

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

PROGRAMA
Tijuana, Baja California



PROGRAMA CONTRA CONTINGENCIAS
HIDRÁULICAS PARA LA ZONA URBANA DE
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

**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



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIENTES	2
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	13
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.....	22
3	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA Y DE LAS ZONAS INUNDABLES	29
3.1	Identificación de zonas potencialmente inundables.....	30
3.2	Socioeconómica.....	31
3.2.1	Aspectos demográficos.....	31
3.2.2	Marginación por localidad	32

3.2.3	Economía.....	34
3.3	Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca	37
3.3.1	Fisiografía	37
3.3.2	Relieve.....	38
3.3.3	Áreas naturales protegidas	39
3.3.4	Uso de suelo	39
3.3.5	Climas.....	40
3.3.6	Temperatura	42
3.3.7	Precipitación	42
3.3.8	Regiones hidrológicas.....	43
3.3.9	Humedales.....	44
3.4	Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación	45
3.4.1	Cauces.....	45
3.4.2	Pendientes.....	46
3.4.3	Geología	47
3.4.4	Degradación.....	49
3.4.5	Edafología.....	51
3.5	Descripción de inundaciones históricas relevantes	53
3.6	Obras de Protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes	61
3.6.1	Red de monitoreo meteorológico	61
3.6.2	Equipos de Medición.....	64
3.6.3	Sistema de Alerta Temprana (SAT)	64
3.6.4	Sistema de Alerta Temprana (SIAT-CT).....	66
3.6.5	Infraestructura para el control de avenidas	70
3.6.6	Acciones no estructurales	71
3.6.6.1	Protocolo para la atención de emergencias por inundaciones.....	72
3.6.6.2	Plan de Organización para enfrentar las contingencias a nivel municipal.....	73
4	DIAGNÓSTICO DE LAS ZONAS INUNDABLES	75
4.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	75
4.2	Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	80
4.2.1	Modelos de pronósticos de avenidas	80
4.3	Funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales.....	83

4.4	Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....	84
4.5	Identificación de la vulnerabilidad de las inundaciones	86
4.6	Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas	89
5	ESQUEMA DE SEGUIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	90
	BIBLIOGRAFÍA	92

TABLAS

Tabla 3-1 Sectores con mayor valor agregado censal bruto en el municipio de Tijuana, B.C.	35
Tabla 3-2 Unidades económicas en la zona urbana de Tijuana, B.C.....	36
Tabla 3-3 Cobertura de uso de suelo y vegetación de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.	39
Tabla 3-4 Tipos de Geología de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	49
Tabla 3-5 Tipos de Degradación de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.....	51
Tabla 3-6 Cobertura edafológica de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.....	52
Tabla 3-7 Inundaciones históricas de la zona urbana de Tijuana, Baja California.	53
Tabla 3-8 Características de los equipos de medición de variables meteorológicas.....	64
Tabla 3-9 Datos generales de las obras de protección contra inundaciones asociadas a la zona urbana de Tijuana, B.C. (SEMARNAT, 2008).....	70
Tabla 4-1 Tipos de estaciones hidrometeorológicas.....	78
Tabla 4-2 Densidad mínima que debe de tener una red de estaciones hidrométricas (WMO).....	79
Tabla 4-3 Obras para Control de Avenidas en la zona urbana de Tijuana.....	84
Tabla 4-4 Áreas o Instituciones involucradas la gestión de crecidas.	84
Tabla 4-5 Índice de severidad (Resistencia al vuelco).....	87
Tabla 4-6 Matriz de análisis de la zona urbana de Tijuana.....	89

FIGURAS

Figura 2-1 Nivel de participación a nivel federal, regional y local en la gestión de crecidas.....	20
Figura 3-1 Localización general de la zona urbana y cuenca de aportación de Tijuana, Baja California.....	29
Figura 3-2 Localización del sistema hidrológico de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	30
Figura 3-3 Identificación de zonas potencialmente inundables en el área urbana de Tijuana, Baja California, asociadas a un periodo de retorno de 100 años.....	31
Figura 3-4 Distribución espacial de las localidades en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.	32
Figura 3-5 Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.....	33
Figura 3-6 Grado de marginación por localidad en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.....	33
Figura 3-7 Fisiografía en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	37
Figura 3-8 Rangos de relieve en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	38
Figura 3-9 Uso de suelo y vegetación en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	40
Figura 3-10 Clima en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.	41
Figura 3-11 Temperatura media anual en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	42
Figura 3-12 Precipitación media anual en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	43
Figura 3-13 Localización de la RH de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California. .	44
Figura 3-14 Parte del Humedal de la Laguna de Zapotlán, en la cuenca de la zona urbana de Tijuana.	45
Figura 3-15 Hidrografía en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	46
Figura 3-16 Pendientes en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.....	47
Figura 3-17 Geología en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.	48
Figura 3-18 Degradación en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.	50
Figura 3-19 Edafología en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.	52
Figura 3-20 Exposición fotográfica de las afectaciones producidas por inundación en los municipios	54

Figura 3-21 Exposición fotográfica de las afectaciones producidas por inundación en los municipios.	56
Figura 3-22 Al menos 500 personas fueron llevadas a albergues en la ciudad de Tijuana.	57
Figura 3-23 Protección Civil municipal informó que es muy probable que se continúen las lluvias y chubascos de liegeros a moderados. (20.07.15). http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/remanentes-de-la-tormenta-dolores-causan-inundaciones-en-tijuana.html	58
Figura 3-24 Zonas de afectación por flujo de lodos y avenidas rápidas, en la zona urbana de Tijuana.	60
Figura 3-25 Zonas de inundación por arrastre (pendientes altas) y zonas inundables por anegación (Baja pendiente), en la zona urbana de Tijuana.	60
Figura 3-26 Puntos de afectación por inundaciones ubicados en la zona urbana de Tijuana, por la Coordinación de Protección Civil del estado de Baja California.....	61
Figura 3-27 Sistemas de Alerta Hidrometeorológica instalados entre 1998 y 1999.	62
Figura 3-28 Red de Estaciones Meteorológicas (condiciones actuales) de la zona urbana de Tijuana (http://www.proteccioncivil.tijuana.gob.mx/estaciones.aspx).	63
Figura 3-29 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Acercamiento.	68
Figura 3-30 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Alejamiento.	69
Figura 3-31 Ubicación de las obras de protección asociadas a la zona urbana de Tijuana, B.C.	71
Figura 4-1 Índice de peligro por inundación a nivel municipal en la Republica Mexicana.	75
Figura 4-2 Configuración actual de la red de comunicaciones.....	76
Figura 4-3 Estaciones del Sistema de alerta hidrometeorológica de Tijuana B.C. (<i>Informes Técnicos CENAPRED. Diciembre de 2002</i>).	77
Figura 4-4 Pluviómetro ubicando en las instalaciones de Protección Civil del Municipio de Tijuana (PC-02).	77
Figura 4-5 Estaciones Climatológicas en la cuenca de aportación de la zona urbana de Tijuana.	78
Figura 4-6 Representación de la medición del fenómeno hidrometeorológico.	81
Figura 4-7 Nomograma original de la relación tirante (y) vs velocidad (V).	86
Figura 4-8 Nomograma para determinar la resistencia al vuelco.	87
Figura 4-9 Mapa de severidad para la zona urbana de Tijuana B.C., asociado al periodo de retorno de 100 años.	88
Figura 5-1 Esquema de seguimiento de medidas no estructurales.....	90
Figura 5-2 Esquema de seguimiento de una medida estructural.	91

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 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 territorios¹.

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 crecidas².

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 riesgo³.

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 concepto³.

¹ http://www.apfm.info/publications/policy/ifm_env_aspects/Environmental_Aspects_of_IFM_Sp.pdf

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

³ 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, Baja California, 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
- 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)⁴. 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. Esta Declaratoria es un requisito fundamental, para que las entidades federativas o dependencias federales puedan acceder a los recursos del FONDEN.

⁴ http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Preguntas_Frecuentes#q1

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 FONDEN⁴, 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 D.O.F. 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 forma⁵:

- a) Geológicos: Sismo, Alud, erupción volcánica, hundimiento, maremoto, movimiento de ladera y Ola extrema.

⁵ Artículo 6, obtenido de la página: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5169686&fecha=03/12/2010

- 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 ocasión 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 D.O.F. 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 aplicables⁶.

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 procedimientos iniciados conforme a lo establecido en el Acuerdo que establece las Reglas del

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

Fondo para la Prevención de Desastres Naturales -D.O.F. 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 Revolviente 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.
- 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, entre otras.

2.4.1 Planes de control de inundaciones

Tal como se mencionó anteriormente, 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 una de las bases 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 la 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 acordes la situación geográfica y social de cada entidad, 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.**

Con respecto a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 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 I: Península de Baja California, el marco jurídico de la gestión de las inundaciones o crecidas, en México y por ende en el Organismo de Cuenca Península de Baja California (OCPBC) y de los estados que lo conforman, están integrados por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, diversas leyes, reglamentos y decretos federales, tratados internacionales y organismos internacionales, por leyes y reglamentos y decretos estatales y por el conjunto de reglamentos municipales.

Todos estos instrumentos jurídicos interrelacionados entre sí, son la base sobre la cual las dependencias Federales, Estatales y Municipales, elaboran programas, proyectos y realizan acciones encaminadas a proteger a la población y a sus bienes inmuebles.

El OCPBC, administrativamente está integrado por tres entidades federativas y 11 municipios, entre los que se encuentra el estado de Baja California, con un 100 % dentro del OCPBC y con participación en sus 5 municipios. (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.

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

De manera general, en la tabla, se determinaron más de 60 acciones o programas específicos para cada entidad de la República Mexicana.

De este análisis, se identificó que el año de emisión de la Ley de Protección Civil del estado de Baja California es de 1997, y contiene un total de 110 artículos, de los cuales 11 son transitorios. A continuación, se enlistan, las acciones que corresponden al análisis de esta ley estatal.

- Año de emisión.
- Número de artículos.
- Artículos transitorios.
- Clasificación de riesgos.
- Transfiere la primera responsabilidad al municipio.
- Establece PC nivel estatal.
- Establece PC nivel municipal.
- Promotor de estudios e investigaciones.
- Promueve cultura de PC.
- Coordinación con otras entidades.
- Reconoce grupos voluntarios.
- Registro de grupos voluntarios.
- Promueve capacitación en PC.
- Promueve realización de simulacros.
- Establece existencia de albergues.
- Integración Atlas de Riesgo nivel municipal.
- Promueve difusión de programas de PC.
- Financiamiento institucional.
- Catálogo de recursos humanos.
- Coordinar sistemas de comunicación.
- Revisar y opinar sobre asentamientos humanos irregulares.
- Apoyos para reubicación.
- Cualquier persona puede denunciar riesgos.

Cabe señalar, que la Unidad de Protección Civil de Tijuana, cuenta con una base de programas y acciones similar, tal como se describe en un apartado posterior.

Adicional a este análisis, se revisó el marco jurídico federal, internacional, estatal y municipal y las disposiciones normativas que se consideran más relevantes, mismas, que se mencionan a continuación:

- 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 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.

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 (transfronterizos), 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).

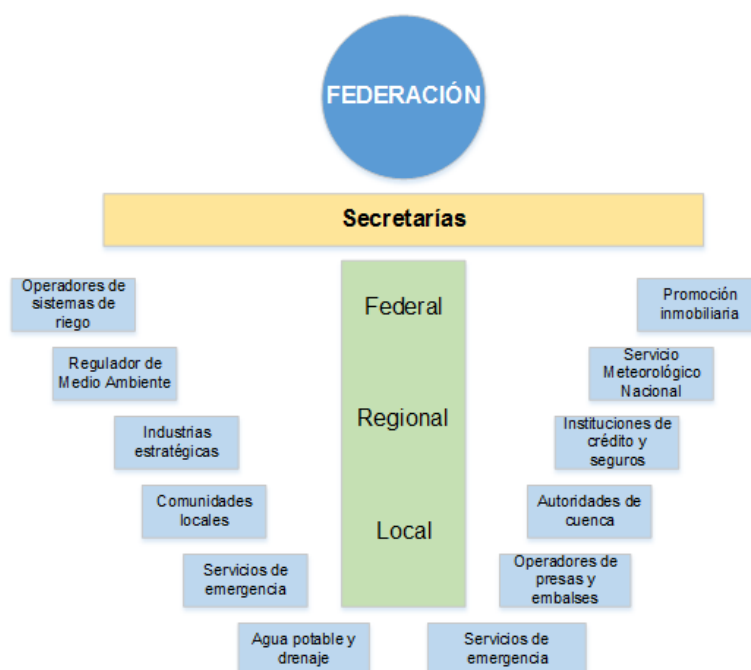


Figura 2-1 Nivel de participación a nivel federal, regional y local en la gestión de crecidas.

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 I; Península de Baja California, 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 I: Península de Baja California.

Federales:

- Secretaría de Gobernación (SEGOB).
- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).
- Secretaría de Marina (SEMAR).
- Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Comisión Nacional del Agua.
- Secretaría de Energía (SENER).
- Secretaría de Economía (SE).

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Secretaría de Educación Pública (SEP).
- Secretaría de Salud (SS).
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).
- Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal (CJEF).
- Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT).
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
- Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Secretaría de Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (SEMAR-CICESE).
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).
- Distribuidora de Conasupo (DICONSA).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
- Petróleos Mexicanos (PEMEX).
- Desarrollo Integral de la Familia (DIF).
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Cruz Roja Mexicana.
- Bomberos.

Estatales:

- El Gobernador Constitucional de cada uno de los estados que conforman la RHA VI.
- Protección Civil Estatal.
- Participa, conjuntamente con los otros dos niveles Federal y Municipal.

Municipales:

- Presidente Municipal.
- Cabildo.
- Protección Civil Municipal.
- Participa, conjuntamente con los otros dos niveles Federal y Estatal.

2.5.4 Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana

Como 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 urbana de estudio, la Unidad Municipal de Protección Tijuana, Baja California, desarrolló el **PLAN MUNICIPAL DE CONTINGENCIA PARA LA CIUDAD DE TIJUANA, B.C.**, presentado al H. Ayuntamiento de Tijuana, en el cual se detallan las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil.

En este contexto, el Plan Municipal de Contingencia, en su apartado para Riesgos Hidrometeorológicos, se orienta a la aplicación y fomento de las acciones a realizar en caso de emergencia mayor o desastres provocados por lluvias intensas, dividiéndose en dos Subprogramas y los Anexos:

- a) Subprograma de Prevención.
- b) Subprograma de Auxilio.
- c) Anexos.
 - 1) Sistema de evaluación y análisis del estado del tiempo.
 - 2) Administración de la emergencia.
 - 3) Recursos especiales.
 - 4) Control de víctimas.
 - 5) Apoyo logístico.
 - 6) Ayuda internacional.
 - 7) Lista de refugios temporales en la ciudad (invierno 2015-2016).
 - 8) Directorio telefónico de los miembros del consejo municipal de protección civil.
 - 9) Anotaciones.

“Las acciones de Protección Civil ante un desastre o emergencia de gran magnitud, requieren de la participación solidaria tanto de los tres niveles de gobierno, como de las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en conjunto. Las experiencias que ha sufrido nuestra Ciudad en pasadas lluvias nos obligan a que realmente concretemos las acciones para proteger la vida, la salud, la propiedad pública, la propiedad privada y la ecología por encima de cualquier interés particular o de grupos”.

Subprograma de Prevención

El Plan de Contingencias para Riesgos Hidrometeorológicos, en su sección correspondiente al Subprograma de Prevención, ha sido diseñado tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Autoprotección.
- Organización.
- Fuentes de Información meteorológica confiables.
- Notificación Oportuna.
- Refugios temporales funcionales y equipados.
- Centros de Acopio.
- Unidades para el Transporte de Damnificados.
- Análisis Oportuno de Riesgos.
- Apoyo a Grupos Voluntarios.
- Capacitación.
- Recursos Especializados.
- Difusión y Concientización.
- Participación Activa.
- Realización de Ejercicios y Simulacros.
- Mantenimiento y Limpieza de la Infraestructura Pluvial de la Ciudad.
- Vigilancia y mantenimiento de los cauces de arroyos y cañones.
- Verificación de viviendas en alto riesgo.

Acciones específicas

Debido a la duración en tiempo y a la dinámica de las temporadas de lluvias en nuestra región, es necesario definir los diferentes pasos a seguir según el pronóstico meteorológico, y dependiendo del comportamiento de éste, se tendrá que trabajar de acuerdo al momento y a la situación que se presente. Sin embargo, existen pasos y acciones a seguir permanentemente que se podrán modificar dependiendo de la severidad de la temporada.

“Es responsabilidad de cada Dependencia Municipal perteneciente al Consejo Municipal de Protección Civil, el tener sus Planes Internos de Contingencias, Rol de Guardias y/o protocolos de activación de su personal para atender adecuadamente la emergencia o desastre”.

Acciones Preventivas para Riesgos Hidrometeorológicos (Organizadas en orden cronológico).

Actividades permanentes de prevención y mitigación (Todo el año y en las cuales participan las siguientes instituciones):

- Definir las áreas de peligro Hidrometeorológico de la Ciudad:
Instituto Metropolitano de Planeación.
- Evitar asentamientos en terrenos y/o zonas de riesgo Hidrometeorológico:
 - Dirección de Administración Urbana y Delegaciones Municipales.
- Mitigar la vulnerabilidad en zonas catalogadas como de alto riesgo:
 - Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal y Desarrollo Social Municipal.
- Vigilar y supervisar los movimientos de tierra y sus obras de protección:

- Dirección de Administración Urbana.
- Evitar se obstruyan cauces y tiren basura en ellos, así como sancionar a quienes lo hagan:
 - Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal, Delegaciones Municipales, Dirección de Policía y Tránsito Municipal y Dirección de Administración Urbana.
- Atención y canalización de reportes de la ciudadanía:
 - Dirección de Protección Civil Municipal.

Octubre-Noviembre:

- Operativo de notificación y recomendaciones a los moradores de zonas de riesgo:
 - Dirección de Protección Civil Municipal y Delegaciones Municipales.
- Revisión y mantenimiento de infraestructura pluvial:
 - Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal y Delegaciones Municipales.
- Revisión y limpieza de cauces y arroyos:
 - Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal y Delegaciones Municipales.
- Alistar Refugios Temporales y difundir su ubicación:
 - Delegaciones Municipales, DIF, Dirección de Desarrollo Social y Dirección de Comunicación Social.

Noviembre-Diciembre-Enero-Febrero-Marzo

- Observación y difusión de Reportes y Boletines de las condiciones meteorológicas y en su caso los Estados de Emergencia:
 - Dirección Protección Civil Municipal y Dirección de Comunicación Social.
- Reuniones quincenales de acuerdo a los Planes de Contingencias:
 - Dirección de Obras e Infraestructura Urbana Municipal (DOIUM).
- Difusión de recomendaciones sobre qué hacer antes, durante y después de las lluvias:
 - Dirección de Protección Civil Municipal y Dirección de Comunicación Social.
- Reunión del Consejo Municipal de Protección Civil:
 - Secretaría de Gobierno del Ayuntamiento, organiza la Dirección de Protección Civil Municipal.

Acciones ante pronósticos de lluvias o durante las lluvias

En esta actividad, la Unidad Municipal de Protección Civil, tiene la obligación de emitir Reportes y/o Boletines Meteorológicos SOLO cuando las fuentes meteorológicas de agencias oficiales hayan determinado probabilidades de afectación o cuando los reportes provean información suficiente para determinar un potencial peligroso de provocar afectación en la Ciudad o en algunas áreas de esta, así como contemplar otros factores tales como, las condiciones de saturación de los suelos y/o la afectación de los sistemas pluviales.

Es recomendable que las Delegaciones Municipales se coordinen y se preparen para dar atención a las personas que requieren asistencia y atención a estos problemas. En caso de situaciones graves, donde esté en peligro la vida o los bienes, se deberá notificar al 066 o en casos de inminentes afectaciones, a la Unidad Municipal de Protección Civil.

En cualquier caso, de estado de emergencia tal como, Pre-Alerta, Alerta o Alarma, o en caso de Boletines Especiales, se deberá notificar inmediatamente a las siguientes dependencias:

A) MUNICIPALES

- a. Presidencia Municipal.
- b. Secretaría de Gobierno.
- c. Delegaciones Municipales.
- d. Secretaría de Seguridad Pública.
- e. Dirección de Seguridad Pública.
- f. Dirección de Tránsito Municipal.
- g. D.I.F. Municipal.
- h. Dirección de Desarrollo Social.
- i. Dirección de Educación Municipal.
- j. Dirección de Obras e Infraestructura Urbana.
- k. Dirección Municipal de Transporte Público.
- l. Dirección Municipal de Salud.
- m. Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano.
- n. Dirección de Comunicación Social.
- o. Dirección de Desarrollo Social.
- p. Dirección de parques y jardines.
- q. Dirección de Aseo Municipal.

B) ESTATALES

- a. Dirección Estatal de Protección Civil.
- b. Subsecretaría de Gobierno del Estado.
- c. DIF Estatal.

C) FEDERALES

- a. Zona Militar.
- b. Batallón de Infantería.
- c. C.F.E.
- d. CONAGUA.
- e. Secretaría de Salud.
- f. IMSS.
- g. ISSSTE.

D) ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES (ONG'S).

- a. H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios.
- b. Cruz Roja Mexicana.
- c. Cruz Blanca Vital.
- d. Asociaciones de Taxistas y Camiones Urbanos.

Dentro del Plan de Emergencias, de Protección Civil de Tijuana, B.C., se recomienda que las oficinas antes mencionadas cuenten con servicio de dirección de correo electrónico e internet las 24 horas del día.

Reporte y/o Boletín Especial: *“La Dirección de Protección Civil Municipal generará y enviará el Reporte y/o Boletín a las Dependencias antes descritas, y la Dirección de Comunicación Social. A su vez, los enviará a los diferentes medios de información. Este Reporte y/o Boletín sólo informa de las condiciones meteorológicas que, según las fuentes, tienen probabilidades de provocar algún tipo de afectación y que generalmente se emiten entre las primeras 72 horas de anticipación al impacto del evento meteorológico”.*

Subprograma de Auxilio

El Plan de Contingencias para Riesgos Hidrometeorológicos, en su sección correspondiente al Subprograma de Auxilio, ha sido diseñado tomando en cuenta los siguientes aspectos.

- Evaluación de Daños.
- Protocolo de Activación.
- Evacuación.
- Áreas de Atención.
- Área de Desastre.
- Área de Socorro.
- Área Base.

Dentro de los Anexos, del Plan Municipal de Contingencias para Riesgos Hidrometeorológicos, se encuentra el Sistema de Monitoreo de Riesgos, el cual tiene como finalidad mantener información actualizada y veraz respecto a las condiciones meteorológicas.

Dicho Sistema de Monitoreo, incluye diferentes fuentes de información tanto nacionales como internacionales. Se reciben informes escritos vía fax e imágenes de satélite y vía Internet de la región que incluyen los siguientes tipos de mapas:

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

Así mismo se mantiene contacto constante con las Dependencias que tienen a su cargo el control de las presas de la región tanto mexicanas como norteamericanas. Las Agencias y/o Dependencias que proporcionan información a la Dirección de Protección Civil de la Ciudad de Tijuana B.C., son las siguientes:

A) REPORTE METEOROLÓGICO:

- 1) *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Weather Service (NWS), San Diego, California Servicio Meteorológico Nacional de E.U.A.*

2) Servicio Meteorológico Nacional de México - Comisión Nacional del Agua (SMN).

- Directo Redes Superficie.
- Previsión del Tiempo.
- Subgerencia de Pronósticos Meteorológicos.

3) Dirección General de Protección Civil.

- Centro Nacional de Comunicaciones (CENACOM).

4) Comisión Nacional del Agua (CNA-CONAGUA).

- Gerencia Estatal en Baja California.
- Subgerencia de Administración del Agua.
- Coordinación Técnica Zona Tijuana.

5) County of San Diego Office of Emergency Services (OES).

- 5555 Overland Ave, Ste 1911, Building 19 San Diego, CA 92123.

B) ESTADO DE LAS PRESAS:

La Comisión Internacional de Límites y Aguas Sección Mexicana (C.I.L.A.), proporcionará información oficial sobre los niveles de las presas norteamericanas siguientes:

- Presa Morena.
- Presa *Barett*.

1) Comisión Internacional de Límites y Aguas Sección Mexicana (CILA) Planta de Tratamiento Punta Bandera. Km. 16 Carretera Cuota Tijuana – Ensenada. Tijuana, B.C.

La fuente oficial para proporcionar información sobre los niveles de las presas mexicanas es la siguiente:

1) Comisión Nacional del Agua (CNA-CONAGUA) Gerencia Estatal en Baja California Subgerencia de Administración del Agua Coordinación Técnica Zona Tijuana.

3 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA Y DE LAS ZONAS INUNDABLES

El municipio de Tijuana, se localiza en el estado de Baja California, al norte de la República Mexicana. Colinda con los municipios de Tecate y Playas de Rosarito, en el mismo estado y es frontera con Estados Unidos de América.

En la Figura 3-1, se aprecia la localización general del estado, municipios adyacentes y la zona urbana de Tijuana, así como su cuenca asociada. (INEGI. Marco Geoestadístico Nacional, 2014).

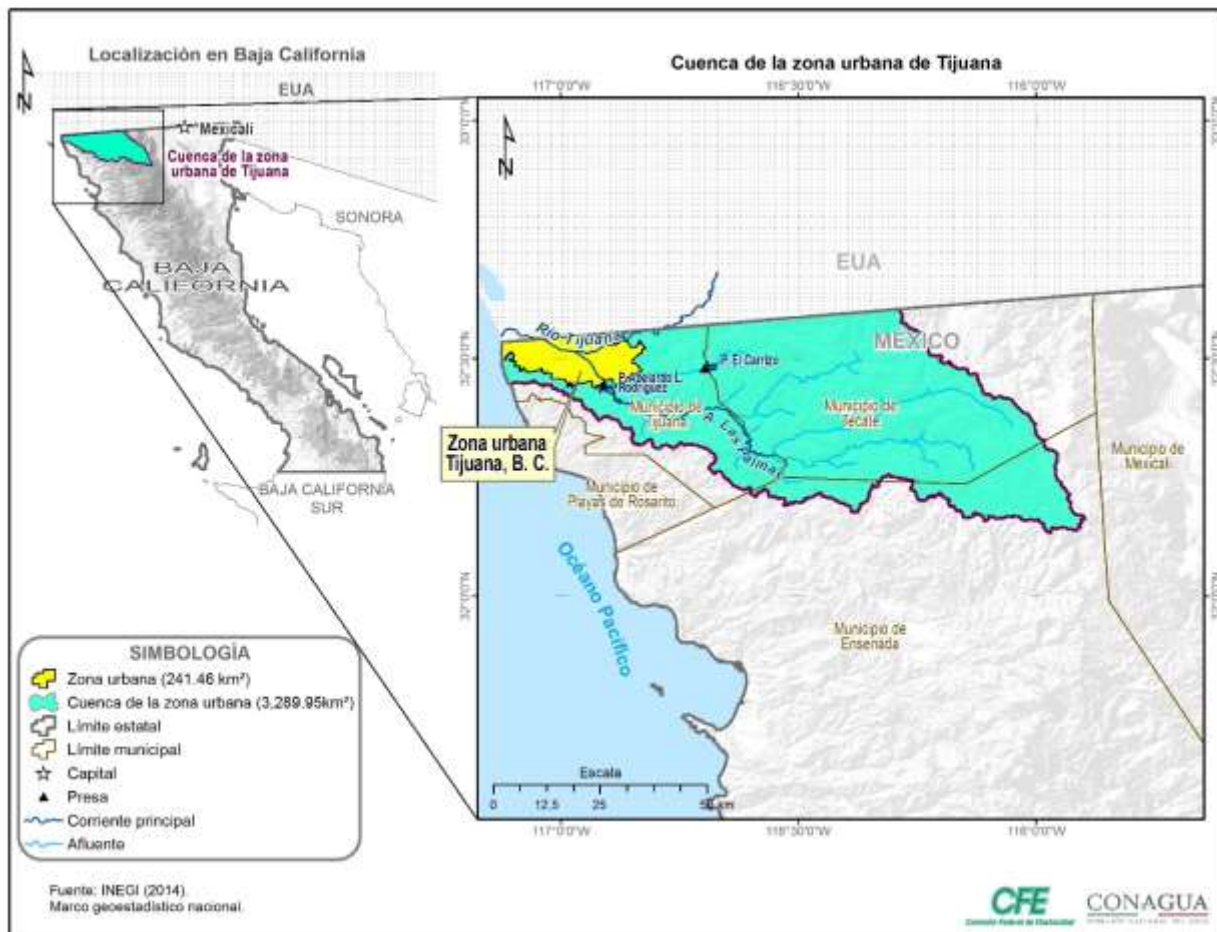


Figura 3-1 Localización general de la zona urbana y cuenca de aportación de Tijuana, Baja California.

Con respecto a la cuenca de la zona urbana de Tijuana, ésta, se ubica dentro de la Región Hidrológica 01; B.C. Noroeste. Del mismo modo, forma parte de la cuenca de río Tijuana-A- de Maneadero, tal como se observa en la Figura 3-2. (INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50,000, 2010).

En el mapa de cuenca y subcuencas, se observa el río Tijuana y el arroyo Las Palmas, que son parte de la subcuenca río Tijuana, río Las Palmas y arroyo El Descanso. Sin embargo, se ha identificado que el cauce más largo de la cuenca es el arroyo Seco o Las Palmas, y tiene una longitud de 182.16 km hasta el punto de control (hidrológico-hidráulico) localizado aguas abajo de la zona urbana.

Por su parte, la superficie de la cuenca asociada a la zona urbana de Tijuana para este estudio es de 3,289.95 km², que está representada por la cuenca de los ríos Tijuana y Las Palmas, así como una parte de la cuenca del arroyo El Descanso, tal como se observa en la Figura 3-2.

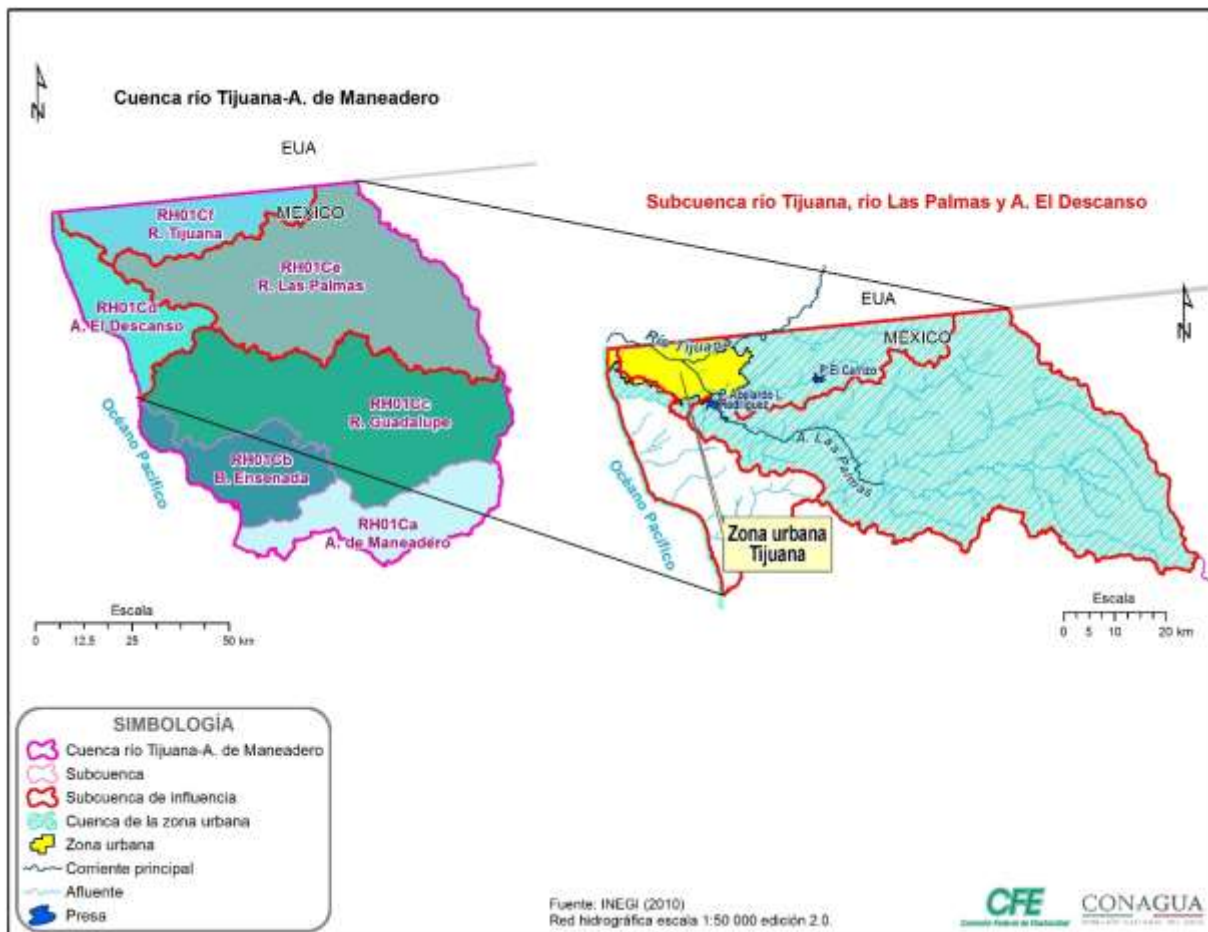


Figura 3-2 Localización del sistema hidrológico de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

De acuerdo con los resultados obtenidos en la modelación matemática del programa *Iber*, se muestran las zonas potencialmente inundables, en el área urbana de Tijuana, B.C., las cuales, están en función de simulaciones numéricas hechas para un periodo de retorno de 100 años (Figura 3-3).



Figura 3-3 Identificación de zonas potencialmente inundables en el área urbana de Tijuana, Baja California, asociadas a un periodo de retorno de 100 años.

3.2 Socioeconómica

3.2.1 Aspectos demográficos

La extensión territorial de la cuenca de la zona urbana de Tijuana es de 3,290 km² se ubica en la entidad de Baja California, abarcando los municipios de Tecate (58 %), Tijuana (29 %) y Ensenada (13 %).

A nivel cuenca su población en 2010 según el censo de población y vivienda fue de 1,592,859 personas; 50 % hombres y 50 % mujeres. Distribuida en 880 localidades de las cuales 16 son localidades urbanas, por mencionar las que cuentan con más de 10,000 habitantes son: Tijuana, Tecate, El Refugio, La Joya, Terrazas de Valle, Villa del Prado 2da. Sección, Las Delicias y Villas de Campo; y 864 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 93 % de las localidades son entre 1 a 249 habitantes.

La localidad de Tijuana (cabecera municipal del municipio del mismo nombre) es la localidad más poblada en la cuenca, concentra el 82 % de la población, con 1,300,983 personas; 50 % hombres y 50 % mujeres.

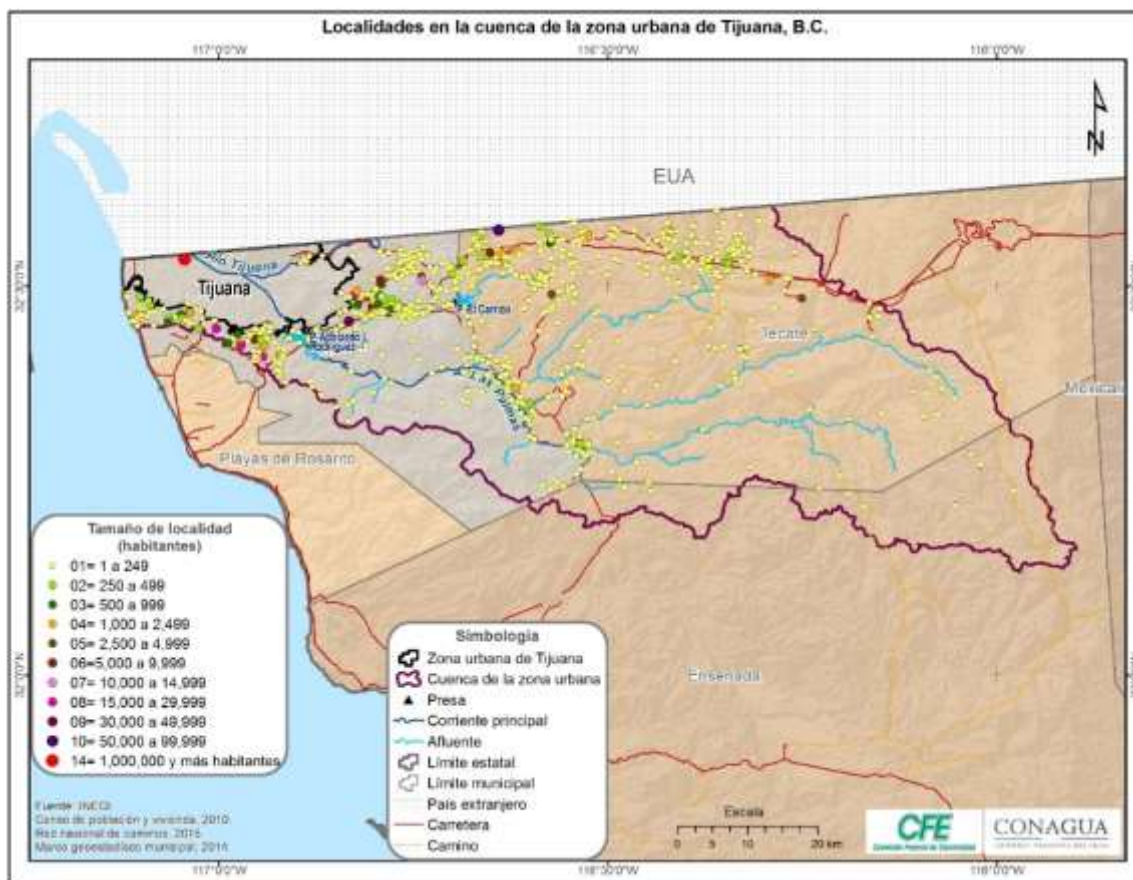


Figura 3-4 Distribución espacial de las localidades en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.

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 47 % de las localidades de la cuenca de la zona urbana (con información) tienen un grado de marginación alto, el 20 % un grado medio, el 16 % un grado bajo, 14 % muy bajo y 4 % muy alto.

La localidad de Tijuana presenta un grado muy bajo de marginación.

Grado de marginación en las localidades de la
cuenca de la zona urbana Tijuana, B.C.

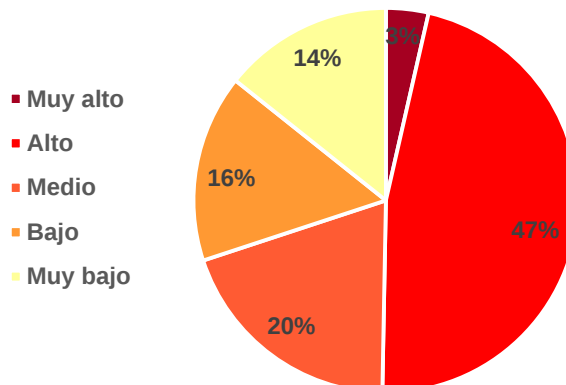


Figura 3-5 Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.

En la Figura 3-6 se observa la notoria cantidad de localidades con un alto grado de marginación en las cuales se concentra el 1 % de la población de la cuenca con 14,641 personas.

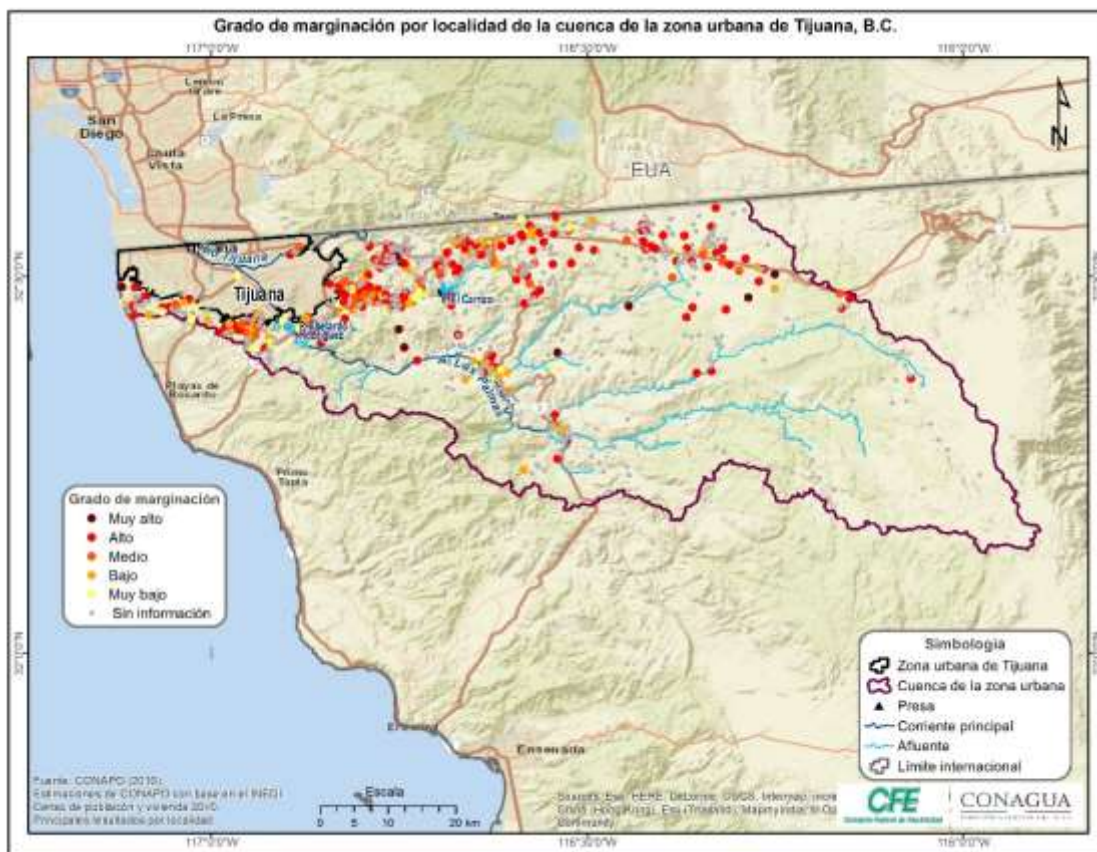


Figura 3-6 Grado de marginación por localidad en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.

La localidad de Tijuana concentra el 82 % de la población de la cuenca, es decir 1,300,983 personas que presentan un muy bajo grado de marginación.

Se muestra también que algunas de las localidades cercanas a la zona urbana de Tijuana presentan un grado alto de marginación, a pesar de la cercanía a un centro urbano importante el grado de marginación es considerable. Por otra parte, pueden observarse algunas localidades con un grado muy bajo lo cual se justifica por la inmediación a un centro urbano, lo que facilita la accesibilidad a servicios, infraestructura y educación, estos dos lados opuestos tan notorios, son característicos en las concentraciones poblacionales en México aunado al factor de la frontera con los Estados Unidos de América.

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, registraron que, en el municipio de Tijuana, los tres sectores más importantes en la generación del valor agregado censal bruto fueron las industrias manufactureras, el comercio al por menor y el comercio al por mayor, que generaron en conjunto el 75 % del total del valor agregado censal bruto registrado en 2014 en el municipio (Tabla 3-1).

Tabla 3-1 Sectores con mayor valor agregado censal bruto en el municipio de Tijuana, B.C.

Sectores con mayor valor agregado censal bruto	
Municipio de Tijuana, 2014. (Miles de pesos).	
Sector	Valor agregado censal bruto
Sector 11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	11.8
Sector 21 Minería	-1.4
Sector 23 Construcción	1 665.4
Sector 31-33 Industrias manufactureras	37 543.1
Sector 43 Comercio al por mayor	7 600.9
Sector 46 Comercio al por menor	8 020.8
Sector 48-49 Transportes, correos y almacenamiento	1 107.4
Sector 51 Información en medios masivos	1 109.4
Sector 52 Servicios financieros y de seguros	382.8
Sector 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	735.8
Sector 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	768.0
Sector 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	2 968.4
Sector 61 Servicios educativos	983.9
Sector 62 Servicios de salud y de asistencia social	1 055.8
Sector 71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1 329.8
Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2 542.0
Sector 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1 508.9
Sectores agrupados por principio de confidencialidad	1 509.1
	70 841.8

Población Económicamente Activa (PEA) y población ocupada en la zona urbana de Tijuana

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 la zona urbana de Tijuana fue de 581,448. 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 550,398 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 Tijuana cuenta con 51,280 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 36.31 % del total de las empresas de la localidad, tal como se observa en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Unidades económicas en la zona urbana de Tijuana, B.C.

Unidades económicas. Localidad de Tijuana, B.C.		
Actividades	Número de unidades	%
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	537	1.05
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3	0.01
Comercio al por mayor	1,686	3.29
Comercio al por menor	18,620	36.31
Construcción	351	0.68
Corporativos	3	0.01
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	27	0.05
Industrias manufactureras	3,518	6.86
Información en medios masivos	204	0.40
Minería	2	0.00
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	9,453	18.43
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	5,075	9.90
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1,397	2.72
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	531	1.04
Servicios de salud y de asistencia social	3,525	6.87
Servicios educativos	1,661	3.24
Servicios financieros y de seguros	1,049	2.05
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1,031	2.01
Servicios profesionales, científicos y técnicos	1,870	3.65
Transportes, correos y almacenamiento	737	1.44
Total=	51,280	100

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, la provincia fisiográfica donde se localiza la zona urbana de Tijuana, es la denominada Península de Baja California, tal como se observa en la Figura 3-7. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos, 2001).

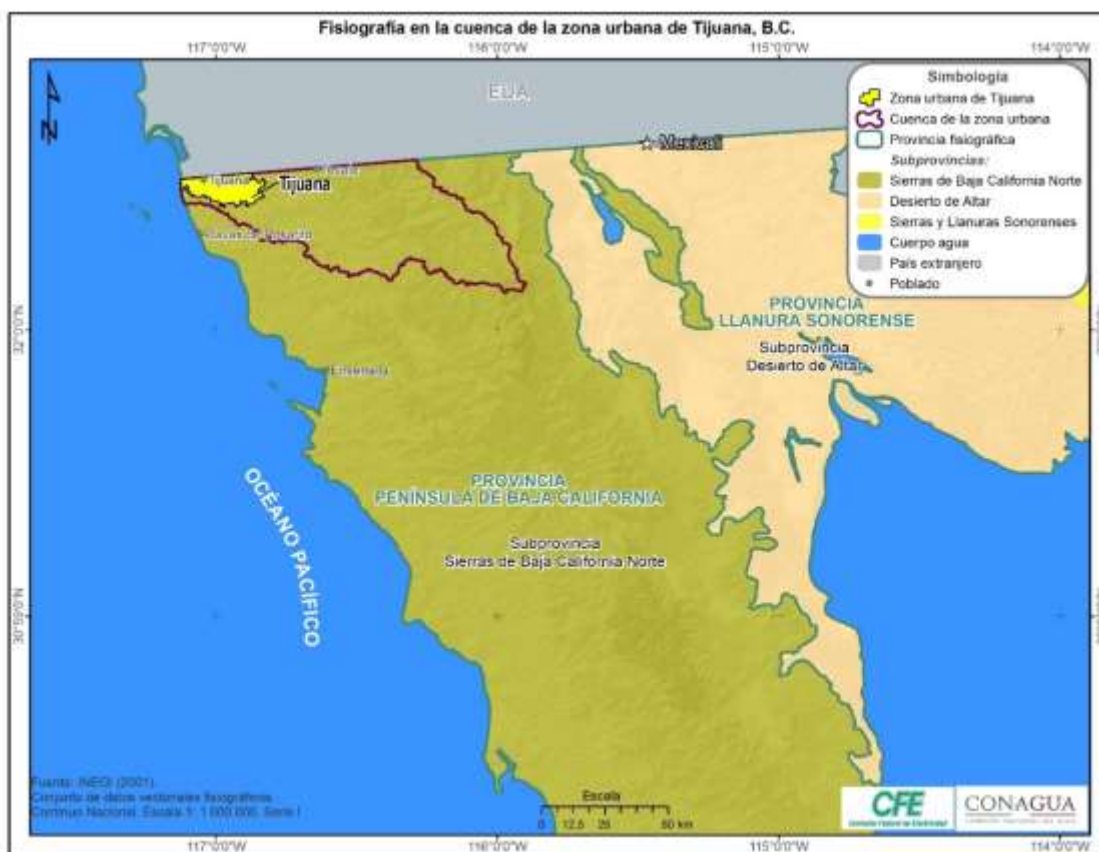


Figura 3-7 Fisiografía en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

En la figura anterior, se observa a la subprovincia Sierras de Baja California Norte, perteneciente a la Provincia Península de Baja California, misma que se describe a continuación.

Península de Baja California: Se localiza a lo largo de la Península del mismo nombre, con una dirección general noroeste-sureste, limita al norte por el Valle de San Joaquín en Estados Unidos y termina por el Sur en Cabo San Lucas; tiene aproximadamente 1,430 km de longitud y una anchura media de 75 km. Sus mayores alturas están en la parte norte con dos mil doscientos metros de altitud, mientras que al sur cerca de la Paz, alcanza los 250 m, su altitud media es de 1,000 m.

(INEGI, http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADAMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf, 2008).

3.3.2 Relieve

De acuerdo con la información mostrada, la cuenca de aportación a la zona urbana de Tijuana, cuenta con un relieve que va del orden de 0 a 1,862 msnm, y que en la Figura 3-8, se han clasificado en 9 rangos. (INEGI. Continuo de elevación Mexicano, 2013).

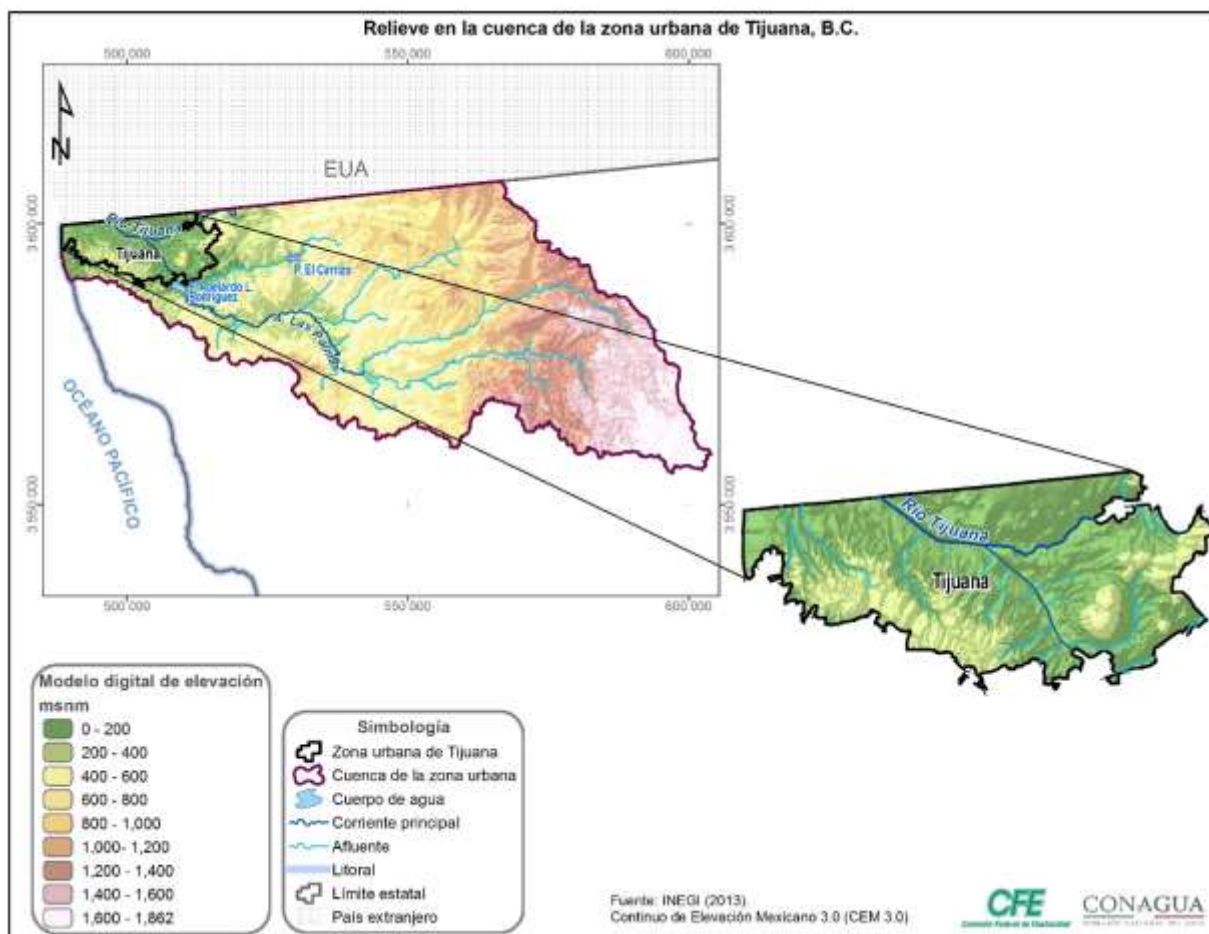


Figura 3-8 Rangos de relieve en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

Como se puede observar en la Figura 3-8, el relieve de la zona urbana de Tijuana, se encuentra entre el rango de 0 a 400 msnm.

3.3.3 Áreas naturales protegidas

Dentro de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, no se tiene registro de Áreas Naturales Protegidas.

3.3.4 Uso de suelo

De acuerdo con la clasificación del INEGI, la cuenca de aportación a la zona urbana de Tijuana, 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 Tijuana, B.C.

(INEGI, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/ usosuelo/>, 2011).

Uso de suelo y vegetación	Área (km ²)	%
Agricultura de riego	31.88	0.97
Agricultura de temporal	180.21	5.48
Asentamientos humanos	185.44	5.64
Bosque de encino	5.07	0.15
Bosque de galería	5.07	0.15
Bosque de pino	246.27	7.49
Bosque de táscate	2.15	0.07
Bosque inducido	14.44	0.44
Chaparral	2,127.42	64.66
Cuerpo de agua	6.14	0.19
Pastizal inducido	260.13	7.91
País extranjero	0.08	0.00
Sin vegetación aparente	1.11	0.03
Vegetación de galería	11.65	0.35
Vegetación secundaria	28.35	0.86
Zona urbana	184.53	5.61
	3,289.95	100.00

En la tabla anterior, se observa que el mayor porcentaje de uso de suelo y vegetación pertenece a Chaparral (64.66 %) y de 2,127 km² de superficie y en menor porcentaje aparece el Bosque de táscate, con 0.07 % y 2.15 km² de superficie. El resto de la cuenca de aportación se divide en otros 14 tipos de suelo más.

En la Figura 3-9, se ilustra los diferentes usos de suelo y vegetación que conforman la cuenca de aportación a la zona urbana de Tijuana. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, 2011).

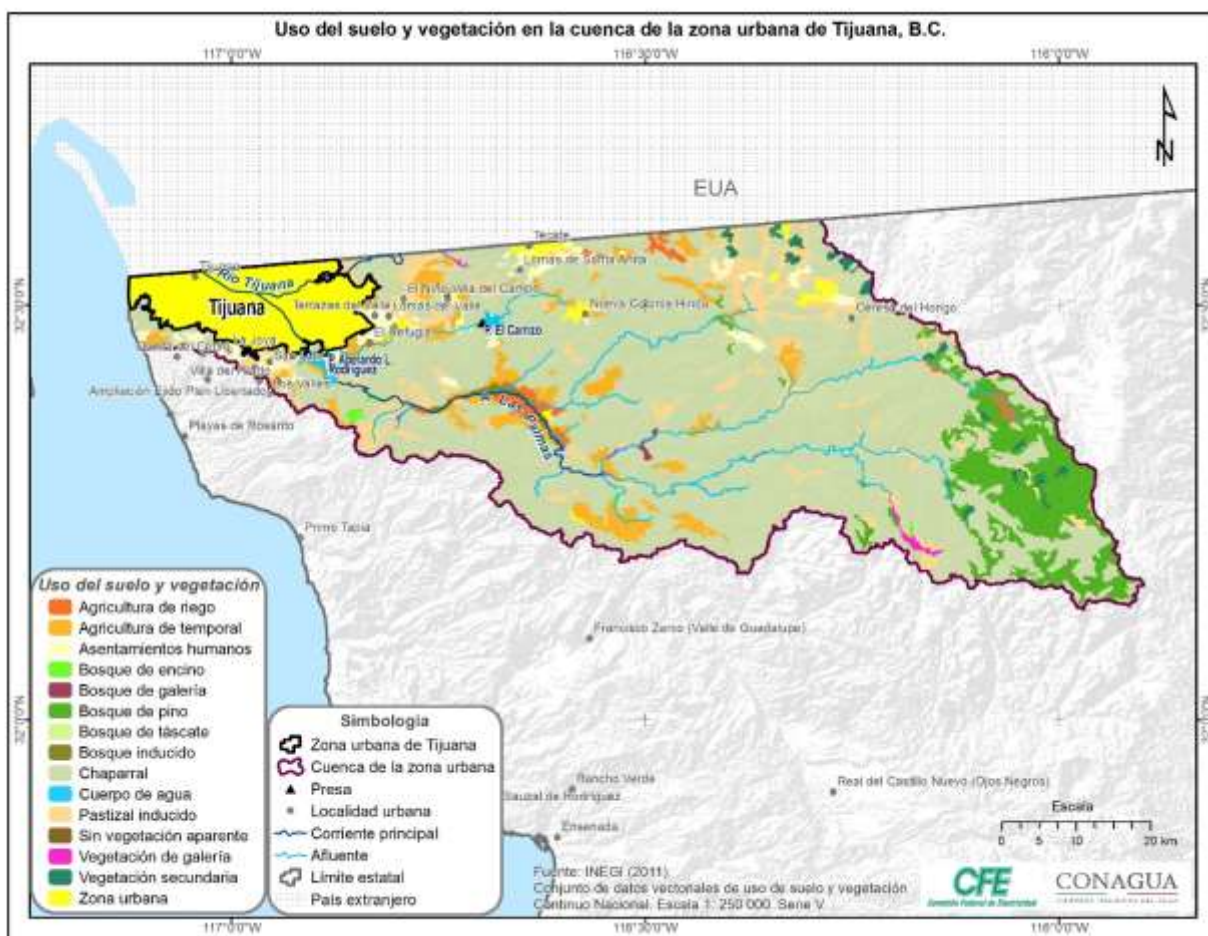


Figura 3-9 Uso de suelo y vegetación en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

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 Tijuana, el clima que prevalece es Seco templado, mientras que el resto de la cuenca de aportación presenta otros tipos de climas: Templado subhúmedo y Semifrío subhúmedo, Figura 3-10. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales y unidades climáticas, 2008).

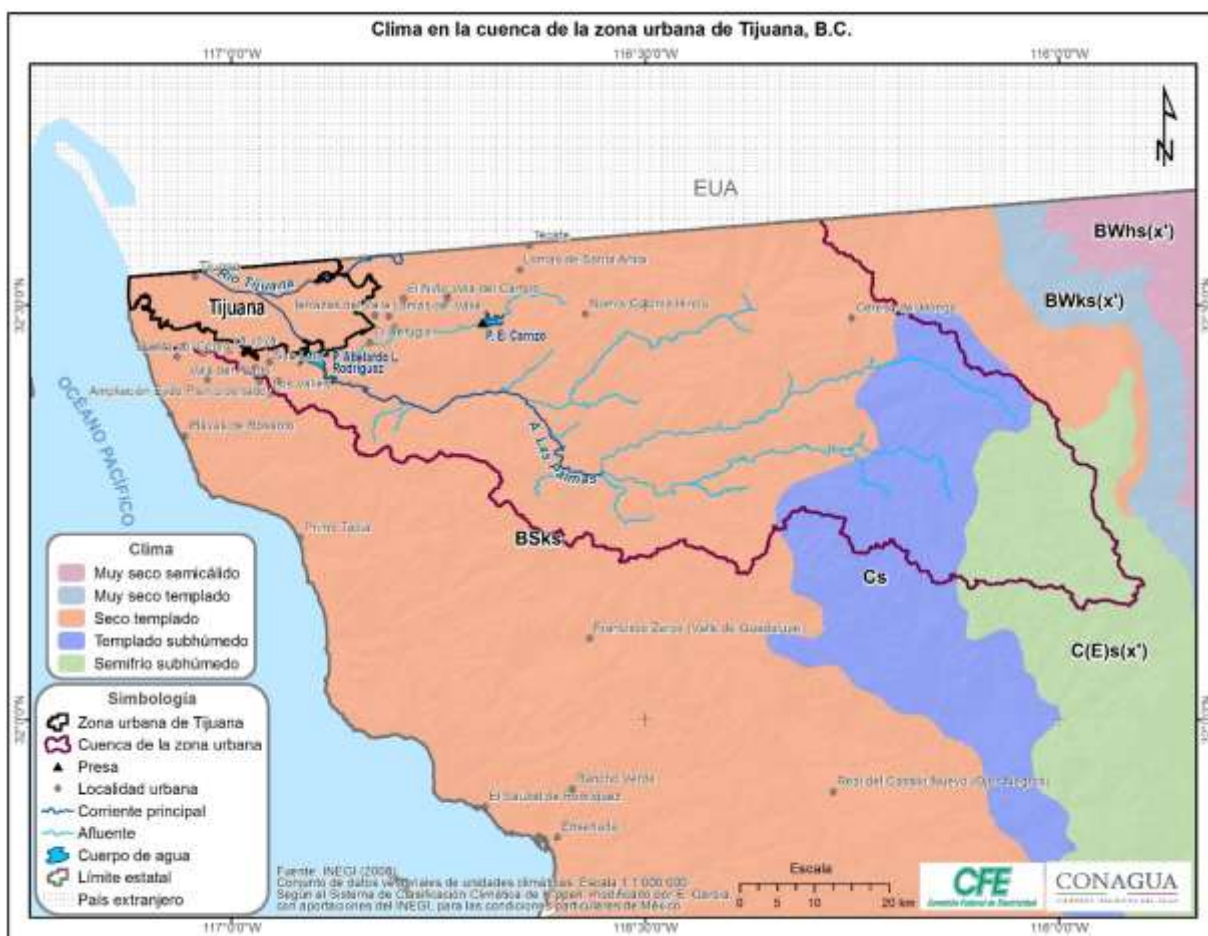


Figura 3-10 Clima en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

Este tipo de clima seco, se subdivide en seco estepario y desértico. El primero, se caracteriza por tener una precipitación media anual inferior a 750 mm en la zona intertropical; en la templada con lluvia en verano 500 mm y 300 mm en la templada con lluvia en invierno. Presenta dos variantes: caliente con temperatura media anual superior a 18°C y fría cuando es menor. Se presenta en el Noroeste de la Mesa del Centro, norte de la Sierra Madre Oriental, así como en la Sierra Madre Occidental y Península de Baja California.

Por su parte el clima seco desértico, es más seco aún que el estepario y la precipitación es menor a 300 mm. Se presenta en el centro y norte de la Mesa del Centro, tierras bajas de las Grandes Llanuras de Norteamérica y las amplias extensiones de la Península de Baja California.

En estos climas, la vegetación es escasa, primordialmente de plantas xerófilas y se llega al extremo de no contar con cobertura vegetal como ocurre en el desierto de Altar, en algunas regiones de Baja California y en parte de las Sierras y Llanuras del Norte.

3.3.6 Temperatura

La temperatura media anual registrada para la zona urbana de Tijuana y su cuenca asociada, se divide en dos tipos; Templado y Semifrío (CONABIO, 2015). La Figura 3-11, muestra dicha clasificación.

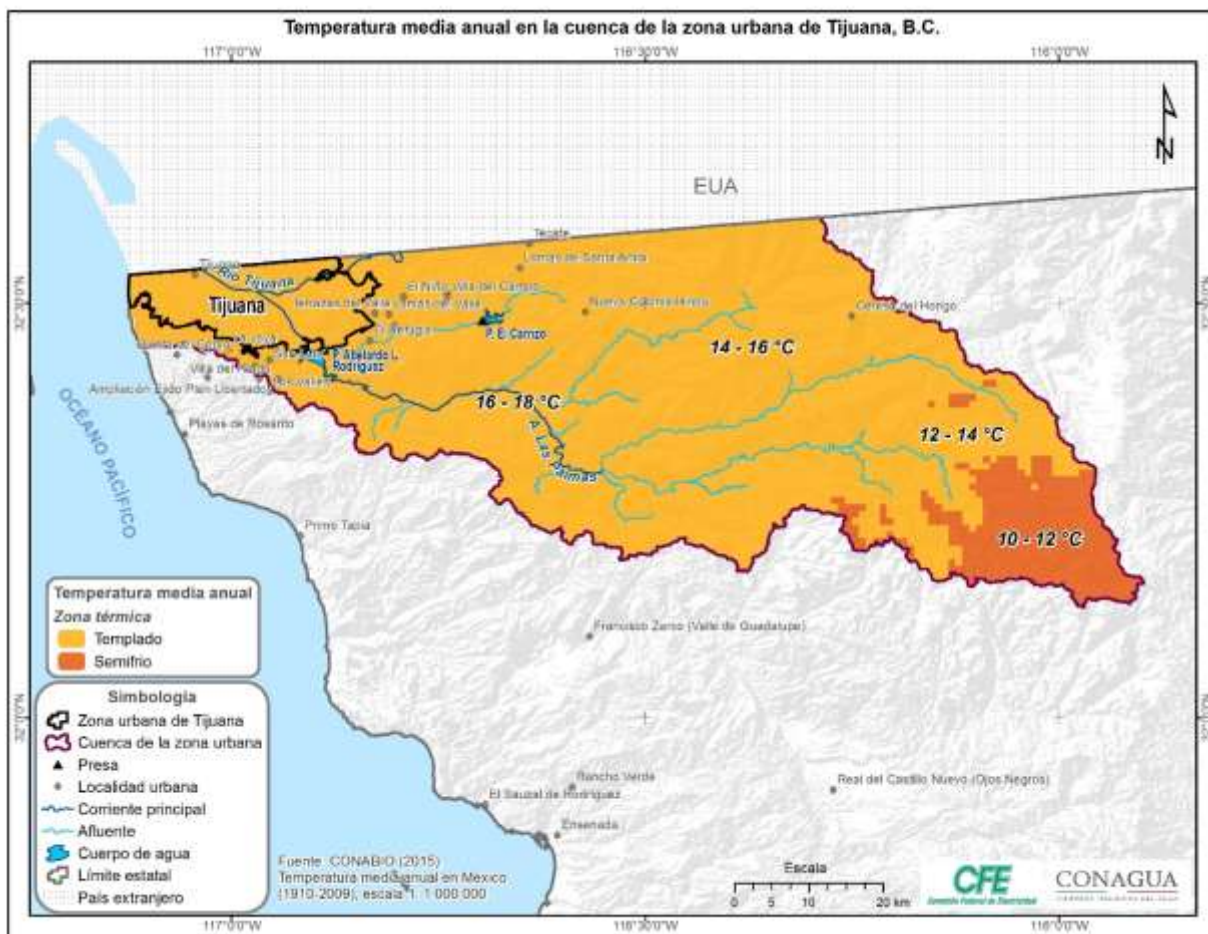


Figura 3-11 Temperatura media anual en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

La temperatura media anual en la zona urbana se encuentra entre los 16°y 18°C, es de tipo Templado, y para el resto de la cuenca de aportación varía entre los 10 y 14° C.

3.3.7 Precipitación

Las precipitaciones medias anuales que se presentan en la cuenca de aportación a la zona urbana de Tijuana, se encuentran en el rango de 166 a 438 mm.

Específicamente en la zona urbana, se observa que la precipitación varía entre los 200 y 300 mm.

La Figura 3-12, presenta estas variaciones de precipitación en la cuenca. (CONAGUA, www.conagua.gob.mx, 2016).

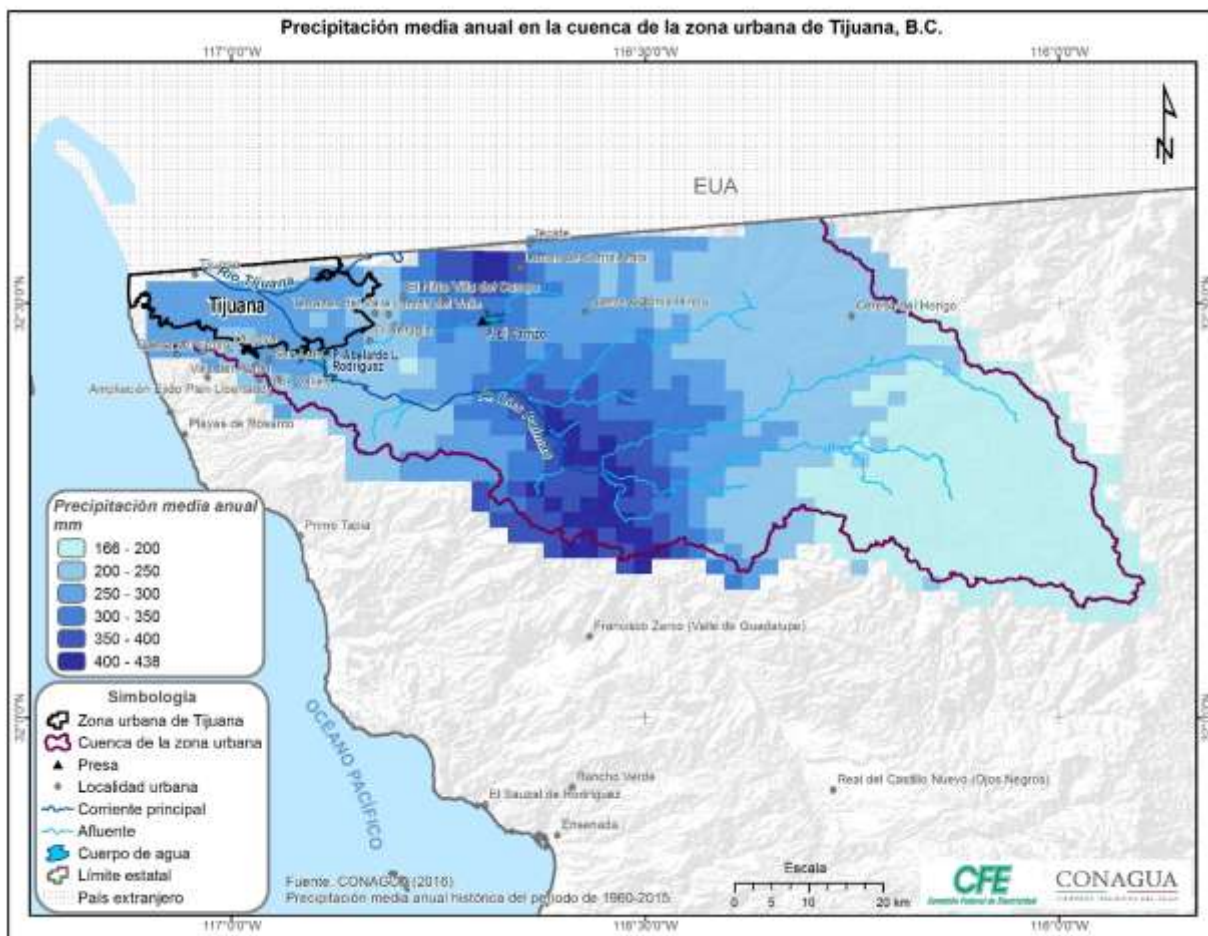


Figura 3-12 Precipitación media anual en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

3.3.8 Regiones hidrológicas

De acuerdo con las 'Estadísticas del Agua en México', elaboradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, Estadísticas del Agua en México, 2015), una región hidrológica (RH) 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 Baja California contiene cinco regiones Hidrológicas; B.C. Noroeste, B.C. Centro-Oeste, B.C. Noreste, B.C. Centro-Este, Río Colorado.

La zona urbana del municipio de Tijuana, se localiza dentro de la Región Hidrológica 01: B.C. Noroeste (Figura 3-13).

El área de la cuenca de la Región Hidrológica 01, es de 28,492 km².

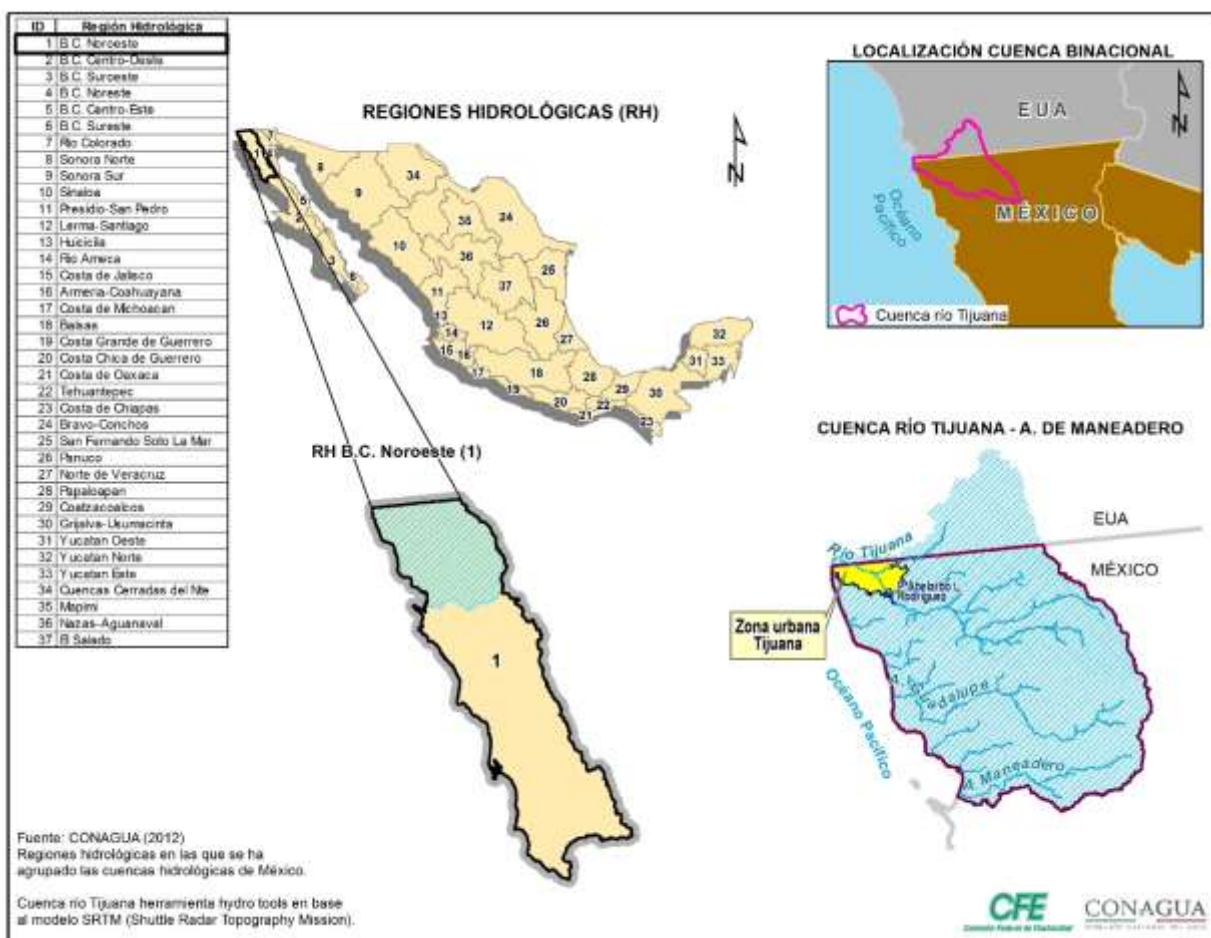


Figura 3-13 Localización de la RH de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

La cuenca de la zona urbana de Tijuana, forma parte del sistema hidrológico de la cuenca del río Tijuana-A. de Maneadero. Por su parte, la superficie de la cuenca asociada a la zona urbana de Tijuana es de 3,289.95 km².

3.3.9 Humedales

Los humedales, son zonas de tierras, generalmente planas, cuya superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente. Al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres. De manera natural, los humedales pueden ser aquellos que se forman por lagunas, esteros, marismas, pantanos, manglares y zonas de costas marítimas.

Por otro lado, también existen humedales artificiales que son creados por el hombre con un propósito específico; servir como embalses, criaderos de especies acuáticas y comerciales, canales, bordos y plantas de tratamiento para la eliminación de contaminantes, entre otros.

Para este caso, dentro de la cuenca de aportación de la zona urbana de Tijuana se ubican los siguientes cuerpos de agua; arroyo Santa Anita, arroyo Seco, La Esperanza, Cañón El Álamo, arroyo

Las Calabazas y Cañada El Testerazo. (Figura 3-14). (INEGI. Humedales potenciales escala 1:250,000, 2012).

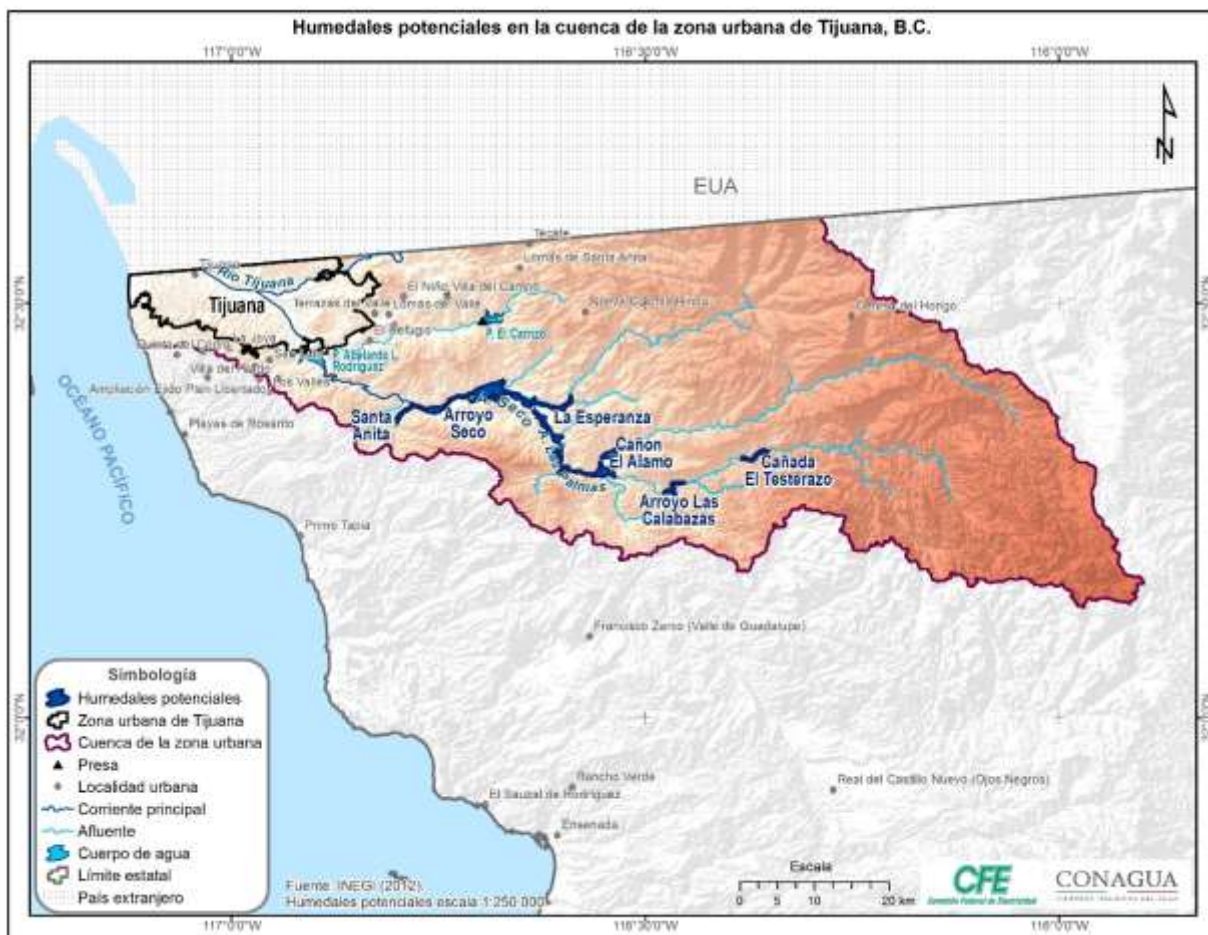


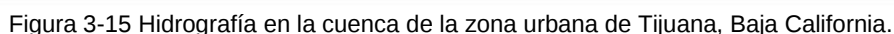
Figura 3-14 Parte del Humedal de la Laguna de Zapotlán, en la cuenca de la zona urbana de Tijuana.

3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación

3.4.1 Cauces

La superficie de la cuenca de aportación asociada a la zona urbana de Tijuana para este estudio es de 3,289.95 km², que está representada por la cuenca de los ríos Tijuana y Las Palmas, así como una parte de la cuenca del arroyo El Descanso. El cauce principal de dicha cuenca, es el arroyo Seco o arroyo Las Palmas, que inicialmente toma las vertientes de la Cañada El Testerazo y el arroyo San Pedro, con una longitud de 182.16 km.

En la Figura 3-15, se puede observar la hidrografía de la cuenca de aportación de la zona urbana de Tijuana. (INEGI. Red hidrográfica, serie II, 2010).



En la cuenca de aportación a la zona urbana de Tijuana, el rango de pendientes fluctúa desde $<1^\circ$ hasta $> 40^\circ$. En el área que ocupa la zona urbana, las pendientes predominantes se encuentran entre 1° y 5° por el cauce del río Tijuana, y de 5° a 10° en la parte alta.

La Figura 3-16, muestra la clasificación del rango de pendientes en la cuenca.

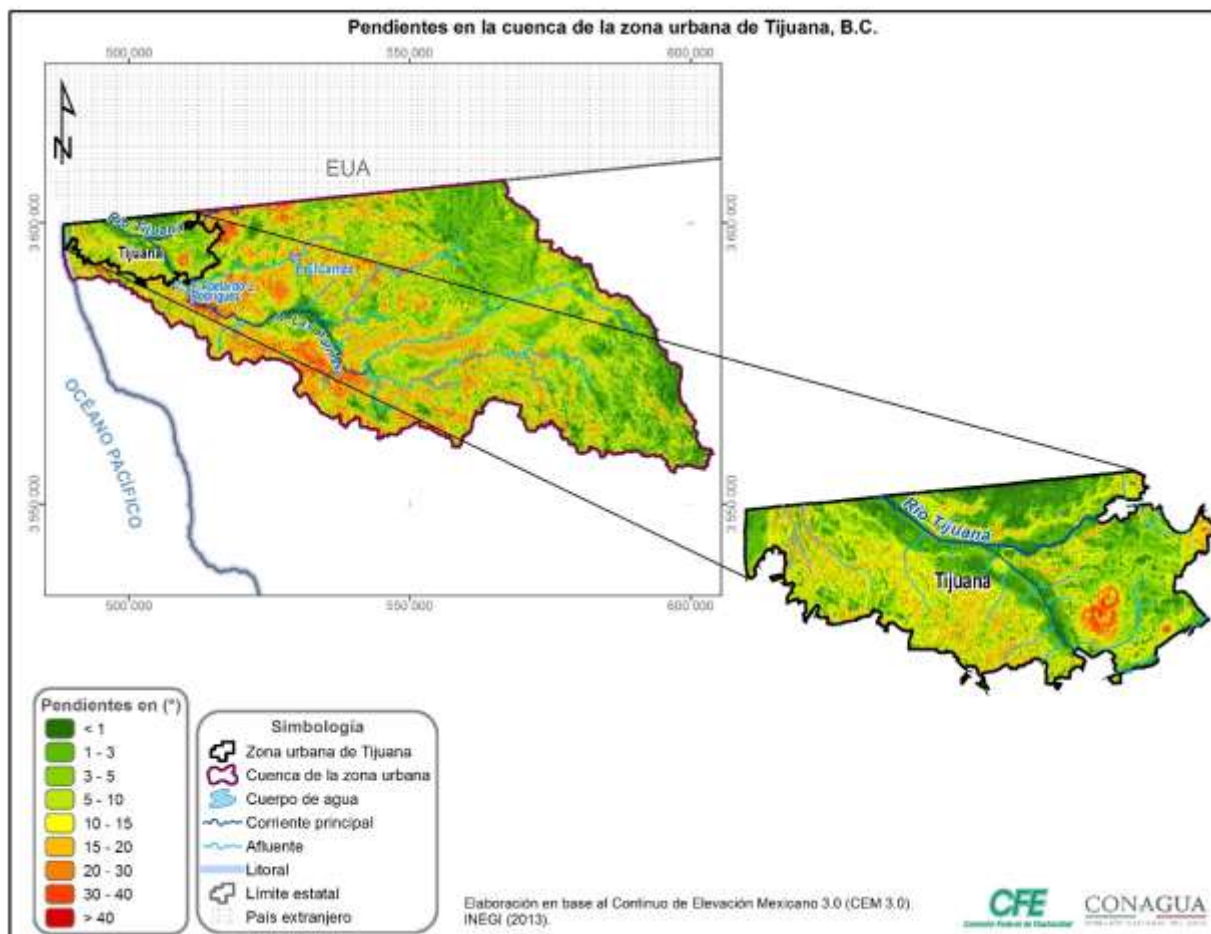


Figura 3-16 Pendientes en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

3.4.3 Geología

La cuenca de la zona urbana de Tijuana, presenta diferentes aspectos geológicos que se muestran en la Figura 3-17. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales geológicos, 2002).

Se aprecia que el tipo de roca Ígnea Intrusiva, es la que ocupa mayor superficie dentro de la cuenca de aportación con 1,791.41 km² (54.45 %). El resto de la cuenca se divide en rocas de tipo Extrusiva, Sedimentaria, Metamórfica y Suelo.

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

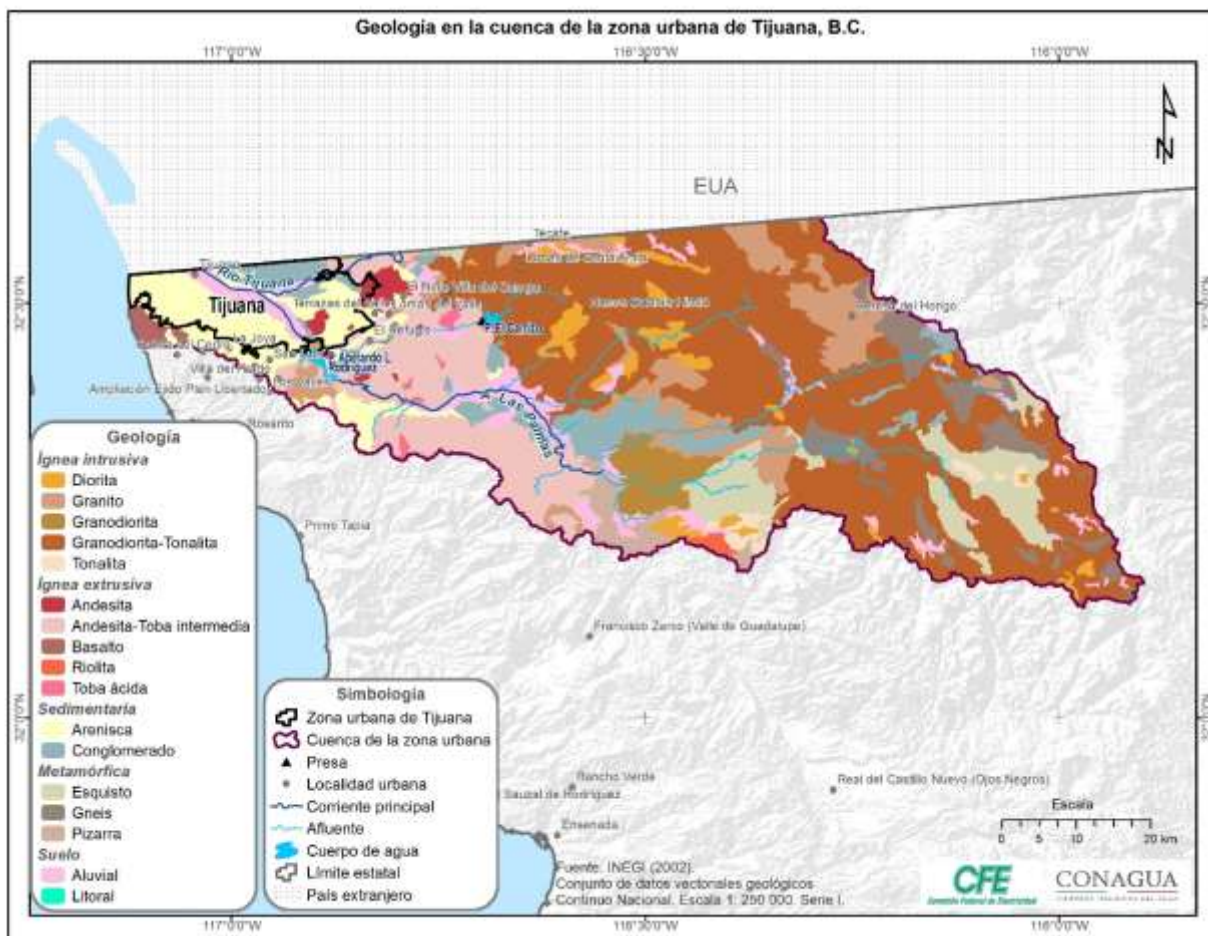


Figura 3-17 Geología en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

Tabla 3-4 Tipos de Geología de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

Tipo	Clase	Km ²	%
Aluvial	Suelo	213.02	6.47
Andesita	Ígnea extrusiva	32.34	0.98
Andesita-Toba intermedia	Ígnea extrusiva	351.40	10.68
Arenisca	Sedimentaria	257.06	7.81
Basalto	Ígnea extrusiva	19.32	0.59
Conglomerado	Sedimentaria	174.59	5.31
Cuerpo de agua	-	0.24	0.01
Diorita	Ígnea intrusiva	105.53	3.21
Esquisto	Metamórfica	208.89	6.35
Gneis	Metamórfica	160.49	4.88
Granito	Ígnea intrusiva	277.36	8.43
Granodiorita	Ígnea intrusiva	81.48	2.48
Granodiorita-Tonalita	Ígnea intrusiva	1298.58	39.47
Litoral	Suelo	0.00	0.00
País extranjero	-	0.66	0.02
Pizarra	Metafórmica	57.35	1.74
Riolita	Ígnea extrusiva	9.92	0.30
Toba ácida	Ígnea extrusiva	13.26	0.40
Tonalita	Ígnea intrusiva	28.46	0.86
		3,289.95	100.00

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 Tijuana, B.C.

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, eutrificación 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 de la cuenca y zona urbana.

En la Figura 3-18, se muestra la ubicación de los tipos de degradación de suelo en la cuenca de la zona urbana de Tijuana.

En la cuenca de aportación de la zona urbana, se presentan dos tipos de degradación: Física por pérdida de la función productiva y Química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.

No obstante, a que es poca la superficie degradada en la cuenca, el grado de degradación física por urbanización es extremo. Mientras, que el tipo de degradación química es de grado moderado.

Cabe señalar, que la mayor parte de la cuenca no presenta degradación en su superficie (94.90 %). (SEMARNAT. Degradación del suelo en la República, 2004).

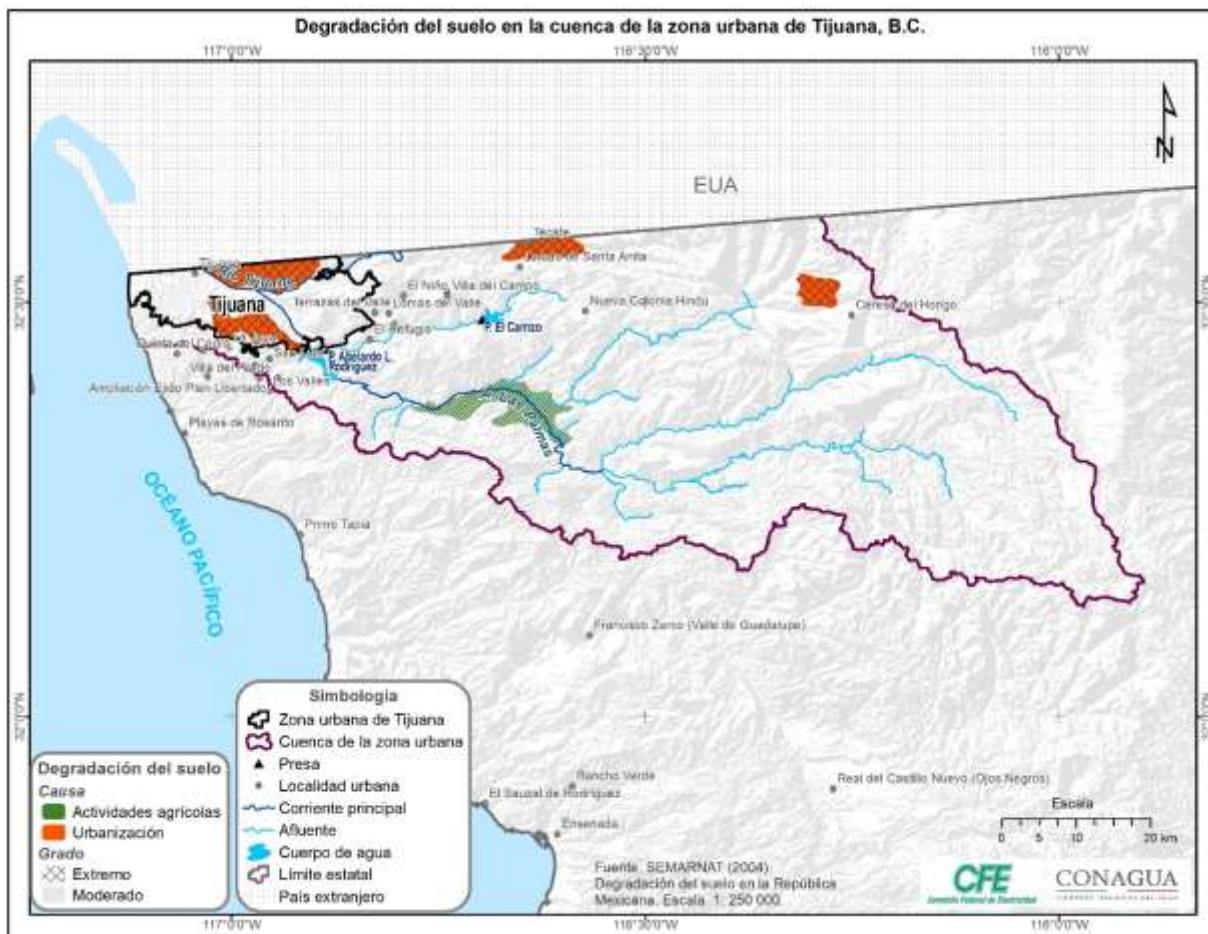


Figura 3-18 Degradación en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

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

Tabla 3-5 Tipos de Degradación de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.

Tipo	km ²	%	Grado	Causa
Degradación física por pérdida de la función productiva	107.33	3.26	Extremo	Urbanización
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	60.49	1.84	Ligero	Act. Agrícolas
Sin dato de degradación en la cuenca	3,122.13	94.90	-	-
	3,289.95	100.00		

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 los procesos de 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 Tijuana, está conformada en su mayoría por suelo Leptosol con una superficie de 1,997.01 km² (60.70 %) y Regosol con una superficie de 541.70 km² (16.47 %).

El resto de la cuenca se compone por 8 tipos de suelos más y la zona urbana, como se puede observar en la Figura 3-19. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales edafológicos, 2006).

En la Tabla 3-6, se describe la clasificación edafológica del total de la cuenca de la zona urbana.

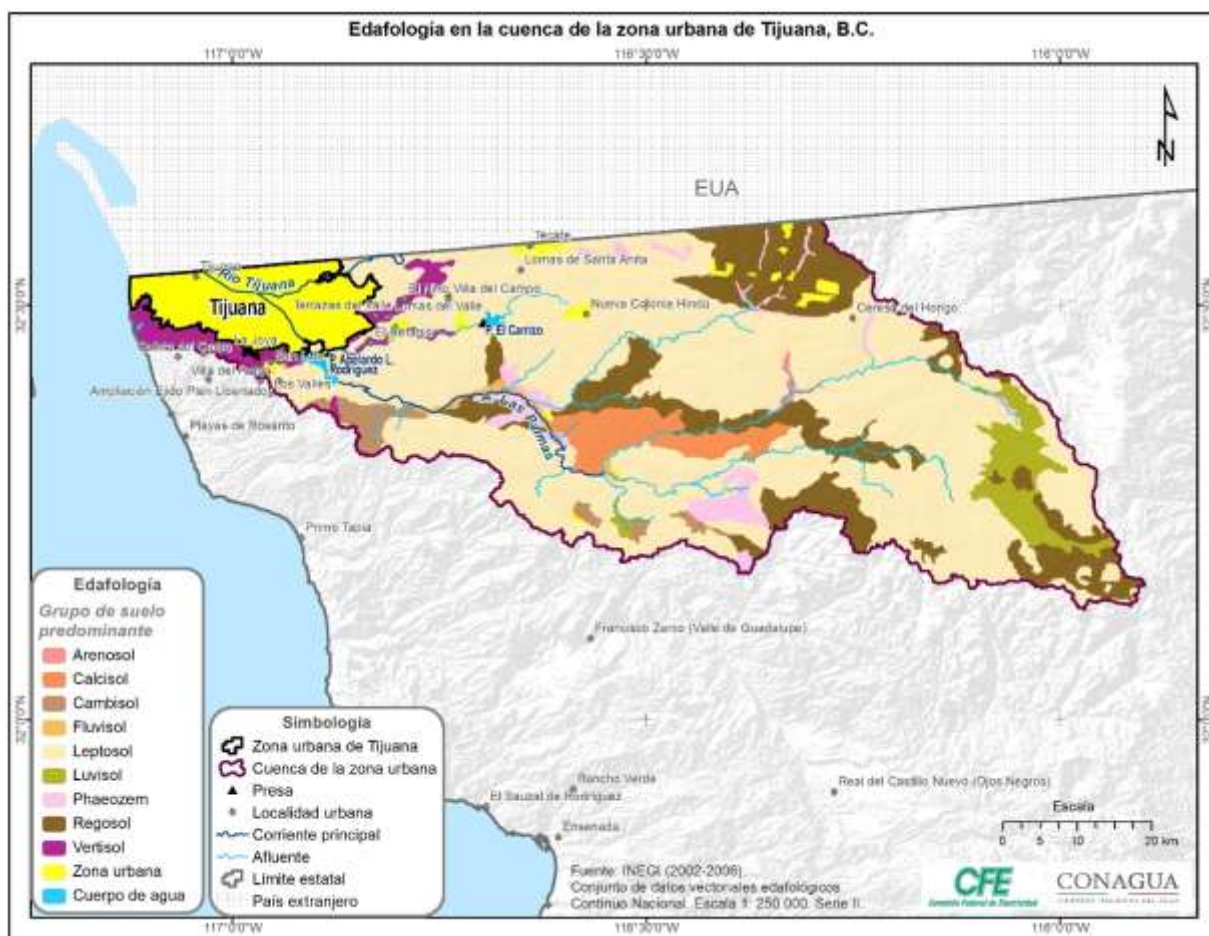


Figura 3-19 Edafología en la cuenca de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

Tabla 3-6 Cobertura edafológica de la cuenca de la zona urbana de Tijuana, B.C.

(INEGI, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/>, 2002-2006).

Unidades de suelo	Área (km ²)	%
Arenosol	9.29	0.28
Calcisol	115.56	3.51
Cambisol	54.50	1.66
Cuerpo de agua	6.57	0.20
Fluvisol	28.15	0.86
Leptosol	1997.01	60.70
Luvisol	114.90	3.49
País extranjero	0.08	0.00
Phaeozem	97.56	2.97
Regosol	541.70	16.47
Vertisol	124.04	3.77
Zona urbana	200.59	6.10
	3,289.95	100.00

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

Se presenta una recopilación de eventos hidrológicos, basados en las inundaciones registradas en la zona urbana de Tijuana, Baja California. Dicha información proviene de diferentes fuentes consultadas en la red, como se indica en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7 Inundaciones históricas de la zona urbana de Tijuana, Baja California.

(Fuente: Indicada).

Fecha	Evento	Fuente	Marca de agua			Daños	
			Zonas afectadas	Descripción	Altura	Pob. Afectada	Infraestructura (\$)
1976 a 1990	Historial de desastres	http://www.elvigia.net/genera/2015/12/10/tiene-baja-california-historial-desastres-220040.html	Municipios de Tijuana, Ensenada, Mexicali, Tecate y Rosarito	Daños en infraestructura por inundaciones en los 5 municipios		Población de los 5 mpios.	-
06-13 ene/1993	Lluvias por fenómeno de "El Niño"	https://infogr.am/inundacion-del-93-----en-Tijuana	Municipio de Tijuana	Inundación en la mayor parte de la ciudad de Tijuana		Se estiman 30 víctimas mortales y más de 5 mil personas sin hogar	Más de 40 millones de pesos
09/Feb/1998	Lluvias torrenciales	http://www.jornada.unam.mx/1998/02/09/inundaciones.html	Municipio de Tijuana y Playas de Rosarito	Inundaciones, deslaves, desbordamiento de canales pluviales y suspensión de servicios		Al menos 300 personas de varias colonias de Tijuana	-
24/Dic/2008	Lluvias intensas	http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/564850.html	Mpio. Tijuana	Declaración de Pre alerta por fuertes precipitaciones	-	-	-
22/ene./2010	Tormentas atípicas	http://www.jornada.unam.mx/2010/01/22/estados/028n1est	Municipios de Tijuana, Ensenada, Mexicali, Tecate y Rosarito	Inundaciones, deslaves, desbordamiento de ríos y cierre parcial de carreteras	5 mm	En Tijuana, al menos 500 personas fueron llevadas a albergues	-
19/Jul./2015	Tromba	http://www.sdnoticias.com/estados/2015/07/19/declaran-estado-de-prealerta-por-lluvias-en-tijuana http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/remanentes-de-la-tormenta-dolores-causan-inundaciones-en-tijuana.html	Tijuana	Inundación y daños en varias colonias de la ciudad de Tijuana	1.5 m	-	-
05/ene/16	Fuertes Lluvias	http://www.oem.com.mx/elsoldetijuana/notas/n4044666.htm	Tijuana y Rosarito	Alerta de inundaciones. Caos vial por encharcamientos	25 a 72 mm	-	-

De acuerdo con el reporte de registros históricos de inundaciones, se observa que el municipio de Tijuana y su zona urbana, han sido severamente afectados por los eventos hidrometeorológicos que recurrentemente azotan en la entidad. Estos eventos han sido, tanto por lluvias torrenciales, como por fenómenos atípicos, como "El Niño", en 1993. Estas temporadas de lluvias más intensas han dejado destrucciones en infraestructura, provocando que se declare zona de desastre a Baja

California, según un recuento presentado por funcionarios de la Coordinación Estatal de Protección Civil⁷. (Figura 3-20).



Figura 3-20 Exposición fotográfica de las afectaciones producidas por inundación en los municipios de Baja California.

A continuación, se presenta una breve descripción de las inundaciones históricas, que han acontecido en Tijuana, durante el periodo de 1976 -1990. Cabe señalar, que la mayor parte de estos eventos, han sido documentados en diferentes fuentes de información, que relatan con mayor detalle los sucesos⁸.

1976-1978: Estos años se caracterizaron por lluvias tempestuosas en los meses de diciembre y enero. En marzo de 1978, las lluvias se prolongaron por 15 días, lo que generó alerta por desbordamiento de presas, y se tuvieron que desalojar a más de 2,500 familias de 23 colonias que se ubicaban en las márgenes de ríos y cauces. La zona central de la ciudad quedó inundada por las corrientes que bajaron por el cañón Johnson, arrastrando por la Avenida B o Constitución, carros,

⁷ <http://www.elvigia.net/general/2015/12/10/tiene-baja-california-historial-desastres-220040.html>

⁸ <http://www.el-mexicano.com.mx/informacion/suplementos/2/40/identidad/2011/01/23/450718/historia-de-las-inundaciones-en-tijuana> (Primera Parte)
<http://www.el-mexicano.com.mx/informacion/suplementos/2/40/identidad/2011/01/30/451842/historia-de-las-inundaciones-en-tijuana> (Segunda Parte)

muebles, llantas, animales muertos, lodo y basura, afectando gravemente al comercio de toda esa zona.

1980: Las presas del condado de San Diego se encontraban al máximo de su capacidad. En el área de Tijuana, desde los primeros días de enero, las lluvias fueron torrenciales e inundaron extensas zonas de la población. También la presa Rodríguez estaba completamente llena, por lo que el día 30 de enero a las dos de la mañana, hubo necesidad de desfogar sus excedentes.

En esta ocasión, desafortunadamente, muchas personas perecieron al incrementarse el caudal del río Tijuana, ya que decidieron no abandonar sus hogares y quedaron atrapados en sus viviendas, o en su caso, fueron arrastrados por la corriente.

1983: Fue otro año de fuertes inundaciones. El fenómeno del Niño provocó grandes tormentas, por lo que el agua fluyó por los cañones hacia las zonas bajas, ocasionando a su paso deslaves y taponamientos. Los problemas se presentaron mayormente en los sitios en que se habían efectuados rebajes para edificar viviendas, ya que, al reblandecerse el terreno, vinieron los derrumbes. Al menos 7 casas se deslizaron por la ladera y se habló de 8 muertes.

En esta ocasión los damnificados se calcularon en más de 2,500.

1993: Fue en el mes de enero, cuando sobrevino el peor desastre originado por tormentas en la historia de la ciudad. Después de las lluvias del 83 vinieron años sumamente secos, pero el día 6 de enero de 1993, comenzó un temporal, que en dos semanas arrojó sobre la ciudad 210 mm. de lluvia. Se calcula que en este desastre resultó dañado el 10 % del área urbana. Hubo al menos 37 muertes, 5,000 personas quedaron sin hogar y las pérdidas materiales se calcularon en más de 40 millones de dólares.

Los mayores problemas se presentaron en las colonias situadas al norte del Aguaje de la Tuna cruzadas por el cañón de la Piedrera, en donde casas, edificios y comercios fueron destruidos por la impetuosa creciente. Las afectaciones se dieron por todos los rumbos de la ciudad y entre las más perjudicadas estuvieron las colonias 3 de octubre, Pípila, Camino Verde Sánchez Taboada, Vista Hermosa, San Juan del Río, San Luís y Los Laureles.

La presa La Encantada, por la carretera a Tecate, estuvo punto de romperse, por lo que tuvo que evacuarse a las familias que vivían aguas abajo de la misma. Por todos rumbos de la ciudad, un gran número de avenidas, calles y rampas quedaron destrozadas e intransitables. Numerosas industrias y comercios suspendieron sus labores debido al ausentismo de los trabajadores, ocupados en auxiliar a sus familias y carentes de transporte por las destrozadas calles de Tijuana.

En esta ocasión, se implementó el Plan DN-III de la SEDENA, interviniendo los tres niveles de gobierno, para auxiliar a los damnificados.

1998: En el mes de febrero, el fenómeno del Niño trajo fuertes aguaceros que dejaron en Tijuana 7 muertes, 300 casas destruidas, cientos de gentes atrapadas en sus hogares y cerca de 8,000 damnificados. Se reportó que tan solo el día 7 cayeron 60 mm. de lluvia y hubo cerca de 100 viviendas dañadas.

Posterior a estos eventos, en la zona urbana de la ciudad de Tijuana, se han suscitado inundaciones de menor grado que las ocurridas en las fechas antes mencionadas, sobre todo en 1993 y 1998.

En diciembre de 2008, se decretó una prealerta en Tijuana por lluvias de temporal, ya que se trató de prevenir posibles daños y afectaciones en el municipio, tal como se observa en la publicación de la Figura 3-21.

“El director de Protección Civil local, explicó que se espera una precipitación de dos pulgadas, lo que representa lluvias de consideración, sobre todo si se toma en cuenta que la ciudad está saturada de humedad por los temporales que afectaron en días pasados”.



Figura 3-21 Exposición fotográfica de las afectaciones producidas por inundación en los municipios.

En enero de 2010, la contingencia por inundación fue mayor, ya que tormentas atípicas, acompañadas de fuertes vientos azotaron en Tijuana. B.C, generando inundaciones, apagones, deslaves, desbordamiento de arroyos, el colapso de dos puentes, el cierre parcial de la carretera Transpeninsular y la caída de bardas. En esta ocasión, el Ejército aplicó el Plan DN-III (Figura 3-22).

“Alrededor de 500 personas de Ensenada, Mexicali, Tecate, Rosarito y Tijuana fueron trasladadas a albergues. Las autoridades informaron que hay cerca de 3 mil personas en zonas de alto riesgo, donde el Ejército Mexicano comenzó a realizar desalojos, retira escombros, coloca costales de arena, apuntala bardas y muros de contención y desazolva calles”.

“En 1980, 1993 y 1998 Tijuana sufrió fenómenos meteorológicos similares, que también causaron muertes. La diferencia este año es la presencia de fuertes vientos”.



Figura 3-22 Al menos 500 personas fueron llevadas a albergues en la ciudad de Tijuana.

En julio de 2015 (Figura 3-23), también se declaró en estado de prealerta por lluvias en Tijuana, a consecuencia de una fuerte tromba que tuvo lugar el 19 de Julio, de ese año. En esta ocasión, varias zonas de la ciudad estuvieron anegadas y con encharcamientos, además de que hubo reportes de accidentes automovilísticos.

“La zona este fue la parte más afectada en la delegación La Presa/Rural, varios vehículos quedaron varados y debajo de las aguas que alcanzaron alrededor de metro y medio. Se presentaron algunos deslaves en algunas avenidas y cañones”.

Cabe señalar, que las inundaciones ocurridas en varias zonas de Tijuana, que generaron estas lluvias, fueron provocadas por los remanentes que dejó la tormenta “Dolores”.

Por último, en enero de este año (2016), se emitió declaratoria de alerta por las intensas lluvias que cayeron durante esa semana, donde se pronosticaron lluvias de hasta 72 mm de agua. Según lo pronosticado, se preveía que para esas fechas lloviera lo equivalente a lo que hay en la mitad del año, ya que, desde las precipitaciones de 2010, no existía una predicción tan severa en cuanto a la caída de precipitaciones.



Figura 3-23 Protección Civil municipal informó que es muy probable que se continúen las lluvias y chubascos de liegeros a moderados. (20.07.15). <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/remanentes-de-la-tormenta-dolores-causan-inundaciones-en-tijuana.html>.

Atlas de riesgo

A la fecha, se cuenta con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tijuana 2014, realizado por Gobierno Federal y el Ayuntamiento, en conjunto con la Unidad de Protección Civil. Lo anterior, con la finalidad de tener una herramienta para la evaluación y manejo de riesgos presentes y futuros en la ciudad de Tijuana. Para la elaboración del Atlas de Riesgos de Tijuana se conformó un grupo de especialistas en el tema, y se acudió a instituciones de Baja California, que cuentan con información y experiencia en el tema a tratar.

Basados en las experiencias desde la fundación de la ciudad de Tijuana (1889) sobre los peligros naturales principales a que se encuentra expuesto el municipio de Tijuana, el contenido de este Atlas de Riesgos Naturales, se conforma de los siguientes temas:

- Peligro por deslizamientos
- Peligro sísmico
- Peligro por inundaciones
- Peligro por incendios forestales.

Cabe señalar, que anterior al actual Atlas de Riesgo, se realizó el documento “Atlas de Riesgos del Municipio de Tijuana, B. Versión 1.0 marzo 2000”. Este documento fue realizado por la Dirección Municipal de Protección Civil durante el XVI Ayuntamiento, con el apoyo de CICESE (Rosquillas A., Mendoza, L, 2000)⁹.

⁹ Atlas de riesgos del municipio de Tijuana B.C. “Una herramienta para la respuesta a la emergencia” (Versión 1.0 Julio de 2000). Dirección Municipal de Protección Civil.

Para este caso, se presenta una breve descripción de los fenómenos hidrometeorológicos, que han causado algún tipo de daño o desastre por inundación en la ciudad. No obstante, también se pueden presentar riesgos por inundación, en caso de riesgo de origen geológico, tal como se describe a continuación:

Inundación por ruptura de estructuras de Presas y Reservorios (Riesgo Geológico)

En Tijuana, las áreas propensas a inundación por falla en reservorios o presas son aquellas que conforman el antiguo cauce del Río Tijuana, del Alamar y el segmento entre la Presa El Carrizo y la Presa Rodríguez.

En el caso del cauce Río Tijuana, el peligro lo representa la presa Abelardo L. Rodríguez y la presa El Carrizo al este de la ciudad. Para el caso del cauce Río Alamar, las presas *Barret* y *Morena* (en territorio de Estados Unidos de Norteamérica) se comunican hacia el Río Alamar a través del arroyo Cottonwood, como se muestra en el plano 12.

En menor proporción, aunque debe ser considerado, la cuenca Aguaje de la Tuna hasta su intersección con la zona Río, pudiera estar amenazada por un tanque de almacenamiento con 2 cámaras de capacidad de 15 000 m³ (15 000 000 litros) cada una, y su conexión con un acueducto de concreto de 54" de diámetro.

Riesgos de Origen Hidrometeorológico

En la diversidad de calamidades naturales, las de origen hidrometeorológico son las que, con el tiempo, han acumulado una mayor cantidad de daños para la ciudad de Tijuana (experiencias de 1993 y 1998, entre otras). Su incidencia periódica en años, combinado con el crecimiento urbano acelerado, falta de infraestructura adecuada y bajo nivel de conciencia ciudadana han sido factores determinantes en sus efectos negativos.

La posición geográfica de Tijuana, ubicada dentro de las latitudes 'críticas' (latitudes de desiertos), ha mostrado que los regímenes de lluvia son muy variables. Está delimitado que los meses de invierno son los de mayor probabilidad de ocurrencia, pero las cantidades anuales son muy variables, alternadas con períodos prolongados de sequía y años con eventos de lluvias intensas.

Este tipo de regímenes alternados de lluvias y el crecimiento urbano acelerado con población de otros Estados de la República, lleva a que el nivel de conciencia disminuya o esté ausente (particularmente en los años de sequía) y se realicen acciones inapropiadas por parte de la ciudadanía, así como disminución de acciones de supervisión y vigilancia por las autoridades.

Con la información recopilada, se realizaron planos donde se plasmaron áreas inundables por efecto de pendientes mayor sujetas a avenidas rápidas y flujos de detritos y lodos, con áreas inundables por efecto de pendientes menores o zonas de anegación (pendiente nula), tal como se observa en la Figura 3-24.

Por su parte, en el mapa siguiente (Figura 3-25), se muestran las zonas susceptibles de inundación por arrastre (pendientes altas) y zonas inundadas por anegación (pendiente baja).

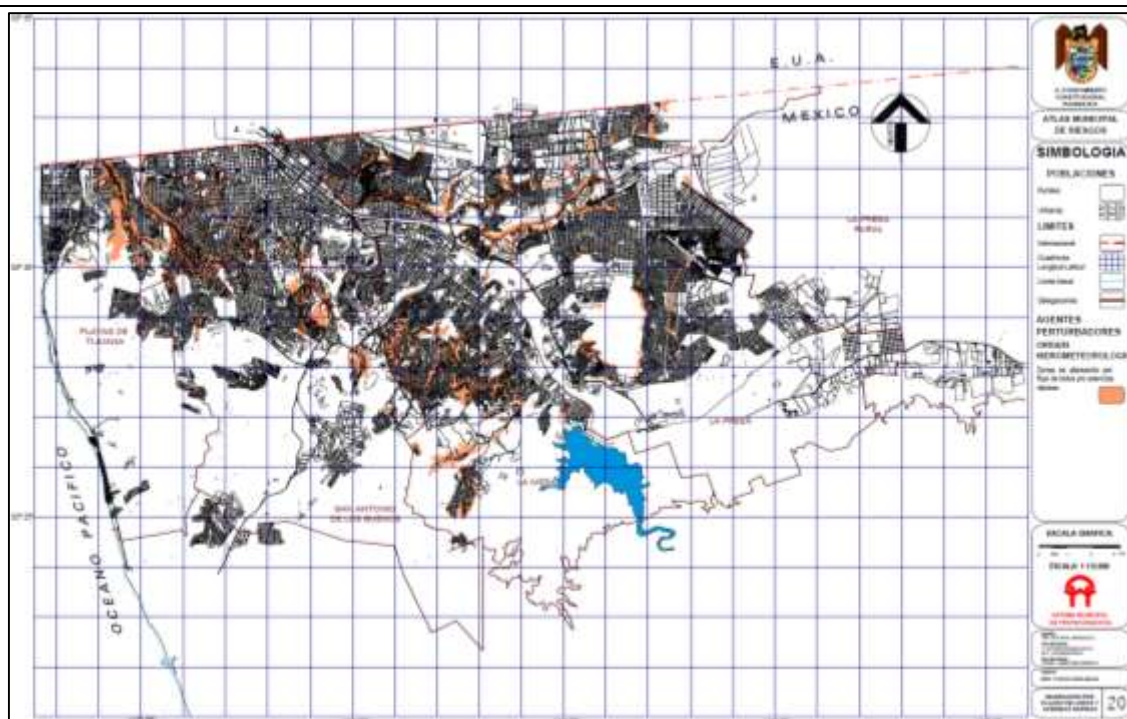


Figura 3-24 Zonas de afectación por flujo de lodos y avenidas rápidas, en la zona urbana de Tijuana.

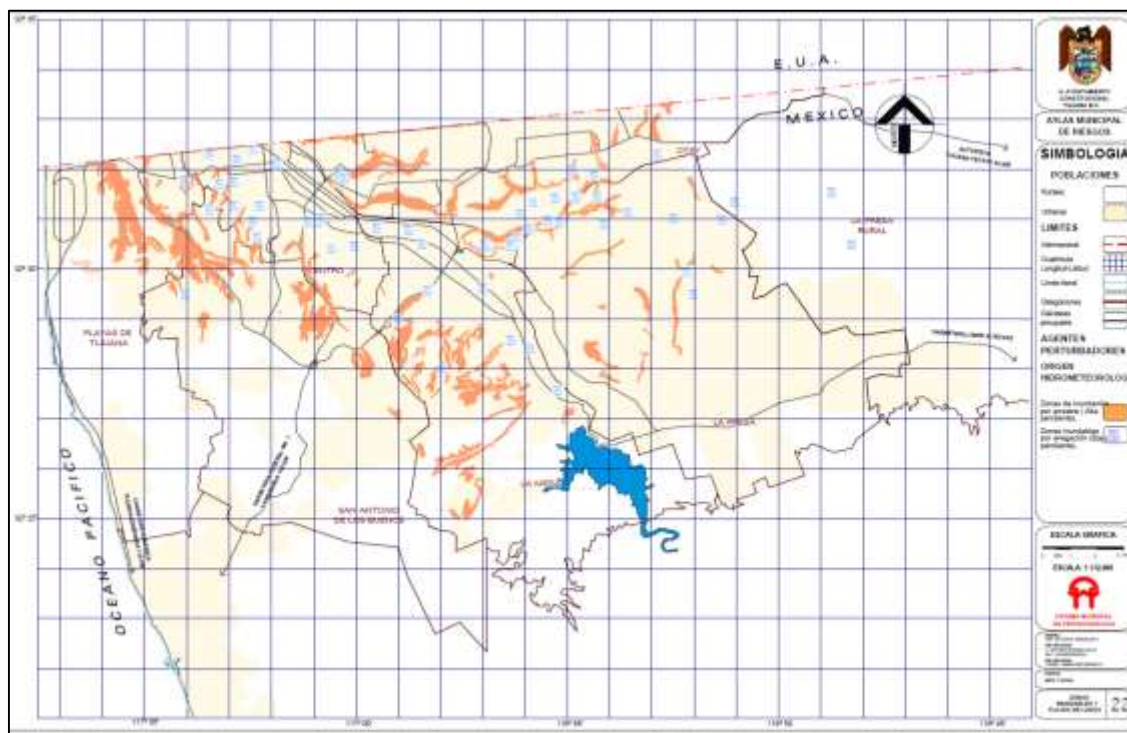


Figura 3-25 Zonas de inundación por arrastre (pendientes altas) y zonas inundables por anegación (Baja pendiente), en la zona urbana de Tijuana.

En este sentido, es importante mencionar que la Coordinación de Protección Civil de Baja California, proporcionó un registro de datos de inundaciones históricas, en formato *SHP* y *KML*, donde se pueden visualizar los puntos con mayor afectación por inundaciones en los municipios de Tijuana y Ensenada. En la Figura 3-26, se muestra los puntos donde se han producido daños por inundación en la zona urbana de Tijuana.

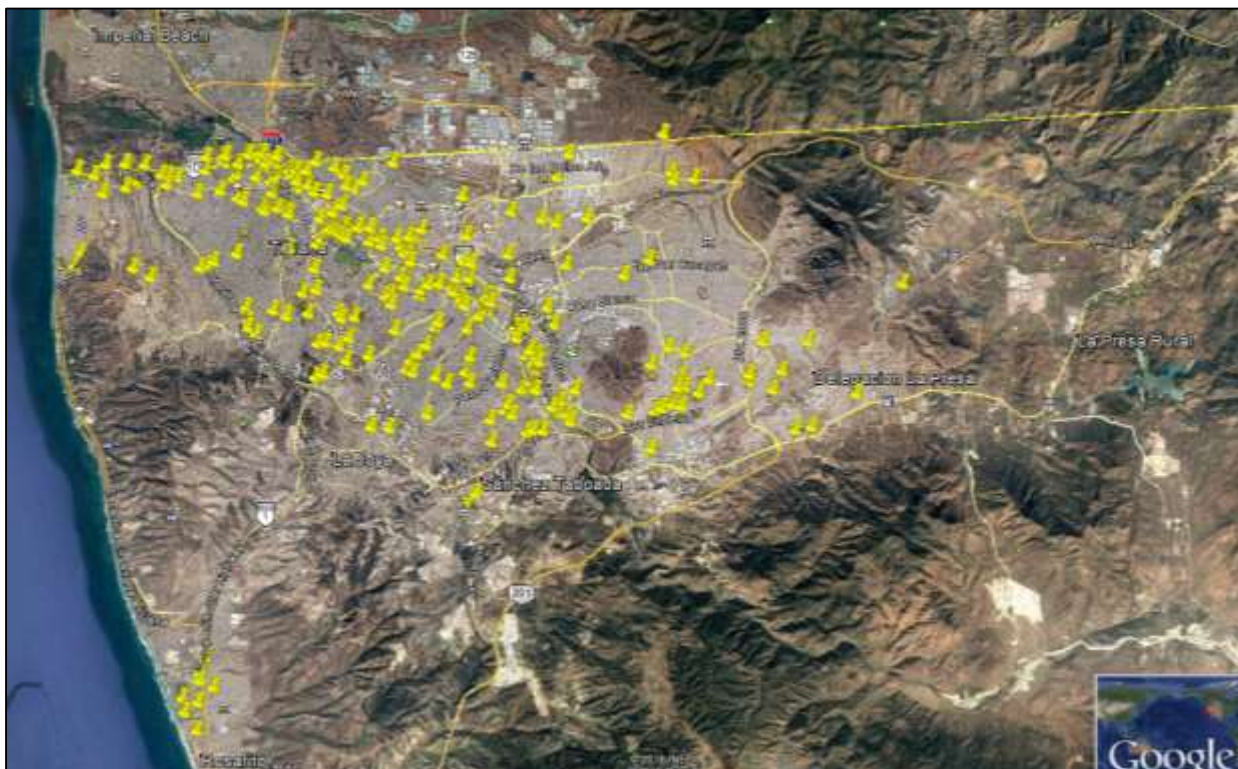


Figura 3-26 Puntos de afectación por inundaciones ubicados en la zona urbana de Tijuana, por la Coordinación de Protección Civil del estado de Baja California.

Cabe señalar, que, según el reporte enviado, el mayor tipo de daño por inundación es por anegamiento de zonas con pendientes bajas o nulas. El registro comprende el periodo de 1970 a 2102.

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 Península de Baja California, así como en la Unidad de Protección Civil del municipio, la información y seguimiento correspondiente a la red de monitoreo climatológico que se lleva a cabo para la zona urbana de Tijuana, B.C.

En la zona de estudio cuenta con una extensa red de monitoreo meteorológico, conformada por el Centro Meteorológico de la Unidad de Protección Civil de Tijuana, que tiene a su cargo 10 estaciones meteorológicas y por el sistema de información de CONAGUA, mismos que en conjunto, monitorean y evalúan las condiciones climáticas diariamente.

Por su parte, en los Informes Técnicos del Área de Riesgos Hidrometeorológicos e Instrumentación Hidrometeorológica, del Sistema Nacional de Protección Civil (CENAPRED, Sistemas de alerta hidrometeorológica en Acapulco, Tijuana, Motozintla, Tapachula y Monterrey, 2002), se describe que la ciudad de Tijuana cuenta con un Sistema de Alerta¹⁰ (ver Figura 3-27), que estima los escurrimientos que producirá la lluvia en una región, en los minutos u horas posteriores a la ocurrencia de esta última, para advertir del peligro, que podría generarse en algunas zonas de la ciudad. El objetivo de este Sistema de Alerta, es calcular, con base en mediciones de lluvia o niveles de agua en los ríos, los eventos que causan daños (escurrimientos, flujo de lodos, etc.), para que se actúe rápidamente con la intención de disminuir sus consecuencias.



Figura 3-27 Sistemas de Alerta Hidrometeorológica instalados entre 1998 y 1999.

Como ya se mencionó, parte de este monitoreo, se realiza por medio de la red de estaciones con las que cuenta el Centro Meteorológico de la Unidad de Protección Civil de Tijuana, las cuales se describen a continuación:

¹⁰ Informes Técnicos. Sistemas de Alerta Hidrometeorológica en Acapulco, Tijuana, Motozintla, Tapachula y Monterrey. Sistema Nacional de Protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Área de Riesgos Hidrometeorológicos, Diciembre 2002.

- Protección Civil Tijuana.
- Playas de Tijuana.
- Tijuana-Est.10 Bomberos-Protección Civil.
- Tijuana BC-Las Torres-Protección Civil.
- Tijuana BC-PI Pacífico-Protección Civil.
- Tijuana BC-CMOE-Protección Civil.
- Tijuana-Est. 8 Bomberos-Protección Civil.
- Tijuana BC-Las Delicias-Protección Civil.
- Tijuana-UTT El Refugio-Protección Civil.
- Tijuana-Est. 16 Bomberos-Protección Civil.

En cada estación se describen las condiciones del clima actual, mostrando las variables representativas de cada zona, como lo es la velocidad del viento, porcentaje de humedad, precipitación en milímetros y presión atmosférica. En la Figura 3-28, se ilustra la distribución espacial de cada una de ellas.

Para mayor información meteorológica histórica y estadística de los registros de dichas estaciones, consultar la siguiente dirección de internet: <https://www.wunderground.com/>.



Figura 3-28 Red de Estaciones Meteorológicas (condiciones actuales) de la zona urbana de Tijuana
(<http://www.proteccioncivil.tijuana.gob.mx/estaciones.aspx>).

Para mayor información meteorológica histórica y estadística de los registros de dichas estaciones, consultar la siguiente dirección de internet: <https://www.wunderground.com/>.

Adicional a las 10 estaciones climatológicas del Sistema de Alerta Hidrometeorológica de Tijuana, en la cuenca de aportación a la zona urbana, se localizan 2 estaciones Meteorológicas Automáticas y 5 estaciones climatológicas suspendidas (*Servicio Meteorológico Nacional. SMN*).

3.6.2 Equipos de Medición

Se describe en la Tabla 3-8, los tipos de estación y medición de variables, de los equipos activos, que actualmente recaban información en la zona de estudio.

Tabla 3-8 Características de los equipos de medición de variables meteorológicas.

TIPO DE ESTACIÓN	VARIABLE MEDIDA	OTROS FENÓMENOS
CLIMATOLÓGICA	TEMPERATURAS: AMBIENTE, MÁXIMA Y MÍNIMA	ADEMÁS, SE REGISTRAN FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS OBSERVADOS EN EL SITIO (P. E.J. GRANIZO, NIEBLA, TORMENTA ELÉCTRICA, ETC.)
	PRECIPITACIÓN	
	EVAPORACIÓN	
AUTOMÁTICA	VELOCIDAD DEL VIENTO	
	DIRECCIÓN DEL VIENTO	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	
	RADIACIÓN SOLAR	
	PRECIPITACIÓN	

Cabe mencionar, que las estaciones (no automáticas) entregan los registros mensuales a fin de mes. En el caso de las estaciones manuales generan sus registros en forma tabular, por lo cual sus registros se reportan diariamente y se capturan en el Sistema de Información Hidrológica (SIH), por personal de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Río Bravo, se pueden consultar a través de la CONAGUA.

Para las estaciones automática se puede consultar a través del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA, <http://smn.conagua.gob.mx/es/>, s.f.).

Por su parte, El Sistema de Alerta de Tijuana, B.C., se compone de 10 *Estaciones Remotas* y dos *Puestos Centrales de Registro*. Las estaciones están distribuidas por toda la ciudad y monitorean las cuencas de los arroyos principales. Los dos puestos de registro se localizan, uno en las instalaciones de la Dirección Estatal de Protección Civil del Gobierno del Estado de Baja California y el otro, en la Unidad Municipal de Protección Civil de Tijuana, en el centro de la Ciudad.

3.6.3 Sistema de Alerta Temprana (SAT)

Un Sistema de Alerta Temprana (SAT), es un sistema o procedimiento para advertir con la debida anticipación de un riesgo potencial o un problema inminente a la población, con el fin de proteger la vida y la propiedad.

Sus objetivos principales son:

- Alertar a la población con tiempo de anticipación suficiente para una reacción adecuada, en caso de que un fenómeno natural de proporciones tales puedan causarles daños personales y materiales.
- Proteger la vida y la propiedad manteniendo un monitoreo continuo de las amenazas.

Entendiendo por *tiempo anticipado*, como la distancia en horas entre la presencia de un fenómeno amenazante y su impacto en un lugar específico. Y como *reacción adecuada*, el aprovechamiento de cada momento del tiempo anticipado con el propósito de resguardar la vida humana y proteger los bienes.

Para establecer el SAT se implican la actuación de varias Instituciones tales como CONAGUA como responsable de las mediciones, y procesamiento de los datos, CENAPRED para dar la alerta y monitoreo y Protección Civil estatal y municipal, para tomar las precauciones en los lugares específicos y resguardar la población de acuerdo a los protocolos de cada lugar.

En este caso, como ya fue mencionado, en la zona urbana de Tijuana, existe un Sistema de Alerta Temprana, que facilita en gran manera, la interpretación de las condiciones climáticas diarias y mantiene en vigilancia constante a las autoridades en materia de protección y prevención de riesgos meteorológicos.

De manera complementaria, para el monitoreo y evaluación de las condiciones meteorológicas se analizan diferentes fuentes de información, tanto a nivel nacional como internacional, con la finalidad de mantener información actualizada y veraz, respecto al comportamiento climatológico, de la manera más pronta o simultanea posible.

Para tal efecto, se reciben informes escritos e imágenes de satélite vía Internet de la región, que incluyen los siguientes tipos de mapas:

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

Dentro de las agencias y/o dependencias que proporcionan información meteorológica a la Unidad Municipal de Protección de Tijuana, son las siguientes:

- Servicio Meteorológico Nacional de México - Comisión Nacional del Agua (SMN).
<http://smn.cna.gob.mx/satelite/goesE/loop.htm>
- Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Tijuana.
- Comisión Nacional del Agua.
- <http://www.noaa.gov/weather>
- <http://water.weather.gov/ahps/>
- <https://weather.com/es-US/tiempo/10dias/I/Tijuana+BN+M%c3%a9xico+MXBC0005:1:MX#!>

Así mismo se mantiene contacto constante con las dependencias que, tienen a su cargo el control de las presas de la región tanto mexicanas (CONAGUA), como norteamericanas (CILA), en el caso de las ciudades fronterizas.

Con respecto al material de difusión y alertamiento de la población, para la prevención de riesgos por inundación, tanto el Ayuntamiento como la Unidad de Protección Civil, realizan intensas campañas de concienciación para la población en general, y para que las demás dependencias municipales y estatales se integren y participen en la atención de los fenómenos hidrometeorológicos.

Un ejemplo de ello, es el **PLAN MUNICIPAL DE CONTINGENCIA PARA LA CIUDAD DE TIJUANA, B.C.**, presentado al H. Ayuntamiento de Tijuana, en el cual se detallan las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil.

Sumado al esfuerzo que se hace a nivel municipal, la Comisión Nacional del Agua, a través de sus diferentes Organismos de Cuenca y de sus áreas de Hidrometría, Climatología y Meteorología, emite día a día, un **Boletín Hidrometeorológico**, donde se hace una Descripción Meteorológica General (pronóstico del tiempo, próximas 24 horas) para la República Mexicana, mismo que es de vital importancia para las autoridades a nivel de Protección Civil del estado y del municipio, y para todas las dependencias involucradas en la atención de los fenómenos hidrometeorológicos.

Aunado a lo anterior, en los boletines hidrometeorológicos se cuenta con información de la medición y registro de las Estaciones Climatológicas Convencionales en los municipios y regiones clasificados, y en donde, se observa el comportamiento de las variables de *Temperatura*, *Precipitación Pluvial* y *Evaporación*, durante las últimas 24 horas.

Dentro del monitoreo y evaluación de las condiciones meteorológicas, se revisa el estado y funcionamiento de las Presas (Nivel-Capacidad), que tiene a su cargo la CONAGUA, o en su defecto alguna otra unidad o dependencia autorizada, y se proporciona información oficial sobre el Nivel y Capacidad de operación de presas o embalses, que inciden en la prevención de riesgos hidrometeorológicos.

3.6.4 Sistema de Alerta Temprana (SIAT-CT)

A nivel federal, otro de los mecanismos empleados en los alertamientos, es el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT), que es una herramienta de coordinación en el alertamiento a la población y en la acción institucional, ante la amenaza ciclónica. Se sustenta en la interacción de los principales actores del Sistema Nacional de Protección Civil:

- La ciudadanía, sociedad civil y sus organizaciones.
- Las instituciones de investigación del fenómeno hidrometeorológico e inclusive quienes estudian sus efectos sociales.
- Los medios de comunicación masiva.
- La estructura gubernamental del Sistema Nacional de Protección Civil.

El SIAT-CT, está estructurado de tal forma que el alertamiento oportuno y formal, detona actividades específicas y sistematizadas para cada uno de los diferentes integrantes del Sistema, dependiendo de la intensidad, trayectoria y distancia a la que se encuentre el ciclón tropical.

Para tal efecto, se consideran dos fases: Una de ACERCAMIENTO y la otra de ALEJAMIENTO, cada una de ellas tiene cinco etapas de alerta, que son representadas por un código de colores, según el peligro. En la Figura 3-29 y la Figura 3-30 se ilustra el tipo de alerta y las acciones que debe de hacer la población en cada Fase¹¹.

¹¹ Secretaría de Gobernación. Coordinación General de Protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. www.cenapred.unam.mx

Fase de Acercamiento Qué debe hacer la población al escuchar un mensaje de alerta	
TIPO DE ALERTA	ACCIONES
ALERTA AZUL PELIGRO MÍNIMO ACERCAMIENTO-AVISO	Se establece cuando se ha detectado la presencia de un ciclón tropical Mantén atención a la información meteorológica de los avisos sobre ciclones tropicales.
ALERTA VERDE PELIGRO BAJO ACERCAMIENTO- PREVENCIÓN	Se activa cuando un ciclón tropical se acerca a las costas mexicanas a una distancia tal, que existe la posibilidad de impacto. Sin embargo, por su lejanía, el peligro es bajo. Sigue con atención la evolución del ciclón tropical. - Refuerza techos, ventanas y paredes - Limpia azoteas, desagües, canales y coladeras - Podar los árboles que pudieran obstruir cables, así como los que pudieran caer sobre las viviendas.
ALERTA AMARILLA PELIGRO MODERADO ACERCAMIENTO- PREPARACIÓN	Significa que un ciclón tropical se acerca a territorio nacional y aumenta la posibilidad de impacto sobre tu comunidad. El peligro se considera como moderado. Mantén atención al pronóstico del ciclón y a la información meteorológica. Tú y tu familia deben estar preparados para una posible evacuación. - Conoce la ubicación del refugio temporal más cercano e identifica las carreteras que conducen tierra adentro. - Almacena agua y alimentos enlatados (atún, leche, etc.). - Ten a la mano los documentos importantes, radio y lámpara de pilas, así como botiquín de primeros auxilios. - Asegúrate que tu vehículo esté en buen estado. - Sella con cemento la tapa de tu pozo o cisterna. - Llevar a un lugar seguro tus animales y tenles alimento almacenado, asimismo protege tu equipo de trabajo. - Atiende las instrucciones de navegación, lleva a un puerto de abrigo tus embarcaciones. Aplica medidas de protección de tu hogar: - Protege los vidrios con cinta adhesiva colocada en forma de cruz. - Retira antenas, fija y amarra todo objeto que pueda ser desplazado por el viento.
ALERTA NARANJA PELIGRO ALTO ACERCAMIENTO- ALARMA	El ciclón tropical se dirige hacia tu comunidad. El peligro es alto. Atiende las instrucciones de las autoridades, como son: - Evacua las zonas y construcciones de riesgo. - Acude al refugio temporal si tu vivienda no es segura y/o es de material ligero o frágil. - Suspende todo tipo de actividad marítima, recreativa y costera, y evita en lo posible circular por carreteras y autopistas. Al permanecer en resguardo: - Cierra puertas y ventanas, y alejate de ellas. - Mantén tu radio de pilas encendido para recibir información. - Cierra las llaves de gas y agua; desconecta todos tus aparatos, así como el interruptor de energía. - Ten cerca artículos de emergencia (víveres, agua, radio, lámpara, pilas, medicinas, etc.). - Vigila constantemente el nivel del agua cercano a tu casa y/o refugio.
ALERTA ROJA PELIGRO MÁXIMO ACERCAMIENTO- AFECTACIÓN	El ciclón tropical está afectando tu comunidad. El peligro es máximo. - Mantén la calma y tranquiliza a tus familiares. - Continúa escuchando tu radio de pilas para obtener información o instrucciones acerca del ciclón. - Deja tu hogar o el refugio temporal hasta que las autoridades informen que terminó el peligro. - Alejate de las ventanas rotas, para evitar lesiones y reporta a las autoridades el lugar de los accidentes.

Figura 3-29 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Acercamiento.

Fase de Alejamiento Qué debe hacer la población al escuchar un mensaje de alerta	
TIPO DE ALERTA	ACCIONES
ALERTA ROJA PELIGRO MÁXIMO AFECTACIÓN	<i>El ciclón tropical continúa afectando a tu comunidad. El peligro es máximo.</i> Permanece en resguardo total: • Conserva la calma y sigue las instrucciones de las autoridades. • Continúa en el hogar o refugio temporal hasta que las autoridades indiquen que puedes salir.
ALERTA NARANJA PELIGRO ALTO ALEJAMIENTO-ALARMA	<i>El ciclón tropical ha dejado de afectar a tu comunidad, sin embargo, aún se encuentra cerca. El peligro es alto.</i> Permanece bajo resguardo hasta que las autoridades lo indiquen: • Cuida que los alimentos y agua estén limpios, no ingieras nada de procedencia dudosa. • Evita en lo posible circular por carreteras y autopistas. • Mantén suspendidas las actividades marítimas y costeras.
ALERTA AMARILLA PELIGRO MODERADO ALEJAMIENTO-SEGUIMIENTO	<i>El ciclón tropical continúa alejándose de tu comunidad. El peligro es moderado.</i> Al regresar a tu vivienda revisa las condiciones en que se encuentra. • Si ésta resultó afectada, informa a las autoridades y trasládase a un refugio temporal. • Extrema medidas de higiene en agua y alimentos. • Mantén desconectados el gas, la luz y el agua hasta asegurarse de que no hay fugas, ni peligro de corto circuito. • Desaloja el agua estancada cercana a tu hogar para evitar plagas de mosquitos. • Utiliza el teléfono sólo para emergencias. Continúa aplicando medidas de protección: • Limpie las sustancias inflamables, tóxicas y medicinas que se hayan derramado. • Evita atravesar a pie o en vehículo ríos, vados y arroyos.
ALERTA VERDE PELIGRO BAJO ALEJAMIENTO-VIGILANCIA	<i>El ciclón tropical se ha alejado de tu comunidad. El peligro es bajo.</i> Atiende las instrucciones de las autoridades: • Evita caminar por zonas afectadas, tocar o pisar cables de energía, vidrios o materiales peligrosos. • Si vives en laderas, pendientes o montañas, cuidate de los deslizamientos. • Continúa con medidas de higiene en agua y alimentos: bebe agua embotellada y consume alimentos enlatados.
ALERTA AZUL PELIGRO MÍNIMO ALEJAMIENTO-AVISO	<i>El ciclón tropical se ha disipado y ha dejado de afectar a tu comunidad.</i> • Mantente informado de los avisos sobre ciclones tropicales a lo largo de la temporada.
Información: Servicio Meteorológico Nacional www.smn.cna.gob.mx Centro Nacional de Comunicaciones/D.G.P.C./SEGOB CENACOM 01 800 00 413 00 Centro Nacional de Prevención de Desastres www.cenapred.unam.mx	
SEGOB  	

Figura 3-30 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Alejamiento.

3.6.5 Infraestructura para el control de avenidas

De acuerdo con el Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales (SEMARNAT, 2008), la zona urbana de Tijuana, cuenta con dos presas de control de avenidas. Sobre el arroyo Seco se localiza la presa Abelardo L. Rodríguez y en el arroyo Carrizo la presa El Carrizo (ver Figura 3-31); en la Tabla 3-9 se presentan las presas de control de avenidas.

Adicional a los dos almacenamientos mencionados, se puede considerar, que el canal revestido del río Tijuana, es una de las principales obras de protección y control de escurrimientos, debido a su gran capacidad hidráulica que permite el pronto desalojo de los escurrimientos superficiales. Así mismo, dentro de la zona urbana de Tijuana, existe una extensa red de canales hidrológicos ubicados en la mayoría de los afluentes o cañones que confluyen al río Tijuana, mismos que son complementados por desarenadores de gran capacidad, bordos de protección, muros y alcantarillas pluviales.

Tabla 3-9 Datos generales de las obras de protección contra inundaciones asociadas a la zona urbana de Tijuana, B.C. (SEMARNAT, 2008).

Zona Urbana	Organismo de Cuenca	Nombre del Río	Nombre de Obra	Tipo de Obra	ID	Altura de la cortina (m)	Coordenadas
Tijuana	Península de Baja California	Arroyo Carrizo	El Carrizo	Presa de Control de avenidas	-	-	N 32°28'43.09" W 116°42'02.31"
		Arroyo Seco	Abelardo L. Rodríguez	Presa de control de avenidas	-	-	N 32°26'39.67" W 116°54'29.48"
		Río Tijuana	Canal río Tijuana	Canal revestido	-	-	-

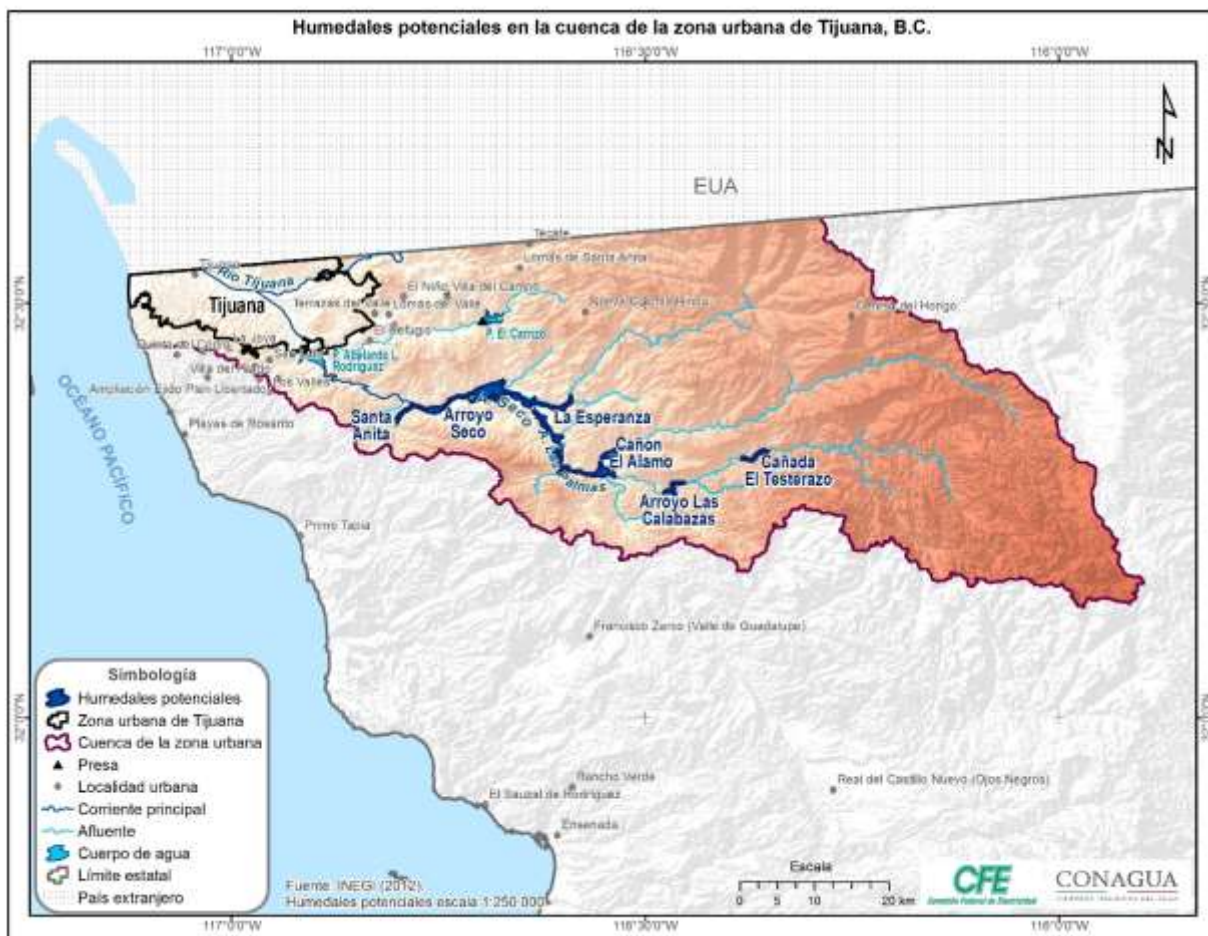


Figura 3-31 Ubicación de las obras de protección asociadas a la zona urbana de Tijuana, B.C.

3.6.6 Acciones no estructurales

El objetivo principal de las *Acciones no estructurales*, siempre será buscar minimizar o reducir, la vulnerabilidad de la población que se encuentre en riesgo de afectación ante la acción eventos climatológicos, a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo en las tres etapas de emergencia; **antes, durante y después** de dichos eventos.

Dichas acciones, 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, 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*.

Para tal fin, las *Acciones no estructurales* se plantean en función de medidas **legislativas u organizativas** que solas, o en combinación con las medidas estructurales permiten mitigar el riesgo de una manera efectiva e integral.

Las de tipo “*Legislativas*” se relacionan con la legislación y planificación e inciden sobre las causas de fondo, las presiones dinámicas y las condiciones de seguridad de los elementos expuestos. Por ejemplo: planes de desarrollo, códigos de construcción, estímulos fiscales y financieros, promoción de seguros. Competen a los planificadores y requieren de voluntad política.

Las “*Organizativas*” son aquellas que promueven la interacción directa con la comunidad. Se refieren a la organización para la reducción del riesgo y la atención de emergencias, el fortalecimiento institucional, la educación, la información pública y la participación. Competen a las autoridades ambientales y a la comunidad en general y requieren de su participación activa. Entre las medidas no estructurales se incluyen:

- Planes de desarrollo y legislación del ordenamiento territorial.
- Sistema de protección civil.
- Seguros e indemnizaciones.
- Sistemas de predicción de inundaciones y alerta temprana.
- Recursos informativos y programas de conciencia pública.
- Medidas para mejorar la gestión de crecidas.

3.6.6.1 *Protocolo para la atención de emergencias por inundaciones*

A nivel federal, la Comisión Nacional del Agua (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 Después¹². Dicho Protocolo, se puede considerar como una acción no estructural, de tipo *Organizativo*, en su componente de difusión de *Recursos informativos y programas de conciencia pública*. A continuación, se describen, las principales características de dicho documento.

Objetivo

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

¹² PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua, 2015.

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.

3.6.6.2 *Plan de Organización para enfrentar las contingencias a nivel municipal*

En este mismo aspecto, se puede clasificar el material de difusión y alertamiento que el ayuntamiento y la unidad de protección civil, promueven entre las diferentes dependencias estatales y municipales, así como en la población en general, para que participen y se integren en las medidas de prevención de riesgos por inundación. Lo anterior, se logra por medio de la utilización de recursos informativos y programas de conciencia pública.

Un ejemplo de ello, es el **PLAN MUNICIPAL DE CONTINGENCIA PARA LA CIUDAD DE TIJUANA, B.C.**, presentado al H. Ayuntamiento de Tijuana, en el cual se detallan las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil.

En este contexto, el Plan Municipal de Contingencia, en su apartado para Riesgos Hidrometeorológicos, se orienta a la aplicación y fomento de las acciones a realizar en caso de emergencia mayor o desastres provocados por lluvias intensas, dividiéndose en dos Subprogramas y los Anexos.

Para tal efecto, y para los casos de estado de emergencia tal como, Pre-Alerta, Alerta o Alarma, o en caso de Boletines Especiales, se deberá notificar inmediatamente a las siguientes dependencias:

A) MUNICIPALES.

- a) Presidencia Municipal.
- b) Secretaría de Gobierno.
- c) Delegaciones Municipales.
- d) Secretaría de Seguridad Pública.
- e) Dirección de Seguridad Pública.
- f) Dirección de Tránsito Municipal.
- g) D.I.F. Municipal.
- h) Dirección de Desarrollo Social.
- i) Dirección de Educación Municipal.
- j) Dirección de Obras e Infraestructura Urbana.
- k) Dirección Municipal de Transporte Público.
- l) Dirección Municipal de Salud.
- m) Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano.
- n) Dirección de Comunicación Social.
- o) Dirección de Desarrollo Social.
- p) Dirección de parques y jardines.
- q) Dirección de Aseo Municipal.

B) ESTATALES

- a) Dirección Estatal de Protección Civil.
- b) Subsecretaría de Gobierno del Estado.
- c) DIF Estatal.

C) FEDERALES

- a) Zona Militar.
- b) Batallón de Infantería.
- c) C.F.E.
- d) CONAGUA.
- e) Secretaría de Salud.
- f) IMSS.
- g) ISSSTE.

D) ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES (ONG'S)

- a) H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios.
- b) Cruz Roja Mexicana.
- c) Cruz Blanca Vital.
- d) Asociaciones de Taxistas y Camiones Urbanos.

En este documento, se especifican las Actividades de Planeación, mismas que se consideran importantes en el esquema de *Acciones no estructurales* y que se mencionan a continuación:

- Identificación de zonas o áreas de alto riesgo de inundaciones y aislamiento.
- Acciones en el Antes, Durante y Después de una emergencia importante, donde la Comisión Nacional del Agua, informará a la Unidad de Protección Civil, sobre las precipitaciones, escurrimientos, estado de la infraestructura y recomendaciones a la población y pronósticos climatológicos.
- Acciones de Respuesta Durante la Emergencia.
- Acciones de Recuperación Después de la Emergencia.

4 DIAGNÓSTICO DE LAS 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 de la CENAPRED (CENAPRED, <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>, 2106) la zona urbana de Tijuana presenta un índice de peligro por inundación “medio”, como se muestra en el mapa de la Figura 4-1.

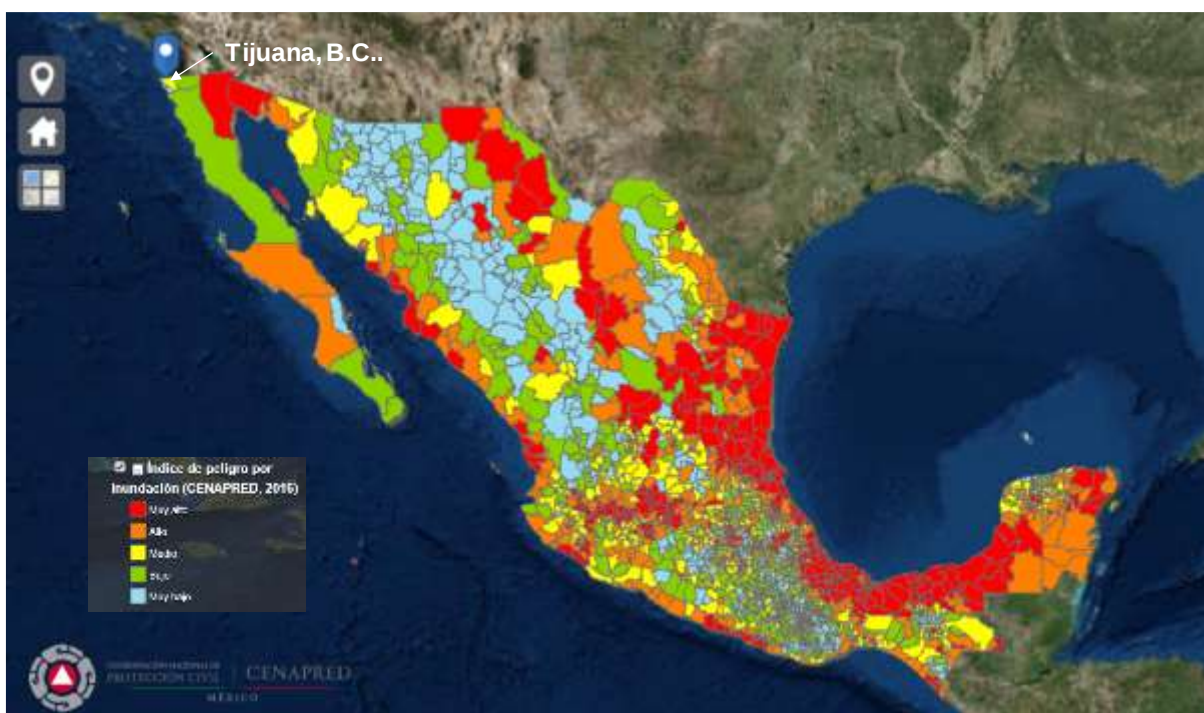


Figura 4-1 Índice de peligro por inundación a nivel municipal en la Republica Mexicana.
(<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>).

4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

La red de monitoreo de la zona urbana de Tijuana, es extensa y está conformada por un Sistema de Alerta Temprana que comprende 10 estaciones remotas y dos puestos centrales de registro. Las estaciones están distribuidas por toda la ciudad y monitorean las cuencas de los arroyos principales. Los dos puestos de registro se localizan, uno en las instalaciones de la Dirección Estatal de Protección Civil del Gobierno del Estado de Baja California y el otro, en la Unidad Municipal de Protección Civil de Tijuana, en el centro de la Ciudad, los cuales, monitorean y levantan los reportes climatológicos diariamente.

De acuerdo con la información recopilada¹³, las 10 estaciones instalada en Tijuana, son exclusivamente para medición de precipitación e intensidad de lluvia. La mayoría de ellas se instalaron sobre tanques de almacenamiento de agua y fue necesario construir una caseta de concreto para proteger los equipos de registro electrónico y comunicaciones (Figura 4-2).

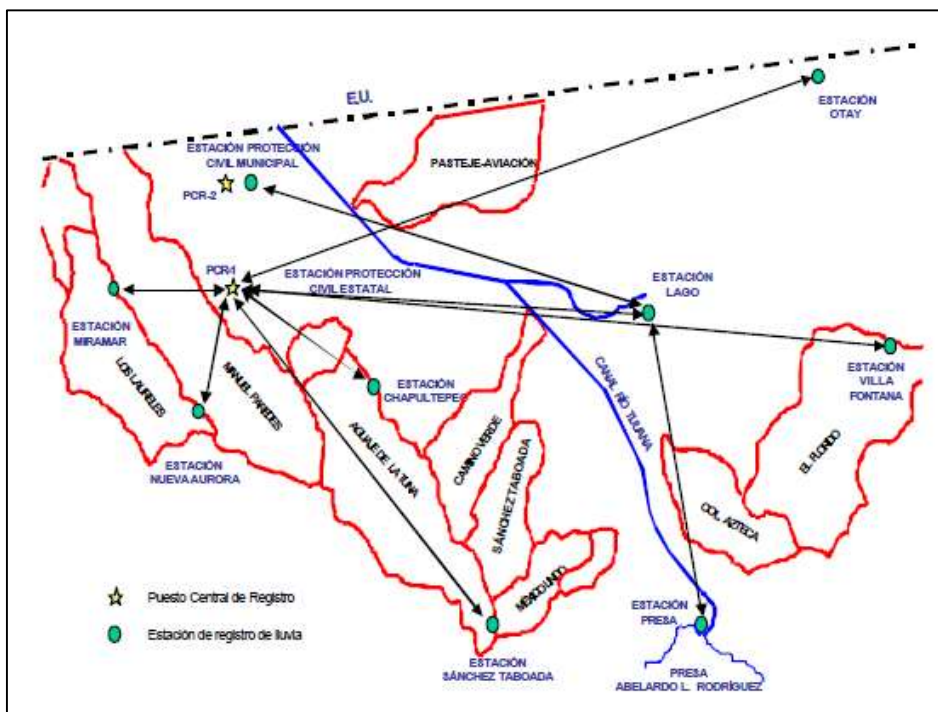


Figura 4-2 Configuración actual de la red de comunicaciones.

Para la instalación de este sistema, fue necesario emplear una repetidora en la estación No 3 (LA-03), para enlazar la estación 10 (PM-10) y el PCR-2, las cuales se encuentran en las instalaciones de la unidad de Protección Civil de Tijuana. La estación LA-03, está condicionada para operar tanto como estación de medición como de repetición.

En la visita de reconocimiento a la zona urbana de Tijuana, se observó que el centro de operaciones de Protección Civil del Municipio, ésta equipado con Caseta, Antena, Pluviómetro y Celda Solar (Figura 4-4).

En la Figura 4-3, se muestra la ubicación y el nombre de las estaciones del Sistema de alerta hidrometeorológica de Tijuana, que en su momento se identificaron y clasificaron, según se describe en los Informes Técnicos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Cabe señalar, que actualmente, dichas estaciones tienen otro código de identificación, que se muestra en la página de Protección Civil de Tijuana¹⁴.

¹³ http://acapulco.gob.mx/proteccioncivil/fasiculos/Sistemas_Alerta.pdf

¹⁴ (<http://www.proteccioncivil.tijuana.gob.mx/estaciones.aspx>). Red de estaciones meteorológicas de la zona urbana de Tijuana.

No.	Nombre de la Estación	Código de la Estación	Latitud norte	Longitud oeste	Observaciones
1	Protección Civil Estatal	PC-01	32°32.446'	116°56.762'	La estación está conectada directamente al sistema del puesto central.
2	Otay	OT-02	32°33.161'	116°53.353'	Es un tanque de agua, ubicado en la Col. Nido de águilas. Cuenta con seguridad.
3	Lago	LA-03	32°30.226'	116°55.888'	Es un tanque de agua de forma cilíndrica, ubicado en la Col. Lago.
4	Villa Fontana	VF-04	32°30.300'	116°51.206'	Es tanque de agua donde hay poca protección, aunque está rodeado de casas.
5	Presa	PR-05	32°32.446'	116°56.762'	Son instalaciones de vigilancia de la presa Abelardo L. Rodríguez.
6	Sánchez Taboada	ST-06	32°27.213'	116°58.427'	Es un tanque de agua donde hay una antena, pero carece de protección.
7	Chapultepec	CH-07	32°29.787'	117°00.603'	Es un tanque de agua de forma cilíndrica, ubicado en la Col. Chapultepec.
8	Nueva Aurora	NA-08	32°29.120'	117°02.996'	Es un tanque de agua, ubicado en la Col. Nueva Aurora. Cuenta con seguridad.
9	Miramar	MI-09	32°30.595'	117°04.713'	Es un tanque para agua, ubicado en la Col. Miramar. Cuenta con seguridad.
10	Protección Civil Municipal	PM-10	32°31.912'	117°01.150'	Son las instalaciones de Protección Civil Municipal, en la zona centro de Tijuana.

Figura 4-3 Estaciones del Sistema de alerta hidrometeorológica de Tijuana B.C. (*Informes Técnicos CENAPRED. Diciembre de 2002*).



Figura 4-4 Pluviómetro ubicado en las instalaciones de Protección Civil del Municipio de Tijuana (PC-02).

Adicional a las 10 estaciones climatológicas del Sistema de Alerta Hidrometeorológica de Tijuana, en la cuenca de aportación a la zona urbana, se localizan 2 estaciones Meteorológicas Automáticas y 5 estaciones climatológicas suspendidas (*Servicio Meteorológico Nacional. SMN*) (ver Figura 4-5).



Figura 4-5 Estaciones Climatológicas en la cuenca de aportación de la zona urbana de Tijuana.

Por su parte, las estaciones (no automáticas) entregan los registros mensuales a fin de mes. En el caso de las estaciones manuales generan sus registros en forma tabular, por lo cual sus registros se reportan diariamente y se capturan en el Sistema de Información Hidrológica (SIH), por personal de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Península de Baja California, se pueden consultar a través de la CONAGUA. Para las estaciones automáticas se puede consultar a través del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA, <http://smn.conagua.gob.mx/es/>, s.f.). En la siguiente tabla (Tabla 4-1) se describe las características de cada tipo de estación.

Tabla 4-1 Tipos de estaciones hidrometeorológicas.

TIPO DE ESTACIÓN	VARIABLE MEDIDA	OTROS FENÓMENOS
CLIMATOLÓGICA	TEMPERATURAS: AMBIENTE, MÁXIMA Y MÍNIMA	ADEMÁS, SE REGISTRAN FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS OBSERVADOS EN EL SITIO (P. E.J. GRANIZO, NIEBLA, TORMENTA ELÉCTRICA, ETC.)
	PRECIPITACIÓN	
	EVAPORACIÓN	
AUTOMÁTICA	VELOCIDAD DEL VIENTO	
	DIRECCIÓN DEL VIENTO	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	
	RADIACIÓN SOLAR	
	PRECIPITACIÓN	

Con respecto al rango de estaciones climatológicas e hidrometeorológicas que se encuentran en el área de estudio, el Manual para el Control de Inundaciones de CONAGUA¹⁵, destaca que la densidad

¹⁵ (CONAGUA, Manual para el control de inundaciones, 2011)

de estaciones pluviométricas (como un subconjunto de las climatológicas tradicionales) debe ser no menor a una estación cada 20 km de distancia, es decir, un punto de medición cada 400 km².

Por su parte, la clasificación que la organización WMO (*World Meteorological Organization*) indica que la densidad mínima que debe de tener una red de estaciones hidrométricas es la siguiente¹⁶ (Tabla 4-2).

Mientras que la Organización Meteorológica Mundial (OMM), indica que el área representativa de una Estación Meteorológica Automática, es de 5 km de radio aproximadamente, en terreno plano, excepto en terreno montañoso (*Referencia OMM número 100 y 168*)¹⁷.

Tabla 4-2 Densidad mínima que debe de tener una red de estaciones hidrométricas (WMO).

DENSIDAD MÍNIMA RED DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS		
Tipo de Región	Alternativa de normas para una red mínima área en km ² por estación	Alternativa de normas aceptables en condiciones difíciles área en km ² por estación
Regiones planas de clima mediterráneo	1,000 a 2,500	3,000 a 10,000
Regiones montañosas con clima mediterráneo y tropical	300 a 1, 000 En condiciones difíciles puede considerarse: 10,000	1,000 a 5,000
Islas pequeñas y montañosas con precipitación muy irregular y mucha densidad de corriente	140 a 300	
Llanuras y selvas	5,000 a 20,000 Dependiendo de la accesibilidad	

Para el caso Tijuana, se puede estimar que la densidad de la red de estaciones hidrometeorológicas es amplia y cumple con los rangos y condiciones propuestas por la WMO (*World Meteorological Organization*) y con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ya que se cuenta con un Sistema de Alerta Hidrometeorológica, que consta de 10 estaciones remotas y dos puestos centrales de registro. Adicionalmente, en la cuenca de la zona urbana se ubican 2 estaciones Meteorológicas Automáticas y 5 estaciones climatológicas.

¹⁶ Necesidades de instalación y operación de estaciones hidrometeorológicas en proyectos de riego. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. Artículo Número 102, Volumen XXVII, 1970.

¹⁷ <http://smn1.conagua.gob.mx/emas/estacion.html>

4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

De acuerdo con la información recopilada, en el apartado 3.6.1 *Red de monitoreo meteorológico*, se especificó que, para el caso de estudio, la zona urbana de Tijuana, existe como tal un Sistema de Alerta Hidrometeorológica (SAH), que facilita en gran manera, la interpretación de las condiciones climáticas diarias y mantiene en vigilancia constante a las autoridades en materia de protección y prevención de riesgos meteorológicos.

Este sistema es operado por los centros de mando de Protección Civil Municipal y Estatal, y se apoya con la información que proporciona 10 estaciones remotas y dos puestos centrales de registro. A su vez, se interactúa con los reportes hidrometeorológicos que día a día emite el sistema de información de CONAGUA. En este sentido, no hay una descripción como tal de modelos de pronósticos de avenidas por parte de esta instancia federal, sin embargo, existe un gran aporte de diferentes fuentes de información, local e internacional, que mantienen actualizada la base de datos meteorológica de la región.

Por otra parte, el Sistema de Alerta Hidrometeorológica, describe la metodología empleada para la obtención y procesamiento de información que se registra en las estaciones de medición, así como de las técnicas utilizadas en la predicción o pronóstico de lluvias y escurrimiento, en el tiempo, y su nivel de riesgo, hacia las zonas más vulnerables de la ciudad. En el apartado siguiente, se describe de manera general, dicha metodología.

4.2.1 Modelos de pronósticos de avenidas

Con respecto a la evaluación de *Pronósticos de Avenidas*, el Informe Técnico realizado para la zona urbana de Tijuana, (*Área de Riesgos Hidrometeorológicos e Instrumentación Hidrometeorológica, del Sistema Nacional de Protección Civil, CENAPRED*), describe que, la información registrada en las diferentes estaciones, pluviométricas e hidrométricas, del SAT (*precipitación acumulada, intensidad de lluvia y niveles en los cauces*) se envía vía radio a un puesto central de registro, y allí se procesan los datos con los modelos lluvia-escurrimiento para estimar los escurrimientos esperado en las zonas vulnerables y los pronósticos de los tiempos de ocurrencia de los niveles críticos en los cauces (Figura 4-6).

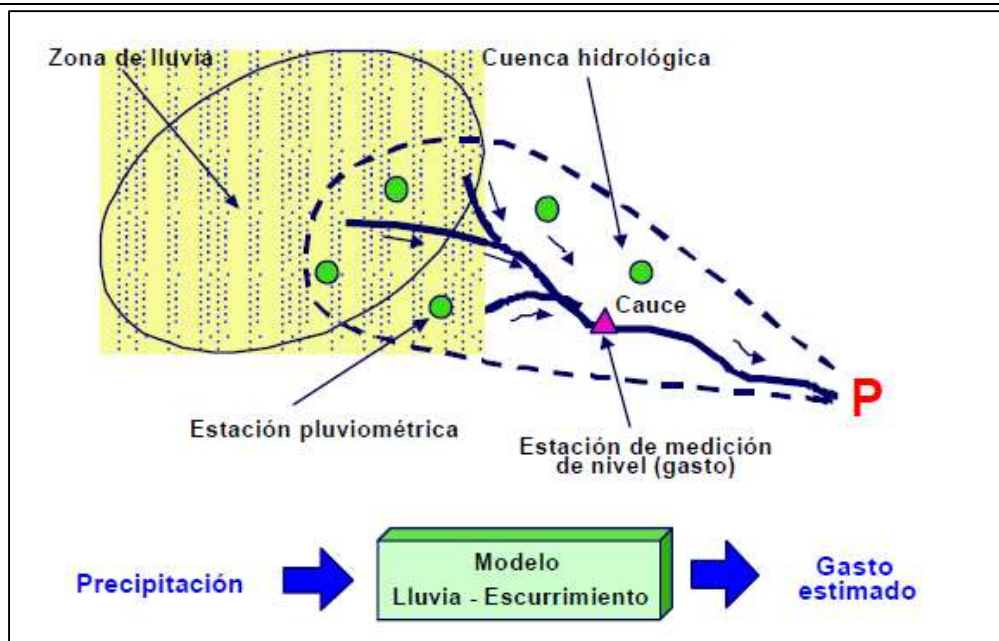


Figura 4-6 Representación de la medición del fenómeno hidrometeorológico.

Para este caso, la medición y procesamiento hidrológico, en las subcuencas con mayor riesgo de la ciudad de Tijuana, se realiza en lapsos de 10 minutos y se calculan las precipitaciones medias y los flujos de agua que genera la lluvia. La determinación de los escurrimientos se apoya en un estudio hidrológico que se realizó para las subcuencas de la ciudad, mismo que toma en cuenta, una estimación de los coeficientes de escurrimientos (que cambian de acuerdo con la humedad del suelo) en los resultados de la aplicación de los hidrogramas unitarios instantáneos de las cuencas en estudio. Sin embargo, para precisar su valor, es conveniente medir el gasto en algunos sitios y asociarlo con la lluvia que se presentó.

Dichas mediciones son útiles para revisar algunos de los hidrogramas unitarios instantáneos. Estas maniobras, implican las mediciones de niveles de agua durante y después de cada lluvia y a partir de ello, estimar los gastos de los escurrimientos que provocó. Para tal efecto, es necesario instalar temporalmente una escala en algunos sitios o secciones de control de arroyos, para evaluar la magnitud de la corriente.

Esta escala, estará vigilada durante las lluvias que lleguen a ocurrir en la ciudad. Con los datos anteriores se estimarán los gastos que pasen por la sección y se comparan con los gastos estimados por el procesamiento hidrológico del sistema. Mediante dicha comparación se podrá calibrar el modelo lluvia-escurrimiento.

Para la determinación de los escurrimientos en las cuencas, se estimarían mediante un modelo lluvia-escurrimiento, basado en hidrogramas unitarios instantáneos.

Como parte de las conclusiones de dicho documento, se señala que las mediciones obtenidas por las estaciones pluviométricas han ayudado a comprender la hidrología superficial de varias de las cuencas y a identificar las de mayor riesgo de inundación y escurrimientos. La confiabilidad en los

pronósticos del sistema, aumentará a medida con que se cuente con más datos de lluvia y de niveles en los ríos.

De igual forma, para mejorar los pronósticos del sistema, es necesario hacer una campaña de mediciones de gastos, o escurrimientos, durante un cierto tiempo en algunas secciones transversales de los ríos para calibrar los métodos empleados en estimar dichos gastos.

No obstante, que el modelo lluvia – escurrimiento en que están basados los sistemas descritos, es de tipo hidrológico, en particular del tipo de parámetros concentrados, su implementación resulta adecuada ya que requiere de menos información que un modelo del tipo distribuido, el cual resulta todavía un tanto complicado de aplicar en forma operativa en Protección Civil.

Protocolo de Alertamiento para condiciones meteorológicas y/o hidrológicas severas

Como ya se mencionó, en el *Organismo Cuenca Península de Baja California (OCPBC)*, no se obtuvo información acerca de modelos de pronóstico de avenidas empleados, sin embargo, existe un *Protocolo de alertamiento* para condiciones meteorológicas y/o hidrológicas severas las cuales se presentan en los siguientes pasos (CONAGUA, PRONACCH RHA I):

1. Revisar y preparar actividades requeridas para la temporada de lluvias en el año en curso (Servicio Meteorológico Nacional (SMN)).
2. Validar y/o actualizar el protocolo de Tiempo Severo (GASIR, CONAGUA).
3. Coordinar las actividades requeridas para implantar y supervisar el protocolo establecido (Centro Nacional de Prevención del Tiempo).
4. Analizar los modelos matemáticos MMS, generando datos sinópticos (cada 3 h), imágenes de Radar Ecos (cada 10 min) y precipitaciones (06:00, 10:00 y 20:00 h) (SMN, GASIR).
5. Realizar un análisis (diagnostico) de la atmosfera en ese instante (SMN, GASIR).
6. Formular un pronóstico Meteorológico (GASIR, CONAGUA, SMN).
7. Identificar si el pronóstico está por encima de los umbrales que causa daño al país (SMN, GASIR).
8. Si se cumple lo anterior, se activa la FASE UNO y se elabora un boletín especial o extraordinario (SMN, GASIR). En caso de no ser así, se regresa al paso 4.
9. Se analiza la información emitida dando seguimiento al evento severo en las próximas horas, determinando la operación normal del CNPT (Centro Nacional de Previsión del Tiempo) o en su caso se activa la FASE DOS (CNPT).
10. Se activa la FASE DOS, de no ser así se regresa al paso 4 (CNPT).
11. Se coordina la emisión de aviso de FASE DOS por el sistema de INTRANET del SMN.
12. El SMN aplica en sus diferentes áreas los planes de contingencia para FASE DOS (CONAGUA).
13. Se elabora el texto para el comunicado oficial en apoyo a los documentos oficiales que debe elaborar la institución, y se envía a la subgerencia de Comunicación y Desarrollo Institucional del SMN (CNPT).
14. Elaboración de los oficios y comunicados oficiales (CONAGUA, Organismo de Cuenca (OC) y Direcciones Locales (DL)).

15. Coordinación de la logística de prensa y comunicación oficial durante todo el tiempo que dure el evento (CONAGUA).
16. Se revisa si después de 24 hrs continúan las condiciones de tiempo significativo/severo para seguir aplicando los planes de contingencia de FASE DOS. Si se sigue aplicando la FASE DOS se regresa al paso 12, en caso contrario se continúa en este orden (CNPT).
17. En base al análisis se determina si se activa FASE UNO (paso tres) o si se regresa a la Operación Normal (paso 4) (CNPT).
18. Se integran las estadísticas de los eventos severos en México durante el año en curso (CNPT).
19. Se elabora y emite el pronóstico hidrológico (SMN, GASIR, OC, y DL).
20. Se activa la vigilancia hidrológica (SMN, GASIR, CONAGUA, OC y DL).
21. Se detecta un registro o tendencia de la evolución de los ríos en la Región que pudiera superar el umbral de elevación de la superficie libre del agua que causa inundaciones y/o daños. O en su defecto que el llenado de una presa alcance el 90 % o se encuentre a un metro del nivel en el cual se debe iniciar la operación de la obra de excedencias (SMN, GASIR, CONAGUA, Municipios, OC y DL).
22. Se supera el UMBRAL de desbordamiento o se inicia la operación de la obra de excedencias conforme a política autorizada o a las decisiones que se resuelven en el seno del Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (CTOOH) (SMN, GASIR, CONAGUA, Municipios, OC y DL).
23. Se realiza pronóstico hidrológico para el caso, estimado la duración de la inundación y los niveles que se podrán alcanzar en el río, embalse o zona inundable de que se trate, informando a los tomadores de decisiones y al sistema Nacional de Protección Civil (SMN, GASIR, OC y DL).
24. Se informa el comportamiento de la inundación y/o operación de la presa y registro de afectaciones (SMN, GASIR, CONAGUA, Municipios, OC y DL).

4.3 Funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales

Dentro de la cuenca de aportación a la zona urbana de Tijuana, se localizan dos presas para control de avenidas; La presa Abelardo L. Rodríguez se ubica aguas arriba del arroyo Seco y la presa el Carrizo se localiza en el arroyo con el mismo nombre.

Adicional a los dos almacenamientos mencionados, se puede considerar, que el canal revestido del río Tijuana, es una de las principales obras de protección y control de escurrimientos, debido a su gran capacidad hidráulica que permite el pronto desalojo de los escurrimientos superficiales. Así mismo, dentro de la zona urbana de Tijuana, existe una extensa red de canales hidrológicos ubicados en la mayoría de los afluentes o cañones que confluyen al río Tijuana, mismos que son complementados por desarenadores de gran capacidad, bordos de protección, muros y alcantarillas pluviales.

Es importante mencionar que muchas de las obras de protección, como lo son los desarenadores y canales ubicados en las cañadas cercanas a la zona urbana, carecen de programas de

mantenimiento y rehabilitación, lo que limita su buen funcionamiento durante las avenidas (ver Tabla 4-3).

Tabla 4-3 Obras para Control de Avenidas en la zona urbana de Tijuana.

Río o Arroyo	Tipo de Obra	Nombre	Objetivo	Ubicación
Tijuana	Canalización	Canalización río Tijuana	Protección a centro de la Población (Tijuana, B.C.)	Dentro de la zona urbana
Tijuana	Encauzamiento	Encauzamiento y rectificación del arroyo Alamar, Tijuana, B.C.	Proteger contra desbordamientos del arroyo Alamar a colonias de la Cd. De Tijuana, B.C.	Dentro de la zona urbana
Pasteje-Aviación	Muros y bordos	-	-	-
Matamoras	Muros y bordos	-	-	-
El Florido	Muros y bordos	-	-	-
Carrizo-Florido Viejo	Muros y bordos	-	-	-
México Lindo	Muros y bordos	-	-	-
Aguaje de la Tuna	Muros y bordos	-	-	-
Camino Verde	Muros y bordos	-	-	-
Gato Bronco	Muros y bordos	-	-	-
Presidentes	Muros y bordos	-	-	-

Así mismo dentro de las acciones no estructurales la unidad de Protección Civil, mantiene campañas de alertamiento a la población para actuar antes, durante y después de los eventos hidrometeorológicos.

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

En el apartado 2.5.4 *Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana*, se muestra el **PLAN MUNICIPAL DE CONTINGENCIA PARA LA CIUDAD DE TIJUANA, B.C.**, presentado al H. Ayuntamiento de Tijuana, en el cual se detallan las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil.

En la Tabla 4-4, se presenta el resumen de las actividades permanentes de prevención y mitigación (durante todo el año), en conjunto con el área o institución responsable y que colabora en la gestión de crecidas.

Tabla 4-4 Áreas o Instituciones involucradas la gestión de crecidas.

ACTIVIDAD	ÁREA O INSTITUCIÓN
Definir las Áreas de Riesgo Hidrometeorológico de la Ciudad	• Planeación y Desarrollo Urbano, • Obras Públicas, • H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios, • Delegados Municipales • Dirección de Seguridad Pública • Dirección de Tránsito Municipal • Unidad Municipal de Protección Civil
Evitar asentamientos en terrenos y/o Zonas de Riesgo Hidrometeorológico	• Planeación y Desarrollo Urbano, • Obras Públicas, • Comisión Nacional del Agua • Delegaciones Municipales
Mitigar la vulnerabilidad en zonas catalogadas como de alto riesgo	• Planeación y Desarrollo Urbano, • Obras Públicas, • Desarrollo Social, • Delegaciones Municipales • Colegio de Ingenieros y Arquitectos

ACTIVIDAD	ÁREA O INSTITUCIÓN
Vigilar y supervisar los movimientos de tierra y sus obras de protección	• Planeación y Desarrollo Urbano, • Obras Públicas, • Delegaciones Municipales • Comisión Nacional del Agua • Secretaría del Medio Ambiente Para el Desarrollo Sustentable • Colegio de Ingenieros y Arquitectos
Evitar se obstruyan cauces, tiren basura en ellos y sancionar a quienes lo hagan	• Dirección de aseo Público, • Dirección de Ecología, • Obras Públicas, • H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios, • Juntas vecinales • Delegaciones Municipales • Dirección Regional de Servicios Educativos • Dirección de Seguridad Pública • Dirección de Tránsito Municipal
Atención y canalización de reportes de la ciudadanía	• Centro de Atención Regional de Emergencias 066 (CARE) • H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios • Unidad Municipal de Protección Civil • Dirección de Seguridad Pública • Cruz Roja Mexicana
Elaboración de trípticos informativos y material de capacitación	• Consejo Municipal de Protección Civil • H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios • Cruz Roja Mexicana • Dirección de Seguridad Pública • Dirección de Salud Municipal • Dirección de Comunicación Social • Unidad Municipal de Protección Civil
Difusión y capacitación a la población en general	• Consejo Municipal de Protección Civil • H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios • Cruz Roja Mexicana • Dirección de Seguridad Pública • Dirección de Salud Municipal • Dirección de Comunicación Social • Unidad Municipal de Protección Civil
Elaboración del programa de capacitación a instituciones de emergencia	• Consejo Municipal de Protección Civil • H. Cuerpo de Bomberos Voluntarios • Cruz Roja Mexicana • Dirección de Seguridad Pública • Dirección de Salud Municipal • Dirección de Comunicación Social • Unidad Municipal de Protección Civil
Elaboración de estrategias para equipamiento de las instituciones de emergencia	• Consejo Municipal de Protección Civil • Presidente Municipal • Regidores de la Comisión de Protección Civil • Contralora Municipal • Director de Hacienda Municipal

4.5 Identificación de la vulnerabilidad de 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 *Bielstown*, 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 4-7 que muestra datos acerca de la relación velocidad del flujo/profundidad hidráulica de inundación (resistencia al vuelco de los muros de las viviendas).

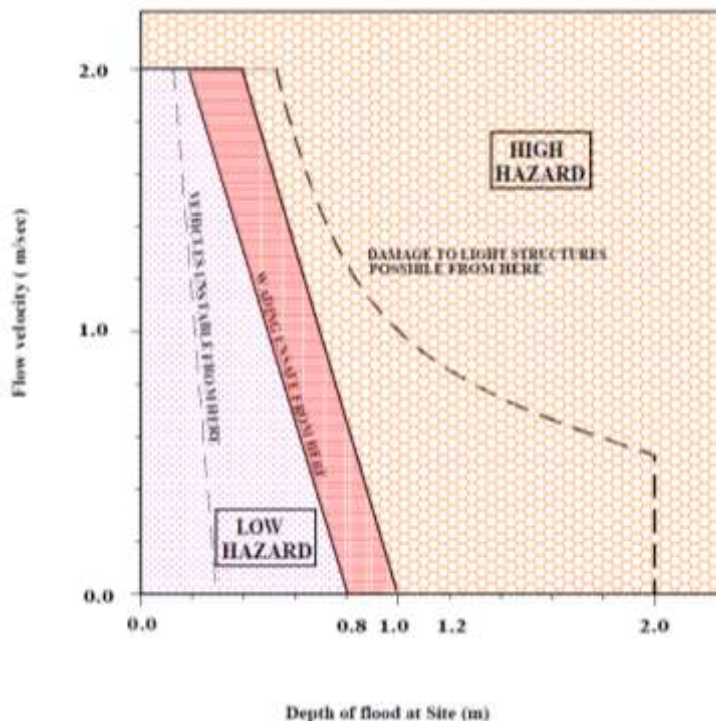


Figura 4-7 Nomograma original de la relación tirante (y) vs velocidad (V).

(http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf, 2007)

Considerando la Figura 4-7; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, 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 4-8 y los códigos y límites establecidos en la Tabla 4-5, los cuales están basados en el nomograma mencionado.

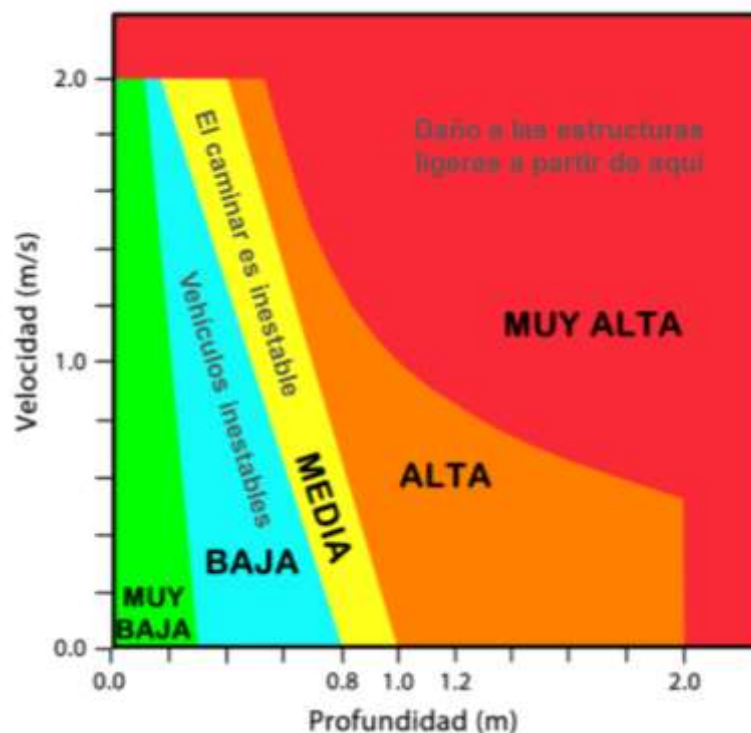


Figura 4-8 Nomograma para determinar la resistencia al vuelco.

Tabla 4-5 Índice de severidad (Resistencia al vuelco).

Indicador	Índice de severidad	Velocidad (m/s)	Tirante (m)
	Muy alto	> 2	> 2
	Alto	≤ 2	$1 < y \leq 2$
	Medio	≤ 2	$0.8 \leq y \leq 1$
	Bajo	≤ 2	$0.3 \leq y < 0.8$
	Muy bajo	≤ 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 obtuvieron mapas con los valores máximos (envolventes) de la profundidad de la inundación y velocidad, y con éstos se realizó el producto de la profundidad de inundación con la velocidad del flujo en cada celda y para cada periodo de retorno simulado, así como la obtención de los mapas con el índice de severidad (mapa de severidad). En la Figura 4-9 se muestra el mapa de severidad asociado al periodo de retorno de 100 años.

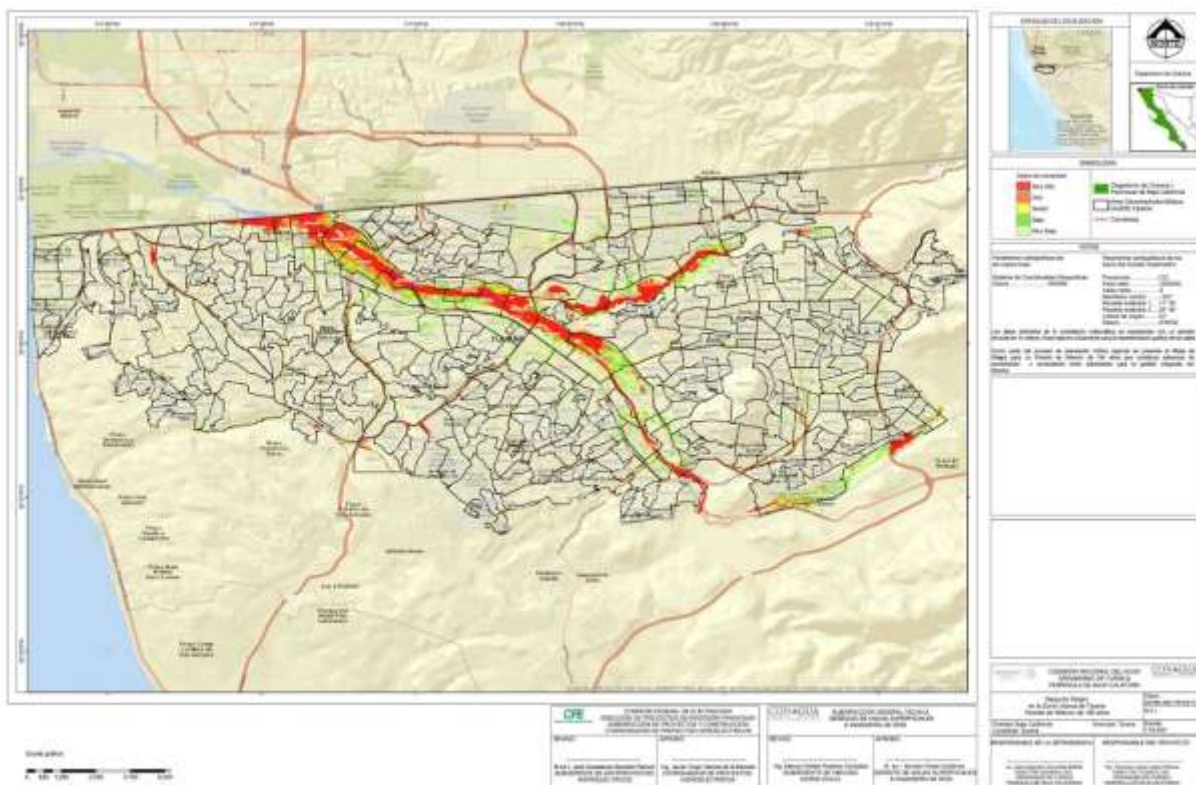


Figura 4-9 Mapa de severidad para la zona urbana de Tijuana B.C., asociado al periodo de retorno de 100 años.

4.6 Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas

Un componente importante para la Gestión Integrada de Crecientes es garantizar la participación de las áreas e instituciones involucradas para promover la coordinación y cooperación.

Con base en la información recopilada el Programa Nacional de prevención contra Contingencias Hidráulicas por parte de la Región Hidrológica Península de Baja California (CONAGUA, PRONACCH RHA I), se presenta una matriz (Tabla 4-6) de funciones las cuales sugiere asumir cada institución para garantizar la eficiencia y eficacia de actividades y recursos económicos.

Tabla 4-6 Matriz de análisis de la zona urbana de Tijuana.
(CONAGUA, PRONACCH RHA I).

Funciones Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad Pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud Pública	Suministro de provisiones	Vigilancia de obras hidráulicas	Evaluación de daños
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
COORD. GRAL. DE COMUNICACIÓN SOCIAL		R	Cr	Cr								
SEMARNAT	Cr		Cr	Cr				CT			Cr	
SEDENA	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr		Cr
SEMAR	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr		Cr
SAGARPA			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
SCT	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr			Cr		Cr		Cr
CAPITANÍAS DE PUERTO	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr							
SEP				Cr			Cr					Cr
SEDESOL			Cr	Cr	Cr		Cr	CT		Cr		Cr
SSA			Cr	Cr			Cr	Cr	CT	Cr		Cr
SE			Cr	Cr				Cr		Cr		Cr
SECTUR				Cr	Cr		Cr					Cr
IMSS				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
ISSSTE				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
CILA	Cr			Cr								
DICONSA				Cr				Cr		Cr		
SEDESOL ESTATAL			Cr	Cr	Cr		Cr	R		Cr		Cr
SECRETARÍA DE FINANZAS			Cr	Cr						Cr		Cr
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN			Cr	Cr						R		Cr
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
SECRETARÍA DE SALUD			Cr	Cr				Cr	R			Cr
SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA			Cr	Cr		R				Cr		Cr
SECRETARÍA DE TURISMO				Cr								Cr
PGJE				Cr	Cr	Cr	Cr					Cr
PROTECCIÓN CIVIL		Cr	R	R			Cr					
CENAPRED	Cr											R
DIF			Cr	Cr			R		Cr	Cr		
PEMEX				Cr	Cr			Cr				Cr
CONAGUA	R		Cr	Cr							R	Cr
CFE				Cr	Cr			Cr				Cr
TELMEX								Cr				Cr
FERROMEX								Cr				Cr
UNIVERSIDADES				Cr			Cr			Cr		Cr
DGETI				Cr			Cr					Cr
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Cr	Cr		Cr								
CRUZ ROJA				Cr	Cr				Cr	Cr		
BOMBEROS				Cr	Cr							
CLUB SOCIAL				Cr			Cr					
GRUPOS VOLUNTARIOS				Cr			Cr			Cr		

CE: Coordinador Ejecutivo. CT: Coordinador Técnico. R: Responsable. Cr: Corresponsable.

5 ESQUEMA DE SEGUIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

Se proponen los esquemas de seguimiento para el Programa de ejecución de medidas no estructurales (Figura 5-1) y para el Programa de ejecución de medidas estructurales (Figura 5-2).

Programa de ejecución de medidas no estructurales

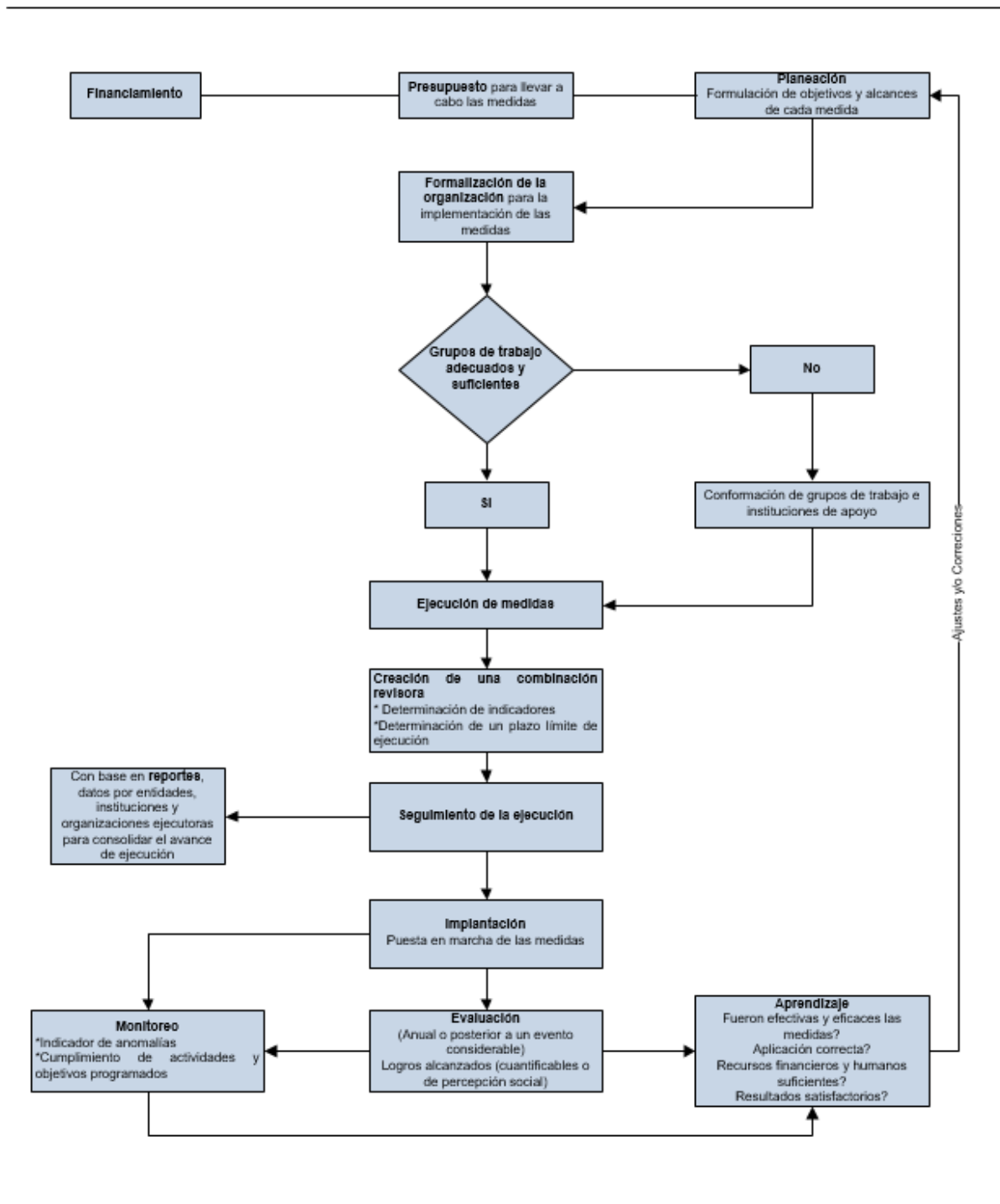


Figura 5-1 Esquema de seguimiento de medidas no estructurales.

Programa de ejecución de medidas estructurales

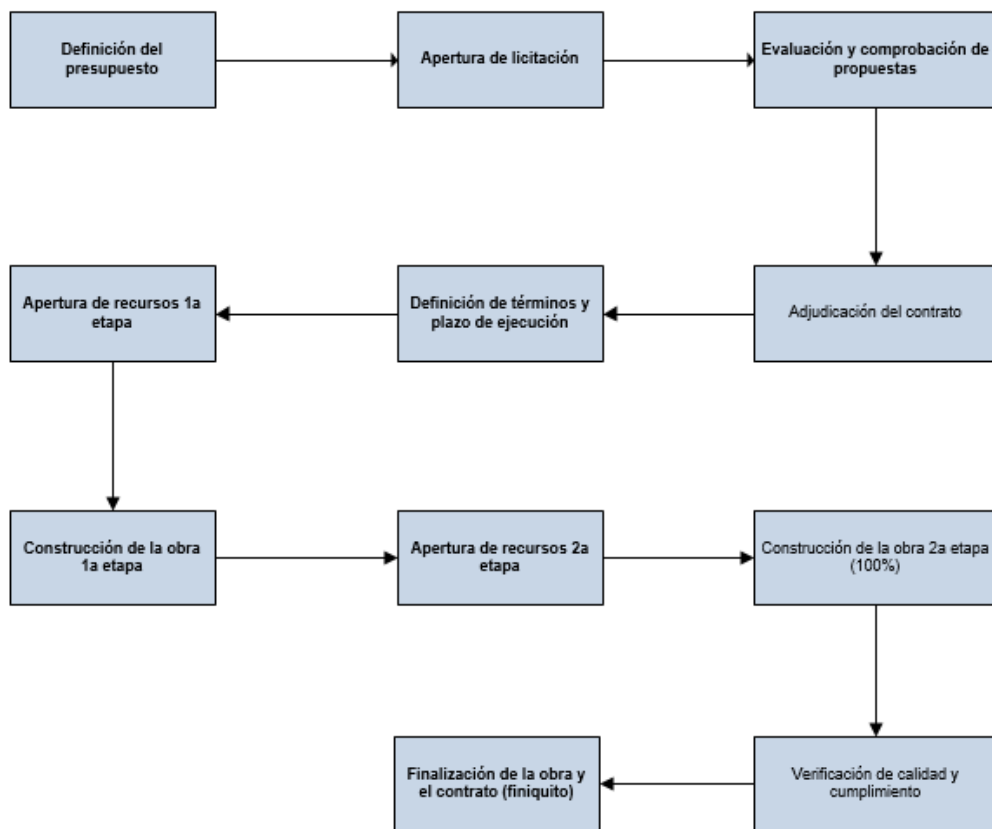


Figura 5-2 Esquema de seguimiento de una medida estructural.

BIBLIOGRAFÍA

- BARÓ, S. J. (2011). *Costo más probable de daños por inundación en zonas*.
- CENAPRED. (2002). *Sistemas de alerta hidrometeorológica en Acapulco, Tijuana, Motozintla, Tapachula y Monterrey*.
- CENAPRED. (2106). <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.
- CONABIO, T. m. (2015). www.conabio.gob.mx.
- CONAGUA. (2011). *Manual para el control de inundaciones*.
- CONAGUA. (2012). CONAGUA.GOB.MX. Obtenido de <ftp://ftp.conagua.gob.mx/OCPBC/hidrogricola/auditoria/Documentacion%20despues%20del%20Acta/b.-%20AJUSTES%20DE%20COSTOS/4.-%20Ajuste%20Mayo%202012/36/ANEXO%204.pdf>
- CONAGUA. (2013). *Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas*.
- CONAGUA. (2015). *Estadísticas del Agua en México*.
- CONAGUA. (2016). www.conagua.gob.mx.
- CONAGUA. (s.f.). <http://smn.conagua.gob.mx/es/>.
- CONAGUA. (s.f.). PRONACCH RHA I.
- 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/Documento/05B_AGEB.pdf. (2010).
- <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.
- 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.
- INEGI. (2011). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. (2011). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales edafologicos. (2006). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. (2001). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales geológicos. (2002). <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. Humedales potenciales escala 1:250,000. (2012). <http://www.inegi.org.mx>.

- INEGI. Marco Geoestadístico Nacional. (2014). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50,000. (2010). <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*.
- pluviales, H. s. (s.f.). (<http://hidropluviales.com/captacion-agua-de-lluvia/>).
- SEMARNAT. (2008).
- SEMARNAT. Degradación del suelo en la República. (2004). <http://www.inegi.org.mx>.
- SEMARNAT-CONAGUA. (2014). *Manual de Integración, Estructura Orgánica y Funcionamiento*.
- SEMARNAT-CONAGUA. (2014). *Manual de Integración, estructura Orgánica y funcionamiento. Coordinación, asesoría metodológica e integración*.