apoyo a la población, como: dotar de agua potable, drenar zonas inundadas y atención de las emergencias con equipo especializado.

### **2.4.1 Planes de control de inundaciones**

La legislación mexicana a través de las reglas de operación del FONDEN, prevé recursos, para el sitio donde el impacto de un fenómeno hidrometeorológico haya derivado en un desastre natural, que permitan entrar a una etapa de reconstrucción donde se re-establezca la infraestructura de vivienda, caminos, hidráulica y se vuelva a la normalidad, incluso mejorarla bajo esquemas de ajuste del riesgo.

El gobierno federal también ha introducido en sus programas operativos el desarrollo de infraestructura que permita mitigar los riesgos a las inundaciones como es el programa K029 “Protección a centros de población”.

Bajo este esquema se ha desarrollado infraestructura estratégica en el territorio mexicano para la mitigación de los efectos negativos contra las inundaciones. (CONAGUA, Manual para el control de inundaciones, 2011).

### **2.4.2 Planes de protección civil**

Este plan obedece a un marco universal más amplio que el establecido para los planes de atención de emergencias de la CONAGUA, quien tiene un papel protagónico dentro de este plan



interinstitucional. Asimismo, se expresa su desarrollo en la unidad mínima operativa en este tipo de planes, que aplica en los municipios.

Contiene una serie de recomendaciones generales para que, tanto los presidentes municipales como los responsables en ese nivel de protección civil, puedan implementar el plan que responda a las necesidades reales del municipio. Por último, se propone que se realice la evaluación del plan, para que los participantes y usuarios confirmen su utilidad, enriquezcan y adecuen a sus propias necesidades todas y cada una de las actividades propuestas, haciéndolo cada vez más propio al responder a las características y necesidades del municipio de que se trate.

Dentro de su objetivo general, se encuentra el de orientar a las autoridades municipales y a las unidades municipales de protección civil en la elaboración e implementación de su plan operativo municipal de protección civil para la temporada de lluvias y ciclones tropicales, con la finalidad prevenir, mitigar o disminuir los daños a la población, sus bienes y entorno ecológico.

Por su parte, el objetivo del plan es establecer las estrategias para evitar o disminuir los riesgos a los que están expuestos el individuo en lo particular y la sociedad en su conjunto, sus bienes y el entorno ecológico durante el período de lluvias y ciclones tropicales, mediante medidas y acciones de protección civil, que en forma solidaria se realicen con los diversos sectores que integran la sociedad.

De los objetivos anteriores, se derivan las actividades y acciones del Plan Operativo de Protección Civil en el ámbito municipal, entre la que se encuentra la convocatoria a las dependencias federal, estatal y municipal, para dar a conocer la metodología y logística a seguir, durante los eventos hidrometeorológicos. Dichas actividades y acciones pueden ser consultadas con mayor detalle en el Manual para el control de inundaciones emitido por CONAGUA.

### **2.4.3 Leyes aplicables**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es la base del marco jurídico del cual dependen las leyes, normas y reglamentos que rigen a la gestión del control de inundaciones, ya que a partir de dicha Constitución se emanan las acciones encaminadas a proteger a la población de este tipo de eventos.

A partir de esta base, tanto las Dependencias Federales, Estatales y Municipales, elaboran los documentos jurídicos que se interrelacionan entre sí y que dan la pauta para que se apliquen las leyes, normas y reglamentos acordes a la situación geográfica y social de cada entidad, y en función de las fases de emergencia en la que se pueden presentar los eventos: “*Antes, Durante y Después*”.

Las inundaciones afectan a la población en sus bienes muebles e inmuebles, ya que en ocasiones alteran los cauces, dañando la infraestructura urbana, hidráulica, hidroagrícola, vías de comunicación, entre otros; ocasionando costos económicos, sociales y políticos al país.

Así pues, el marco legal que rige tanto la atención como la prevención de estos fenómenos se basa en el **artículo 27 constitucional**, del cual se desprende que los cauces de los ríos son bienes inherentes a las aguas nacionales, por lo cual son propiedad de la nación.

Sí bien es cierto, que en el artículo 27 constitucional, no se señala de manera textual que la infraestructura que se encuentra en los cauces de las aguas nacionales sea propiedad de la nación, no debe perderse de vista que la infraestructura administrada por los gobiernos federales, estatales o municipales, es clasificada como “bienes nacionales”, conforme a la **Ley General de Bienes Nacionales, en su Artículo 3.**

Por lo anterior, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es la responsable de atender la política hidráulica del país, hecho que tiene su fundamento en los siguientes instrumentos jurídicos:

*Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Artículo 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Reglamento al Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Reglamento al Interior de la Comisión Nacional del Agua, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Programa Nacional Hídrico 2007-2012.*

Para atender las actividades que tiene encomendadas, la CONAGUA, cuenta con trece Organismos de Cuenca y 20 Direcciones Locales en los estados.

De acuerdo con el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, de la Región Hidrológico-Administrativa IV: Balsas, administrativamente está integrado por ocho entidades federativas, entre la que se encuentra el estado de Puebla con participación en 127 municipios, administrados por el Organismo de Cuenca Balsas (OCB). (CONAGUA, Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, 2013).

En este documento se analizaron cada una de las Leyes de Protección Civil de cada Entidad Federativa, así como algunos reglamentos municipales (en forma representativa), con el objeto de verificar si efectivamente están homologadas y están acorde a las disposiciones que se señalan en la Ley General de Protección Civil, Ley General de Asentamientos Humanos (Federal), así como sus constituciones políticas estatales en materia de inundaciones.

En términos generales, el Marco jurídico Federal, Estatal y Municipal, así como el Internacional se conforma por los siguientes instrumentos:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Tratados Internacionales
- Ley General de Protección Civil, DOF. 06/06/2012
- Ley General de Asentamientos Humanos, DOF. 09 /04/2012
- Leyes de Aguas Nacionales
- Ley General de Bienes Nacionales
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público
- Ley Agraria
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
- Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas

- Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua
- Comisión Intersecretarial para la atención de Sequías e Inundaciones, DOF.S/04/2013
- Constituciones Políticas de los Estados que forman parte de los Organismos de Cuenca
- Leyes Estatales en materia de Protección Civil
- Leyes de Asentamientos Humanos Estatales
- Reglamentos Municipales en materia de Protección Civil
- Leyes Estatales de Agua
- Planes Estatales de Desarrollo de cada Estado
- Leyes Orgánicas Estatales y Municipales
- Manual para el control de inundaciones.

Adicionalmente, se hizo un análisis de las leyes estatales de protección civil, en las cuales, prácticamente todas hacen una clasificación de los riesgos que puedan afectar al estado y casi todos los clasifican regularmente en desastres por fenómenos naturales y desastres por actividades humanas. En todos los casos, el responsable del primer contacto con la emergencia es el municipio.

La mayoría de las leyes establecen la posibilidad y en ocasiones la obligación de realizar simulacros, sin embargo, no hay una sola ley que establezca que se deba realizar un simulacro específico en el caso de las inundaciones, tal como se puede apreciar en la Tabla denominada Matriz de análisis de las leyes estatales de Protección Civil, del Manual para el control de inundaciones. (Pág. 321, CONAGUA, 2011).

En esta tabla, se determinaron más de 60 acciones o programas específicos para cada entidad de la República Mexicana.

De este análisis, se obtuvo que el estado de Puebla mantiene activas diversas de estas acciones entre las que destaca que establece una Unidad de Protección Civil, tanto para el estado como para sus municipios.

En la revisión de la matriz de análisis de las leyes de Protección Civil para el municipio de Atlixco, se encontró que se cumplen y atienden la mayoría de las acciones que realiza la Unidad de Protección Civil del Estado, las cuales se mencionan a continuación:

- Declaratoria de emergencia
- Declaratoria de desastre
- Establece PC nivel estatal
- Establece PC nivel municipal
- Promotor de estudios e investigaciones
- Promueve cultura de PC
- Coordina apoyos externos nacionales e internacionales
- Reconoce grupos voluntarios
- Registro de grupos voluntarios
- Integración Atlas de Riesgo a nivel estatal
- Integración Atlas de Riesgo nivel municipal

- Promueve difusión de programas de PC
- Financiamiento institucional
- Evaluación expost
- Catálogo de recursos humanos
- Coordinar sistemas de comunicación
- Cualquier persona puede denunciar riesgos

Cabe señalar, que la Unidad de Protección Civil de Atlixco, cuenta con la misma base de programas y acciones, que la Unidad de Protección Civil del Estado, por tanto, el análisis de leyes aplicables es muy similar en la mayoría de los municipios al del estado de Puebla.

## **2.5 Instituciones involucradas en la gestión de crecidas**

La colaboración y participación de las partes interesadas es crucial al concepto de la Gestión Integrada de Crecidas, en donde se debe procurar que las instituciones involucradas tomen parte y participen activamente en el proceso de toma de decisiones. Dentro de estos actores, se encuentran instituciones del orden internacional y nacional. Se describen a continuación algunas de las más importantes.

### **2.5.1 Internacionales**

**Organización Meteorológica Mundial (OMM)** Organismo especializado de las Naciones Unidas y, como tal, es el portavoz autorizado para cuestiones relacionadas con el tiempo, el clima y el agua. Coordina las actividades de los servicios meteorológicos e hidrológicos de 189 Estados y Territorios Miembros.

**Asociación mundial para el agua (GWP).** Es una red internacional abierta a todas las organizaciones dedicadas a la gestión de los recursos hídricos. Se creó en 1996 con el objetivo de fomentar la gestión integrada de los recursos hídricos.

**Programa Asociado de Gestión de Inundaciones. (APFM)** Incoativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial y la Asociación Mundial del Agua. Promueve el concepto de gestión integrada de inundaciones. Cuenta con respaldo financiero de los gobiernos de Japón y Países Bajos.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).** Creado en 1988 con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

**Instituto Internacional de Investigaciones en Leyes de Aguas (IWLRI)** Centra sus actividades en torno a cuatro actividades complementarias: Investigación - las actividades de investigación del IWLRI se centran en tres aspectos clave de la ley de aguas: internacional (transfronterizas), nacionales y transnacionales (público-privada y el comercio de agua).

**Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua (ICHARM).** Financiado por la UNESCO, fue creado en 2006. Se encarga de los desastres relacionados con el agua, como inundaciones y sequías.

## 2.5.2 Nacionales

El nivel de participación de los distintos grupos interesados puede variar tanto en el grado como en el ámbito en que se produce, ya sea Federal, Regional o Local.



Figura 2-1. Participación de los tres niveles de gobierno

En el Gobierno Federal, la Secretaría de Gobernación y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales son las agencias gubernamentales directamente responsables en la administración y atención de las crecientes e inundaciones, a través de la Dirección General de Protección Civil y la Comisión Nacional del Agua.

Otras de las principales dependencias involucradas son: Secretaría de la Defensa Nacional, Secretaría de Marina, Secretaría de Seguridad Pública, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Turismo y Cruz Roja, por mencionar a los más importantes.

Las distintas funciones y especialidades de las dependencias involucradas en el manejo de crecientes, en la prevención de inundaciones y desde la emisión de alerta hasta la vuelta a la normalidad conducen a la creación del Sistema Nacional de Protección Civil, cuyo objetivo principal es salvaguardar la vida de las personas y sus bienes, a través de la coordinación de las acciones de otras instancias, ya sea ante la presencia o prevención de inundaciones y que a su vez funge como autoridad central, y a través del Presidente de la República, los Gobernadores de los Estados y Presidentes Municipales, cada uno en su ámbito de jurisdicción. Sin embargo, quien determina los elementos de juicio para la toma de decisiones conjunta es la Comisión Nacional del Agua, organismo que tiene un papel fundamental, desde el pronóstico meteorológico hasta el hidrológico, siendo la dependencia que inicia el manejo de crecientes e inundaciones, dando la pauta para las acciones que se ejecutarán en el “antes, durante y después”.

Entre los actores involucrados a nivel local, pero no por ello de menor importancia, se encuentran los estatales y municipales como lo son el Gobernador Constitucional del Estado, Protección Civil Estatal, Presidente Municipal, Cabildo y Protección Civil Municipal.

### **2.5.3 Regionales (Organismo de Cuenca)**

De acuerdo con el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, en su primera etapa, en la Región Hidrológica-Administrativa VI; Río Bravo, se menciona que, en el mes de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el ACUERDO por el que se crea la “Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones”, en el cual se señala, en el ARTÍCULO PRIMERO, que se crea con carácter permanente y que tiene por objeto la coordinación entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en sus tres niveles, relativas al análisis de riesgos y la implementación de medidas de prevención de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que estos generan, tales como sequías e inundaciones.

A partir de esta Comisión, el Gobierno Federal plantea que todas las secretarías involucradas, así como la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua, trabajen en forma coordinada, en conjunto con los gobiernos estatales y municipales, en beneficio de la población.

De manera general, se mencionan las autoridades y secretarías incorporadas en dicha Comisión, involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos para la Región Hidrológico-Administrativa IV: Balsas.

### **2.5.4 Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana**

Cómo ya se mencionó con anterioridad, en la gestión de crecientes participan la mayoría de las instituciones federales, estatales y municipales que tienen como finalidad la protección e integridad de la población, sus muebles e inmuebles, así como el entorno ecológico.

A nivel municipal, es importante contar con planes de protección civil que se desprendan de una estrategia nacional y que orienten a las autoridades y unidades municipales para la elaboración e implementación de su plan operativo municipal de protección civil para la temporada de lluvias y ciclones tropicales.

Para llevar a cabo el Plan Operativo Municipal, la autoridad en función (Secretario técnico del sistema municipal de protección civil) convocará por escrito a los integrantes del consejo estatal de protección civil para realizar una reunión de trabajo donde se expondrá la metodología y logística a seguir, durante la temporada de lluvias y ciclones en puerta.

En caso de que no esté conformado; invitará a una reunión a los representantes de los sectores: público representados local o regionalmente (federal, estatal y municipal), privado y social de su municipio, con la finalidad de implementar el plan, definiendo las acciones y los recursos materiales que cada participante deberá realizar o aportar dentro de sus capacidades al plan. Se sugiere invitar invariablemente a las autoridades militares y coordinaciones regionales de protección civil.

Para la zona de estudio, por el momento, se está a la espera de la entrega del Plan de Emergencias ante inundaciones que tiene a su cargo Protección Civil del municipio de Atlixco, Puebla, para completar este punto.



### 3 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA Y DE LAS ZONAS INUNDABLES

El municipio de Atlixco, se localiza en el estado de Puebla al oriente de la República Mexicana. Colinda con los municipios de Tanguismanalco, Santa Isabel Cholula, Ocoyucan, Atzitzihuacan, Huaquechula, Tepeojuma, San Diego la Meza, Tochimiltzingo, Tochimilco y la ciudad de Puebla.

En la Figura 3-1, se aprecia la localización general del estado, municipios adyacentes y la zona urbana de Atlixco, así como su cuenca asociada.

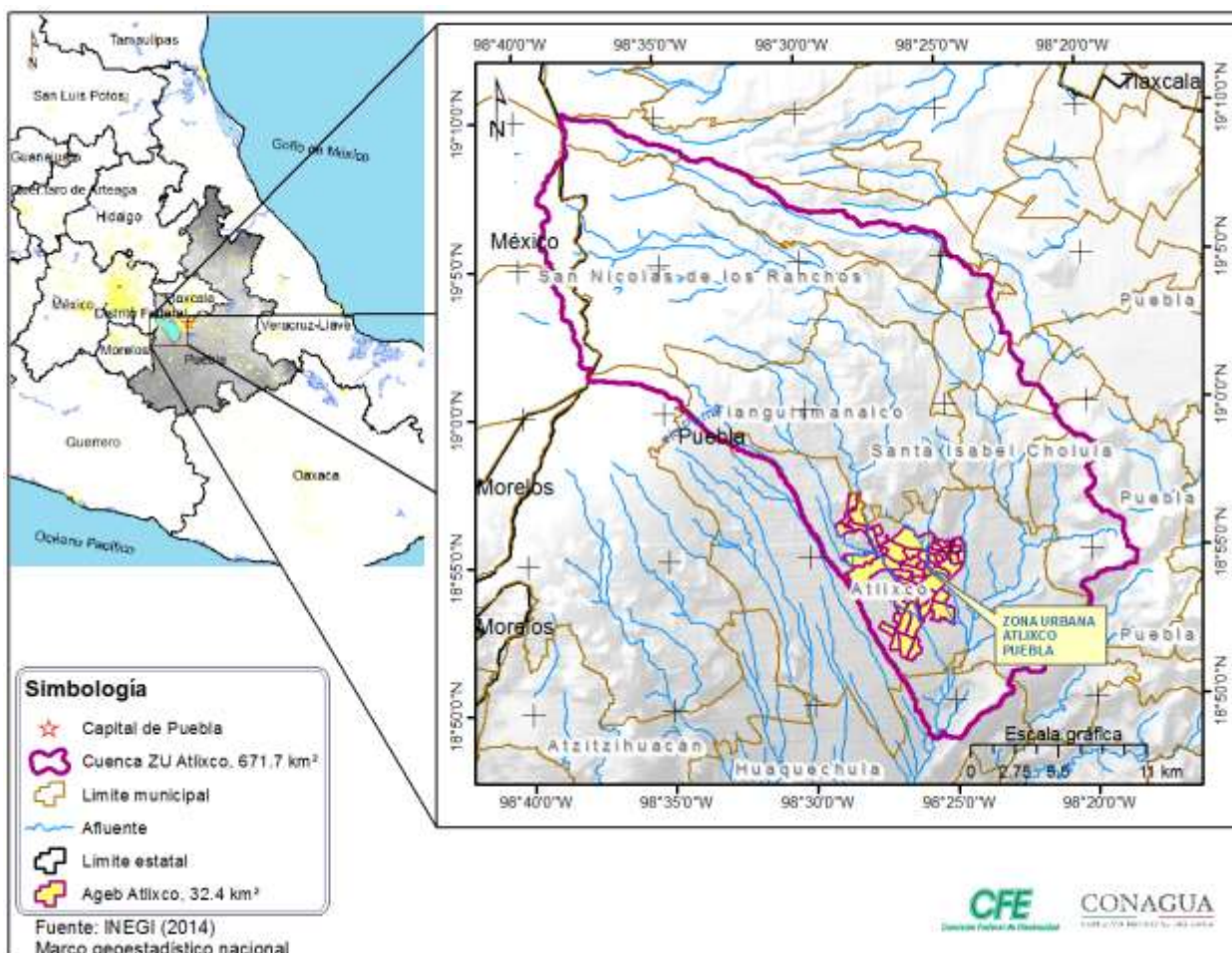


Figura 3-1. Localización general de la cuenca de aportación de la zona urbana Atlixco, Pue.

Con respecto a la cuenca de la zona urbana de Atlixco, ésta se ubica dentro de la Región Hidrológica 18; Balsas, del mismo modo, forma parte del sistema hidrológico de la cuenca de río Balsas y pertenece a la subcuenca del río Atoyac, de la cual se destaca la subcuenca del río Nexapa por ser el área hidrográfica en donde se ubica la zona urbana de Atlixco, las corrientes que la componen provienen de las estribaciones del Iztaccíhuatl<sup>7</sup> tal como se observa en la Figura 3-2<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> INEGI 2010, Red hidrográfica escala 1:50 000, edición 2.0

<sup>8</sup> INEGI, 2010; Red hidrográfica escala 1:50 000, edición 2.



El río Nexapa es uno de los pocos ríos permanentes y cruza por la mitad del valle de Atlixco. Otras corrientes importantes son: el Cuescomate y Apiaxco que cruzan la ciudad de Atlixco, el río Molino y el río Palomas. Las numerosas corrientes temporales, originadas por deshielos del volcán, forman una gran cantidad de barrancas al Noroeste. El cauce principal de la cuenca asociado a la zona urbana es el río Nexapa, con una longitud de 65.70 km y el área de aportación de dicha cuenca es de 671.79 km<sup>2</sup>.

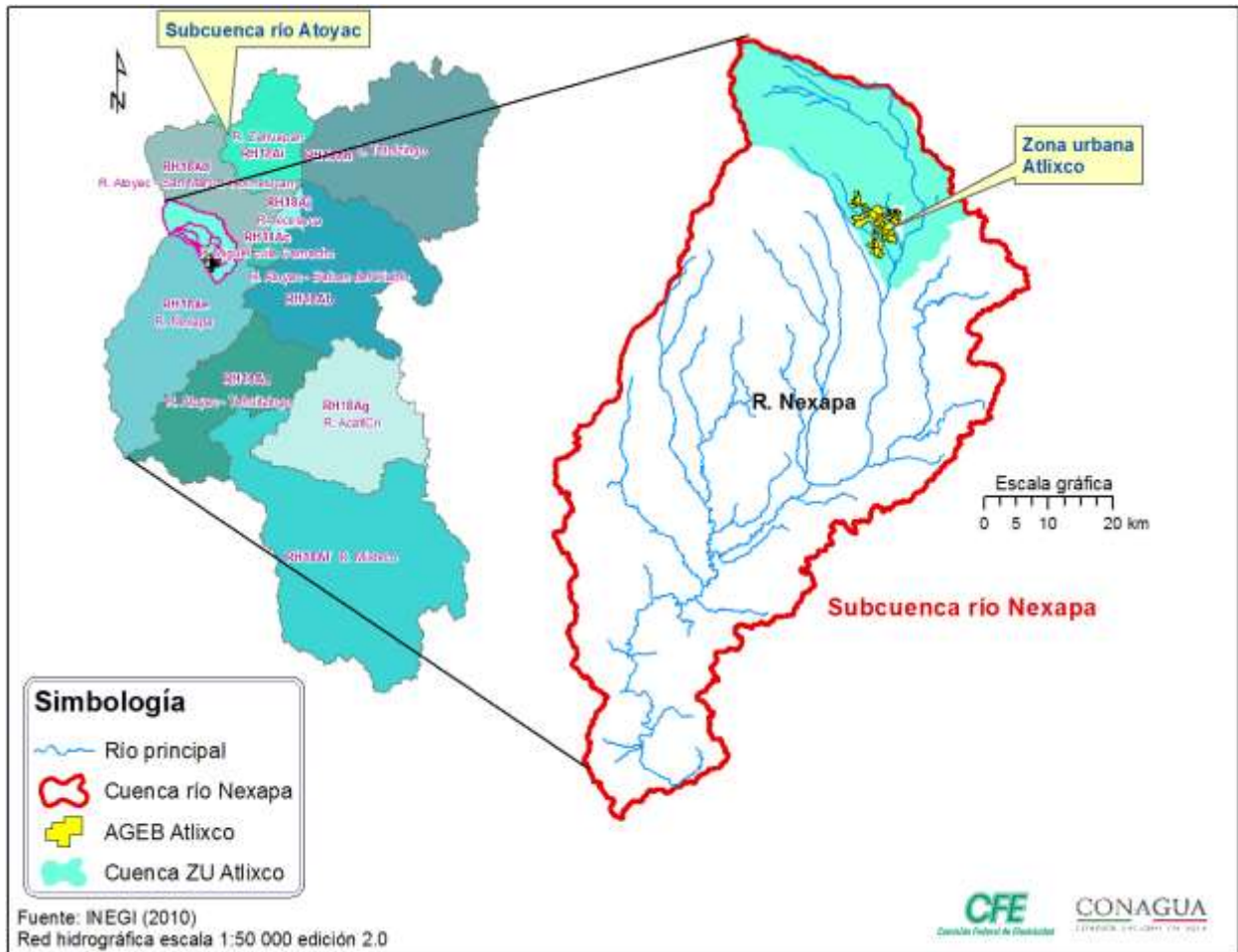


Figura 3-2. Localización del sistema hidrológico de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

### 3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

Los recursos hidrográficos del municipio son diversos y existe un sistema de canales de Identificación de zonas potencialmente inundables.

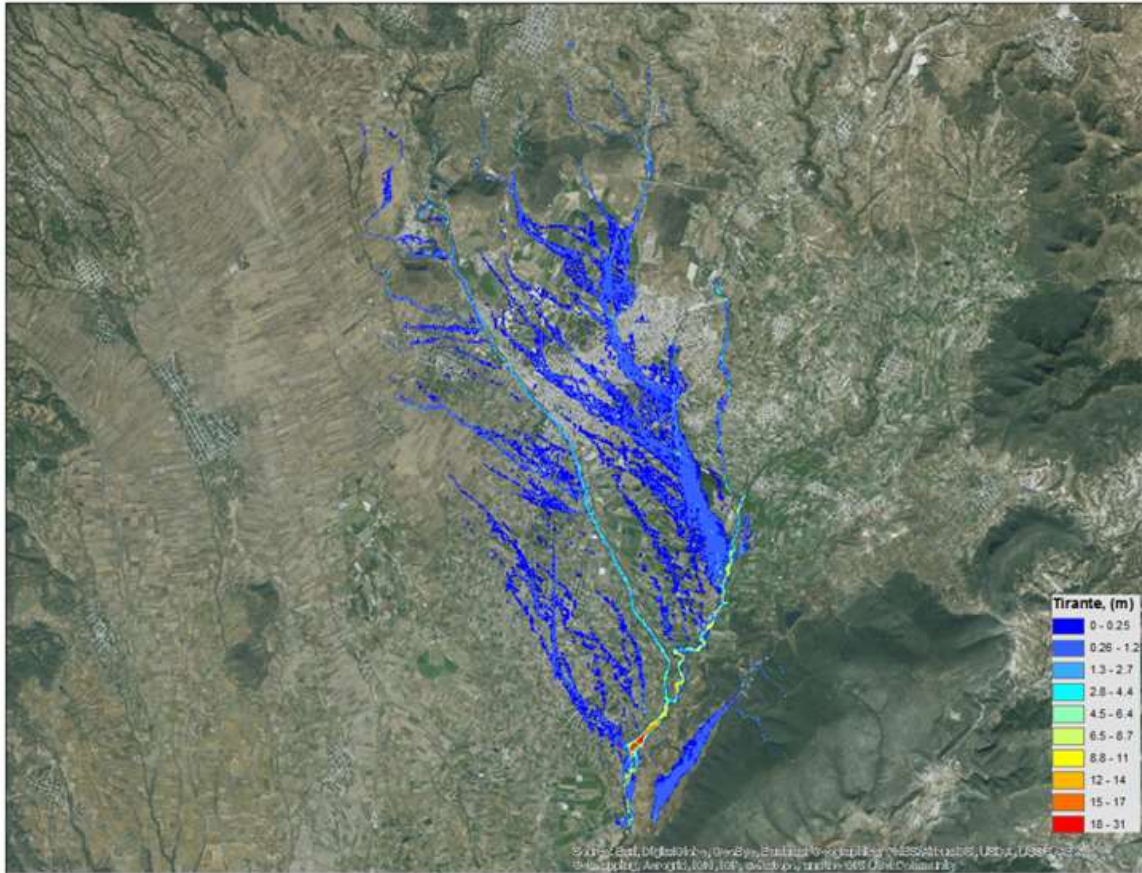


Figura 3-3. Simulación para un Tr = 100 años para la Zona Urbana de Atlixco, Pue.

En esta primera simulación para un periodo de retorno (Tr) de 100 años, se define el plan de acción para desarrollar el proceso de calibración del modelo, revisando la ocurrencia de los tirantes, la altura de los tirantes, así como verificar las elevaciones del modelo mediante los resultados ya que se generan condiciones de inundación que serán ratificadas con información recopilada en campo.

### 3.2 Socioeconómica

#### 3.2.1 Aspectos demográficos

La extensión territorial de la cuenca de la zona urbana de Atlixco es de 671.79 km<sup>2</sup> se ubica en la entidad de Puebla, abarcando los municipios de Atlixco (63.78%), Calpan (3.1%), Huaquechula (0.86%), Nealtican (6.93%), Ocoyucan (3.81%), San Gregorio Atzompa (0.01%), San Jerónimo Tecuanipan (2.37%), San Nicolás de los Ranchos (6.21%), San Pedro Cholula (2.64%), Santa Isabel Cholula (4.64%) y Tianguismanalco (5.65%).



A nivel cuenca su población en 2010 según el censo de población y vivienda fue de 173,312 personas. Distribuida en 133 localidades de las cuales 6 son localidades urbanas: Atlixco, Santa Cruz Tehuixpango, San Bernardino Chalchihuapan, San Nicolás de los Ranchos, Santa Marta Acuexcomac y Tianguismanalco, de las cuales Atlixco y San Nicolás de los Ranchos son cabeceras municipales de los municipios con el mismo nombre, las 127 localidades restantes son localidades rurales (menores a 2,500 habitantes).

En la Figura 3-4 se muestra la distribución espacial de las localidades en la cuenca, el 95.50% de las localidades son entre 6 a 11,517 habitantes.

La localidad de Atlixco (cabecera municipal del municipio del mismo nombre) es la localidad más poblada en la cuenca, concentra el 50% de la población con 86,690 personas.

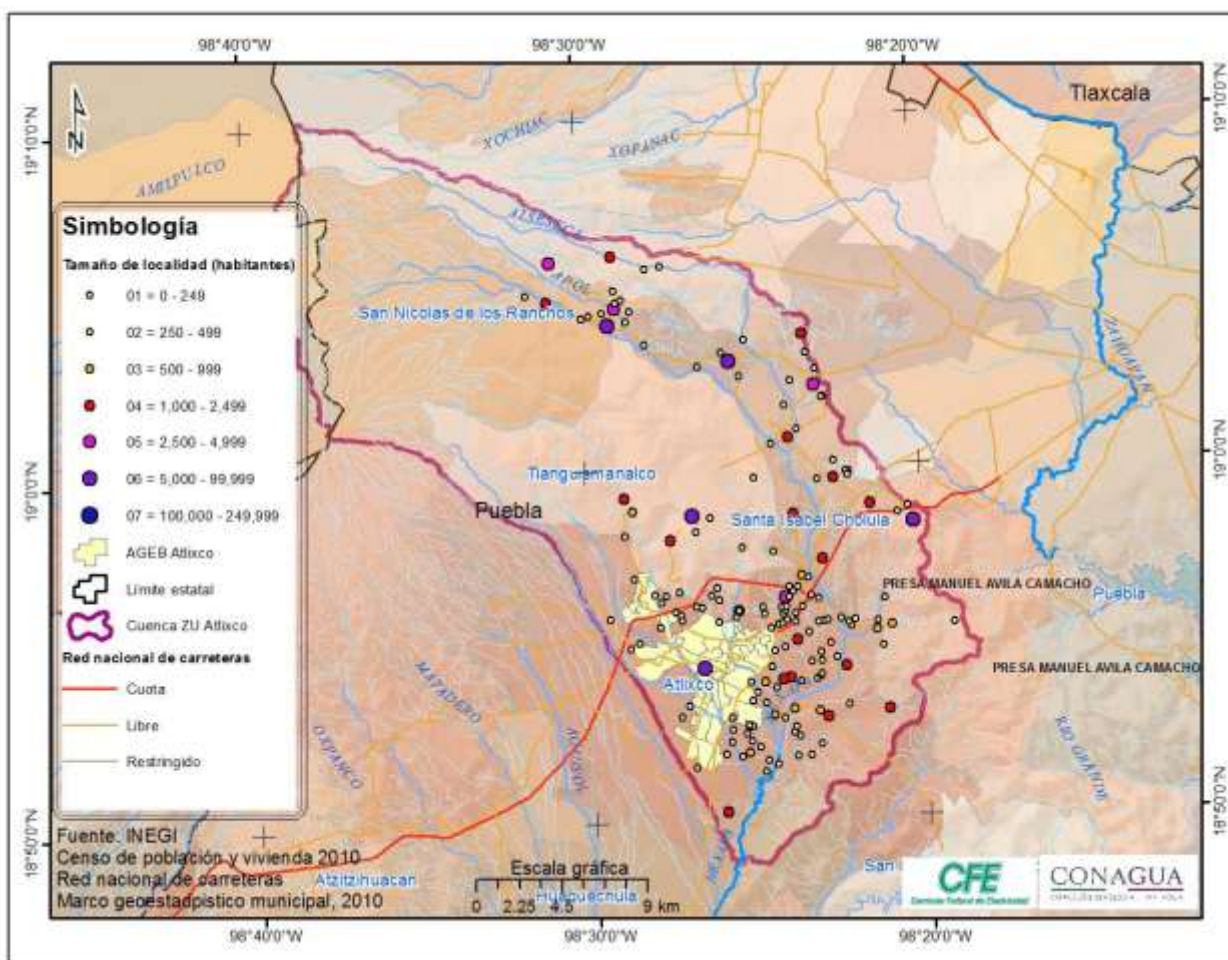


Figura 3-4. Distribución espacial de las localidades en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

### 3.2.2 Marginación por localidad

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) considera tres dimensiones de la marginación de las localidades: educación, vivienda e ingreso. Dichas dimensiones e indicadores socioeconómicos empleados para su medición son en base al censo de población y vivienda 2010 de INEGI y son los siguientes: educación; a) porcentaje de población de 15 años o más analfabeta, b) porcentaje de

población de 15 años o más sin primaria completa. Vivienda; c) porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado, d) porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica, e) porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada, f) promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas, g) porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra y h) porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador.

En la Figura 3-5 se muestra que el 44.5% de las localidades de la cuenca de la zona urbana (con información) tienen un grado de marginación alto, el 1.8% un grado medio, el 0.2% un grado muy alto, 50.0% bajo y 3.5% muy bajo.

La localidad de Atlixco presenta un grado bajo de marginación.

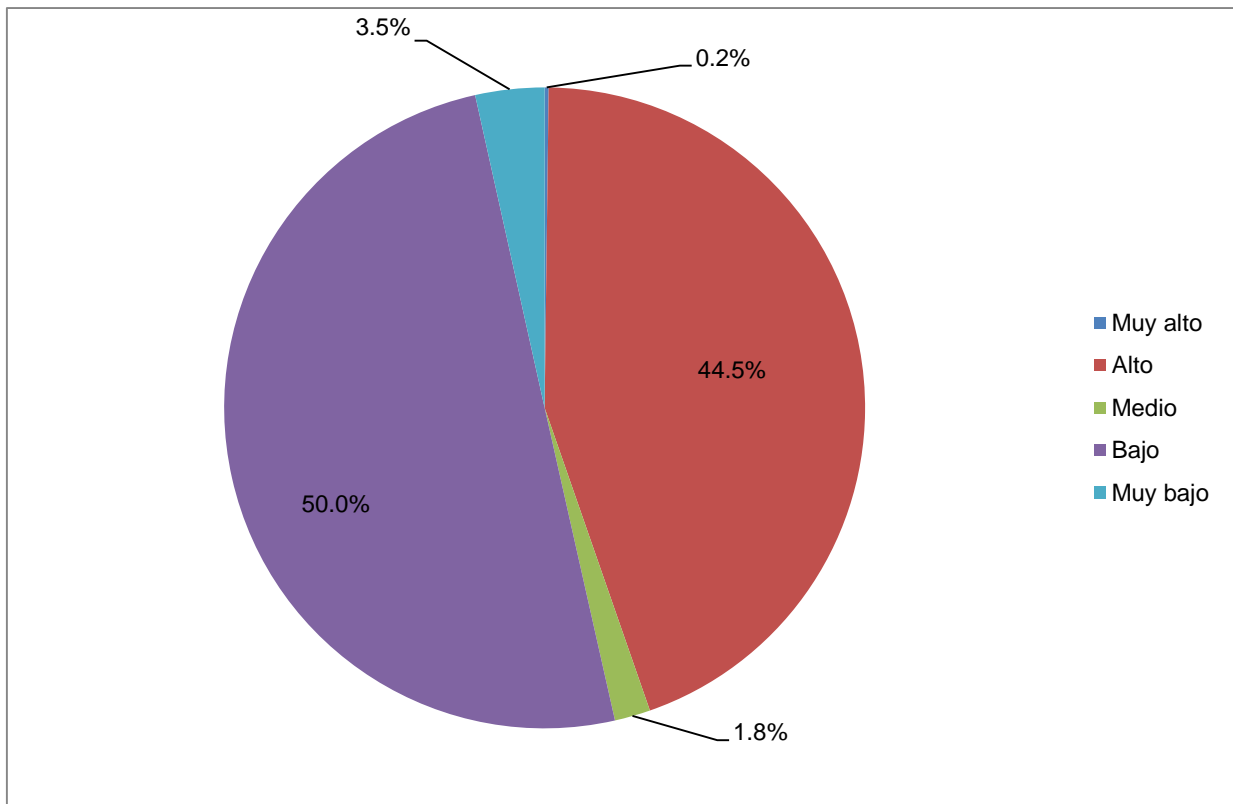


Figura 3-5. Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

En la Figura 3-11 se observa la notoria cantidad de localidades con un bajo grado de marginación en las cuales se concentra el 50.0% de la población de la cuenca con 86,728 personas y en menor proporción la existencia de localidades con muy alta marginación en las cuales se concentra el 0.2% de la población de la cuenca con 374 personas.

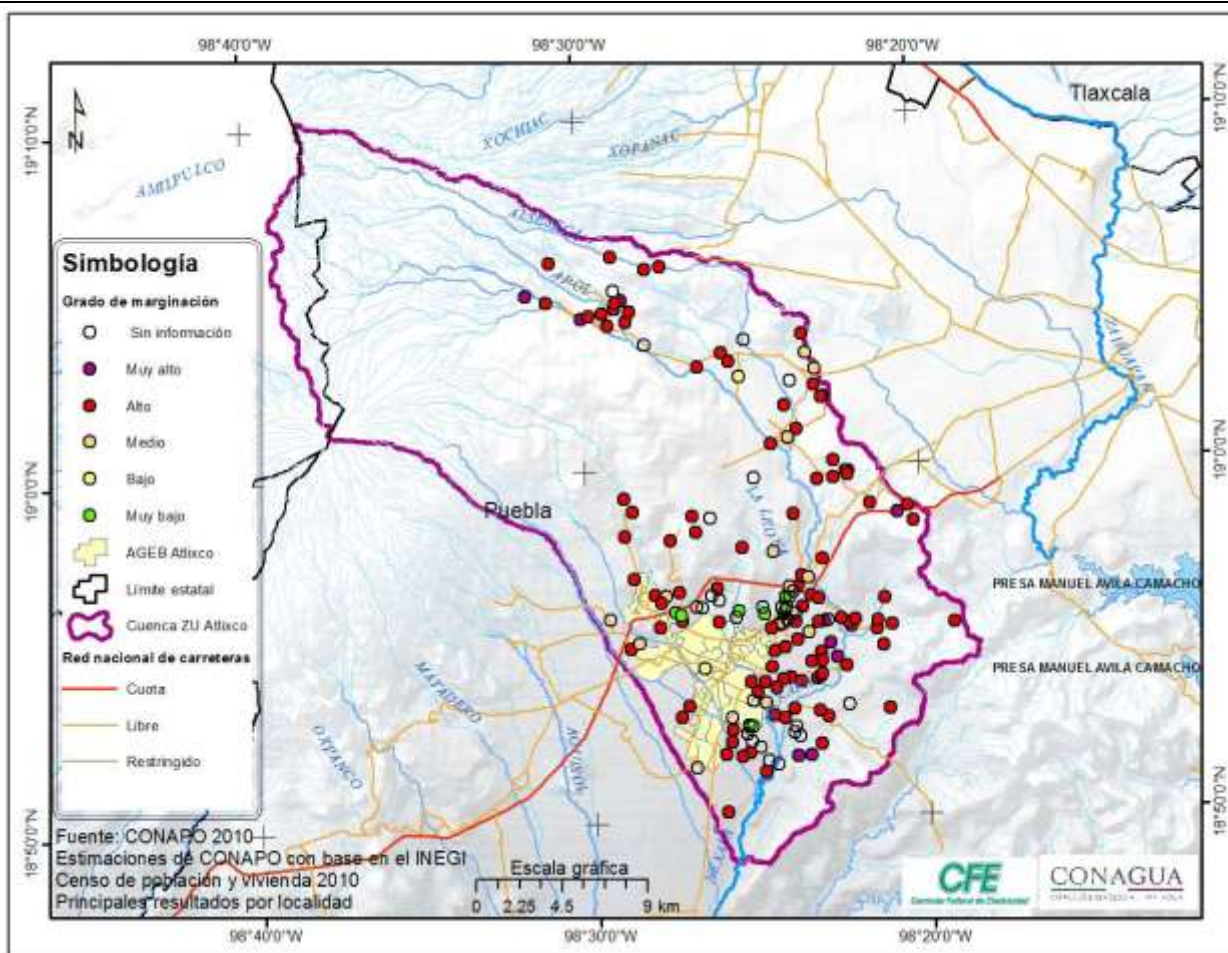


Figura 3-6. Grado de marginación por localidad en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

La localidad de Atlixco concentra el 50% de la población de la cuenca, es decir 86,690 personas que presentan un bajo grado de marginación.

Se observa también que algunas de las localidades cercanas a la cabecera municipal presentan un grado muy bajo, a pesar de que algunas de ellas son localidades menores a 244 habitantes, pero la cercanía a un centro urbano facilita la accesibilidad a servicios, infraestructura y educación, lo contrario a los asentamientos aislados.

### 3.2.3 Economía

#### Valor agregado censal bruto a nivel municipal

El valor agregado censal bruto se define como: “el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica”. Esta variable se refiere al valor de la producción que añade la actividad económica en su proceso productivo.



Los censos económicos 2014 del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), registraron que, en el municipio de Atlixco, Puebla los tres sectores más importantes en la generación del valor agregado censal bruto fueron el comercio al por menor, las industrias manufactureras, y el comercio al por mayor, que generaron en conjunto el 66% del total del valor agregado censal bruto registrado en 2014 en el municipio.

Tabla 3-1. Sectores con mayor valor agregado censal bruto en Atlixco, Pue.

<b>Sectores con mayor valor agregado censal bruto</b>	
<b>Atlixco, Puebla 2014. (Millones de pesos).</b>	
Sector	Valor agregado censal bruto
46 Comercio al por menor	454.86
31 - 33 Industrias manufactureras	162.41
43 Comercio al por mayor	136.44
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	99.93
52 Servicios financieros y de seguros	72.83
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	43.88
48 - 49 transportes, correos y almacenamiento	43.36
61 Servicios educativos	36.62
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	25.73
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	22.31
62 Servicios de salud y de asistencia social	20.73
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	13.30
51 Información en medios masivos	7.46
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	4.76
<b>TOTAL</b>	<b>1,144.62</b>

*Población Económicamente Activa (PEA) y población ocupada en el Municipio de Atlixco, Puebla.*

Durante la encuesta del censo 2010 de INEGI, la Población Económicamente Activa (población de 12 años y más disponible para producir bienes y servicios) en el Municipio de Atlixco fue de 101,232 personas. Al interior de la PEA es posible identificar a la población que estuvo participando en la generación de algún bien económico o en la prestación de un servicio (población ocupada), la cual fue de 97,570 personas.

Al considerar a la población ocupada con relación al sector económico en el que labora, se identificó que en base a la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI, la zona urbana de Atlixco cuenta con 8,257 unidades económicas (empresas o negocios)

a 2016 y su distribución por actividades económicas revela un predominio de unidades económicas dedicadas al comercio al por menor, siendo esta el 45.28% del total de las empresas de la localidad.

Tabla 3-2. Unidades económicas en Atlixco, Pue.

Unidades Económicas en el Municipio Atlixco, Puebla		
Sector	Número de Unidades	%
(46) Comercio al por menor	3,739	45.28
(81) Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1,071	12.97
(31 - 33) Industrias manufactureras	1,003	12.15
(72) Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	930	11.26
(62) Servicios de salud y de asistencia social	316	3.83
(61) Servicios educativos	202	2.45
(43) Comercio al por mayor	170	2.06
(56) Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	150	1.82
(54) Servicios profesionales, científicos y técnicos	136	1.65
(53) Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	134	1.62
(71) Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	119	1.44
(93) Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	107	1.30
(52) Servicios financieros y de seguros	78	0.94
(48 - 49) Transportes, correos y almacenamiento	60	0.73
(51) Información en medios masivos	24	0.29
(22) Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	9	0.11
(23) Construcción	9	0.11
<b>TOTAL</b>	<b>8,257</b>	<b>100.00</b>

### 3.3 Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca

#### 3.3.1 Fisiografía

El relieve es la forma en que se presenta la superficie de la Tierra. En México, es extremadamente variado, ya que se puede encontrar desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones entre otras formaciones. No obstante, el conocimiento fisiográfico de una región implica, además de la identificación de los principales rasgos del relieve, la explicación de los procesos que intervinieron en su modelado y que han conformado su aspecto actual.

Las provincias fisiográficas son regiones en las cuales el relieve es el resultado de un conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de origen geológico y de igual manera del uso de suelo y vegetación que sustenta.

Para una mejor comprensión y estudio de esta diversidad estructural, la Dirección General de Geografía del INEGI, determinó una división en 15 regiones fisiográficas, que se distribuyen en entre las Sierras y Llanuras del país.

De acuerdo con esta clasificación del INEGI, a grandes rasgos, la provincia fisiográfica donde se localiza la zona urbana de Atlixco, es la denominada provincia del Eje Neovolcánico, tal como se observa en la Figura 3-7. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos, 2001).



Figura 3-7. Fisiografía en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

En la figura anterior, se observan las subprovincias de Sierras Orientales, Lagos y Volcanes de Anáhuac, Sierras del Sur de Puebla, Sierras Centrales de Oaxaca. A continuación, se describe de manera general la Provincia del Eje Neovolcánico.

**Provincia Eje Neovolcánico:** Se conoce también como la Sierra Volcánica Transversal, es una de las provincias que consta con mayor variación de relieve y tipos de rocas. Su extensión empieza desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Iniciando en la Costa Occidental desde la desembocadura del río Grande Santiago hasta la Bahía de Bandera, continuando hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para continuar sobre el paralelo 19° N, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud.



Es la cordillera más alta del país. Limitando a la Sierra Madre Oriental y Occidental y del Sur. Esta importante provincia determina el límite físico entre el Norte del continente y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

(INEGI, [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf), 2008).

### 3.3.1.1 Rasgos fisiográficos

La zona urbana de Atlixco, Puebla, se encuentra influenciada por el parque nacional Popocatepetl e Iztaccíhuatl con una superficie de 90 mil Ha que abarcan parte de los estados de México, Puebla y Morelos. Este parque está conformado por la segunda y tercera cumbre de México, los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. (Figura 3-8).



Figura 3-8. Al fondo el volcán Popocatepetl y en frente el volcan iztaccíhuatl, Pue<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Imagen tomada de la página: <http://puebla.travel/es/ver-hacer/sitios-de-interes/espacios-naturales/item/parque-nacional-iztaccihuatl-popocatepetl#PhotoSwipe1474296134486>

El icónico Popocatepetl, el Popo, tiene una altura de 5,542 m, su cono es de tipo estromboliano y se cree que se formó hace 12 millones de años. Su actividad vulcanológica continua le valió su nombre, que en náhuatl significa "monte que humea". La fumarola advierte que está actualmente activo. A su lado, el Iztaccíhuatl, que, de acuerdo a su nombre en náhuatl, posee la silueta de una mujer dormida. Su altitud se estima en 5,220 m, (Figura 3-9).



Figura 3-9. Volcán Popocatepetl, cercano a la zona urbana de Atlixco, Pue<sup>10</sup>.

La ciudad de las flores se ubica en las faldas del volcán Popocatepetl, por lo que es frecuente la presencia de manantiales y escurrimientos, la existencia de agua y la cercanía del volcán generan un clima catalogado como el mejor mundo más aun considerando que el volcán Iztaccíhuatl contribuye generando los escurrimientos que pasan cercanos a la zona urbana de Atlixco.

### 3.3.2 Relieve

De acuerdo con la información de INEGI 2013, la cuenca de la zona urbana de Atlixco, cuenta con un relieve que va del orden de los 1,385 a los 4,000 msnm, existiendo valores superiores a los 4,000 msnm para las partes montañosas. Se ha clasificado de acuerdo a la Figura 3-10, en 9 rangos. (INEGI. Continuo de elevación Mexicano, 2013).

<sup>10</sup> Imagen tomada de la página: <http://www.puebla.travel/es/atlixco>

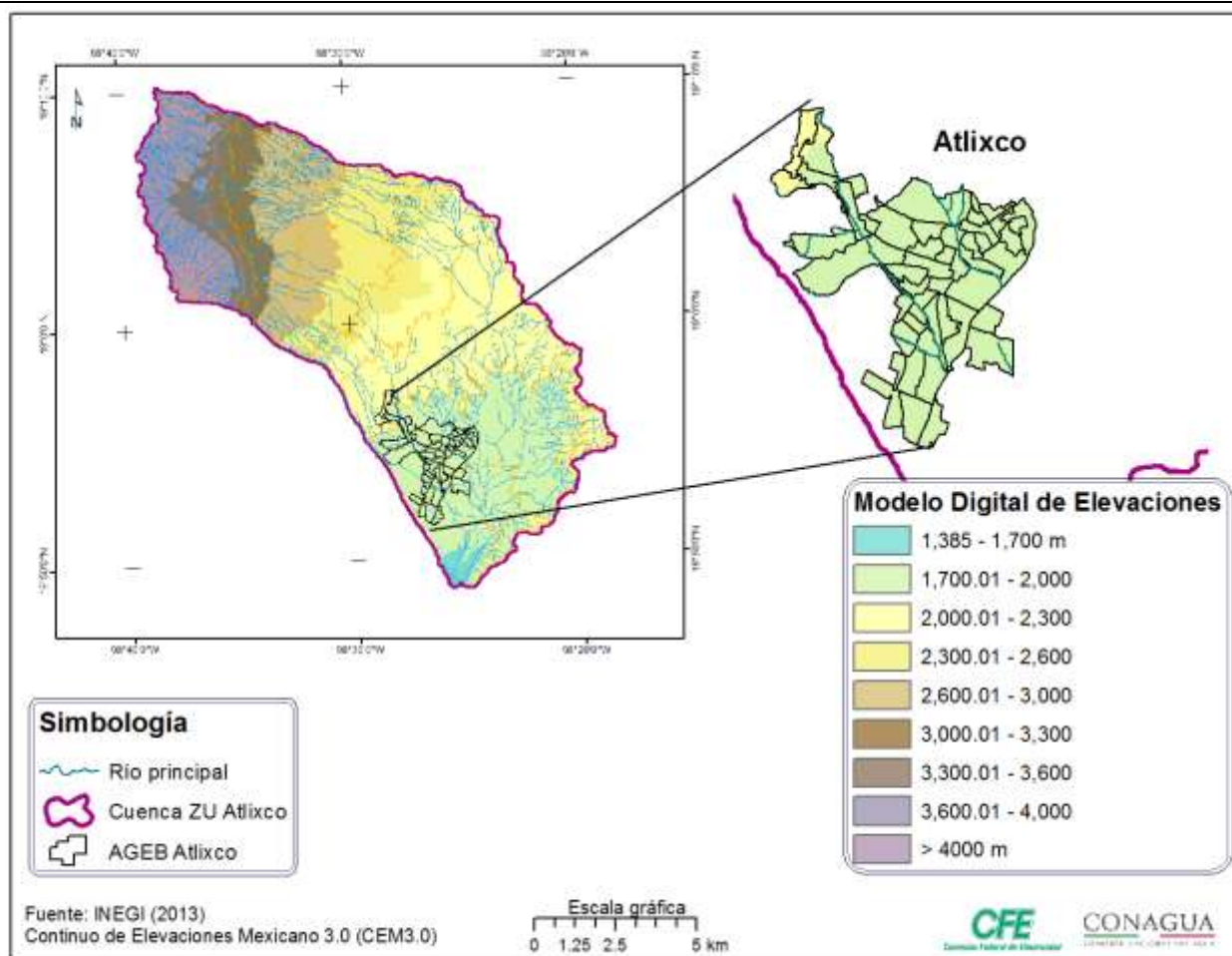


Figura 3-10. Relieve en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

Como se puede observar en la Figura 3-10, el relieve de la zona urbana de Atlixco, se encuentra entre el rango de 1,800 a 2,100 msnm. Por tanto, se puede deducir que el promedio en la zona es de 2,000 msnm<sup>11</sup>.

### 3.3.3 Áreas naturales protegidas

A nivel federal existen reservas de la biosfera, parques y monumentos nacionales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios. A nivel estatal, se busca tener áreas de conservación, restauración, parques ecológicos naturales y urbanos, reservas patrimoniales, santuarios y zonas sujetas a reservas ecológicas.

Estas áreas además de ser importantes por la biodiversidad que presentan, son de interés para la CONAGUA ya que sirven en algunos casos como fuentes de abastecimiento y en otros, se utilizan como cuerpos receptores de descargas, de allí que se tenga que trabajar en conjunto para su conservación.

<sup>11</sup> INEGI 2013, Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM, 3.0).



En la cuenca asociada a la zona urbana de Atlixco, se puede apreciar que existe una extensa Área Natural Protegida (ANP) denominada Iztaccíhuatl-Popocatepetl. (Figura 3-11). (CONANP, 2016).

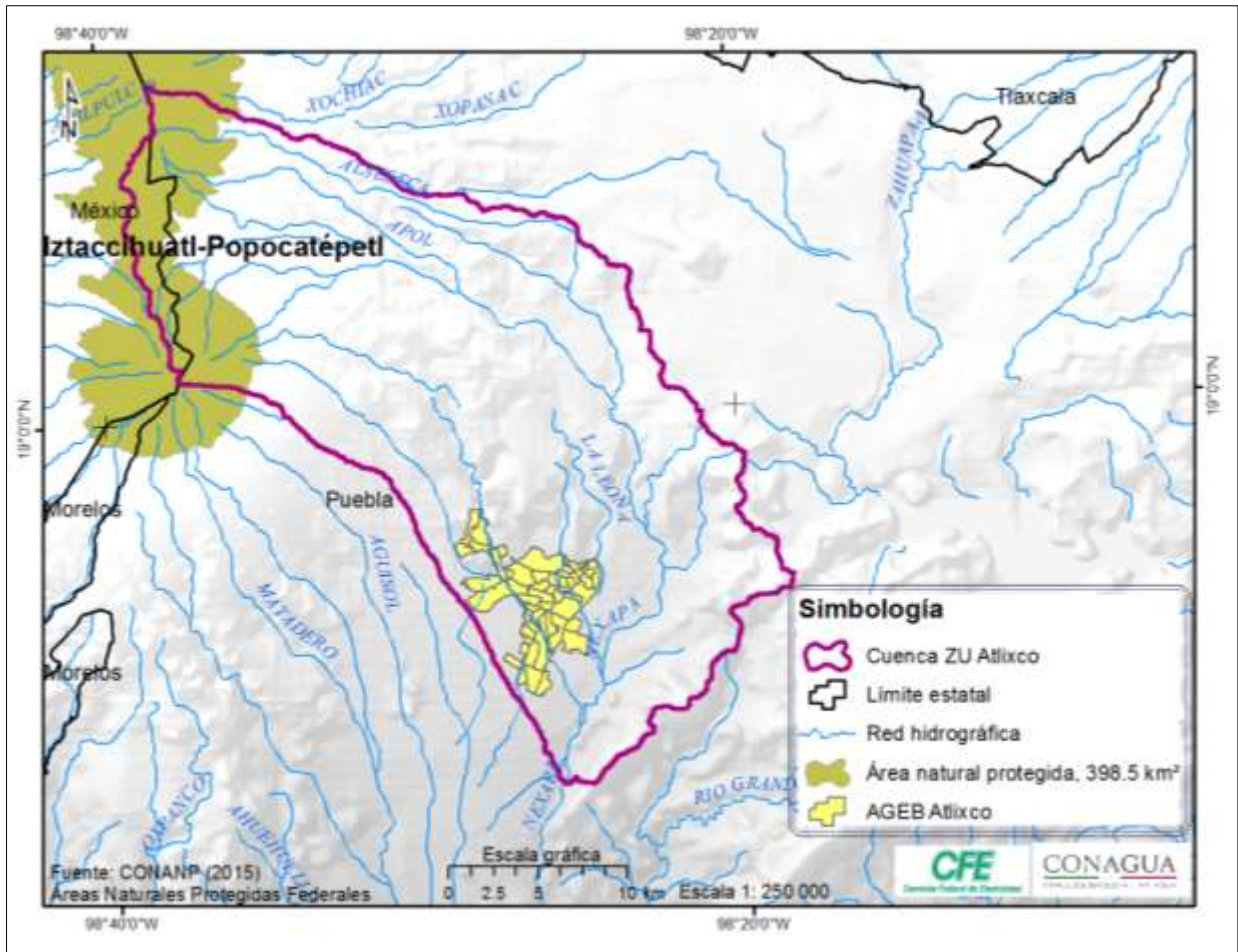


Figura 3-11. Área natural protegida (Iztaccíhuatl -Popocatepetl) en la cuenca de la zona de Atlixco, Pue.

La ANP Iztaccíhuatl-Popocatepetl, está delimitada entre los estados de Puebla, Morelos y México, y aproximadamente la mitad del área de esta reserva, se encuentra en la cuenca de la zona urbana de Atlixco.

En el área se encuentran distintos tipos de vegetación como bosque de encino y bosque de encino-pino. Cuenta con gran diversidad biológica importante, encontrándose 181 especies de aves. Los principales climas que se presentan son templados húmedo y subhúmedo.

Como se puede observar en la figura anterior, la ANP Iztaccíhuatl-Popocatepetl, se ubica distante de la zona urbana, sin embargo, se resalta la importancia que tienen las áreas de protección en la región.

El parque nacional Popocatepetl e Iztaccíhuatl comprende un área de 90 mil Ha que abarcan parte de los estados de México, Puebla y Morelos. Este parque está conformado por la segunda y tercera cumbre de México, los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, en esta zona la vegetación está dominada por bosques de pinos, encinos y los prados de altura.

El Popocatepetl, tiene una altura de 5,542 m, su cono es de tipo estromboliano y se le adjudica una antigüedad de 12 millones de años. Su actividad vulcanológica continua le valió su nombre, que en náhuatl significa "monte que humea". La fumarola advierte que está actualmente activo. A su lado, el Iztaccíhuatl, que, como lo dice su nombre en náhuatl, posee la silueta de una mujer dormida con una altitud de 5,220 m.

### 3.3.4 Uso de suelo

De acuerdo con la clasificación del INEGI, la cuenca de aportación a la zona urbana de Atlixco, Puebla, está conformada por diversos usos de suelo y vegetación, mismos, que se muestran en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Cobertura de uso de suelo y vegetación de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.  
(INEGI, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/usuarios/>, 2011).

Uso de suelo y vegetación	Área, km <sup>2</sup>	%
Agricultura de riego anual y semipermanente	148.29	22.08
Agricultura de temporal anual	132.21	19.68
Agricultura de temporal anual y permanente	61.84	9.21
Agricultura de temporal anual y semipermanente	1.65	0.25
Asentamientos humanos	11.64	1.73
Bosque de encino	13.05	1.94
Bosque de oyamel	3.96	0.59
Bosque de pino	75.56	11.25
Bosque de pino-encino	16.93	2.52
Palmar inducido	0.07	0.01
Pastizal inducido	19.24	2.86
Pradera de alta montaña	21.02	3.13
Sin vegetación aparente	14.69	2.19
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	15.76	2.35
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	17.81	2.65
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	81.94	12.20
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	1.05	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	4.79	0.71
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	13.44	2.00
Zona urbana	16.80	2.50
	<b>671.70</b>	<b>100.00</b>

En la Figura 3-12, se ilustra los diferentes usos de suelo y vegetación que conforman la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Puebla. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, 2011).

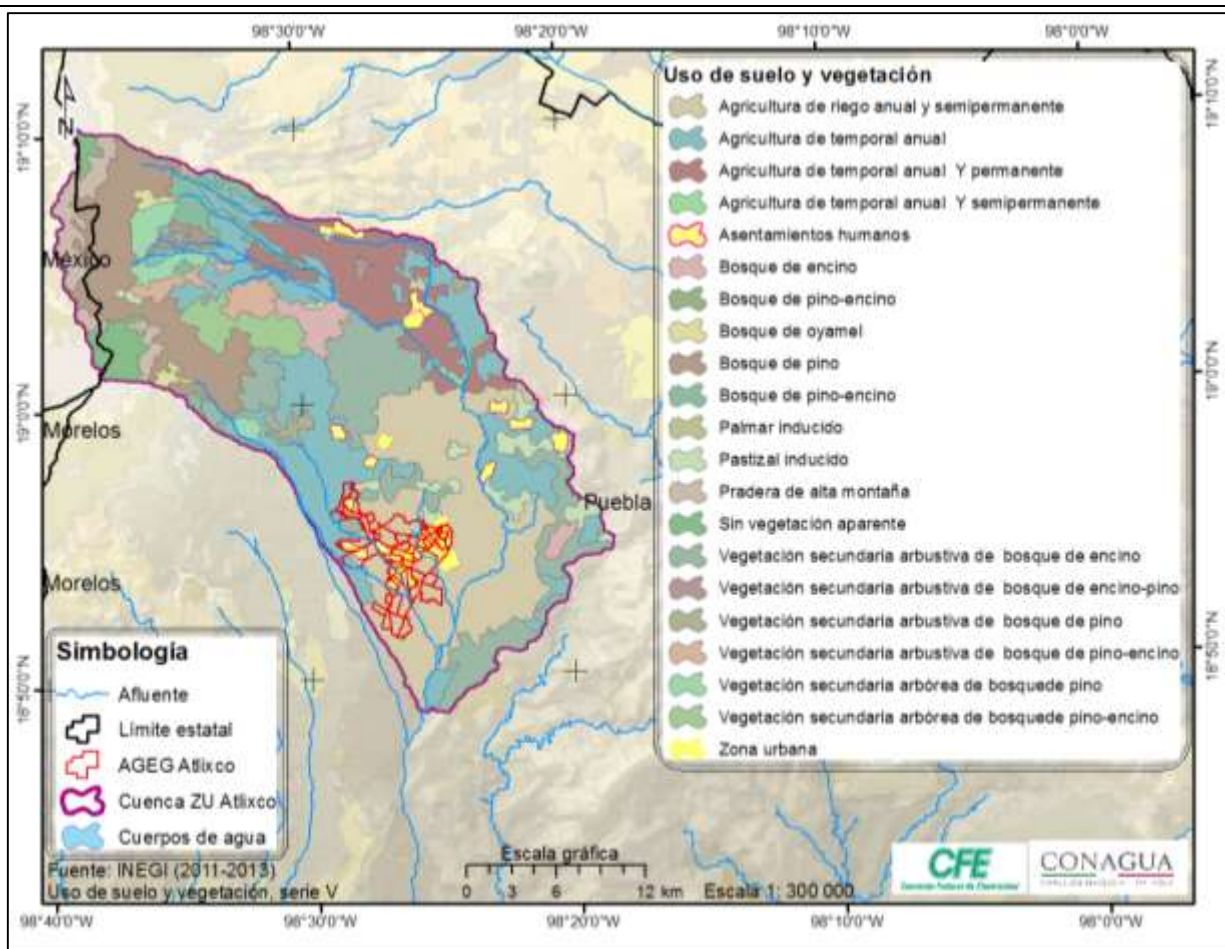


Figura 3-12. Uso de suelo y vegetación en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

### 3.3.5 Climas

El clima es la suma total de los fenómenos meteorológicos, como la temperatura del aire, la presión atmosférica, vientos y humedad que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre.

En México, los climas son diversos, desde los muy cálidos en las costas, los secos en la parte central y norte, y los templados en las sierras, en cuyas cumbres más altas encontramos a los fríos polares. La clasificación que se ha adoptado en este país, es la de *Koppen*, con la adaptación de *Enriqueta García*. (Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México). (<http://www.inegi.org.mx/inegi/>, 2008).

De acuerdo con el INEGI, en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, el clima que prevalece es Semiseco-semicálido, tal como se observa en la Figura 3-13. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales y unidades climáticas, 2008).



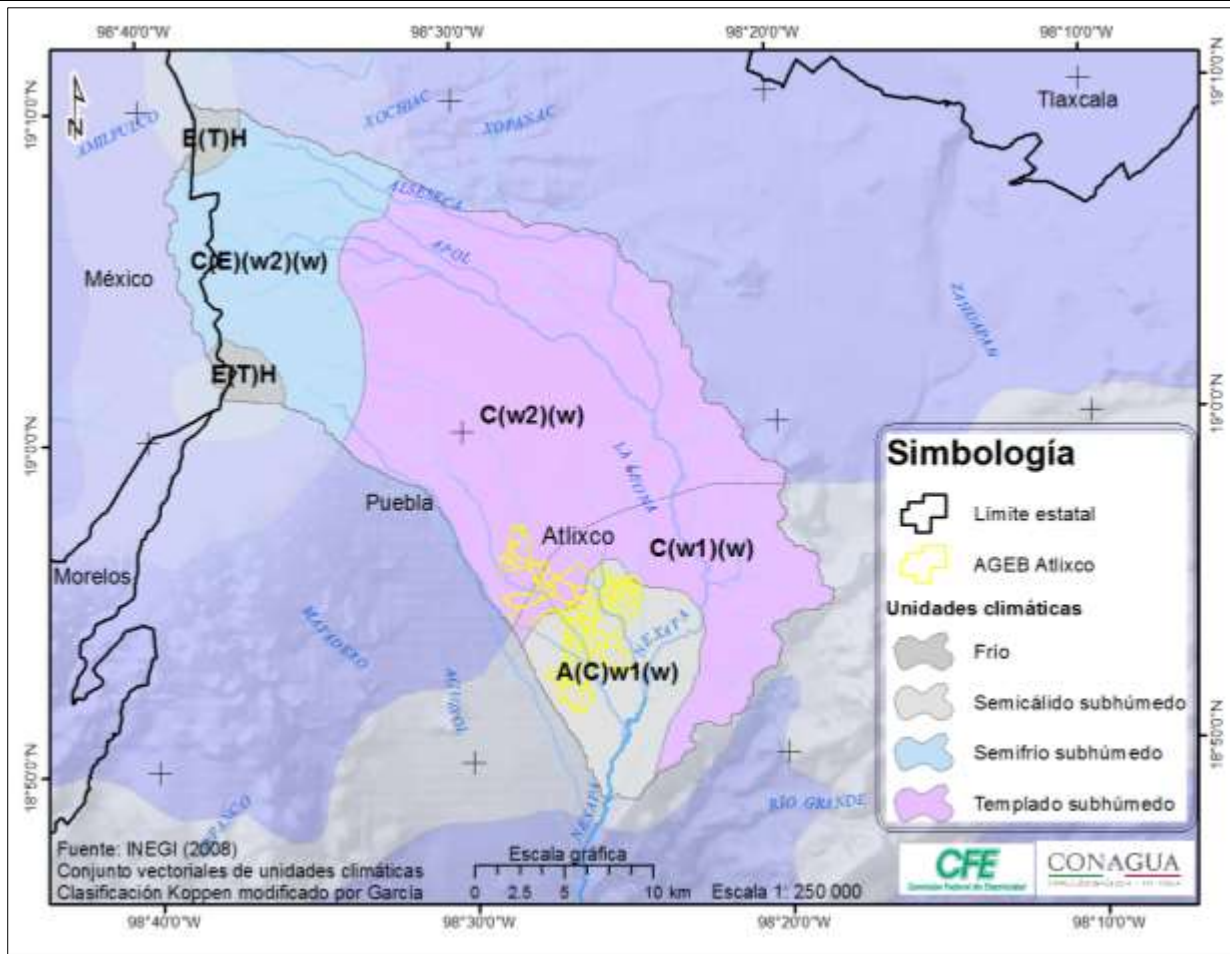


Figura 3-13. Clima en la cuenca de la zona urbana Atlixco, Pue.

Se le denomina también seco estepario y se caracteriza porque en él la evaporación excede a la precipitación; está asociado a comunidades vegetativas del tipo matorral desértico y crasicuale (nopalera, cardonal, etc.).

### 3.3.6 Temperatura

La temperatura media anual registrada para la zona urbana de Atlixco y su cuenca asociada, es de un solo tipo: Templado. La Figura 3-14, muestra dicha clasificación.



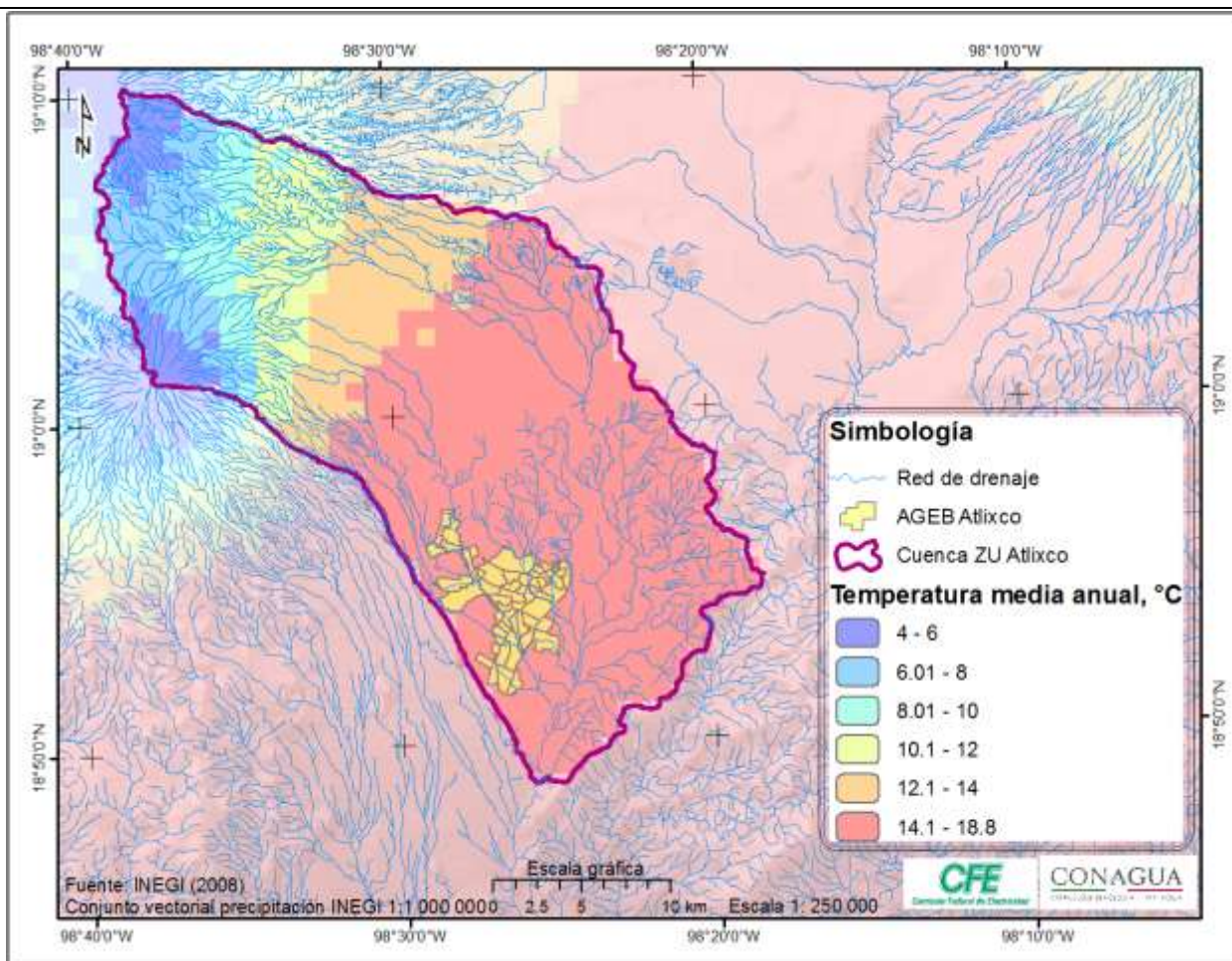


Figura 3-14. Temperatura media anual en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

La temperatura media anual en la zona urbana se encuentra entre los 14° y 19°C, mientras que para el resto de la cuenca se puede decir que la temperatura media está entre los 4° y 19°C.

### 3.3.7 Precipitación

Las precipitaciones medias anuales que se presentan en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, varían desde los 822 a los 1,200 mm, específicamente en la zona urbana, se observa que la precipitación varía entre los 850 y 986 mm<sup>12</sup>.

La Figura 3-15, presenta estas variaciones de precipitación en la cuenca. (CONAGUA, www.conagua.gob.mx, 2016).

<sup>12</sup> INEGI, 2008, Conjunto vectorial de precipitación, escala 1:1,000,000

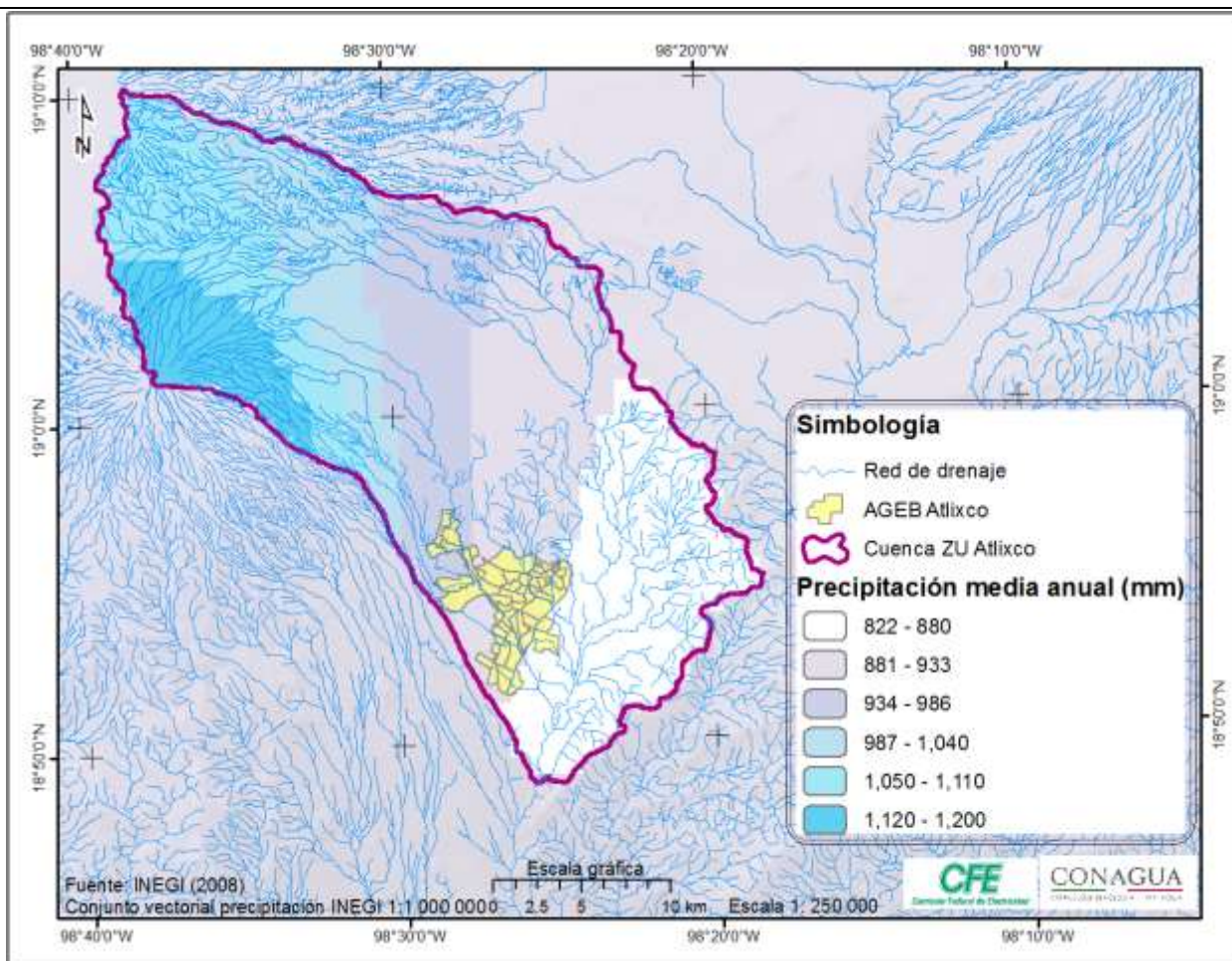


Figura 3-15. Precipitación media anual en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

### 3.3.8 Regiones hidrológicas

De acuerdo con las ‘Estadísticas del Agua en México’, Edición 2005, elaboradas por la Comisión Nacional del Agua, una región hidrológica se puede definir como:

*“Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento”.*

Para la realización de estudios hidrológicos y de la calidad del agua, se divide la República Mexicana en 37 Regiones Hidrológicas. El estado de Puebla contiene cuatro regiones Hidrológicas; Balsas, Norte de Veracruz, Papaloapan y Pánuco.

La zona urbana del municipio de Atlixco, se localiza dentro de la región hidrológica-administrativa 18; Balsas, dentro de la cuenca del río Atoyac (Figura 3-16). Esta se localiza en la zona centro del país. Se encuentra entre los meridianos 97° 12' y 103° 10' de longitud oeste, y entre los paralelos 17° 04' y 19° 58' de latitud norte (Figura 3-16).



El área de la cuenca de la Región Hidrológica Administrativa 18, es de 117,204 km<sup>2</sup>.

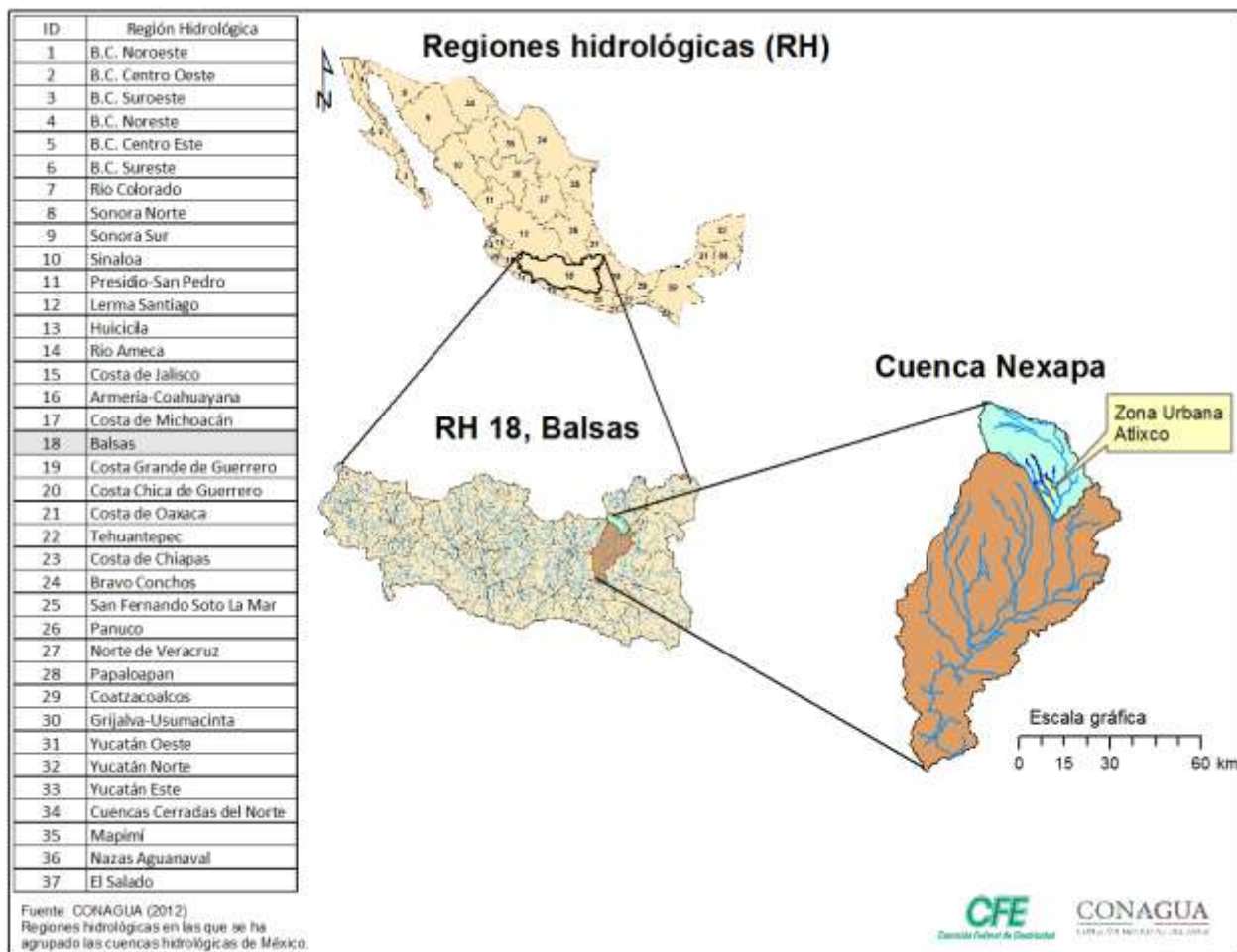


Figura 3-16. Región hidrológica a la que pertenece la cuenca de la zona urbana de Atlixco,Pue.

El área de la cuenca del río Atoyac, donde se encuentra la zona urbana de Atlixco es de 31,480 km<sup>2</sup>, el área de la subcuenca del río Nexapa es de 4,440.54 km<sup>2</sup>, mientras que el área de la cuenca de influencia a la zona urbana Atlixco es de 671.70 km<sup>2</sup>.

### 3.3.9 Humedales

Dentro de la cuenca de la zona urbana no se encuentran humedales.

## 3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación

### 3.4.1 Cauces

El cauce principal de la cuenca, es el río Nexapa que cambia de nombre conforme se recorre hacia su inicio que es el parteaguas, los afluentes del río Nexapa atraviesan la zona urbana de Atlixco.

La zona urbana es regada por las corrientes temporales, originadas por deshielos del volcán Popocatepetl y forman una gran cantidad de barrancas al Noroeste y son afluentes del río Nexapa, río permanente que cruza por la mitad del valle de Atlixco. Los afluentes importantes son: el Cuescomate que cruza la ciudad de Atlixco, el río Molino y el río Palomas. Concluyendo con la gran

diversidad de recursos hidrográficos con que cuenta la zona urbana tanto para la agricultura como para diversión.

En la Figura 3-17, se puede observar la hidrografía de la zona rural de Atlixco, Puebla. (INEGI. Red hidrográfica, serie II, 2010).

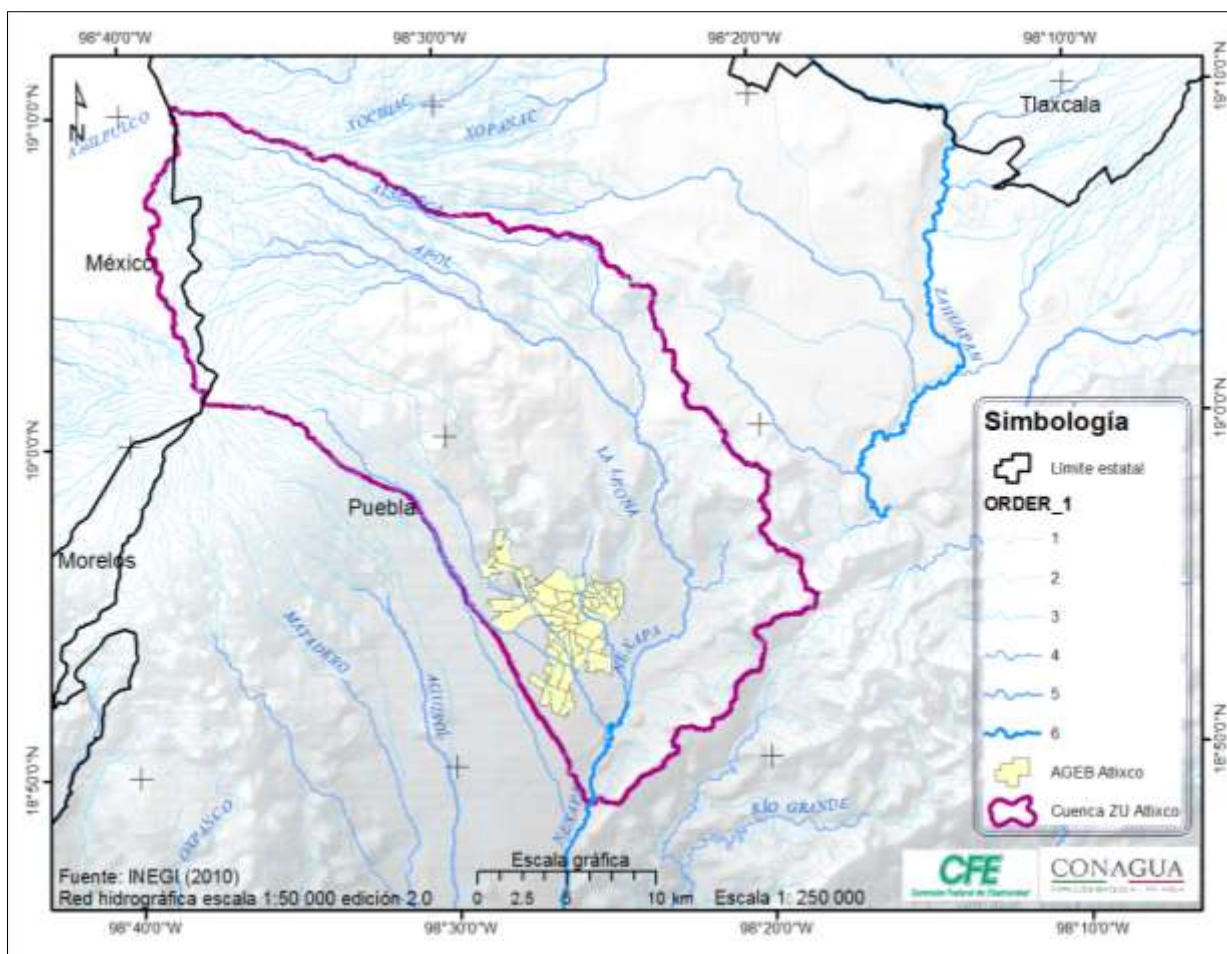


Figura 3-17. Hidrografía en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

### 3.4.2 Pendientes

En la cuenca de la zona urbana de Atlixco, las pendientes se encuentran en el entre los cero grados hasta pendientes mayores de 30°.

En términos generales, la cuenca presenta una pendiente media de 8.52° la cual predomina de igual forma en el área urbana.

La Figura 3-18, muestra la clasificación del rango de pendientes en la cuenca.

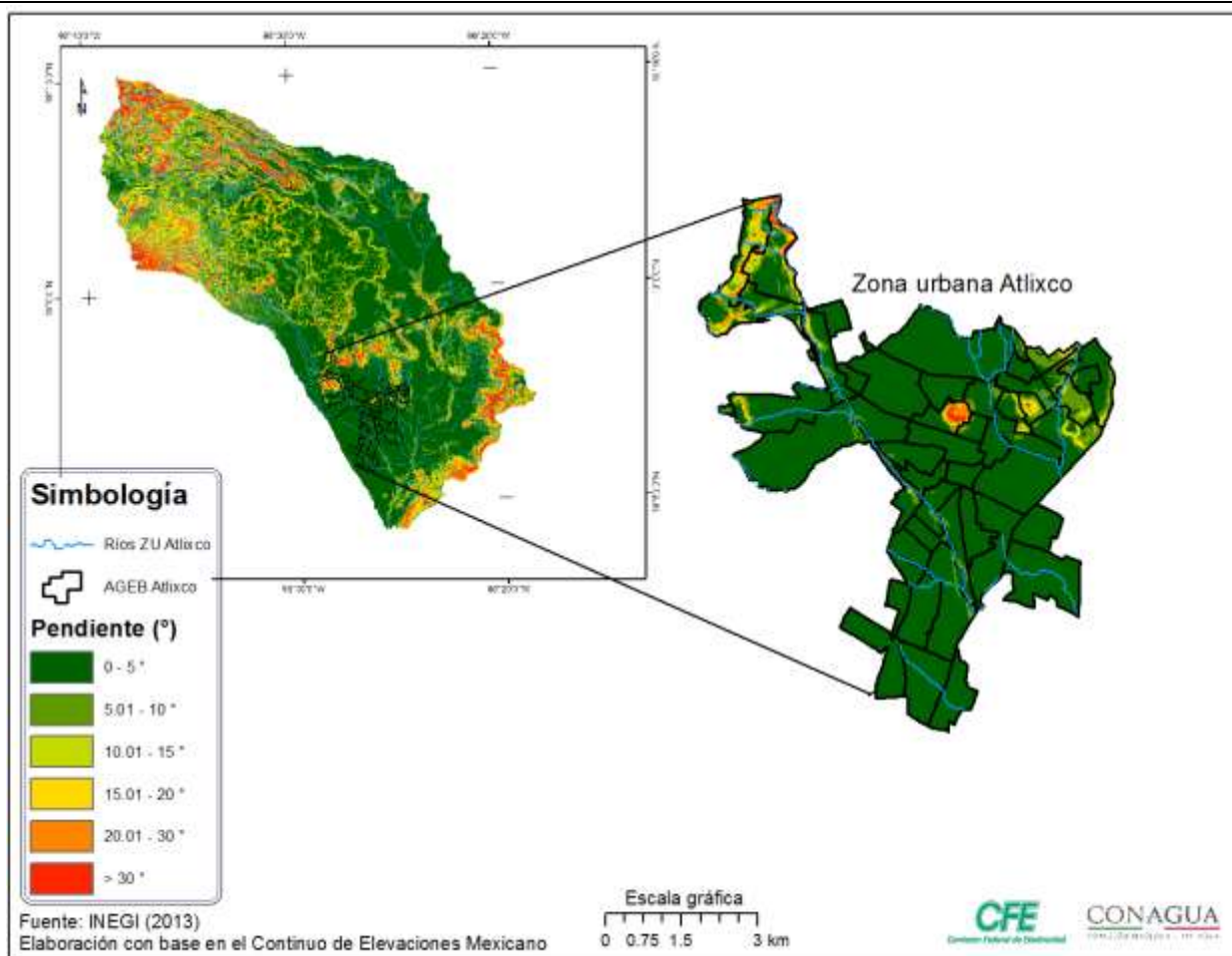


Figura 3-18. Pendientes en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

### 3.4.3 Geología

La cuenca de la zona urbana de Atlixco, presenta una gran diversidad geológica, con diferentes tipos de roca que se muestran en la Figura 3-19. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales geológicos, 2013).

Se aprecia que la roca Ígnea extrusiva es la de mayor predominancia en la cuenca de la zona urbana, ya que ocupa una superficie de 531 km<sup>2</sup>, esto es, 79.02% de la cuenca. La roca Ígnea Extrusiva se compone de Basalto, Riolita y Riolita-Toba Ácida.

La Roca Sedimentaria, se compone de Arenisca, Arenisca-Conglomerado, Brecha sedimentaria, Conglomerado, y ocupa una superficie de 463 km<sup>2</sup> (16.70%), mientras que el suelo Aluvial, Cuerpo de Agua y Asentamientos humanos abarcan el 17.39% de la cuenca. El resto de la cuenca, se compone de roca Ígnea Intrusiva y Metamórfica.

Los porcentajes geológicos por tipo de roca en la cuenca, se muestran en la Tabla 3-4.



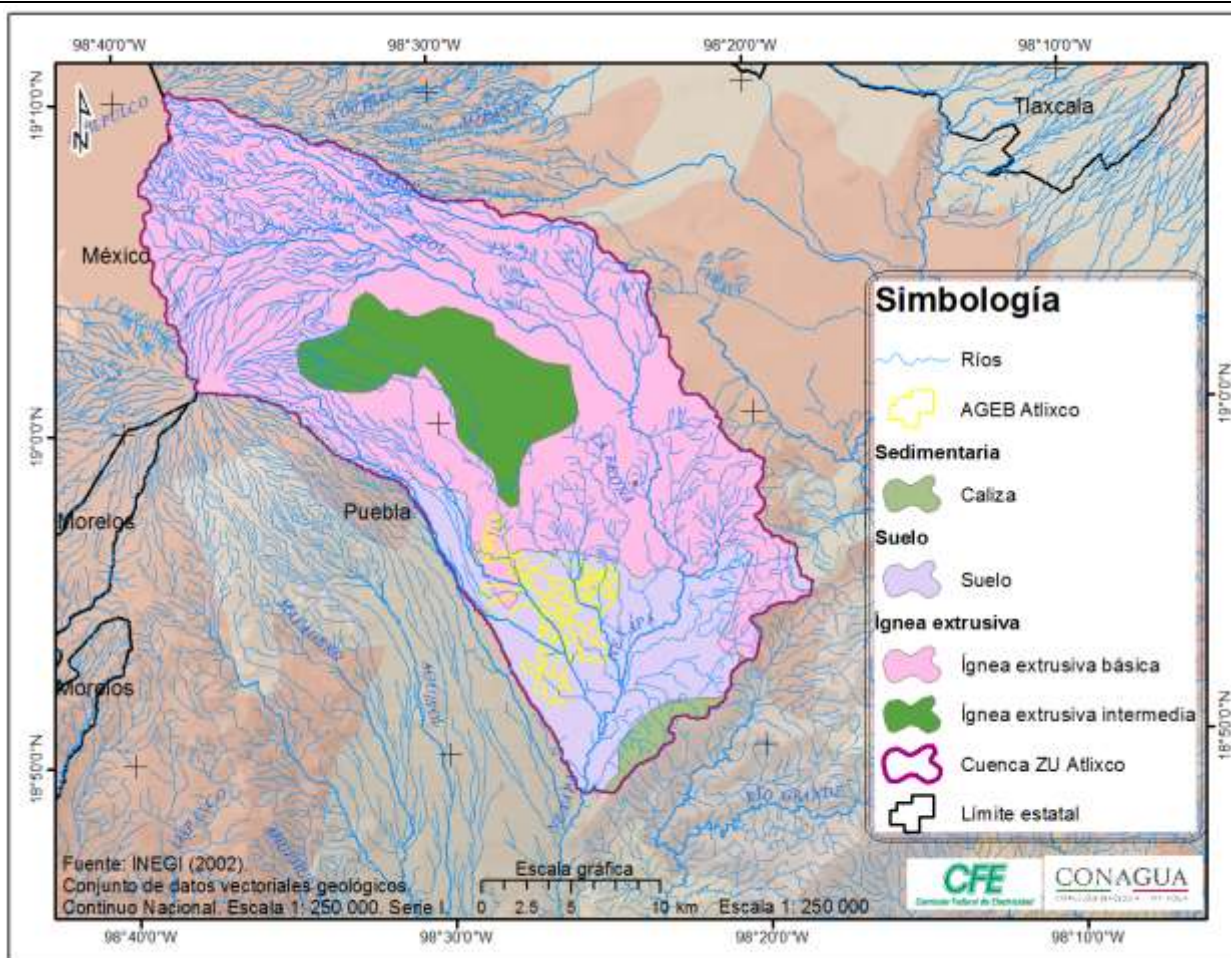


Figura 3-19. Geología en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

Tabla 3-4. Tipos de Geología de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

Clase	Tipo	Área, km <sup>2</sup>	%
Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	442.51	65.88
N/A	N/A	129.71	19.31
Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	14.11	2.10
Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	74.44	11.08
N/A	N/A	1.45	0.22
Sedimentaria	Caliza	9.43	1.40
		<b>671.70</b>	<b>100.00</b>

### 3.4.4 Degradación

En este apartado se muestra la ubicación de los tipos de degradación de suelo causada por diversos factores naturales y por actividades antropogénicas, en la cuenca y zona urbana de Atlixco, Puebla.

Entre los principales factores que causan la erosión hídrica son inundaciones, escurrimientos, sedimentación, entre otros. Mientras que los tipos de degradación química se deben a la salinización del suelo, contaminación, eutricación y pérdida de nutrientes.

Por su parte, la degradación física se distingue por la compactación de estructura del suelo, encostramiento y sellamiento, hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva.

Es importante señalar, que los principales procesos de degradación del suelo, están en función de la reducción de la productividad de los terrenos.

En la Figura 3-20, se muestra la ubicación de los tipos de degradación de suelo en la cuenca de la zona urbana de Atlixco.

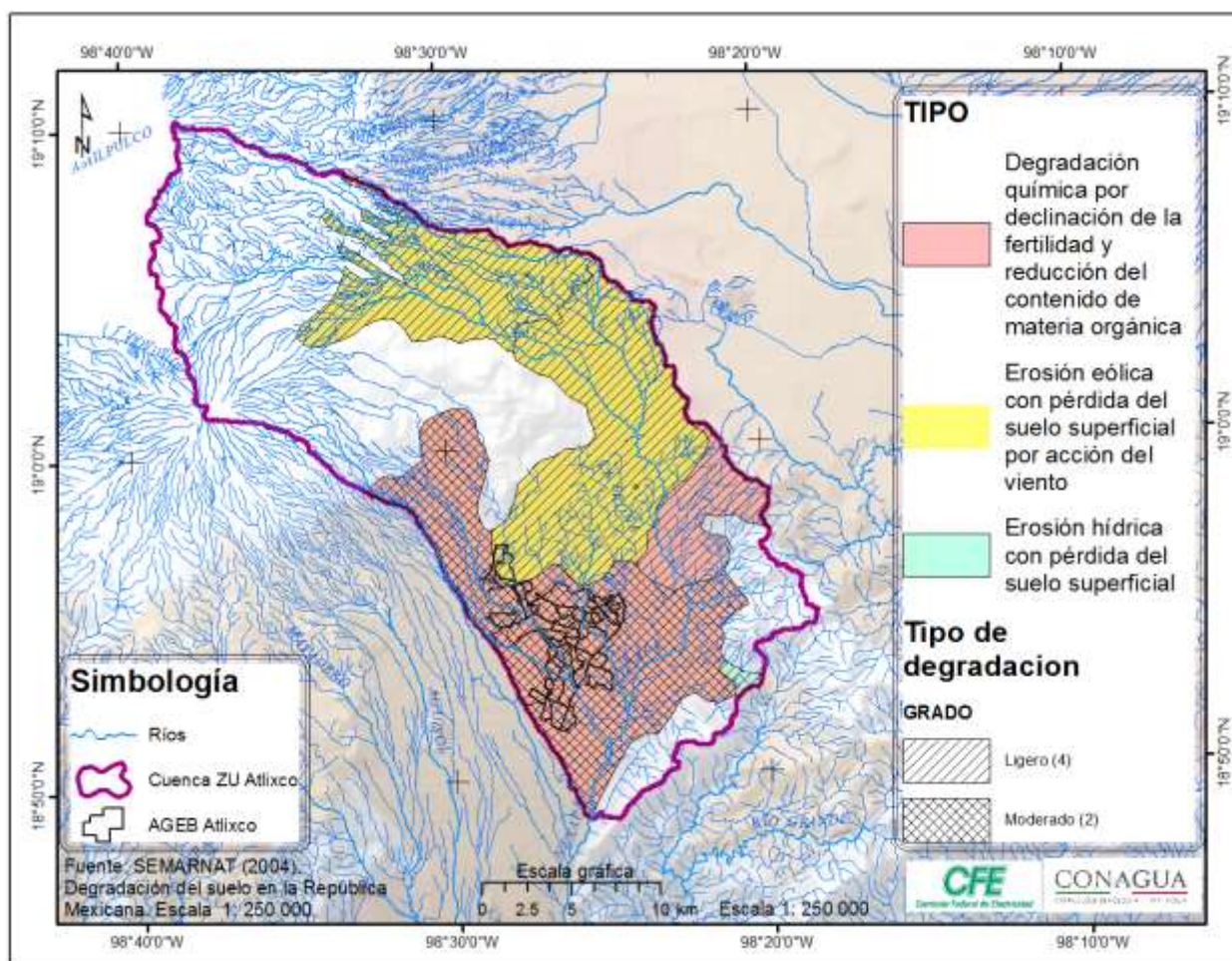


Figura 3-20. Degradación en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

En la cuenca se observa que existen diferentes tipos de degradación del suelo, entre los que sobresale la degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, con pérdida de suelo superficial y la erosión eólica. El grado de Degradación de la cuenca de la zona urbana es de Ligero a Moderado.



El grado de degradación en la zona urbana es Moderado. (SEMARNAT. Degradación del suelo en la República, 2004).

En la Tabla 3-5, se muestran los tipos de degradación y el porcentaje con respecto a la cuenca de Atlixco y su zona urbana.

Tabla 3-5. Tipos de Degradacion de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

Tipo	Área, km <sup>2</sup>	%	Grado	Causa
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	76.3	11.36	Ligero	Actividades agrícolas
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento	118.8	17.68	Ligero	Actividades agrícolas
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	31.6	4.70	Ligero	Actividades agrícolas
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	46.8	6.96	Moderado	Actividades agrícolas
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	107.6	16.02	Moderado	Actividades agrícolas
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	2.14	0.32	Ligero	Deforestación y remoción de la vegetación
Sin dato	288.46	42.95		
	<b>671.70</b>	<b>100</b>		

Como dato estadístico, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través del Inventario Nacional de Suelos, realizó la actualización de la evaluación de la degradación del suelo, causada por el hombre a nivel nacional.

Los principales resultados que se obtuvieron en territorio mexicano, muestran un 45% en proceso de degradación (89 millones de hectáreas), entre los que destacan la degradación química en 18% (36 millones de hectáreas), erosión hídrica en 12% (24 millones de hectáreas), la erosión eólica en 9% (18 millones de hectáreas) y la degradación física en 6% (12 millones de hectáreas). *Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000. SEMARNAT, Dirección de Geomática (2012).*

### 3.4.5 Edafología

La Edafología en la cuenca de Atlixco, está conformada por diferentes tipos de suelo, zona urbana y cuerpo de agua. Los tipos de suelo que predominan en la cuenca de la zona urbana son: Phaozem (39.14 %), Leptosol (22.88 %) y Planosol (16.60 %).

El resto de la cuenca se divide en 6 tipos más de suelo y su zona urbana. El resto de la cuenca se divide en 6 tipos más de suelos y zona urbana. En la Figura 3-21 y en la Tabla 3-6, se ilustran los tipos de suelo edafológico y el porcentaje que ocupan con respecto al área total de la cuenca. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales edafologicos, 2006).

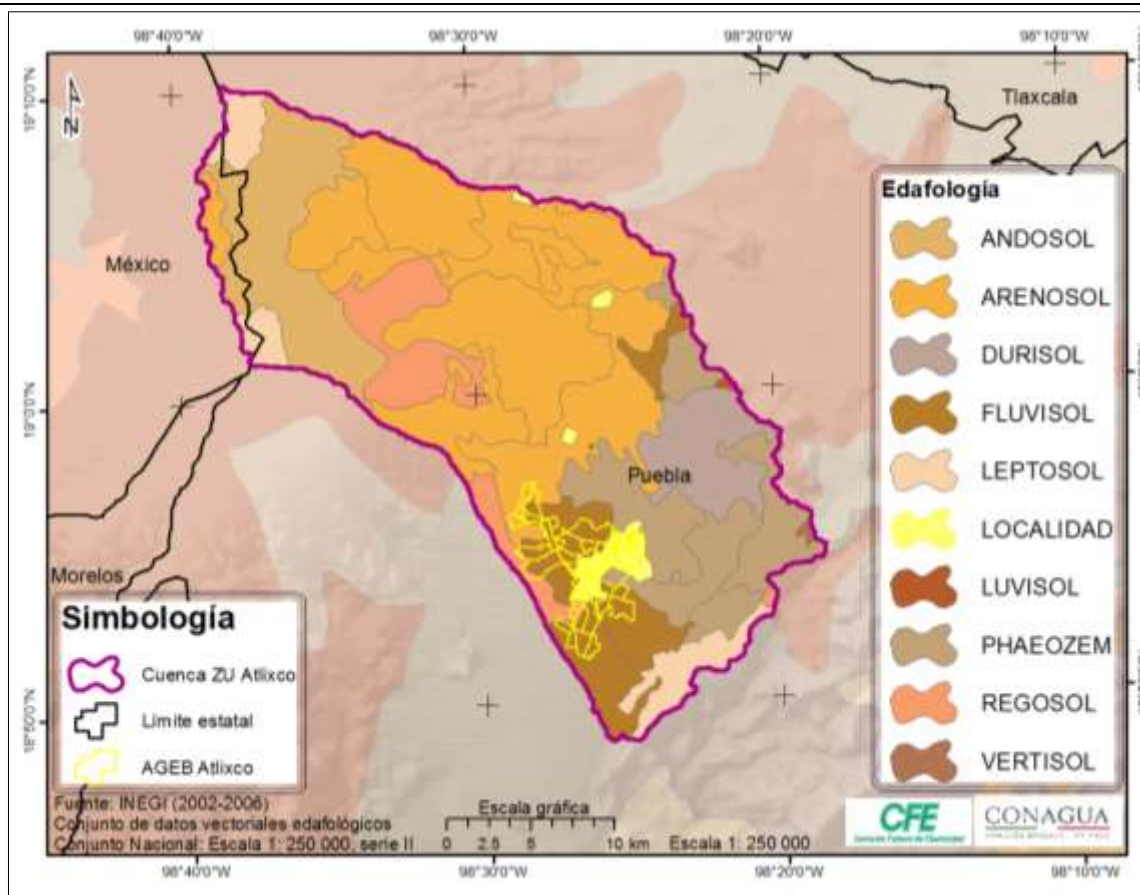


Figura 3-21. Edafología en la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue.

Tabla 3-6. Cobertura edafológica de la cuenca de la zona urbana de Atlixco, Pue. (INEGI, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/>, 2002-2006).

Unidades de suelo	Área km <sup>2</sup>	%
Andosol	84.85	12.63
Arenosol	276.36	41.15
Durisol	39.46	5.88
Fluvisol	64.37	9.58
Leptosol	38.73	5.77
Localidad	14.30	2.13
Luvisol	0.63	0.09
Phaeozem	100.26	14.93
Regosol	51.75	7.71
Vertisol	0.89	0.13
	<b>671.70</b>	<b>100.00</b>

### 3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

De acuerdo a la base de datos del FONDEN para el Organismo de Cuenca Balsas, la cuenca del río Alto Atoyac cuenta con el mayor número de eventos, así como la cuenca Río Libres Oriental en estas cuencas se ubican los Estados de Puebla y Tlaxcala, y están relacionados con lluvias atípicas y torrenciales debido al ciclón tropical Stan en octubre de 2005, al Huracán Dean agosto 2007, la onda tropical 40 en agosto de 2011 así como el huracán Karl octubre 2011 los cuales generaron eventos que provocaron desbordamientos de ríos e inundaciones. (Tabla 3-7 y Tabla 3-8).

Tabla 3-7. Desastres relacionados con inundaciones en el Estado de Puebla.

Fecha	Municipio	Localidad	Población afectada (habitantes)	Río / Arroyo	Problemática
2003	Puebla	San Miguel Canoa más 14 colonias	1,365	Barranca Haloxtloc, Alseseca	Falta de capacidad del Puente sobre la Av. 18 de noviembre
2006	Puebla	San Diego de los Sauces	500	Arroyo Ametlapanapa	Falta de capacidad del arroyo (desvío indebido)
2006	Huejotzingo	Huejotzingo	220	Río Xopanac	Falta de capacidad
2006	Izucar de Matamoros	Izucar de Matamoros	617	Río Nexapa	Taponamiento por basura
2007	Puebla	Col. Vista Hermosa Álamos y El Salvador	720	Barranca Xonacatepec	Falta de capacidad
2010	Puebla	Col. Vista Hermosa Álamos y El Salvador	720	Barranca Xonacatepec	Falta de capacidad
2010	Puebla	Cois. Joaquín Colombres, Concepción Guadalupe, Rivera Anaya	1,832	Barrancas Tlaxtloc, El Conde, Atlaco, Caltelotla y Río Alseseca	Falta de capacidad y azolve

Tabla 3-8. Áreas agrícolas (D.R.) potencialmente inundables.

Nombre DR	Cuenca Hidrológica	Área Inundable, km <sup>2</sup>	Área Total DR, km <sup>2</sup>	% Área inundable
Valsequillo	Río Alto Atoyac	4.44	393.86	1.13
Atoyac-Zahuapan	Río Alto Atoyac	6.48	85.92	7.54
Estado de Morelos	Río Amacuzac	19.72	536.66	3.67
José Ma. Morelos	Río Bajo Balsas	10.37	161.98	6.40
Tuxpan	Río Cutzamala	1.62	358.10	0.45
Amuco-Cutzamala	Río Medio Balsas	3.99	190.07	2.10
Tepecoaluilco-Quechultenango	Río Medio Balsas	2.54	42.93	5.92
Estado de Jalisco	Río Tepalcatepec	21.05	892.01	2.36
La Magdalena	Río Tepalcatepec	53.05	64.56	82.17
Lázaro Cárdenas	Río Tepalcatepec	50.84	1665.51	3.05
Lázaro Cárdenas	Río Bajo Balsas	1.22	1665.51	0.07
Lázaro Cárdenas	Río Cupatitzlo	2.89	1665.51	0.17

El paso de las tormentas Ingrid y Manuel por el territorio comprendido en el Organismo de Cuenca Balsas del 11 y el 18 de septiembre de este año trajeron consigo lluvias inéditas para el Organismo de Cuenca Balsas, se vieron afectados 62 municipios.

En el Estado de Puebla se han presentado diversas contingencias principalmente por los impactos indirectos de los ciclones tropicales del Golfo de México, así como las consecuencias de otros fenómenos meteorológicos.

En 1999 lluvias torrenciales originaron inundaciones en la región de la Sierra Norte de Puebla; los ciclones tropicales que han afectado al Estado son: en octubre de 2005 el huracán Stan, en agosto de 2007 el huracán Deán; en 2010 de igual manera gran parte del Estado fue afectada por las lluvias de la tormenta tropical Karl y en 2011 por de los remanentes de la tormenta tropical Arlene.

La infraestructura de prevención y control de inundaciones con que cuenta el Estado es mínima. El problema de inundaciones en el Estado de Puebla se ubica en las zonas urbanas debido a la invasión de cauces con asentamientos irregulares y obstáculos los cuales reducen el área hidráulica de los mismos. En la tabla 4.3 se presenta los puntos identificados como zonas de riesgo de inundaciones en los municipios que pertenecen al Organismo de Cuenca Balsas en el Estado de Puebla (Tabla 3-9).

Tabla 3-9. Puntos Identificados como zonas de riesgo de Inundaciones en el Estado de Puebla.

Municipio	Localidades en riesgo	Cauce desbordado	Cuenca hidrológica	Causas
Izucar de Matamoros	Colonia centro , La Joya	Nexapa	Río Nexapa	Invasión de cauces, obstáculos
Puebla	Fracc. Bosque de Atoyac	Atoyac	Río Alto Atoyac	Invasión de cauces, obstáculos
San Pedro Cho-lula	San Diego, Los Sauces	Ametlapanapa	Río Alto Atoyac	Invasión de cauces, obstáculos
San Pedro Cholula	Colonia Manantiales	Rabanillo	Río Alto Atoyac	Invasión de cauces, obstáculos
San Andrés Cholula	Fracc. Rinconada Los Gallos	Aqulahuac	Río Alto Atoyac	Invasión de cauces, obstáculos
Atlixco	San Feo. Primo de verdad, Santa Cecilia Axocopan	Cantarranas	Río Nexapa	Invasión de cauces, obstáculos

En el caso de la Ciudad de Atlixco, Puebla, además de los riesgos sísmicos y volcánicos debido a su ubicación geográfica, sufre de constantes inundaciones cuyo origen es primordialmente pluvial.

En los primeros días de octubre del año de 1999 se generó frente a las costas del Sur de Veracruz la depresión tropical No. 11, la cual, aun sin entrar a tierra, favoreció la entrada de humedad hacia el interior del país, debido a que al interactuar con el frente frío No. 5, se mantuvo semi estacionaria durante los tres días que duró su trayectoria, propiciando importantes precipitaciones en los Estados de Veracruz, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Oaxaca. Esta situación genera que a principios de octubre de 1999 se produjeron lluvias de un volumen extraordinario, generadas por las depresiones tropicales 11 y 12, aunadas a un frente frío en la porción de las montañas plegadas del

norte y nororiente del Estado de Puebla y en los Estados vecinos de Hidalgo y Veracruz, estas lluvias afectaron con inundaciones importantes a la zona urbana de Atlixco.

En los últimos diez años han existido inundaciones en colonias irregulares asentadas en la barranca Metepec - Cantarranas como son las colonias: Las Villas, Maravillas 1 y 2, Santa Cecilia, Santa Mónica, Valle Sur y Primo de Verdad. La inundación en estas áreas, se debe principalmente a la basura, escombros, follaje y material que obstruye la libre circulación del agua.

Son comunes las noticias de inundaciones moderadas en la Ciudad de Atlixco en los últimos 10 años, siendo un tema delicado, debido a que la Ciudad cuenta con un sistema de drenaje mixto, lo que ocasiona que cuando éste se ve desbordado, son aguas negras las que afectan a la población. (Figura 3-22).



Figura 3-22. Fotografía 1, inundación del centro de la zona urbana de Atlixco, Pue. 28 de octubre de 2015

Las calles que son más afectadas por las inundaciones en la Ciudad son: 3 poniente, Avenida Independencia, 5 Poniente, así como Manuel Ávila Camacho. (Figura 3-23).



Figura 3-23. Fotografía 2, inundación del centro de la zona urbana de Atlixco, Pue. 09 de marzo de 2016



## **Eventos extraordinarios**

04 al 08 de octubre de 1999, 08 de septiembre de 2008<sup>13</sup>, 28 de octubre de 2015<sup>14</sup> y 09 de marzo 2016<sup>15</sup>.

Actualmente el Atlas de riesgo para la zona urbana está en proceso de desarrollo de acuerdo a declaratorias de protección civil de la zona urbana de Atlixco.

### **3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes**

#### **3.6.1 Red de monitoreo meteorológico**

De acuerdo con las recomendaciones dadas en la Guía para la Formulación de Programas de Prevención contra Inundaciones para los trece Organismos de Cuenca, de CONAGUA, se consultó en la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Balsas, en total el Organismo tiene con 577 estaciones climatológicas instaladas de las cuales 360 están en operación y 217 se encuentran suspendidas.

La densidad espacial de estaciones climatológicas instaladas en el Organismo de Cuenca Balsas no es homogénea, además las estaciones climatológicas convencionales cuentan con pluviómetros no registradores y la altura de la precipitación es captada en un pluviómetro y se calcula por medio de un tubo medidor o de una regla graduada.

El organismo requiere de un mayor análisis para definir la necesidad de estaciones y su ubicación a fin de garantizar un monitoreo eficiente y dinámico. Probablemente son necesarias más estaciones en cada cuenca, pero sobre todo en la parte montañosa de las mismas ya que es ahí donde se requiere mayor atención a la medición de las variables meteorológicas.

Respecto a las estaciones automáticas en el Estado de Puebla se tienen instaladas seis Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) y una Estación Sinóptica Meteorológica (ESIME).

La EMA es un conjunto de dispositivos eléctricos y mecánicos que realizan mediciones de las variables meteorológicas de forma automática (Referencia OMM 182). A través de un grupo de sensores que registran y transmiten información meteorológica de forma automática de los sitios donde están estratégicamente colocadas. La recolección de las variables en promedio es de 10 minutos y se envía vía satélite en intervalos de 1 o 3 horas por estación.

La ESIME es un conjunto de dispositivos eléctricos que realizan las mediciones de las variables meteorológicas de manera automática. Generan una base de datos y un mensaje sinóptico cada tres horas. Estas se ubican exclusivamente en los observatorios meteorológicos. Los mensajes sinópticos son reportes que se generan simultáneamente en todos los observatorios cada tres horas

<sup>13</sup> Imagen tomada de la página: <http://www.oem.com.mx/elsoldepuebla/notas/n844376.htm>

<sup>14</sup> Imagen tomada de la página: <http://regionalpuebla.mx/corredor-atlixco/item/3990-lluvia-causa-inundaciones-en-el-centro-de-atlixco.html>

<sup>15</sup> Imagen tomada de la página: <http://www.diariopuntual.com/centro/2016/03/09/15712>

y presentan información meteorológica de tiempo presente y pasado de manera codificada. Actualmente la Red Nacional de Estaciones Sinópticas Meteorológicas cuenta sólo con 30 sitios.

Tabla 3-10. Ubicación de estaciones EMA y ESIME dentro del estado de Puebla.

ESTADO	NOMBRE	Latitud N	Longitud W	Altitud, m	Instalación en sitio	Marca	Tipo	Sensores Instalados
PUEBLA	HUAUCHINANGO	20°10'41.25"	098°03'59.44"	2,193	21-dic-07	CAMPBELL	EMA	7S
PUEBLA	LA MALINCHE II	19°08'27.6"	098°01'56.1"	2,749	02-nov-12	FTS	EMA	7S + Temp-HR Combustibilidad + Temp-HR Subsuelo
PUEBLA	TEHUACAN	18°18'50.8"	097°37'01.6"	1,736	02-nov-12	FTS	EMA	7S + Temp-HR Combustibilidad + Temp-HR Subsuelo
PUEBLA	TEZUITLÁN	19°53'16.8"	097°23'26.4"	1,578	21-dic-07	CAMPBELL	EMA	7S
PUEBLA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TECAMACHALCO	18°51'59"	097°43'18"	2,047	02-jun-99	FTS	EMA	7S
PUEBLA	IZUCAR DE MATAMOROS	18°37'00"	098°27'07"	1,353	18-mar-00	FTS	EMA	7S
PUEBLA	PUEBLA	19°3'02"	098°10'01"	2,179	2016		ESIME	

La información recopilada por estas estaciones está fuera del área de influencia directa a la Zona Urbana de Atlixco, en el caso de la estación (ESIME) Puebla ésta es de mayor influencia, pero con tan sólo un año de registro.

Debido a lo anterior, se privilegió el uso de los registros de la estación climatológica convencional 21012 con 42 años de registro.

### 3.6.2 Sistema de Alerta Temprana (SAT)

El Sistema de Alerta Temprana (SAT) empleado para el monitoreo y evaluación de las condiciones meteorológicas, se basa en diferentes fuentes de información, tanto a nivel nacional como internacional. Lo anterior, con la finalidad de mantener información actualizada y veraz, respecto al comportamiento climatológico, de la manera más pronta o simultánea posible. Cabe señalar, que aún no existe la infraestructura y la instrumentación requerida para el monitoreo completo e integral de las variables hidrometeorológicas, en tiempo real.

Para tal efecto, es necesario contar con los informes escritos emitidos e imágenes de satélite y vía Internet los siguientes tipos de mapas para la región que incluyen:

- Mapas locales con indicación de zonas de alta y baja presión.
- Imágenes de radar de densidad de lluvia.
- Imágenes con temperaturas.
- Imágenes con el pronóstico para las próximas 24 horas

Sin embargo, actualmente se encuentra fuera de operación el Sistema de Alerta Temprana (SAT) localizado en la Ciudad de Puebla, por lo que es necesario verificar que este cumpla con el esquema base del año de 2012 del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, (UNEP por sus siglas en inglés), con el fin de reestructurarlo. El sistema de alertamiento instalado en el



Estado de Puebla está integrado por 115 estaciones climatológicas convencionales y sólo 2 estaciones hidrométricas también convencionales.

En el Organismo de Cuenca Balsas no se tiene un centro Meteorológico Regional, y se emiten los pronósticos hidrológicos para las cuencas desde el Centro Meteorológico Regional de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, resultando así poco oportunos los pronósticos para cuencas con respuesta rápida.

### **3.6.3 Infraestructura para el control de avenidas**

De acuerdo con el Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales (SEMARNAT, 2008), el Estado de Puebla tiene un total de 7 obras contra inundaciones, de las cuales, cuatro son presas, dos son bordos y un encauzamiento.

Actualmente, la infraestructura de prevención y control de inundaciones con que cuenta el Estado de Puebla se sigue caracterizando por ser mínima: se ha construido un muro de gaviones con longitud de 0.3 km para protección de las poblaciones de Patla y Chicontla; la Ciudad de Puebla cuenta con 3 canales de desvío revestidos con concreto y longitud total de 3.6 km en condiciones regulares, 2 vasos reguladores de avenidas, un tramo de 1.6 km, del río Alseseca con revestimiento de concreto armado en buenas condiciones y específicamente para en la Zona Urbana de San Pedro Cholula, se tiene el entubamiento del río Ametlapanapa en una longitud de 3 km para descargar hacia el río Rabanillo.

Las medidas estructurales para la Zona Urbana de Atlixco son reducidas y recientes, aunque el mismo municipio se encuentra en proceso de definir las medidas estructurales convenientes por materializar y que se desprenden de estudios hidráulicos que ha desarrollar, con fecha de entrega programada para diciembre de 2016, es por ello que las medidas estructurales aquí planteadas son medidas seleccionadas con apoyo de las autoridades municipales y sus colaboradores bajo el sustento y análisis de los resultados parciales que las autoridades municipales han compartido además de garantizar la viabilidad social de los mismos.

### **3.6.4 Acciones no estructurales**

Se definen como Acciones no estructurales, a todas aquellas actividades que se basan en la planeación, organización, coordinación y ejecución de una serie de ejercicios de Protección Civil que busca evitar o disminuir los daños causados por las inundaciones y pueden ser de carácter permanente o aplicable sólo durante la contingencia.

Las *Acciones no estructurales* incluyen políticas en la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica existente, promueven campañas de concienciación y alertamiento a los habitantes que viven en posibles zonas de riesgo por inundación, difunden el conocimiento de lo que se debe hacer la población en las diferentes etapas de los eventos hidrometeorológicos; antes, durante y después, además de hacer partícipes a las instituciones gubernamentales en sus tres órdenes de gobierno para la atención de emergencias por inundaciones, señalando la responsabilidad y ámbito de competencia de cada uno, tal como se ha descrito en el apartado 2.5.4 *Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana.*

El objetivo principal de dichas acciones no estructurales, siempre buscará la reducción de la vulnerabilidad de la población en riesgo, a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo antes, durante y después de los eventos hidrometeorológicos.

A nivel federal, la CONAGUA, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ha desarrollado el PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR INUNDACIONES, en el que se describen a detalle las acciones que se deben de emprender para las Etapas de atención de emergencias: Antes, Durante y Después<sup>16</sup>, dicho Protocolo, debe ser considerado como unas de las principales acciones no estructurales que se aplican para la prevención de riesgos y desastres por inundación. A continuación, se describen, las principales características de dicho documento.

Conforme lo establecen los artículos 83 y 84 de la Ley de Aguas Nacionales, la Comisión Nacional del Agua es el organismo responsable de la construcción y operación de obras para el control de avenidas, protección a centros de población y zonas productivas y, en general, de coadyuvar en la protección de las personas y sus bienes en caso de fenómenos extremos.

Por ello, el objeto de este protocolo es definir las actividades necesarias tanto para realizar o promover actividades preventivas y de mitigación, como las acciones a realizar antes, durante y después de las contingencias; tomando como base los pronósticos meteorológicos y la información de la red de estaciones hidrométricas y climatológicas para monitorear la intensidad de las precipitaciones y los niveles de ríos, lagunas y presas.

Cabe señalar, que este documento se considera como una guía para los Organismos de Cuenca de la CONAGUA, ya que brinda soporte y congruencia para la toma de decisiones oportunas y eficaces en la atención de emergencias o desastres con el objetivo de minimizar los daños físicos y materiales de la población mexicana, ya que involucra y coordina esfuerzos con los gobiernos federal, estatal y municipal, además de impulsar una gestión integral de riesgos y propiciar una atención preventiva de las contingencias hídricas.

A nivel municipal en Atlixco, tanto la Unidad de Protección Civil, como las diferentes áreas de gobierno municipal, participan en brigadas para la atención de las zonas de riesgo, implementando acciones o actividades de limpieza:

- Limpieza y desazolve del río Ametlapanapa.
- Identificación de los puntos (zonas o colonias), donde se presentan problemas por inundación, llevando acciones de limpieza y desazolve de alcantarillas o bocas de tormenta que se encuentran en estos puntos.

Durante la temporada de lluvias, la Gerencia Estatal de la CNA en Puebla mantiene una coordinación directa con la Presidencia Municipal de la Ciudad de Atlixco y con el Sistema Estatal de Protección Civil, para que en caso de recibir una información de la presencia de lluvias originadas por la presencia de ciclones en las costas Mexicanas; que afecten a la Ciudad de Atlixco con altas

---

<sup>16</sup> PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua, 2015.

precipitaciones, toman las medidas preventivas necesarias; además mantienen coordinación con las oficinas centrales de la CNA y con los demás municipios que integran la región, con la finalidad de apoyar a la población en casos de emergencia.

### ***3.7 Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación***

Para la identificación de las actividades productivas económicas que predominan en las planicies de inundación de la zona urbana de Atlixco, Puebla, es necesario conocer el área de inundación que provocan los afluentes individualmente y en conjunto, asociado a diferentes períodos de retorno, y posteriormente realizar el reconocimiento geográfico de la zona con el fin de definir las unidades económicas de mayor predominancia en las regiones amenazadas por eventos de inundación.

Para la realización de este cometido, es necesario apoyarse de datos geoestadísticos que proporcionen información oportuna y confiable que permita identificar las actividades productivas. Para esto, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía provee herramientas útiles y convenientes por medio de su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUES), el cual reúne en una base de datos, todas las unidades económicas del país, y las representa en un Sistema de Información Geográfica, ofreciendo información de:

- Identificación
- Ubicación
- Actividad económica
- Tamaño del negocio

El DENUE ofrece información referida a dos tipos de unidades económicas:

- **El establecimiento:** unidad económica que, en una sola ubicación física, asentada en un lugar de manera permanente y delimitada por construcciones e instalaciones fijas, combina acciones y recursos bajo el control de una sola entidad propietaria o controladora para realizar alguna actividad económica sea con fines de lucro o no. Incluye a las viviendas en las que se realizan actividades económicas.
- **La empresa:** organización, propiedad de una sola entidad jurídica, que realiza una o más actividades económicas, con autonomía en la toma de decisiones de mercadeo, financiamiento e inversión, al contar con la autoridad y responsabilidad de distribuir recursos de acuerdo con un plan o estrategia de producción de bienes y servicios, pudiendo estar ubicada u operar en varios domicilios. (INEGI, DENUE, 2016)

Con el dominio perteneciente a las planicies de inundación asociados a diferentes períodos de retorno, e integrando la información con el DENUE, se enumeran en la Tabla 3-11 las actividades de mayor predominancia en las planicies de inundación, y a diferentes períodos de retorno.

Es importante recalcar que la fuente de la información con la cual se realizó esta estimación, no considera las unidades económicas que llevan a cabo actividades de manera ambulante o aquellas en las que los locales en los que se efectúa la actividad económica son desmontables y se remueven diariamente.

Tabla 3-11. Actividades económicas predominantes en las planicies de inundación de Atlixco, Puebla.

Orden de predominancia	Actividad
1	Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas
2	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal
3	Salones y clínicas de belleza y peluquerías
4	Restaurantes con servicio de preparación de antojitos
5	Comercio al por menor de artículos de papelería
6	Asociaciones y organizaciones religiosas
7	Fabricación de productos de herrería
8	Restaurantes con servicio de preparación de tacos y tortas
9	Reparación, mecánica en general de automóviles y camiones
10	Comercio al por menor de artículos usados

Se hace hincapié en que, aunque las actividades enumeradas en la Tabla 3-11 son las de mayor predominancia en las planicies de inundación de la zona urbana de Atlixco, existen actividades las cuales son cruciales en el desarrollo de la región, y las cuales se encuentran vulnerables ante eventos de inundación, dentro de dichas actividades destaca la presencia de Escuelas de educación preescolar del sector privado y público, Escuelas de educación primaria del sector público, Escuelas de educación media superior del sector privado, escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación, Escuelas del sector público dedicadas a la enseñanza de oficios, Escuelas de deporte del sector privado, Asociaciones y organizaciones laborales, sindicales, civiles y religiosas, Actividades administrativas de instituciones de bienestar social.

Con el fin de conocer la predominancia de tamaño de los negocios que se encuentran en riesgo ante un evento de inundación, es posible consultar por medio del DENUE, la base de datos en la cual se clasifica el tamaño de los negocios por medio de la cantidad de personal ocupado en la unidad económica, que comprende a todas las personas que trabajaron durante el periodo de referencia dependiendo contractualmente o no de la unidad económica, sujetas a su dirección y control. De esta forma se agruparon por tamaños, aquellas unidades económicas vulnerables a ser afectadas por eventos de inundación, en la zona urbana de Atlixco, Puebla, los resultados se presentan en la Figura 3-24.

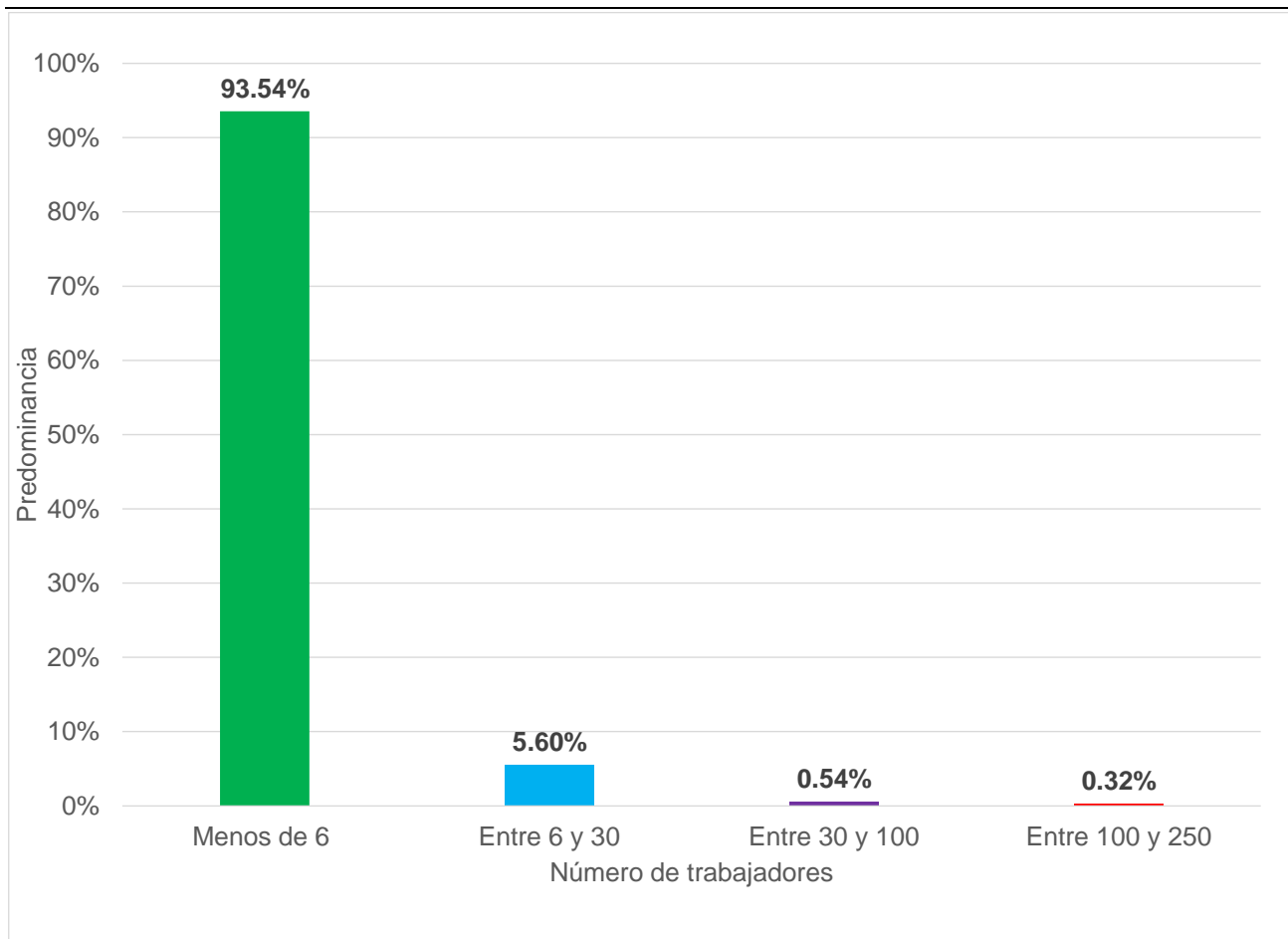


Figura 3-24. Predominancia en el tamaño de unidades económicas para la planicie de inundación, Atlixco, Puebla.



#### 4 DIAGNÓSTICO DE ZONAS INUNDABLES

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país, debido a los beneficios sociales y económicos que se derivan de su consciente explotación; sin embargo, junto con las ventajas existen también situaciones extremas tales como inundaciones y sequías.

Las inundaciones se pueden presentar por eventos meteorológicos extremos o por un mal sistema de infraestructuras para el control de avenidas, así como también poblaciones asentadas cerca de las márgenes de los ríos o zonas costeras.

Con base en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, se genera la Figura 4-1<sup>17</sup>, en donde se observan el índice de peligro por inundación en el país, los cuales están clasificados en “Muy Alto”, “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy Bajo”.

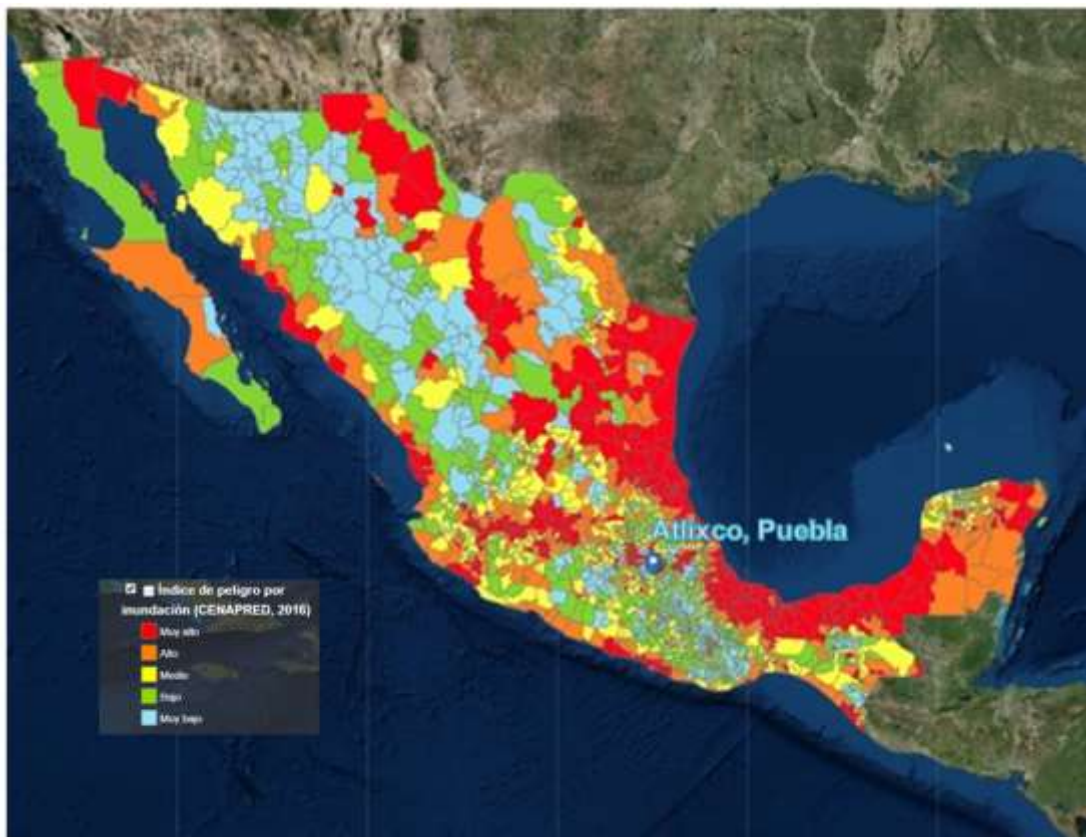


Figura 4-1. Índice de peligro por inundación a nivel municipal en la República Mexicana<sup>17</sup>.

En la figura anterior, se aprecian los municipios con diferentes índices de peligro por inundación. Para el Estado de Puebla, se observa la presencia del índice desde el muy bajo hasta el muy alto, siendo el índice de muy alto peligro por inundación el que se presenta en la parte noreste del Estado. El municipio de Atlixco, ha sido ubicado en una zona clasificada con índice “Medio” de peligro por inundación.

<sup>17</sup> (CENAPRED, <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gov.mx/app/fenomenos/>, 2106).

#### **4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas**

La densidad mínima por estación hidrométrica recomendada debe estar en un rango de 300 a 1,000 km<sup>2</sup> (OMM, No. 168), según la descripción de la norma en el rango de regiones montañosas de zonas templadas, mediterráneas y tropicales. Sólo las cuencas del Río Cupatitzio y la del Río Amacuzac de las estaciones aforan una superficie más pequeña que la densidad mínima ((O.M.M. No. 168), aun considerando la densidad mínima promedio de 1,000 km<sup>2</sup>, las cuencas restantes no cumplen con la norma OMM No. 168.

Resultado de la recopilación de información hidrológica para la zona de estudio de Atlixco, se seleccionó a la estación hidrométrica Los Molinos, se recurrió al programa Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales de la CONAGUA con la finalidad de obtener información hidrométrica de la estación referida.

La estación hidrométrica Los Molinos se encuentra situada al este de la cuenca de análisis, afora los escurrimientos de la cuenca vecina sobre el cauce del río Nexapa, la estación mide los escurrimientos del río con un periodo de observación de registro desde el año de 1964 hasta 1967, obteniendo 4 años de registros.

El río Nexapa recoge los escurrimientos de los ríos que atraviesan la zona urbana de Atlixco, pero no influye directamente en el comportamiento de la barranca, se decidió tomarla como referencia para determinar el escurrimiento del río que se encuentra dentro del dominio de análisis. El efecto del río se confirmará en la modelación de los flujos con el programa Iber.

Climatológicamente, para la obtención de los hietogramas de diseño requeridos para el modelo lluvia escurrimiento dentro del dominio de simulación del programa de cómputo Iber se utilizó la estación climatológica 21012 con 42 años de registros, debido a que es la estación climatológica representativa con mayor número de registros.

En municipio de Atlixco dentro de su estructura de gobierno cuenta con la Jefatura del Departamento de Bomberos y Protección Civil, dicha Jefatura cuenta con algunas medidas preventivas para la atención de riesgo hidrometeorológicos.

Con base en la identificación, la interpretación y el análisis de trabajo de campo se proponen obras y acciones genéricas que pretenden ser medidas preventivas para minimizar los desastres por fenómenos hidrometeorológicos de la zona o región en donde se encuentra la zona urbana.

#### **4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana**

Se recomienda reactivar el Sistema de Alerta Temprana (SAT) localizado en la Ciudad de Puebla y verificar que este cumpla con el esquema base del año de 2012 del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, (UNEP por sus siglas en inglés), con el fin de reestructurarlo y de esta manera su funcionamiento sea eficaz. El sistema de alertamiento instalado en el Estado de Puebla está integrado por 115 estaciones climatológicas convencionales y sólo 2 estaciones hidrométricas también convencionales. En el Organismo de Cuenca Balsas no se tiene un centro Meteorológico Regional, y se emiten los pronósticos hidrológicos para las cuencas desde el Centro

Meteorológico Regional de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, resultando así poco oportunos los pronósticos para cuencas con respuesta rápida.

#### **4.3 Funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales**

La infraestructura de prevención y control de inundaciones con que cuenta el Estado de Puebla consiste en lo siguiente: la Ciudad de Puebla cuenta con 3 canales de desvío revestidos con concreto y longitud total de 3.6 km en condiciones regulares, 2 vasos reguladores de avenidas, un tramo de 1.6 km, del río Alseseca con revestimiento de concreto armado en buenas condiciones y específicamente para en la Zona Urbana de Atlixco, se tiene la construcción de un canal 2.4 km que recoge las aguas en la parte alta del municipio para mitigación de inundaciones por precipitación y además genera el riego de terrenos ubicados en la parte noreste, este canal atraviesa transversalmente la zona urbana y tiene una longitud de 1.4 km de revestimiento; se ha construido un muro de gaviones con longitud de 0.3 km para protección de las poblaciones de Patla y Chicontla.

Las medidas estructurales para la Zona Urbana de Atlixco son reducidas y recientes, aunque el mismo municipio se encuentra en proceso de definir las medidas estructurales convenientes por materializar y que se desprenden de estudios hidráulicos a desarrollar, con fecha de entrega programada para diciembre de 2016, es por ello que las medidas estructurales aquí planteadas son medidas seleccionadas con apoyo de las autoridades municipales y sus colaboradores bajo el sustento y análisis de los resultados parciales que las autoridades municipales han compartido además de garantizar la viabilidad social de los mismos.

#### **4.4 Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas**

En el Organismo de Cuenca Balsas El 15 de diciembre de 1998 se suscribió un acuerdo de coordinación en el que los Ejecutivos de los Estados de Guerrero. Jalisco. Michoacán, México. Morelos, Oaxaca. Puebla y Tlaxcala, así como dependencias y entidades federales involucradas en materia de agua, manifestaron su voluntad política para desarrollar programas y acciones sobre ordenamiento, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, saneamiento, uso eficiente del agua y conservación en el ámbito de la cuenca del río Balsas, el desarrollo de la infraestructura y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos naturales en la cuenca del río Balsas. Posteriormente, el 26 de marzo de 1999. Se suscribió el Acta Constitutiva mediante la cual se establece el Consejo de Cuenca del Río Balsas (CCRB), de conformidad con lo dispuesto por el artículo XI fracción VII de la Ley de Aguas Nacionales.

En este momento, el CCRB se constituye como una instancia de coordinación y concertación entre la Comisión Nacional del Agua, las Dependencias y Entidades de las instancias federal, Estatal o Municipal y los representantes de los usuarios de la cuenca hidrológica, con objeto de formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca. En el seminario para agentes de cambio el Consejo de Cuenca del Río Balsas fue presentado como caso de éxito en la gestión del agua, así como un instrumento de gestión de recursos y de Solución de problemas hídricos reales existentes en la región.

La operación del consejo de cuenca es garantizada a través de diversos grupos auxiliares al nivel de subcuenca, microcuenca y acuíferos, denominados respectivamente, comisiones de cuenca, comités de cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS).

En el caso de los Grupo Seguimiento y Evaluación (GSE), del CCRB participan los representantes suplentes nombrados por parte de la CONAGUA, así como de los gobiernos estatales y usuarios de cada uno de los usos del agua. Estos usuarios son los mismos que participan como vocales en el Consejo de Cuenca del Río Balsas.

Los Grupos especializados de trabajo para el desahogo de la agenda del CCRB, se organiza conforme a los requerimientos del programa de actividades.

Los Consejos Ciudadanos del Agua Estatales procuran la consulta y participación ciudadana que orienta las decisiones para facilitar una amplia consulta y discute la problemática de la gestión del recurso hídrico, siendo organizaciones autónomas de participación local que trabaja a favor de la difusión de la información del agua, para fomentar su cuidado y uso sustentable. En el ámbito de la región se han instalado los siguientes consejos:

- Comisión de Cuenca del río Cupatitzio.
- Comisión de Cuenca del río Apatlaco.
- Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) de:
  - Acuífero de Tecamachalco.
  - Huamantla, Libres Oriental-Perote.
  - Acuífero del Alto Atoyac.
- Comité de Playas Limpias del Municipio de Lázaro Cárdenas Michoacán,
- Comité de Cuenca del Río Mixteco.

#### **4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones**

La gestión de las áreas inundables sigue siendo responsabilidad de los gobiernos estatales y municipales. El gobierno del Estado debe proporcionar asesoramiento técnico y especialista en asistencia para los estudios financieros y de capital, ayudar a las comisiones en el desempeño de sus responsabilidades de gestión en las llanuras de inundación.

En diciembre de 2007 el gobierno de nueva Gales del sur (Australia) solicitó realizar un estudio del río *Bielsdown*, el cual atraviesa una localidad llamada Dorrigo con el fin de determinar una adecuada gestión de riesgos en la llanura de inundación.

Este estudio se realizó para definir los niveles y las velocidades de inundación, entre las conclusiones se obtuvo la Figura 4-2 que muestra datos acerca de la relación velocidad del flujo/profundidad hidráulica de inundación (resistencia al vuelco de los muros de las viviendas).

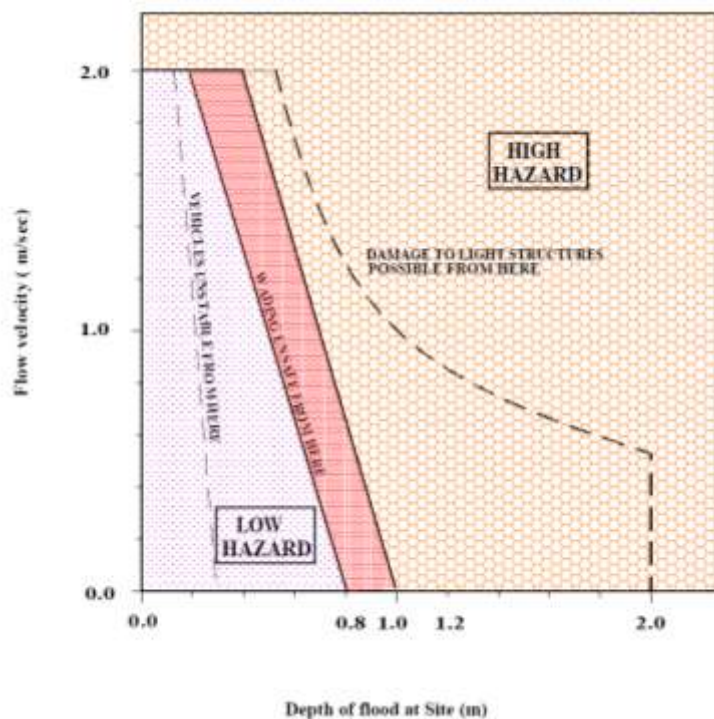


Figura 4-2. Nomograma original de la relación tirante (y) vs velocidad (V).

([http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure\\_25\\_Hazard\\_DIA.pdf](http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf), 2007)

Considerando la Figura 4-2, en su concepción original, se estableció un índice de peligro por colores para definir la resistencia al flujo de un muro de una vivienda que se presenta en la Figura 4-3 y los códigos y límites establecidos en la Tabla 4-1, los cuales están basados en el nomograma mencionado.



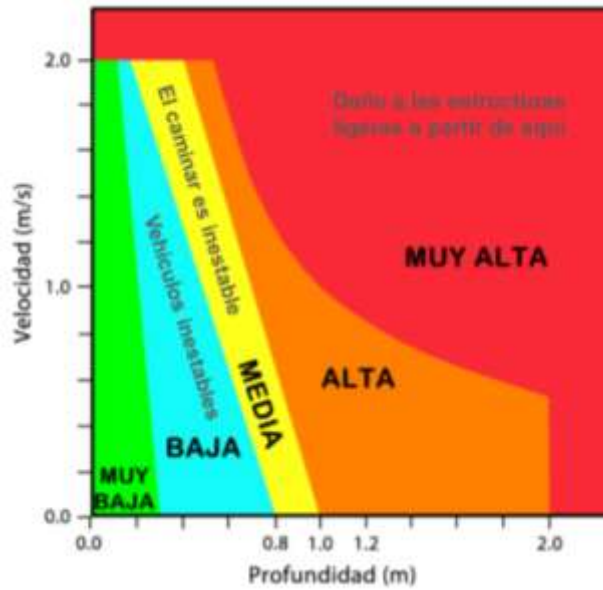


Figura 4-3. Nomograma para determinar la resistencia al vuelco.

Tabla 4-1. Índice de severidad (Resistencia al vuelco).

Indicador	Índice de severidad	Velocidad (m/s)	Tirante (m)
	Muy alto	$> 2$	$> 2$
	Alto	$\leq 2$	$1 < y \leq 2$
	Medio	$\leq 2$	$0.8 \leq y \leq 1$
	Bajo	$\leq 2$	$0.3 \leq y < 0.8$
	Muy bajo	$\leq 2$	$< 0.3$

Dado que, en estudios de riesgo contra inundaciones, la severidad es la resistencia de las paredes al vuelco de las viviendas; en este caso, el mapa de severidad permite programar las medidas de protección, las áreas que no deben utilizarse y reglamentar aquellos usos que presentan menos riesgo.

A partir de los resultados de la modelación hidráulica en Iber, se obtuvo el mapa con los valores máximos (envolventes) del producto de la profundidad de inundación con la velocidad del flujo en cada celda y para cada periodo de retorno simulado, para la zona urbana correspondiente, lo cual ayudó a realizar el mapa de peligro asociado a un periodo de retorno de 100 años, en condiciones actuales (Figura 4-4).

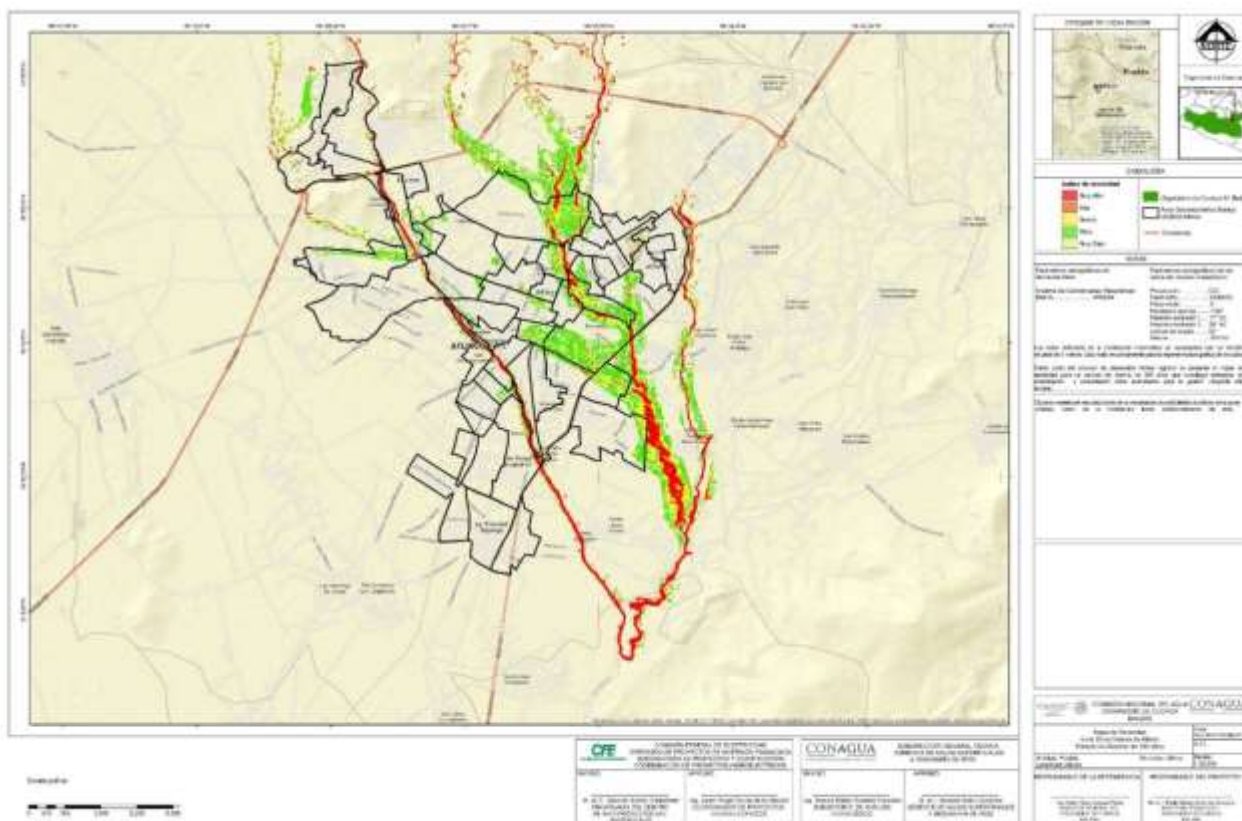


Figura 4-4. Mapa de severidad en condiciones actuales, para un Tr de 100 años.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- BARÓ, S. J. (2011). *“Costo más probable de daños por inundación en zonas.*
- CONAGUA. (2011). *Manual para el control de inundaciones.*
- CONAGUA. (2013). *Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas.*
- CONAGUA. (2016). *www.conagua.gob.mx.*
- CONAGUA. (s.f.). *PRONACCH RHA VI.*
- CONANP. (2016). *www.conanp.gob.mx/.*
- [http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure\\_25\\_Hazard\\_DIA.pdf](http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf). (2007).
- [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices\\_margina/marginacion\\_urbana/AnexoB/D ocumento/05B\\_AGEB.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/marginacion_urbana/AnexoB/D ocumento/05B_AGEB.pdf). (2010).
- [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5299465](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465). (2016).
- <http://www.inegi.org.mx/inegi/>. (2008). Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidográficas de México. En [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf).
- INEGI. (2002-2006). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/>.
- INEGI. (2008). [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf).
- INEGI. (2011). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/>.
- INEGI. (16 de 11 de 2016). *DENUE*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/directorio/>
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. (2011). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales edafológicos. (2006). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. (2001). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales geológicos. (2013). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales y unidades climáticas. (2008). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Continuo de elevación Mexicano. (2013). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Red hidrográfica, serie II. (2010). <http://www.inegi.org.mx>.
- JAMES, L. y. (1971). *Economics of Water Resources Planning*. New York: McGraw-Hill.
- Meyer, V. (2012.). *Economic evaluation of structural and non-structural flood risk management measures: examples from the Mulde River*. Natural Hazards.
- SEMARNAT. (2008).
- SEMARNAT. Degradación del suelo en la República. (2004). <http://www.inegi.org.mx>.