



MÉXICO

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

CONAGUA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUPERFICIALES E INGENIERÍA
DE RÍOS

PROGRAMAS CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS POR
ORGANISMOS DE CUENCA Y PARA LAS PRINCIPALES
CIUDADES DEL PAÍS (ETAPA 1)
SGT-GASIR-DF-15-OP-01-RF-AD-CC

PROGRAMA CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS
PARA LA ZONA URBANA DE DELICIAS, CHIHUAHUA.
REGIÓN HIDROLÓGICO ADMINISTRATIVA VI, RÍO
BRAVO

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Programa Contra Contingencias Hidráulicas para la
Zona Urbana de Delicias, Chihuahua

Región Hidrológico-Administrativa VI, Río Bravo

Contenido

1.	Introducción	1
2.	Gestión integrada de crecidas	2
2.1	La perspectiva a largo plazo	3
2.2	Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas	4
2.3	Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos.....	7
2.4	Matriz de análisis de la ley estatal de protección civil.....	9
2.5	Instituciones involucradas en la gestión de crecidas.....	10
2.5.1	Atribuciones de las instituciones involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos.	12
3.	Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables	17
3.1	Identificación de zonas potencialmente inundables.....	18
3.2	Socioeconómica.....	19
3.3	Fisiográfica, meteorológica e hidrológica.....	19
3.3.1	Subcuencas de aportación	20
3.3.2	Relieve.....	20
3.3.3	Uso de suelo.....	21
3.3.4	Edafología.....	22
3.3.5	Precipitación.....	23
3.3.6	Escurrimientos	28
3.4	Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación	29
3.5	Descripción de inundaciones históricas relevantes	33
3.6	Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes 35	
3.7	Identificación de actividades actuales en las planicies de inundación.....	36
4.	Diagnóstico de las zonas inundables.....	37
4.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	38
4.2	Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana	39
4.3	Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes.....	41

4.4	Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas	42
4.5	Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones	43
4.6	Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas.....	45
5.	Evaluación de riesgos de inundación	48
5.1	Estimación de caudales y tormentas de entrada al sistema	48
5.1.1	Cálculo de las lluvias de diseño	48
5.1.2	Construcción de tormentas hipotéticas	51
5.1.3	Modelo lluvia-escorrentamiento	52
5.1.4	Resultados de la modelación del proceso lluvia-escorrentamiento.....	53
5.2	Modelo Hidráulico	54
5.2.1	Condiciones de frontera.....	55
5.2.2	Procesamiento del modelo digital de elevaciones	55
5.2.3	Infraestructura.....	56
5.3	Simulación en las condiciones actuales	56
5.4	Resultados.....	58
5.5	Análisis de los resultados	66
5.6	Elaboración del mapa de severidad.....	67
	GLOSARIO	73
	REFERENCIAS.....	81

Lista de figuras

Figura 2.1 Gestión integrada de crecidas	3
Figura 3.1 Ubicación	17
Figura 3.2 Zonas potencialmente inundables	18
Figura 3.3 Zona urbana de Delicias	19
Figura 3.4 Subcuencas de aportación	20
Figura 3.5 Relieve	21
Figura 3.6 Uso de suelo	22
Figura 3.7 Edafología	23
Figura 3.8 Estaciones climatológicas	24
Figura 3.9 EMA's	27
Figura 3.10 Precipitación anual acumulada en la estación climatológica 8044 “Ciudad Delicias (DGE)”	28
Figura 3.11 Precipitación media mensual en la estación climatológica 8044 “Ciudad Delicias (DGE)”	28
Figura 3.12 Estaciones hidrométricas	29
Figura 3.13 Ríos principales	30
Figura 3.14 Valor de “N” por subcuencas de aportación a la zona urbana de Delicias	33
Figura 3.15 Localidades con eventos históricos de inundación	34
Figura 4.1 Estaciones climatológicas y meteorológicas	39
Figura 4.2 Marginación en la zona urbana de Delicias, Chihuahua	44
Figura 5.1 Interfaz del programa V.E.L.L. elaborado por el CENAPRED	51
Figura 5.2 Distribución temporal de la lluvia (SCS)	53
Figura 5.3 Hp neta para los cinco periodos de retorno	54
Figura 5.4 CEM recortado a la zona a modelar en IBER	56
Figura 5.5 Malla definida para el análisis hidráulico con IBER	57
Figura 5.6 Modelo en IBER donde se indica las condiciones de frontera	58
Figura 5.7 Variación del coeficiente de rugosidad de Manning en la zona de Delicias, Chih.	60
Figura 5.8 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 2 años	61

Figura 5.9 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 5 años.....	61
Figura 5.10 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 10 años.....	62
Figura 5.11 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 50 años.....	62
Figura 5.12 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 100 años.....	63
Figura 5.13 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 2 años.....	64
Figura 5.14 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 5 años.....	64
Figura 5.15 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 10 años.....	65
Figura 5.16 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 50 años.....	65
Figura 5.17 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 100 años.....	66
Figura 5.18 Hidrograma de entrada y salida sobre dominio del modelo de la Ciudad de Delicias Chih. (Tr=100 años)	67
Figura 5.19 Criterios adoptados para clasificar el daño por severidad (cinco categorías).	68
Figura 5.20 Envoltente de tirantes máximos	69
Figura 5.21 Envoltente de velocidades máximas	69
Figura 5.22 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 2 años.....	70
Figura 5.23 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 5 años.....	70
Figura 5.24 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 10 años.....	71
Figura 5.25 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 50 años.....	71
Figura 5.26 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 100 años	72

Lista de tablas

Tabla 2.1 Estrategias y opciones para la gestión de crecidas.....	5
Tabla 2.2 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua.....	9
Tabla 2.3 Ámbito de competencia de las instituciones involucradas.....	12
Tabla 3.1 Uso de suelo.....	22
Tabla 3.2 Edafología.....	23
Tabla 3.3 Estaciones climatológicas.....	24
Tabla 3.4 Grupo edafológico y tipo de suelo.....	31
Tabla 3.5 Valores del número de escurrimiento.....	31
Tabla 3.6 Simbología y uso de suelo.....	32
Tabla 3.7 Valor de “N” por subcuencas.....	32
Tabla 4.1 Valores mínimos recomendados de densidad de estaciones (superficie, en km ² por estación).....	38
Tabla 4.2 Superficie de cobertura por estación.....	39
Tabla 4.3 Principales presas de almacenamiento.....	41
Tabla 4.4 Dimensiones e indicadores del índice de marginación urbana por AGE, 2010.....	43
Tabla 4.5 Indicadores de ingresos, composición sociodemográfica y discapacidad.....	44
Tabla 4.6 Información complementaria de las manzanas urbanas de la localidad de Delicias, Chihuahua.....	45
Tabla 5.1 Distribución de estaciones pluviométricas, con más de 20 años completos, en la República Mexicana.....	49
Tabla 5.2 Precipitación máxima (mm) en 24 horas en cada una de las subcuencas.....	51
Tabla 5.3 Precipitación máxima (mm) en 24 horas en cada una de las subcuencas.....	54
Tabla 5.4 Precipitación en la zona de modelación hidráulica para una duración de 24 horas.....	58
Tabla 5.5 Valores para el coeficiente de rugosidad de Manning “n” de acuerdo con el uso del suelo.....	59
Tabla 5.6 Código de colores para elaborar mapas de severidades.....	68

1. Introducción

México está expuesto cotidianamente a episodios hidrometeorológicos severos, como huracanes, ciclones y precipitaciones intensas que, si bien contribuyen de manera positiva a incrementar el almacenamiento de agua de las presas y lagos, también provocan estragos en la población, la infraestructura, los servicios y los sistemas de producción.

El mayor impacto histórico y la propensión futura a inundaciones se concentra en 17 entidades federativas, que acumulan el 62% de la población nacional, entre las que se encuentran el Estado de México, el Distrito Federal, Veracruz, Tabasco y Chiapas (PNH, 2014-2018). No obstante, las inundaciones no se presentan sólo en las áreas con precipitaciones abundantes, ocurren incluso en zonas áridas. En la actualidad, la atención a inundaciones carece de acciones efectivas como la alerta oportuna sobre riesgos por fenómenos hidrometeorológicos extremos, el desarrollo de planes de prevención, la construcción de obras de protección, el mantenimiento de la infraestructura, y la coordinación interinstitucional, entre las más relevantes, lo que acentúa la vulnerabilidad de las poblaciones que habitan en condiciones de precariedad.

Dadas las condiciones actuales y con el fin de atender anticipadamente los impactos de la ocurrencia de estos eventos para minimizar los daños provocados por las inundaciones, en enero del 2013 el presidente de la república instruyó la puesta en marcha del Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH) para proteger a la población, a sus bienes y a zonas productivas. En una primera etapa, la Conagua procedió a la formulación de programas de medidas de prevención y mitigación contra inundaciones para cada organismo de cuenca con una visión integral dentro de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC). Bajo este mismo enfoque, este tercer año de actividades del Programa, el interés se centra en la atención a las zonas urbanas del país, en programas que contemplan la ejecución de acciones medioambientales, de planeación urbana, prevención, alerta temprana y protocolos de emergencia, elementos y estrategias necesarias para evitar la pérdida de vidas humanas ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos severos.

En este documento se presenta el *Programa Contra Contingencias Hidráulicas para la Zona Urbana de Delicias, Estado de Chihuahua*, perteneciente a la Región Hidrológico-Administrativa VI, Río Bravo. Contiene la caracterización de la zona urbana, considerando los aspectos económicos, sociales y ambientales, el diagnóstico de la problemática existente, y un análisis de riesgo en el que se encuentra la población y zonas productivas. Finalmente se presenta una propuesta de acciones que ayuden a prevenir y reducir los daños causados por inundaciones.

2. Gestión integrada de crecidas

La necesidad de mitigar los efectos de las inundaciones fue planteada desde el 2002 en el Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible –celebrada en Sudáfrica¹– en la que la comunidad internacional se comprometió a adoptar un enfoque integrado e integrador para hacer frente a la gestión de riesgos y a la vulnerabilidad, incluidas la prevención, la atenuación, la preparación, la respuesta y la recuperación.

Posteriormente, en Hyogo, Japón² (2005) se definió un Marco de Acción con objetivos estratégicos hacia una integración más eficaz de las consideraciones sobre los riesgos de desastre en las políticas, los planes y los programas de desarrollo sostenible, en los que la prevención, la atenuación, la preparación y la reducción de la vulnerabilidad son nuevamente elementos centrales, al igual que la creación y el fortalecimiento de instituciones, de mecanismos y de capacidad a todos los niveles.

A últimas fechas, el marco de acción para la reducción de desastres post 2015 resultante de la Conferencia de Sendai, Japón³ (2015) incorpora el compromiso para la reducción sustantiva de la mortalidad y una disminución de los damnificados y pérdidas económicas por desastres para el año 2030, así como un descenso de los daños de infraestructura crítica y servicios básicos, entre ellos la salud y la educación.

En materia de inundaciones, sigue siendo vigente el documento conceptual “Gestión Integrada de Crecidas” (GIC), No. 1047 en su edición 2009 que junto con el Programa Asociado de Gestión de crecidas (WMO – GWP), plantea que los problemas de la gestión de inundaciones en forma aislada resultan necesariamente en un enfoque limitado y poco sistemático. Por ello, la GIC procura cambiar el paradigma del enfoque fragmentado tradicional y fomenta la utilización eficiente de los recursos de la cuenca fluvial como un todo, empleando estrategias para mantener o aumentar la productividad de las llanuras de inundación, al tiempo que se adoptan medidas de protección contra las pérdidas causadas por las inundaciones.

En ambos se contempla un enfoque participativo abierto, transparente, integrador y comunicativo, que alienta la participación de usuarios, los encargados de la planificación y las instancias normativas en todos los niveles. Un esfuerzo de este tipo requiere de la descentralización del proceso de la toma de decisiones y abarca amplias consultas con la población, así como la participación de las partes interesadas en las actividades de planificación y aplicación.

¹ Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2002.

² Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres, 2005.

³ Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, 2015.



Figura 2.1 Gestión integrada de crecidas

2.1 La perspectiva a largo plazo

Diversas estimaciones coinciden en prever, hacia finales del siglo XXI, incrementos de la temperatura a nivel mundial de dos a cuatro grados centígrados. Entre los escenarios generados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se espera que dicho aumento en la temperatura impacte de manera significativa el ciclo hidrológico, generando mayor variabilidad en patrones tradicionales de precipitación, humedad del suelo y escurrimiento –entre otras afectaciones– lo que dificultará la actividad de otros sectores económicos que dependen de la disponibilidad de los recursos hídricos, como la producción alimentaria, generación de energía y conservación ambiental, además del suministro de agua potable y saneamiento. Por tanto, los desastres, tanto en número como en sus consecuencias previsiblemente se incrementarán como resultado del cambio climático (Conagua, 2012).

Para encarar esta problemática, es indispensable entonces desarrollar estrategias de prevención y adaptación que consideren el agua como un eje toral en un enfoque multisectorial.

En el análisis de los desastres, se encuentra que los daños estimados como porcentajes del PIB son significativamente mayores en países subdesarrollados, lo que puede acentuarse de continuar la tendencia global a la concentración de la población en localidades urbanas. Al gestionar los actuales riesgos de las inundaciones y al planificar el futuro, se debe encontrar un equilibrio entre enfoques de sentido común, que minimizan los impactos mediante una mejor gestión urbana y el mantenimiento de la infraestructura para la mitigación de las inundaciones y enfoques con visión de futuro que anticipen y defiendan contra las futuras amenazas de inundaciones construyendo nueva infraestructura o redefiniendo radicalmente el entorno urbano.

La toma de decisiones sobre la priorización apropiada de los esfuerzos de gestión de las inundaciones requiere de una comprensión de los riesgos por inundación presentes y futuros (K, Jha, A. et al. 2012).

Como el riesgo de inundaciones evoluciona con el tiempo, los diseñadores de políticas públicas también deben explorar cómo las decisiones se modifican a la luz del clima cambiante. Así, los procesos de toma de decisiones deben incorporar información sobre los modelos utilizados para proyectar el cambio climático a distintas escalas y se deberá comprender las incertidumbres relacionadas con estos resultados.

2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas

El Documento del Programa Nacional Hídrico (PNH) 2013-2018 responde a la problemática actual y a la visión de largo plazo con la definición de seis objetivos orientados para avanzar en la solución de los desafíos identificados y en el logro de la sustentabilidad y la seguridad hídrica:

Objetivo 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua

Objetivo 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones

Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento

Objetivo 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.

Objetivo 5. Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.

Objetivo 6. Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua

Particularmente los dos primeros contemplan estrategias y acciones que preparan a la sociedad mexicana a fin de que pueda afrontar en mejores condiciones los posibles efectos del cambio climático, tanto en aquellas zonas donde existe la probabilidad de disminución de los regímenes pluviales como en aquellas donde se pueden intensificar los patrones de lluvia y provocar inundaciones catastróficas.

En esta visión, la GIC interviene de manera importante, promoviendo un enfoque integrado de gestión de los recursos suelo y agua de una cuenca fluvial en el marco de la GIRH, y tiene como finalidad maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación y reducir al mínimo las pérdidas de vidas y de infraestructura causadas por los desastres derivados de las inundaciones.

Los elementos rectores de la GIC son:

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto
- Gestión integrada de la tierra y de los recursos hídricos
- Gestión integrada de riesgos
- Adopción de la mejor combinación de estrategias
- Garantía de un enfoque participativo

Los dos primeros elementos pueden agruparse en un solo concepto, *Gestión de la cuenca hidrológica*, en este elemento se propone tomar en cuenta lo siguiente:

- Dimensionar las crecidas (pequeñas, medianas e importantes)
- Identificar aspectos positivos de las crecidas. Es decir, usar las llanuras de inundación en la agricultura, acuacultura, recarga de acuíferos, etc.

- Gestionar todo tipo de crecidas y no sólo las que llegan a un nivel máximo para la aplicación de medidas de protección.
- Identificar zonas que se puedan sacrificar para almacenar agua con el fin de proteger áreas críticas.
- Gestionar crecidas en las ciudades, en donde se considere el suministro de agua potable, aguas residuales y el vertido residual, así como la evacuación de los escurrimientos superficiales.
- Considerar en los programas para inundaciones urbanas el control tanto de la cantidad de agua proveniente de las tormentas como la contaminación de las mismas.

El tercer elemento, **Gestión integrada de riesgos**, ofrece alternativas para evitar que un peligro se transforme en desastre. La gestión de riesgos de crecidas consiste en una serie de medidas sistemáticas para un periodo de preparación, respuesta y recuperación y debe formar parte de la GIRH. Las medidas adoptadas dependen de las condiciones de peligro del entorno social, económico y físico. Los resultados de este proceso continuo de gestión de riesgos pueden ser divididos en:

- Medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando o reduciendo sus causas como la exposición o el grado de vulnerabilidad. Las estrategias son tendientes a evitar que los desastres se produzcan.
- Medidas de preparación, hacen referencia a las actividades que tienen por objeto alistar a la sociedad y a sus instituciones para responder adecuadamente ante la eventualidad de que se presente un fenómeno capaz de desencadenar un desastre. Su objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de la población y bienes de zonas amenazadas.
- Medidas de respuesta o atención de la emergencia, comprende la movilización social e institucional necesaria para salvar vidas y bienes una vez que el fenómeno ya se ha presentado. Incluye la recuperación de la comunidad después del desastre, con tareas de reconstrucción.

Las medidas adoptadas dependen de las condiciones de peligro del entorno social, económico y físico y se centran principalmente en reducir la vulnerabilidad.

El cuarto elemento, **Adopción de la mejor combinación de estrategias**, propone para la selección de estrategias o combinación de estrategias, considerar tres factores correlacionados: el clima, las características de la cuenca y las condiciones socioeconómicas de la zona.

Tabla 2.1 Estrategias y opciones para la gestión de crecidas

Estrategia	Opciones
Reducir las inundaciones	Presas y embalses
	Diques, malecones y obras de contención
	Desviación de avenidas
	Ordenación de cuencas
	Mejoras a los canales
Reducir la vulnerabilidad a los daños	Regulación de las planicies de inundación
	Políticas de desarrollo y reaprovechamiento

Estrategia	Opciones
	Diseño y ubicación de las instalaciones
	Normas para viviendas y construcciones
	Protección de elementos situados en zona inundable
	Predicción y alerta de crecidas
Atenuar los efectos de las inundaciones	Información y educación
	Preparación en caso de desastres
	Medidas de recuperación después de la inundación
	Seguro contra inundaciones
Preservar los recursos naturales de las llanuras de inundación	Determinación de zonas y regulación de las planicies de inundación

Fuente: Documento OMM-N°1047

El quinto elemento, *Garantía de un enfoque participativo*, recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- La población debe participar en todos los niveles de la toma de decisiones.
- Se debe alentar la participación de usuarios y responsables de la planificación y las instancias normativas de todos los niveles, bajo el siguiente enfoque:
 - Abierto, transparente, integrador y comunicativo.
 - Descentralización del proceso de la toma de decisiones y debe incluir la realización de amplias consultas con la población.
 - Colaboración de representantes de todos los ámbitos afectados, de las diferentes áreas geográficas de la cuenca fluvial (aguas arriba y aguas abajo).
- Definir objetivos y responsabilidades de todos los actores involucrados en la gestión de crecidas.
- Transformar las alertas en medidas preventivas.
- Participantes de todos los sectores, especializados en diversas disciplinas, deben colaborar en el proceso y llevar a cabo las tareas necesarias para apoyar la aplicación de los planes de atenuación de los efectos de los desastres y de la gestión de los mismos: con un enfoque de abajo-hacia arriba y de arriba-hacia abajo.
- Definir las fronteras geográficas y límites funcionales de todas las instituciones involucradas en la gestión de crecidas.
- Promover la coordinación y la cooperación por encima de las barreras funcionales y administrativas.

Bajo este contexto se formulan los Programas Contra Contingencias Hidráulicas para Zonas Urbanas, con el objetivo de plantear medidas preventivas tendientes a disminuir los daños provocados por las inundaciones en la ciudad. El ámbito urbano constituye la unidad de planeación en la que se evalúa el riesgo para identificar zonas potencialmente inundables, se propone el uso adecuado de llanuras de inundación, se evalúa y se consideran las mejores medidas para disminuir los daños (prevaleciendo acciones no estructurales por encima de las estructurales), se incluyen a todos los actores involucrados en la gestión de las crecidas, definiendo fronteras geográficas y límites funcionales para evitar traslape de tareas antes, durante y después de que ocurra la inundación.

No obstante, para la aplicación efectiva del concepto de GIC en el ámbito urbano, es necesario disponer de un entorno propicio en términos de política, legislación e información; una clara definición de los papeles y las funciones institucionales; e

instrumentos de gestión que permitan proceder de forma eficaz a la formulación de normas, seguimiento y cumplimiento de las leyes⁴.

2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos

En estado de emergencia por desastres naturales, los Gobiernos pueden verse obligados a utilizar fondos que habían sido previamente destinados a proyectos fundamentales de desarrollo económico, y esto, en el largo plazo, puede impactar negativamente el proceso de desarrollo y crecimiento económico de los países.

Los Gobiernos son cada vez más conscientes que el riesgo fiscal derivado de desastres naturales no puede seguir siendo ignorado. México se encuentra en la vanguardia de iniciativas encaminadas al desarrollo de un marco integral en gestión del riesgo de desastres, incluyendo el uso efectivo de mecanismos de financiamiento del riesgo y aseguramiento para manejar el riesgo fiscal derivado de los desastres. El Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) fue establecido por el Gobierno Federal de México en el marco de su estrategia de gestión integral del riesgo con el propósito de apoyar actividades de emergencia, recuperación y reconstrucción después de la ocurrencia de un desastre.

El FONDEN fue originalmente creado como un programa dentro del Ramo 23 del Presupuesto de Egresos de la Federación de 1996, y se hizo operacional en 1999 cuando se emitieron sus primeras Reglas de Operación. Los recursos del FONDEN originalmente se destinaban únicamente a la realización de actividades ex post de rehabilitación y reconstrucción de (i) infraestructura pública de los tres órdenes de gobierno - federal, estatal y municipal; (ii) vivienda de la población de bajos ingresos; y (iii) ciertos elementos del medio ambiente, tales como selvas, áreas naturales protegidas, ríos, y lagunas.

En la actualidad, el FONDEN está compuesto por dos instrumentos presupuestarios complementarios: el Programa FONDEN para la Reconstrucción y el Programa Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), y sus respectivos fideicomisos. El instrumento original, y aún el más importante del FONDEN es el Programa FONDEN para la Reconstrucción. Sin embargo, en reconocimiento de la necesidad de promover el manejo proactivo del riesgo, el gobierno de México comenzó, a inicios de los años 2000, a asignar recursos específicamente destinados a actividades preventivas. Aunque los recursos para la prevención siguen siendo significativamente menores que para la reconstrucción, el gobierno mexicano continúa dirigiendo esfuerzos a la transición de un enfoque del financiamiento del riesgo post-desastre a la gestión del riesgo financiero previo a la ocurrencia del desastre. La ejecución de los recursos financieros de los 2 instrumentos del FONDEN (de reconstrucción y de prevención) se realiza a través del Fideicomiso FONDEN y del Fideicomiso Preventivo (FIPREDEN), cuya institución fiduciaria en ambos casos es BANOBRAS, un banco de desarrollo del Gobierno de México.

El proceso para acceder y ejecutar los recursos del programa FONDEN para la Reconstrucción permite un equilibrio entre la necesidad del desembolso inmediato de los fondos ante la ocurrencia de un desastre y aspectos de rendición de cuentas y de transparencia. La Secretaría de Gobernación (SEGOB) es la instancia responsable del

⁴ Gestión Integrada de Crecidas: Documento Conceptual, Organización Meteorológica Mundial, 2009

procedimiento de acceso a los recursos del FONDEN y de la emisión de las declaratorias de desastre natural. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la instancia responsable de los recursos del FONDEN.

El FONDEN cuenta con un Sistema electrónico y automatizado en línea que utiliza tecnología e información de punta en el proceso de acceso a los recursos, tales como la captura en una plataforma de información geográfica de fotografías geo-referenciadas de todos los activos públicos afectados y que serán sujetos de apoyo para asegurar la eficacia y exactitud del proceso de evaluación y cuantificación de los daños sufridos por un determinado desastre natural. SEGOB revisa en el Sistema en línea que las solicitudes de recursos señalen de manera detallada las acciones que se llevarán a cabo, así como el costo requerido para la reparación de la infraestructura y viviendas dañadas.

Consecutivamente, SEGOB remite el expediente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y le solicita convoque a sesión del comité técnico del fideicomiso FONDEN para que éste autorice los recursos los cuales quedan etiquetados en el Fideicomiso FONDEN en una subcuenta específica por cada programa de reconstrucción. Los recursos son transferidos por BANOBRAS (en su carácter de institución fiduciaria) de estas subcuentas a las empresas proveedoras de servicios de reconstrucción, previa presentación de las facturas de avance de la ejecución de las obras. Los recursos del FONDEN financian 100% los costos de reconstrucción de activos federales y 50 por ciento de los activos locales.

A través de la estrecha colaboración existente entre la Secretaría de Gobernación y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el FONDEN ha podido establecer una sólida relación entre sus áreas técnicas y financieras en el manejo de desastres naturales.

Por otro lado, el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) actúa como el área técnica enfocada en la reducción del riesgo y trabaja estrechamente con el FONDEN, el vehículo financiero para la administración de desastres.

El procedimiento de acceso a los recursos del FONDEN es el siguiente:

- a) El titular del Ejecutivo de la Entidad Federativa solicita opinión sobre el desastre natural a la Instancia Técnica Facultada (ITF).
- b) La ITF realiza el dictamen.
- c) De resultar positivo se instala el Comité de Evaluación de Daños.
- d) Por subcomités se evalúan daños.
- e) Se solicitan apoyos parciales inmediatos.
- f) Se solicita la declaratoria de Desastre Natural.
- g) Se presenta ante la SEGOB y la SHCP la evaluación de daños.
- h) Se emite la declaratoria de Desastre Natural.
- i) Los subcomités de evaluación de daños presentan documentación, fotografías, carga en el sistema web de evidencias, se elabora una división de obras y se firman anexos.
- j) El servidor público facultado solicita ante la unidad política federal los anticipos.
- k) Se notifica a las Entidades Federativas la autorización de recursos.
- l) Se elabora el programa de obras y acciones calendarizado y se realiza el seguimiento de obras.

2.4 Matriz de análisis de la ley estatal de protección civil

La ley vigente de Protección Civil del Estado de Chihuahua data de junio de 1996, con una última reforma en enero de 2005. En ella se establecen las bases del Sistema Estatal de Protección Civil como órgano consultivo, decisorio y operativo del Sistema Nacional de Protección Civil. Designa autoridades en la materia y les otorga atribuciones y funciones. Reconoce al municipio como el primer nivel de respuesta a cualquier fenómeno destructivo y le instruye la integración y funcionamiento del Sistema Municipal de Protección Civil, así como de la elaboración del atlas de riesgo, el plan de contingencias y el programa interno municipal (tabla 2.2).

Es a través del Programa Estatal de Protección Civil que se definen los objetivos, estrategias, líneas de acción, recursos necesarios y las responsabilidades de los participantes en el Sistema para el cumplimiento de las metas que en ellos se establezcan, de conformidad con los lineamientos establecidos por el Sistema Nacional de Protección Civil. La prevención (mitigación), el auxilio (rescate y salvaguarda) y el apoyo, son los pilares que sustentan el programa. Su elaboración y aplicación integra tanto a instancias de gobierno, como al sector social y privado.

Tabla 2.2 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua

Lo que incluye	Lo que omite
Clasificación de riesgos	Desastres tecnológicos
Transfiere la primera responsabilidad al municipio	Declaratoria de emergencia
Establece PC nivel estatal	Declaración estado de alerta
Establece PC nivel municipal	Declaratoria de desastre
Promotor de estudios e investigaciones	Declaratoria de desastre natural
Promueve cultura de PC	Publicación de declaratoria de emergencia
Coordinación con otras entidades	Publicación de declaratoria de desastre
Reconoce grupos voluntarios	Declaratoria de fin de emergencia
Registro de grupos voluntarios	Coordina apoyos externos nacionales e internacionales
Promueve capacitación en PC	Solicitud declaratoria de desastre ante Gobernación
Promueve realización de simulacros	Integración Atlas de Riesgo a nivel estatal
Establece existencia de albergues	Actualizar el Atlas de Riesgos
Integración Atlas de Riesgo nivel municipal	Requisa
Promueve difusión de programas de PC	Posibilidad de solicitar Plan DNIII-E
Financiamiento institucional	Puede recibir donaciones
Catálogo de recursos humanos	Evaluación expost
Coordinar sistemas de comunicación	Revisar y opinar sobre asentamientos humanos irregulares
Cualquier persona puede denunciar riesgos	Apoyos para reubicación
	Programas especiales de PC
	Promueve cultura de prevención
	Elaboración de peritajes de causalidad
	Declaración de área de protección
	Los medios de comunicación obligados a difundir programas de PC
	Fondo estatal o municipal para la atención de desastres
	CONAGUA forma parte del consejo estatal
	Otras leyes que toquen temas de PC
	Posibilidad creación órganos especiales de PC para algún tipo de emergencia
	Programa de premios y estímulos de PC

Lo que incluye	Lo que omite
	Edad mínima para director de PC
	Rutas de evacuación para discapacitados
	Las universidades son parte de PC
	Centro de operaciones móvil
	Policía ecológica
	Constancia de factibilidad PC para nuevos asentamientos
	Promueve lugares para construcción de viviendas seguras
	PC coordina al H. Cuerpo de Bomberos
	Establecimiento de centros de acopio
	Cuotas por servicios de PC
	Estudios para definir albergues en el estado
	Contratación de seguros contra desastres
	Invitación a los medios de comunicación a las sesiones del consejo estatal
	Carta de corresponsabilidad
	Requisitos de medidas de evacuación
	Centros regionales permanentes de PC
	Vigila destino final de desechos sólidos
	Autoridad para decidir ubicación de un refugio temporal
	Declaratoria de zonas de riesgo, para reubicación

Fuente: Manual para el control de inundaciones, Conagua, febrero de 2011

2.5 Instituciones involucradas 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 crecidas e inundaciones, a través de la Dirección General de Protección Civil y la Comisión Nacional del Agua, respectivamente, ambas agencias tienen su contraparte en los Estados de la República, además para el caso de la Comisión Nacional del Agua existente 13 regiones hidrológico-administrativas.

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, Cruz Roja, entre otros.

Es importante mencionar que el 5 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, el cual señala en el ARTÍCULO PRIMERO, que se crea con carácter permanente, que tiene por objeto la coordinación de acciones 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 y mitigación de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que éstos generan, tales como sequías e inundaciones.

Como puede verse a través de esta Comisión el Gobierno Federal pretende lograr que todas las Secretarías involucradas, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua trabajen de forma coordinada entre ellas y con los gobiernos estatales

y municipales, en beneficio de la población. A continuación, se muestran los tres niveles de gobierno involucrados, así como las instituciones internacionales:

Internacionales

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) desde su creación, la OMM ha participado de forma excepcional e importante en la seguridad y el bienestar de la humanidad. En el marco de los programas de la OMM y bajo su dirección, los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales contribuyen sustancialmente a la protección de la vida humana y los bienes frente a los desastres naturales, a la salvaguardia del medio ambiente y a la mejora del bienestar económico y social de todos los sectores de la sociedad en esferas como la seguridad alimentaria, los recursos hídricos y el transporte. Además, fomenta la colaboración entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales y favorece la aplicación de la meteorología a los servicios meteorológicos para el público, la agricultura, la aviación, la navegación, el medio ambiente, las cuestiones relacionadas con el agua y la atenuación de los efectos de los desastres naturales.

La Asociación Mundial del Agua [Asociación Mundial del Agua (GWP)] es una red internacional abierta a todas las organizaciones que tienen que ver con la gestión de los recursos hídricos. Fue creada en 1996 con el objetivo de promover la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).

El Programa Asociado de Gestión de Inundaciones, que se conoce por su sigla en inglés APFM, es una iniciativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial y la Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (GWP)]. El Programa promueve el concepto de gestión integrada de inundaciones, nuevo enfoque en materia de gestión de crecidas. Cuenta con respaldo financiero de los gobiernos de Japón y los Países Bajos.

El Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, reconoció que la gestión adecuada de los peligros relacionados con el agua es un factor esencial para el desarrollo humano y socioeconómico sustentable, y en particular para la atenuación de la pobreza (Gutiérrez López Alfonso, Revista Agua y Saneamiento, ANEAS, año 11, número 43, abril, mayo y junio de 2012, México). La iniciativa internacional, comprende la gestión de riesgos y las emergencias, análisis de riesgos múltiples; bases de datos para evaluar el riesgo; modelación hidrológica, hidráulica y económica; cartografía de riesgos por inundaciones; medidas estructurales y no estructurales; la gobernabilidad y participación, reformas institucionales, pronósticos y alerta anticipada y sistemas de alerta, comunicación efectiva, vigilancia y respuesta a las alertas.

El Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua (ICHARM), auspiciado por la UNESCO, fue creado en 2006. El ICHARM se encarga de los desastres relacionados con el agua, como las inundaciones y las sequías, que son los mayores desafíos que se necesita superar para garantizar un desarrollo humano sostenible y la reducción de la pobreza.

Federales

- Corresponde al Ejecutivo Federal en materia de protección civil, por conducto de la Secretaría de Gobernación, a través de la Coordinadora Nacional de Protección Civil.

- Comité Científico asesor sobre el Fenómeno Perturbador de carácter Hidrometeorológico, integrado por personal de la UNAM, CFE, CONAGUA, IMTA, U. de Guadalajara, SNEAM, CENAPRED.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público para efectos de transferir a los estados los recursos económicos con el objeto de afrontar los riesgos en materia de gestión integral de inundaciones.
- El Congreso de la Unión (Cámara de diputados y Cámara de Senadores)
- Secretaría de la Función Pública, hasta en tanto no se publique en el Diario Oficial de la Federación la Comisión Anticorrupción.
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

Estatales

- El Ejecutivo Estatal (Gobernador) o también llamado mandatario estatal.
- Protección Civil Estatal
- El Jefe de Gobierno, en el caso del Distrito Federal, así como los Jefes Delegacionales, en el ámbito de competencia de cada uno.
- Las áreas de Protección Civil del Distrito Federal, así como de sus delegaciones.
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

Municipales

- El Presidente Municipal
- El Cabildo
- Protección Civil Municipal
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

2.5.1 Atribuciones de las instituciones involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos.

En la tabla siguiente se presentan las atribuciones de las instituciones involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos en el orden federal

Tabla 2.3 Ámbito de competencia de las instituciones involucradas

Instituciones	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Gobernación (SEGOB)	5FXXIV,XXVII	Fracción XXIV, coordinar a las diversas dependencias y entidades que, por sus funciones, deban participar en las labores de auxilio, en caso de desastres o emergencias. Fracción XXVII, coordinar las acciones de Seguridad Nacional y establecer políticas de Protección Civil. Reglamento Interior D.O.F. 2/04/2013.
Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)	28FXXXVI,38 FVII	Reglamento Interior.- DOF.- 17-10-2011.- Artículo 28 fracción XXXVI. Proponer directivas orientadas a la prevención y control de desastres en asuntos de su competencia.- Artículo 38 fracción VII. Planear, dirigir y coordinar el trabajo de ingenieros en beneficio de la Secretaría y de la población civil, en casos de desastres y demás necesidades públicas.
Secretaría de	16FX,2FX	Reglamento Interior: DOF.-31-12-2012.- Artículo 16 fracción X.-

Instituciones	Artículos	Atribuciones
Marina (SEMAR)		Corresponde a la Dirección General de Investigación y Desarrollo.- Obtener procesar y difundir información meteorológica y de fenómenos oceánicos y atmosféricos, coordinando lo que proceda con el Servicio Meteorológico Nacional. Ley Orgánica de la Armada de México. DOF 31/12/2012.- Artículo 2 fracción X.- El de realizar actividades de investigación científica, oceanográfica, meteorológica, biológica y de los recursos humanos, actuando por sí sólo o en coordinación con otras instituciones nacionales o extranjeras, o en coordinación con dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 30 fracción XXI.- Participar y llevar a cabo las acciones que le corresponda dentro del marco del Sistema Nacional de Protección Civil para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población en situaciones de desastre.
Secretaría de Gobernación.- Comisionado nacional de seguridad.	38FI	Reglamento Interior.- DOF 2-04-2013.- Artículo 38 fracción i.- Proponer al Secretario las Políticas, programas y acciones tendientes a garantizar la seguridad pública de la Nación y de sus habitantes, así como coordinar y supervisar su ejecución e informar sobre sus resultados. Reglamento del Servicio de Protección Federal.-DOF 9/112/2008.- Facultades del Comisionado.- Artículo 10 fracción VIII.- Apoyar la participación de las instituciones públicas federales en la implementación de programas de vigilancia y custodia, protección civil y prevención del delito, en los términos de las disposiciones aplicables.
Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)	6FIV, 31FI	Reglamento interior. Artículo 6 fracción IV.- Coordinar, conjuntamente con la Secretaría de Desarrollo Social en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de las autorizaciones de acciones e inversiones convenientes con los gobiernos locales y municipales tratándose de planeación nacional y regional. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. - Artículo 31 fracción XVI.- Normar, autorizar y evaluar los programas de inversión pública de la Administración Pública Federal.
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	18 FI	Fracción I. Realizar la planeación necesaria para configurar estrategias, programas, proyectos y acciones para el desarrollo social.
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	31FXI, XXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. - Artículo 32 BIS fracción XI.- Evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten las Secretarías públicas sociales y privadas, resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica. Fracción XXI.- Dirigir los estudios, trabajos y servicios meteorológicos, climáticos, hidrológicos y geohidrológicos, así como el Sistema Meteorológico Nacional, y participar en los convenios internacionales sobre la materia.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	9Inciso a) FXL	Ley de Aguas Nacionales. - Artículo 9 inciso a).- Fracción XL.- Participar en el Sistema Nacional de Protección Civil y apoyar en la aplicación de los planes y programas de carácter federal para prevenir y atender situaciones de emergencias, causadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos.
Secretaría de Energía (SENER)	33FI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. - Artículo 33 fracción I.- Establecer y conducir la política energética del país, así como supervisar su cumplimiento con prioridad en la seguridad y diversificación energética, el ahorro de energía, entre otras acciones y en términos de las disposiciones aplicables, correctivas, realizar y promover programas, proyectos, estudios e investigación sobre las materias de su competencia.

Instituciones	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Economía (SE)	34FIX	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 34 fracción IX.- Participar con las Secretarías de Desarrollo Social, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la distribución y comercialización de productos y el abastecimiento de los consumos básicos de la población.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	35FI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 35 fracción I.- Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural, a fin de elevar el nivel de vida de las familias que habitan en el campo en coordinación con las dependencias competentes.- Fracción II.- Promover el empleo en el medio rural, así como establecer programas y acciones que tiendan a fomentar la productividad y la rentabilidad de las actividades económicas rurales.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	36FII XXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 36 fracción II.- Regular, inspeccionar y vigilar los servicios públicos de correos y telégrafos y sus servicios diversos; conducir la administración de los servicios federales de comunicación eléctricas y electrónicas y su enlace con los servicios similares públicos concesionados, con los servicios privados de teléfono, telégrafos e inalámbricos y con los estatales y extranjeros, así como del servicio público de procesamiento remoto de datos. Fracción XXI.- Construir y conservar los caminos y puentes federales, incluso los internacionales; así como las estaciones y controles de autotransporte federal.
Secretaría de Educación Pública (SEP)	38FXXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 38 fracción XXI.- Conservar, proteger y mantener los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos que conforman el patrimonio cultural de la Nación, atendiendo las disposiciones legales en la materia.- Referencia normativa.- Artículo 2.- Ley Federal sobre monumentos y zonas arqueológicas: El de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.
Secretaría de Salud (SS)	39fi	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 39 fracción I.- Establecer y conducir la política nacional en materia de asistencia social, servicios médicos y salubridad general, con excepción de lo relativo al saneamiento del ambiente; y coordinar los programas de servicios a la salud de la Administración Pública Federal, así como los agrupamientos por funciones y programas a fines, en su caso, se determinen.
Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)	41 fi INCISO A Y B	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 41 fracción I.- Impulsar en coordinación con las entidades estatales y municipales, la planeación y el ordenamiento del territorio nacional para su máximo aprovechamiento, con la formulación de políticas que armonicen: inciso a).- El crecimiento o surgimiento de asentamientos humanos y centros de población, inciso b).- la planeación habitacional y del desarrollo de viviendas.
Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal (CJEF)	43FII	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 43 fracción II.- Someter a consideración y, en su caso, firma del Presidente de la República todos los proyectos de iniciativa de leyes y decretos que se presenten al Congreso de la Unión o a una de sus cámaras, así como a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, y darle opinión sobre dichos proyectos.
Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT)	2FII	Decreto de creación: Promover la adquisición y enajenación de suelo y reservas territoriales para el desarrollo urbano y la vivienda en coordinación con otras dependencias y entidades federales, con los gobiernos de los estados con la participación de sus municipios, y del Distrito Federal, así como en concertación con los sectores social y privado particularmente con los núcleos agrarios.

Instituciones	Artículos	Atribuciones
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	14 BIS 2FVII	Ley de Aguas Nacionales. - Atribuciones.- Artículo 14 BIS 3 fracción VII.- Realizar por sí o a solicitud estudios y brindar consultorías especializadas en materia de hidráulica, hidrología, control de calidad del agua, de gestión integrada de los recursos hídricos.
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	10FII	Estatuto Orgánico: El de atender los aspectos técnicos operativos relacionados con la generación, transmisión, transformación, control y distribución de energía eléctrica.
Secretaría de Marina - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (SEMAR - CICESE)	5FXXI	Reglamento interior, aquellas otras facultades que con ese carácter le confieran expresamente las disposiciones legales, y le asigne el Presidente de la República.
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)	2, 251FI	Ley del IMSS. DOF.- 31-03-2007.- Artículo 2.- Tiene como finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la prestación de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizado por el Estado. Artículo 251 fracción i.- Administrar los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y materiales, invalidez y vida, guardería y prestaciones sociales, salud para la familia, adiccionados y otros, así como prestar los servicios de beneficios colectivos que señale esta Ley.
Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)	4FII,23FVI	Ley del ISSSTE.-DOF.-28-05-2012.- Artículo 4 fracción II, inciso d).- Préstamos personales extraordinarios para damnificados por desastres naturales.- Estatuto Orgánico artículo 23 fracción VI.- El de resolver bajo su inmediata directa responsabilidad los asuntos urgentes del instituto, a reserva de informar a la Junta sobre las acciones y los resultados obtenidos.
Distribuidora de Conasupo (DICONSA)	2.1	Reglas de Operación, el de contribuir a mejorar la nutrición como una capacidad básica de la población que habita en localidades rurales. 2.2. Abastecer localidades rurales de alta y muy alta marginación con productos, en forma eficaz y oportuna.
Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	109FI	El de investigar los peligros, riesgos y daños producidos por agentes perturbadores que puedan dar lugar a desastres integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos, en coordinación con las dependencias y entidades responsables.
Petróleos Mexicanos (PEMEX)	4FII	Estatuto Orgánico de Petróleos Mexicanos, el de emitir a propuesta del Comité correspondiente las políticas y lineamientos en materia de, inciso f).- Programar y proyectos, contratación de terceros experto independiente, prelación entre los proyectos de gran magnitud alta prioridad y otros proyectos relevantes, así como los criterios para definir los casos y la etapa de la fase de los proyectos y programas de inversión de los organismos subsidiarios que deberán ser aprobados por el Consejo de Administración, previo acuerdo del Consejo de Administración del Organismo Subsidiario correspondiente.
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	4FXXV	Estatuto Orgánico: Promover la atención y coordinación de las acciones de los distintos sectores sociales que actúen en beneficio de aquellos, en el ámbito de su competencia, en casos de desastres como inundaciones, terremotos, derrumbes, explosiones, incendios, y otros de naturaleza similar por los que se causen daños a la población, el organismo, sin perjuicio de las atribuciones que en auxilio de los

Instituciones	Artículos	Atribuciones
		damnificados lleve a cabo otras dependencias y entidades.
Universidad Autónoma de México (UNAM)	1	La Universidad Nacional Autónoma es una corporación pública-organismo descentralizado del estado - dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionales, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible, los beneficios de la cultura.
Cruz Roja Mexicana	2. 8	Decreto presidencial del 21 de febrero de 1910, en su estatuto, artículo 2 inciso 8) el de proponer a mejorar la salud, prevenir las enfermedades y aliviar los sufrimientos espirituales y corporales, desarrollando al efecto toda acción humanitaria tendiente a estos fines, de acuerdo con sus posibilidades, las leyes y demás disposiciones legales vigentes en el país. La Cruz Roja debe considerar como auxiliar de los poderes públicos, la conformidad con el Convenio de Ginebra del 6 de julio de 1908, con el decreto firmado por el Presidente de los Estados Unidos Mexicanos el 21 de febrero de 1910.
Bomberos	3FVI	Señala que por auxilio se entenderá a las acciones destinadas primordialmente a salvaguardar la vida de las personas, sus bienes y la planta productiva y a preservar los servicios públicos y el medio ambiente, ante la presencia de un agente destructivo, en donde los agentes destructivos son los fenómenos de carácter hidrometeorológico que puede producir riego, emergencias o desastres. Para efectos de la presente Ley que nos ocupa, los cuerpos de seguridad pública en los Estados de la República Mexicana, por lo general son: Policía Preventiva Estatal, Protección civil y Bomberos, ya que estos están adheridos al Sistema Nacional de Protección Civil, independientemente de su normatividad que los rija en sus estados.

A nivel estatal, la ley de Protección Civil atribuye funciones específicas a los actores gubernamentales, sociales y privados de este orden de gobierno que conforman el Sistema Estatal de Protección Civil. Sin embargo, existen igualmente otras instancias que por su función coadyuvan a las acciones de las autoridades de protección civil. En este sentido, las Comisiones Estatal de Agua en su calidad de organismos públicos descentralizados de la administración pública estatal coadyuvan a las autoridades federales y municipales, durante emergencias que se susciten en los sistemas de agua potable, drenaje, desalojo de aguas residuales y pluviales bajo su administración.

A nivel municipal, la misma ley de Protección civil distribuye funciones específicas y coordinadas en la materia. Los reglamentos de Protección Civil municipal especifican la integración del Sistema Municipal de Protección Civil (el Presidente Municipal, el Consejo Municipal, la Dirección General, las Unidades Internas de los sectores público, social y privado, y los Grupos Voluntarios), y distribuyen funciones a cada uno de ellos.

3. Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables

La zona urbana de Delicias se encuentra localizada al centro del estado de Chihuahua, en el municipio del mismo nombre y pertenece a la Región Hidrológico Administrativa VI Río Bravo. Cerca de Delicias se encuentran las ciudades de Chihuahua y Cuauhtémoc (Figura 3.1). Aproximadamente, se ubica a 75 km al sureste de la ciudad de Chihuahua y a 139 km al este de Cuauhtémoc.

Además, se ubica dentro de la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos y se encuentra, de acuerdo al Diario Oficial de la Federación (DOF), en la cuenca del Río Conchos 3.

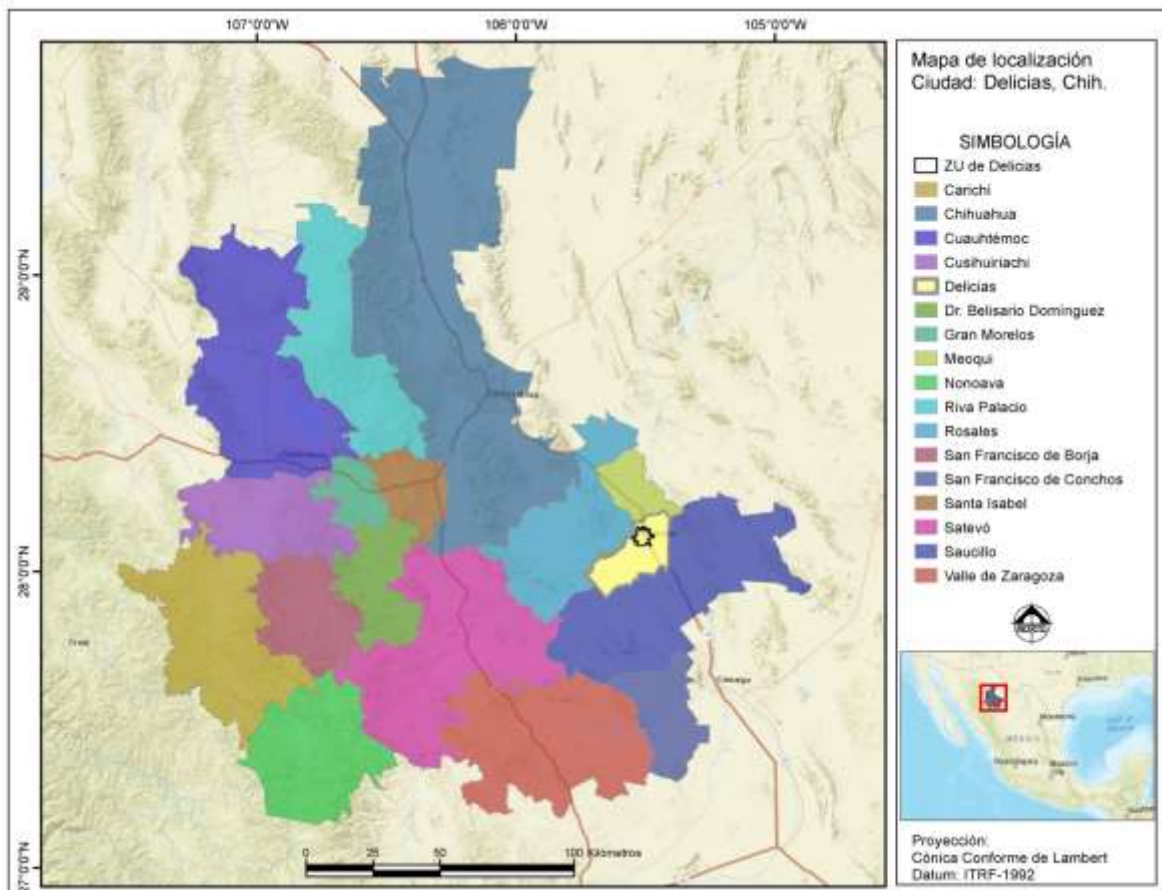


Figura 3.1 Ubicación

3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

De acuerdo al Mapa Nacional de Índice de Inundación⁵ en la zona urbana de Delicias, se presentan seis zonas potencialmente inundables (Figura 3.2), de un área en su conjunto de aproximadamente 2.82 km².

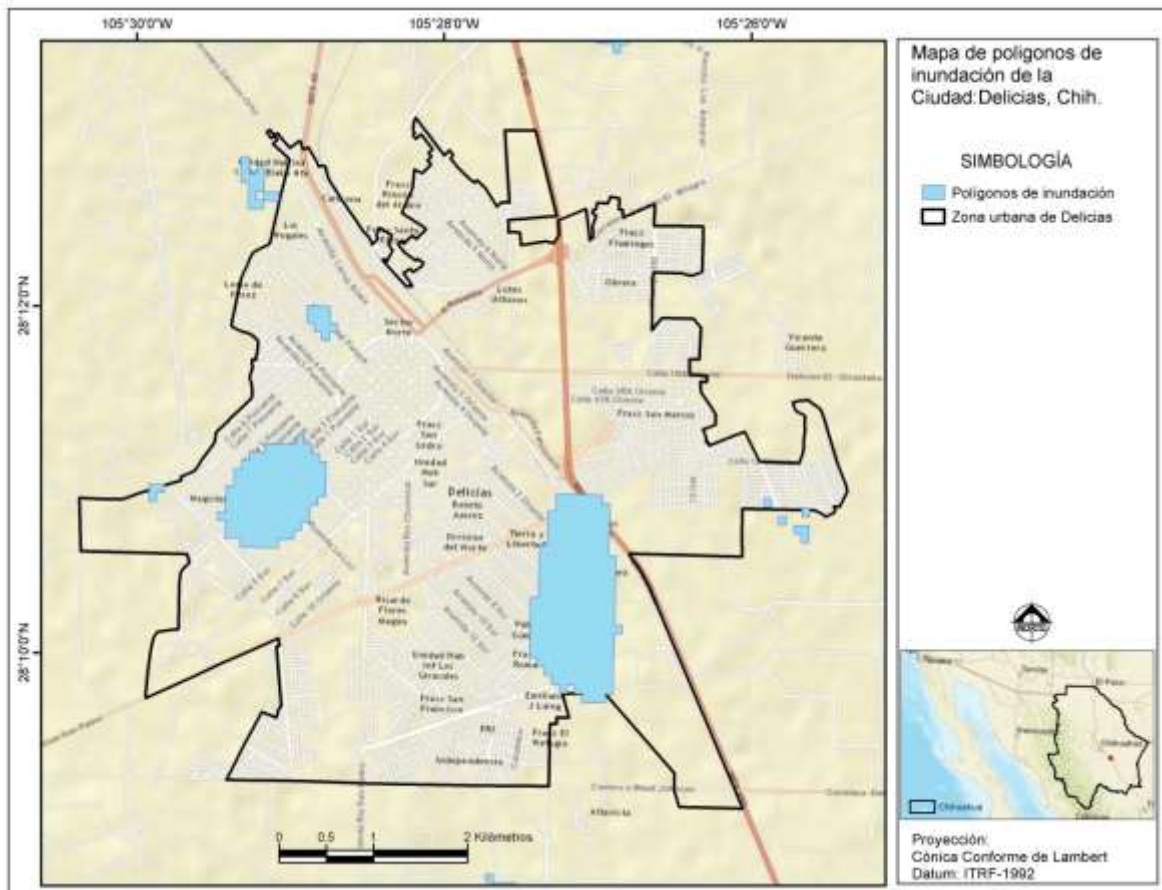


Figura 3.2 Zonas potencialmente inundables

El mapa es una primera aproximación para caracterizar el potencial de inundación y se construyó a partir del cálculo del Índice Topográfico, definido como el cociente entre la acumulación de flujo (área de drenaje parcial “aguas arriba” para un punto en particular) y la tangente de la pendiente⁶. Su aplicación principal consiste en la identificación de humedales, definidos como zonas perennes o efímeramente saturadas o inundadas. Los valores altos del índice corresponden a regiones propensas a inundación, el índice constituye un elemento poderoso y simple para la determinación de dichas regiones.

⁵ Uribe-Alcántara, Edgar Misael, et al, Mapa Nacional de Índice de Inundación. Agroasemex, S. A., Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 2, abril-junio de 2010, pp. 73-85.

⁶ Beven, K.J. and Kirkby, M.J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrol. Sci. Bull. Vol. 24, no. 1, 1979, pp. 43-69.

3.2 Socioeconómica

Delicias es una ciudad del estado mexicano de Chihuahua, localizada en el centro sur del estado, es un importante centro agrícola; con 118,071 habitantes. Según el Censo de 2010, es la cuarta ciudad más poblada del estado de Chihuahua y cabecera del Municipio de Delicias. En 2010, la ciudad contaba con una población de 118,071 habitantes, de los cuales 12,586 son menores de 5 años y 11,223 mayores de 60. Se contabilizan 5,666 personas con capacidades limitadas. En relación a la escolaridad, el grado promedio es de 9.68 años. La población económicamente activa asciende a 50,332 habitantes, y en materia de salud 21,629 no tienen derecho a servicios de salud. Del total de viviendas (41,665), 271 tienen piso de tierra y 33,479 cuentan con servicios.

3.3 Fisiográfica, meteorológica e hidrológica

El área de estudio corresponde a la zona urbana de Delicias, la cual tiene una extensión de 32.15 km² y su longitud máxima es de 8.23 km. Aproximadamente su elevación en la zona más alta de la zona urbana es de 1,200 m.s.n.m y en su parte más baja de 1,157 m.s.n.m (Figura 3.3).

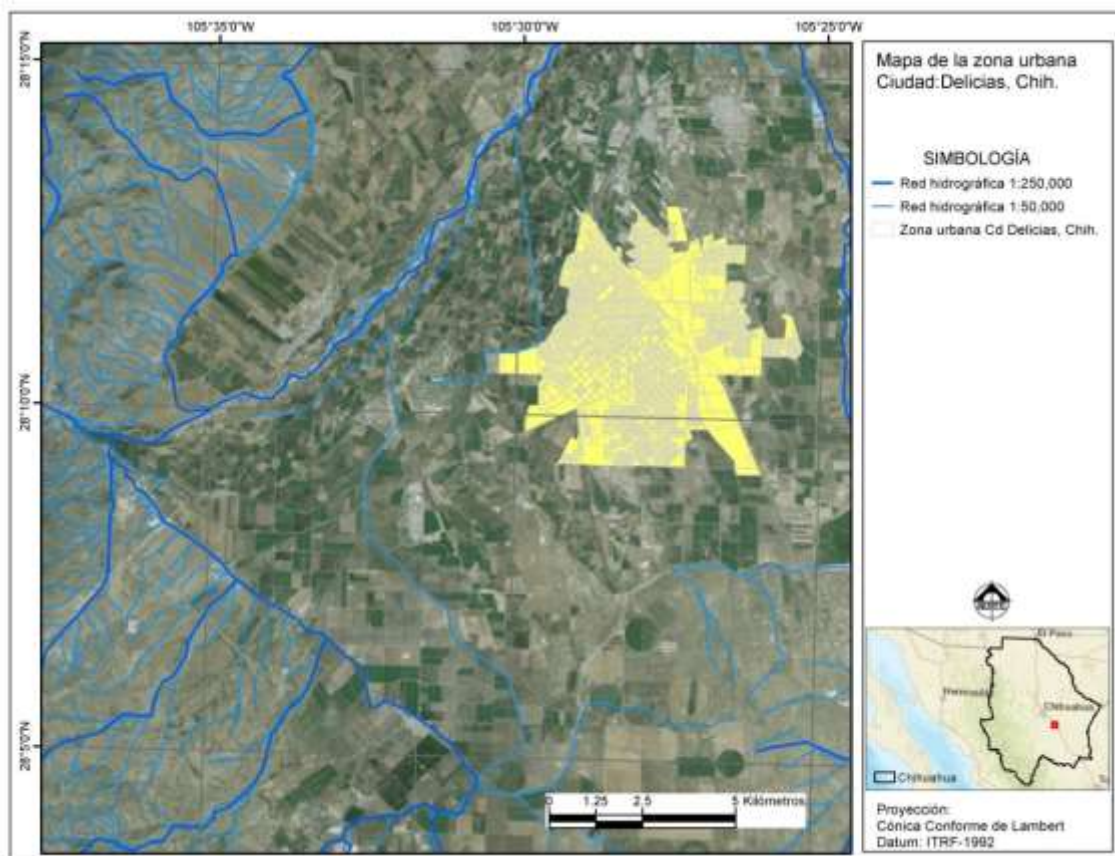


Figura 3.3 Zona urbana de Delicias

3.3.1 Subcuencas de aportación

Con el fin de estimar el riesgo por inundación en la zona urbana de Delicias, se delimitaron áreas de drenaje natural que ingresan a la zona urbana (Figura 3.4). El área total de drenaje es de 12,961.70 km².

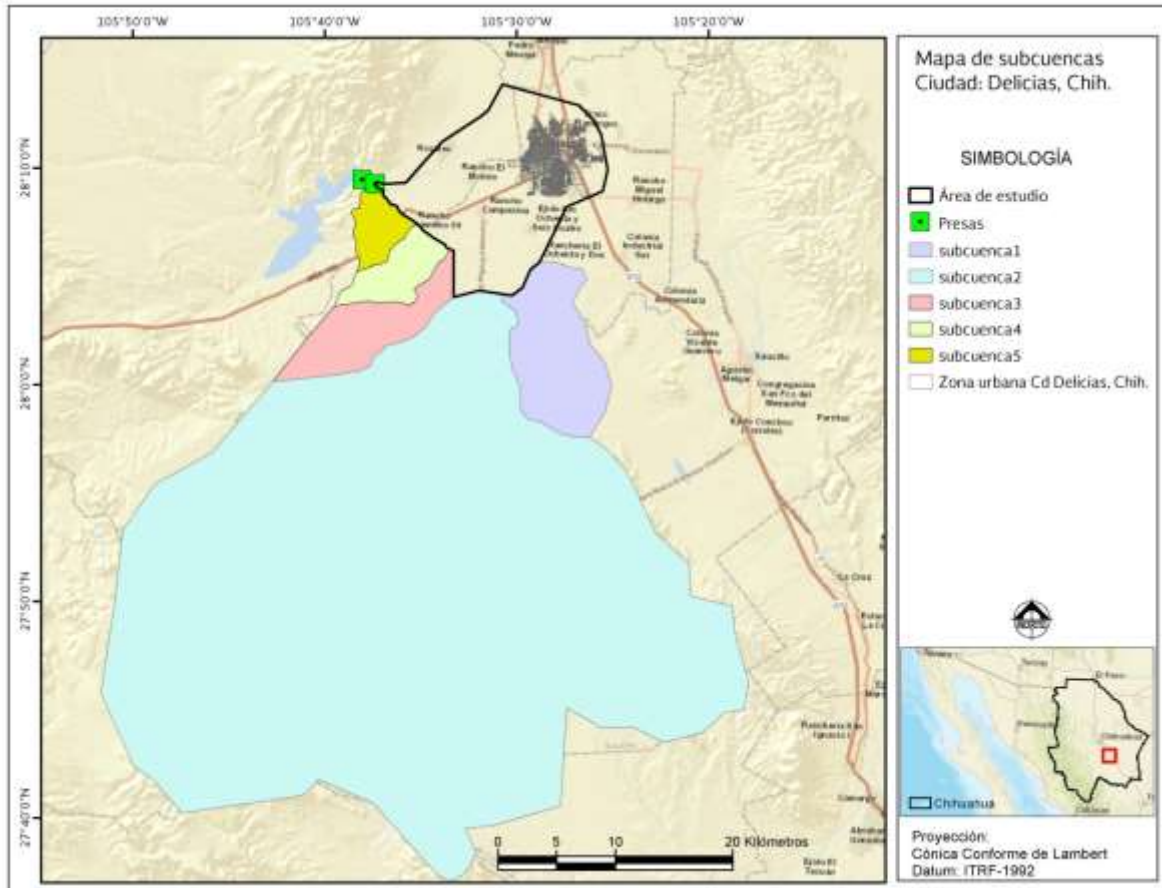


Figura 3.4 Subcuencas de aportación

3.3.2 Relieve

El territorio es plano en las mesetas inmediatas a los ríos Conchos y San Pedro, las cuales son interrumpidas por cortos lomeríos de escasa relevancia. La zona noroeste de la cuenca de aportación pertenece a las sierras y llanuras tarahumaras con elevaciones de hasta 2,500 m.s.n.m, la zona suroeste a la gran meseta y cañones Chihuahuenses presentando elevaciones de más de los 2,700 m.s.n.m. la zona central pertenece a la provincial fisiográfica de sierras y llanuras de Durango en donde predominan las elevaciones en su parte media de alrededor de 1,500 m.s.n.m. Finalmente las partes bajas de la cuenca de aportación y zona urbana de Delicias se establece sobre el Bolsón de Mapimí en donde las elevaciones oscilan entre los 1,150 m.s.n.m. y los 1,500 m.s.n.m. (Figura 3.5).

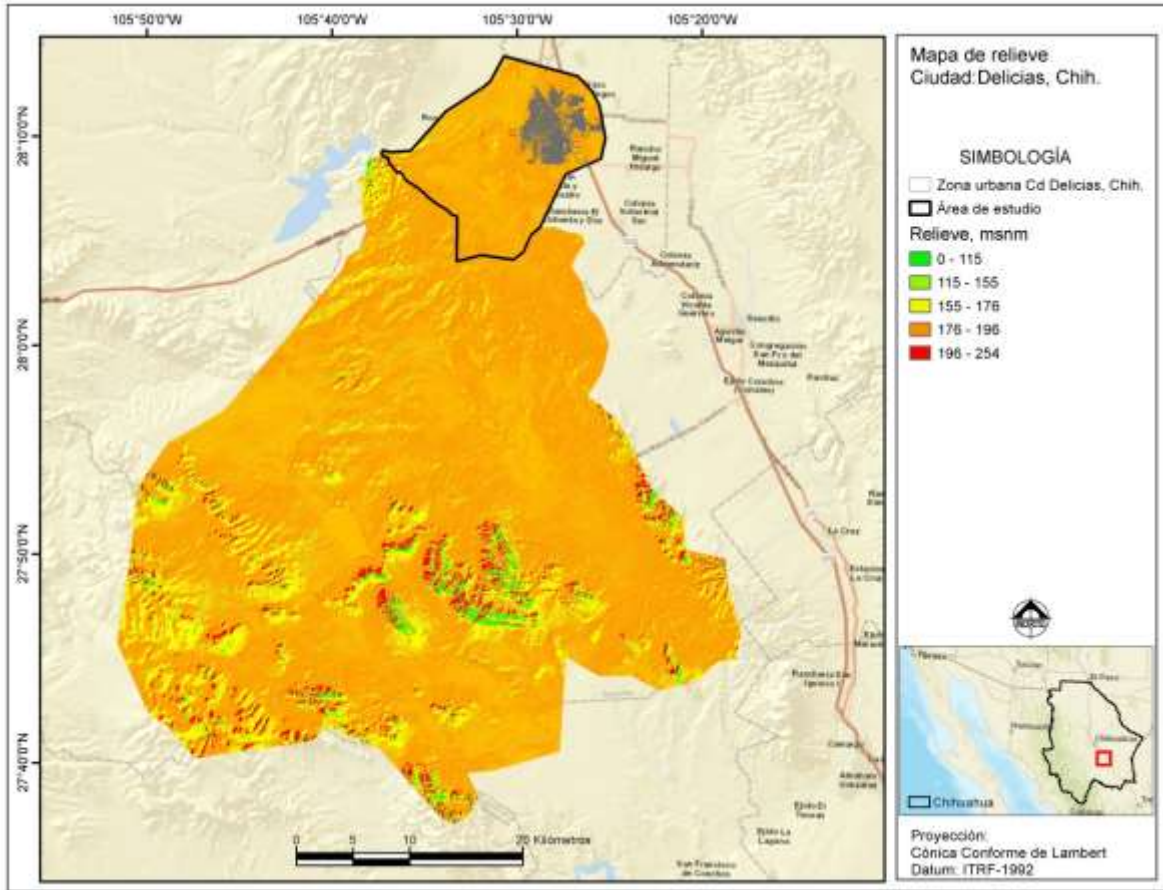


Figura 3.5 Relieve

3.3.3 Uso de suelo

Dentro de la cuenca de aportación predominan los pastizales en un 38.6% del área total y se localizan en la franja central de la cuenca. Hacia las zonas altas se tienen áreas con grandes cantidades de bosques (24.2%) y hacia las partes más bajas al este de la cuenca predominan los matorrales (19.0%). Finalmente, en los alrededores de la zona urbana se encuentran suelos agrícolas en un 16.7% del área total de la cuenca (Figura 3.6 y tabla 3.1).

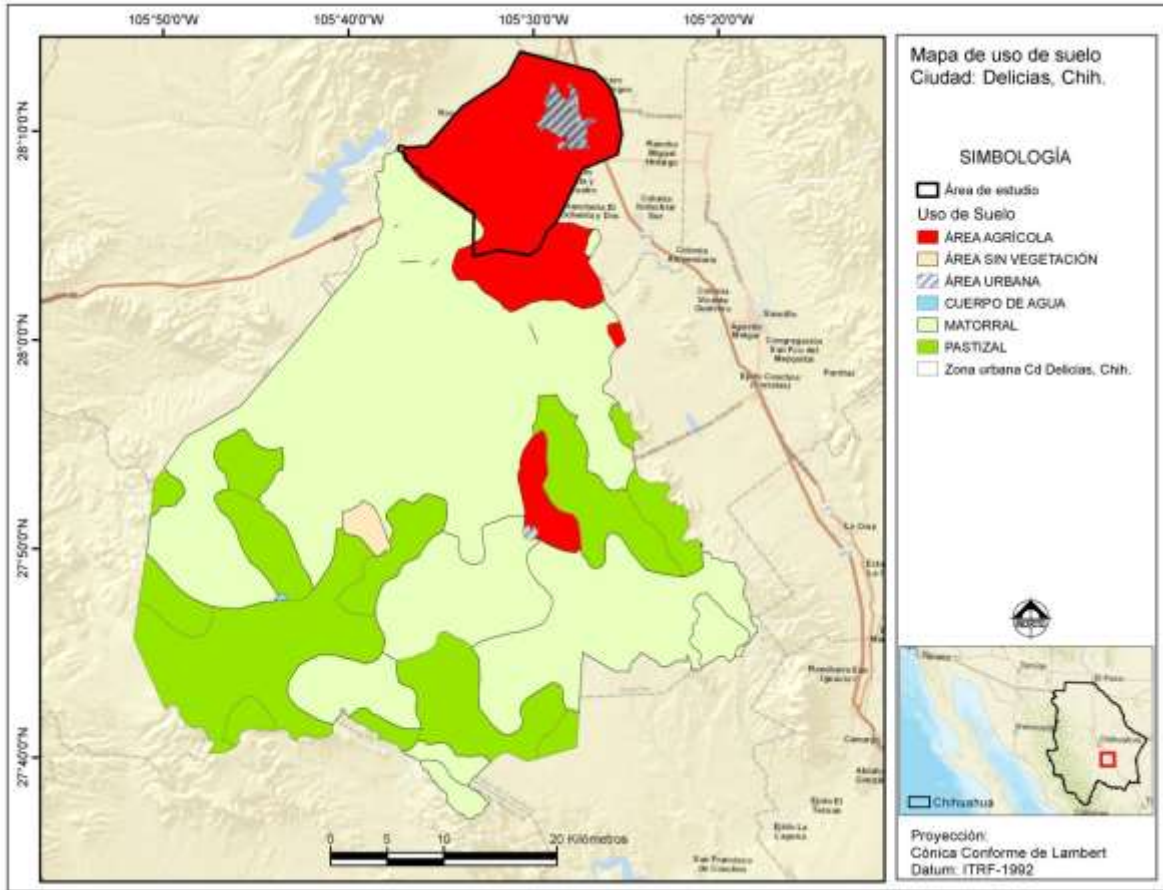


Figura 3.6 Uso de suelo

Tabla 3.1 Uso de suelo

Uso de suelo	Área (km ²)	Porcentaje
Agrícola	2,168.16	16.7%
Área urbana	17.40	0.1%
Bosque	3,136.73	24.2%
Cuerpo de agua	20.12	0.2%
Matorral	2,467.89	19.0%
Otros tipos de vegetación	139.19	1.1%
Pastizal	5,000.56	38.6%
Sin vegetación	11.65	0.1%
Total	12,961.70	100%

Fuente: Elaborado a partir de INEGI. Carta de Uso Actual del Suelo y vegetación Serie IV. México, 2010.

3.3.4 Edafología

De acuerdo con las áreas de suelo primario la cuenca de aportación presenta en mayor proporción (43.4%) suelos luvisoles en la porción central y oeste de la cuenca, este tipo de suelos contiene principalmente arenas finas y limos. Los suelos chernozems (14.2%)

con arenas finas y limos se encuentran dispersas en la parte central y planicies de la cuenca. Finalmente, dentro de los suelos con mayor predominio en la zona de estudio se tienen los podzoles (10.1%), predominando arenas finas y limos (Figura 3.7 y tabla 3.2).

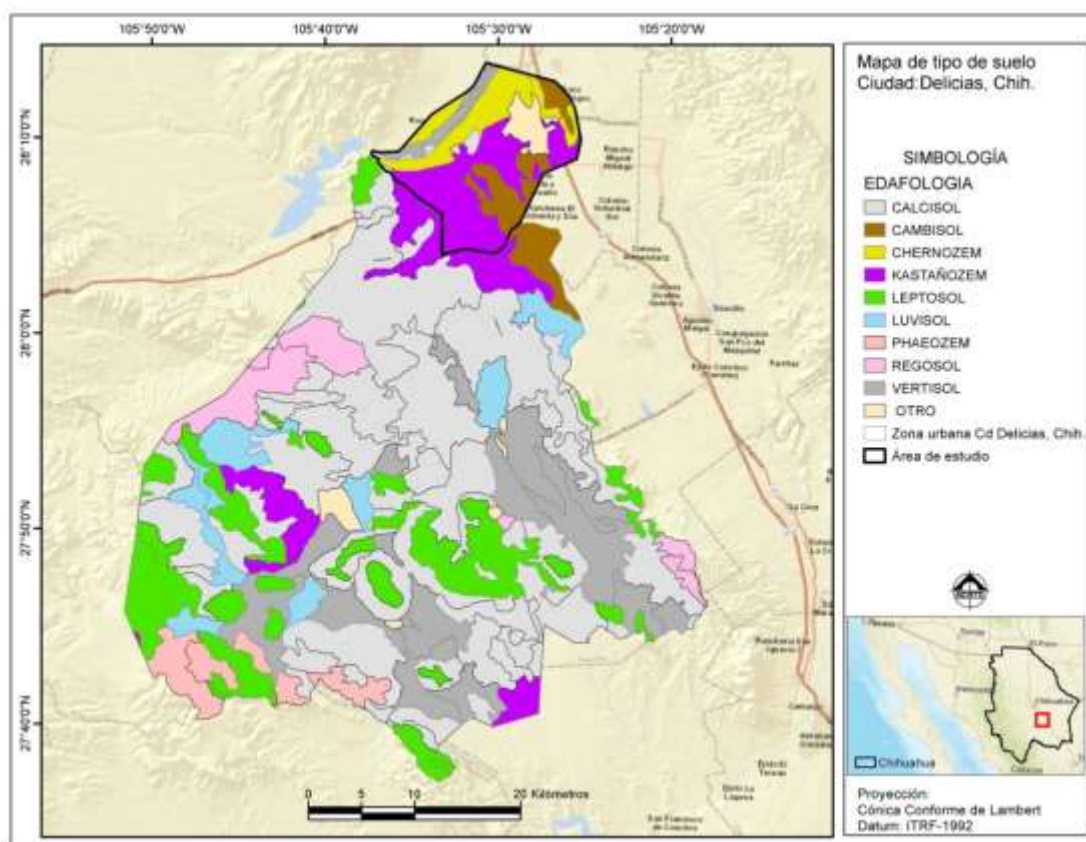


Figura 3.7 Edafología

Tabla 3.2 Edafología

Tipo de suelo	AREA (Km ²)	Porcentaje
CALCISOL	922.65	45.97
CAMBISOL	41.84	2.08
CHERNOZEM	1.52	0.08
CUERPO DE AGUA	27.14	1.35
LEPTOSOL	305.22	15.21
LUVISOL	240.87	12.00
PHAEOZEM	38.70	1.93
REGOSOL	112.47	5.60
VERTISOL	307.32	15.31
OTRO	9.34	0.47
TOTAL	2,007.09	100.00

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie II, 2002 -2007, Edafología.

3.3.5 Precipitación

Se localizaron 65 estaciones climatológicas dentro de la cuenca de aportación y a una distancia máxima de 30 km a partir del parteaguas (Figura 3.8). Del total 23 se encuentran dentro de la cuenca, 53 están suspendidas y 12 en operación. De las

estaciones que se ubican dentro de la cuenca sólo cuatro están en operación, una en la parte alta de la cuenca y las otras tres en las cercanías de la zona urbana de Delicias (Tabla 3.3).

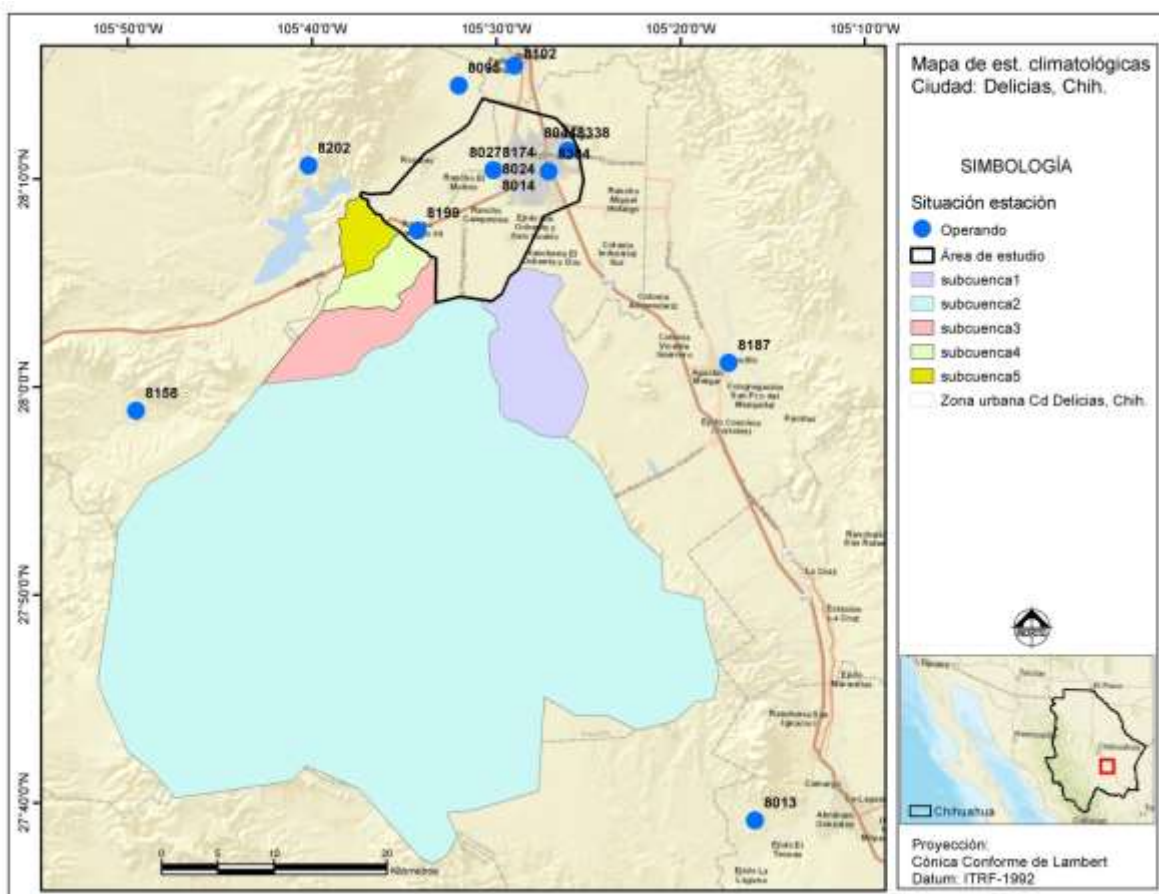


Figura 3.8 Estaciones climatológicas

Tabla 3.3 Estaciones climatológicas

Clave	Nombre	Subcuenca	Año de inicio	Año fin	Situación	Años con información	Altitud
8002	AVALOS	Rio Chuiscar	01/01/1961	31/12/1977	Suspendida	17	1,435
8009	BELISARIO DOMINGUEZ	Rio San Lorenzo	01/01/1972	30/04/1987	Suspendida	16	1,640
8013	CAMARGO (CFE)	Rio Conchos-Prosetilla	01/01/1971	31/12/1990	Suspendida	20	1,250
8014	C.A.E. DELICIAS	Rio Meoqui	01/01/1971	31/03/1987	Suspendida	17	1,170
8019	MEOQUI (SMN)	Rio Meoqui	01/01/1942	31/12/1993	Suspendida	52	1,150
8021	CARICHI	Rio San Ignacio	01/05/1961	30/04/1987	Suspendida	27	2,080
8025	CAMARGO (SMN)	Rio Florido-Camargo	01/03/1903	31/03/1986	Suspendida	84	1,223
8026	CUAUHTEMOC	Laguna De Bustillos	01/01/1942	31/12/2003	Suspendida	62	1,935
8027	DELICIAS (SMN)	Rio Meoqui	01/07/1934	29/02/1988	Suspendida	55	1,170

Clave	Nombre	Subcuenca	Año de inicio	Año fin	Situación	Años con información	Altitud
8032	COLONIA ANAHUAC	Laguna De Bustillos	01/01/1958	31/10/1990	Suspendida	33	1,981
8040	CHIHUAHUA (OBS)	Sacramento	01/06/1998	31/12/2012	Operando	15	1,509
8044	DELICIAS (DGE)	Rio Meoqui	01/01/1961	31/12/2013	Operando	53	1,173
8050	EL MAGUEY	Rio San Pedro-Villalba	01/06/1955	30/04/1987	Suspendida	33	1,700
8053	EL OLIVO DE ABAJO	Laguna Encinillas	01/01/1969	31/08/1981	Suspendida	13	1,600
8056	PRESA EL REJON (SMN)	Rio Chuviscar	01/01/1969	31/12/1985	Suspendida	17	1,464
8057	EL SITIO	Rio Conchos-Valle De Zaragoza	01/07/1955	30/04/1987	Suspendida	33	1,600
8083	JULIMES	Rio Conchos-Prosetilla	01/01/1971	30/04/1987	Suspendida	17	1,120
8085	LA BOQUILLA	Presa La Boquilla	01/06/1949	31/12/2013	Operando	65	1,323
8088	COMPADIA GANADERA LA CIENEGUILLA	Rio San Pedro-Villalba	01/01/1969	31/01/1973	Suspendida	5	1,424
8092	LAS BURRAS	Rio Conchos-Prosetilla	01/07/1949	31/12/2000	Suspendida	52	1,093
8099	MAJALCA	Rio Santa Isabel	01/02/1920	31/12/2012	Operando	93	2,119
8102	MEOQUI (DGE)	Rio Meoqui	01/01/1959	31/12/2012	Operando	54	1,155
8105	NONOAVA (SMN)	Rio Nonoava	01/11/1963	31/12/1970	Suspendida	8	1,640
8108	OJO CALIENTE	Rio Conchos-Prosetilla	01/02/1937	31/12/1984	Suspendida	48	1,222
8109	CHIHUAHUA PALACIO DE GOBIERNO	Rio Chuviscar	01/04/1965	30/04/1987	Suspendida	23	1,435
8112	POSTA ZOOTECNICA	Rio Chuviscar	01/01/1961	30/06/1983	Suspendida	23	1,587
8113	PRESA CHIHUAHUA (SMN)	Rio Chuviscar	01/09/1961	31/12/1980	Suspendida	20	1,532
8114	PRESA EL REJON (DGE)	Rio Chuviscar	01/01/1986	31/12/2012	Operando	27	1,560
8120	PLANTA ROSETILLA (CFE)	Rio Meoqui	01/05/1969	31/12/1977	Suspendida	9	1,160
8123	SAN FRANCISCO DE BORJA (SMN)	Rio San Pedro-Villalba	01/12/1964	31/12/1984	Suspendida	21	1,664
8127	SAN LORENZO	Rio San Lorenzo	01/01/1961	31/12/1983	Suspendida	23	1,600
8135	SAUCILLO	Rio Conchos-Prosetilla	01/10/1965	31/12/1999	Suspendida	35	1,187
8136	SATEVO	Rio San Pedro-Villalba	01/01/1971	30/04/1987	Suspendida	17	1,380
8152	VALLE DE ZARAGOZA (SMN)	Rio Conchos-Valle De Zaragoza	01/02/1920	31/12/1980	Suspendida	61	1,340
8153	VALLE DE ZARAGOZA (DGE)	Rio Conchos-Valle De Zaragoza	01/07/1971	31/12/2013	Operando	43	1,350
8158	VILLALBA	Rio San Pedro-Villalba	01/10/1940	31/05/1984	Suspendida	45	1,280
8162	CAMARGO (DGE)	Rio Florido-Camargo	01/04/1986	31/12/2013	Operando	28	1,250
8165	CHIHUAHUA	Rio Chuviscar	01/01/1972	31/12/2013	Operando	42	1,428
8174	INDUSTRIAS UNIDAS	Rio Meoqui	01/01/1969	31/07/1973	Suspendida	5	1,200
8175	LAGO DE JACALES	Rio Santa Isabel	01/09/1966	31/12/1972	Suspendida	7	1,630
8183	NONOAVA (DGE)	Rio Nonoava	01/01/1971	30/04/1987	Suspendida	17	1,640
8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	Rio Chuviscar	01/01/1981	31/12/2012	Operando	32	1,548

Clave	Nombre	Subcuenca	Año de inicio	Año fin	Situación	Años con información	Altitud
8187	ROSETILLA	Rio Conchos-Prosetilla	01/01/1965	31/12/1977	Suspendida	13	1,160
8188	SAN FRANCISCO DE BORJA (DGE)	Rio San Pedro-Villalba	01/01/1972	31/12/1987	Suspendida	16	1,640
8196	HACIENDA TRES HERMANOS	Rio San Pedro-Villalba	01/01/1961	31/07/1968	Suspendida	8	1,502
8199	KILOMETRO 099 CANAL PRINCIPAL	Rio Meoqui	01/01/1961	31/03/1977	Suspendida	17	1,205
8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	Rio Meoqui	01/07/1944	31/12/2012	Operando	69	1,242
8212	CARRETERA CAMPANA	Rio Chuviscar	01/08/1972	30/04/1987	Suspendida	16	1,410
8244	VIVERO CECHISA ANAHUAC	Laguna De Bustillos	01/06/1973	30/09/1976	Suspendida	4	1,980
8248	CUAUHTEMOC B (FIMSA)	Laguna De Bustillos	01/05/1974	30/04/1996	Suspendida	23	2,010
8249	COLONIA ALVARO OBREGON	Laguna De Bustillos	01/04/1974	30/04/1987	Suspendida	14	2,020
8250	ESCUELA SEC. CAMARGO	Rio Florido-Camargo	01/06/1974	30/04/1987	Suspendida	14	1,221
8251	ESCUELA SUP. DE ZOOTECNIA	Rio Chuviscar	01/09/1974	30/04/1987	Suspendida	14	1,500
8274	SAN MARCOS	Sacramento	01/06/1976	31/12/1981	Suspendida	6	1,660
8278	RANCHO EL RETIRO	Laguna Encinillas	01/08/1975	30/04/1987	Suspendida	13	1,600
8280	RANCHO LA FINCA	Laguna De Los Mexicanos	01/09/1975	31/12/1980	Suspendida	6	1,800
8300	EL SOCORRO	Arroyo Bachimba	01/01/1976	31/08/1983	Suspendida	8	1,180
8304	ESCUELA DE AGRICULTURA	Rio Meoqui	01/02/1977	30/04/1987	Suspendida	11	1,170
8306	PRESA LA BOQUILLA	Presa La Boquilla	01/08/1979	30/04/1987	Suspendida	9	1,280
8307	C.R.M. CUAUHTEMOC	Laguna De Bustillos	01/11/1979	31/12/1984	Suspendida	6	2,090
8310	SANTA ROSALIA DE CUEVAS	Rio San Lorenzo	01/01/1980	30/04/1987	Suspendida	8	1,680
8311	COLINA	Rio Conchos-Prosetilla	01/06/1979	31/12/2013	Operando	35	1,214
8331	LA JOYA	Rio San Lorenzo	01/01/1982	31/10/1984	Suspendida	3	1,500
8333	NORTEDA MANZANEROS UNIDOS	Laguna De Bustillos	01/05/1981	31/08/1990	Suspendida	10	2,090
8336	SAN BERNABE	Rio Santa Cruz	01/07/1982	30/04/1987	Suspendida	6	2,084

Por otro lado, en las subcuencas de drenaje y zona urbana de Delicias se encuentran 12 estaciones meteorológicas automáticas, diez en Delicias y sus alrededores, una en la localidad de Villalba y una más en Cumbres de Majalca (Figura 3.9).

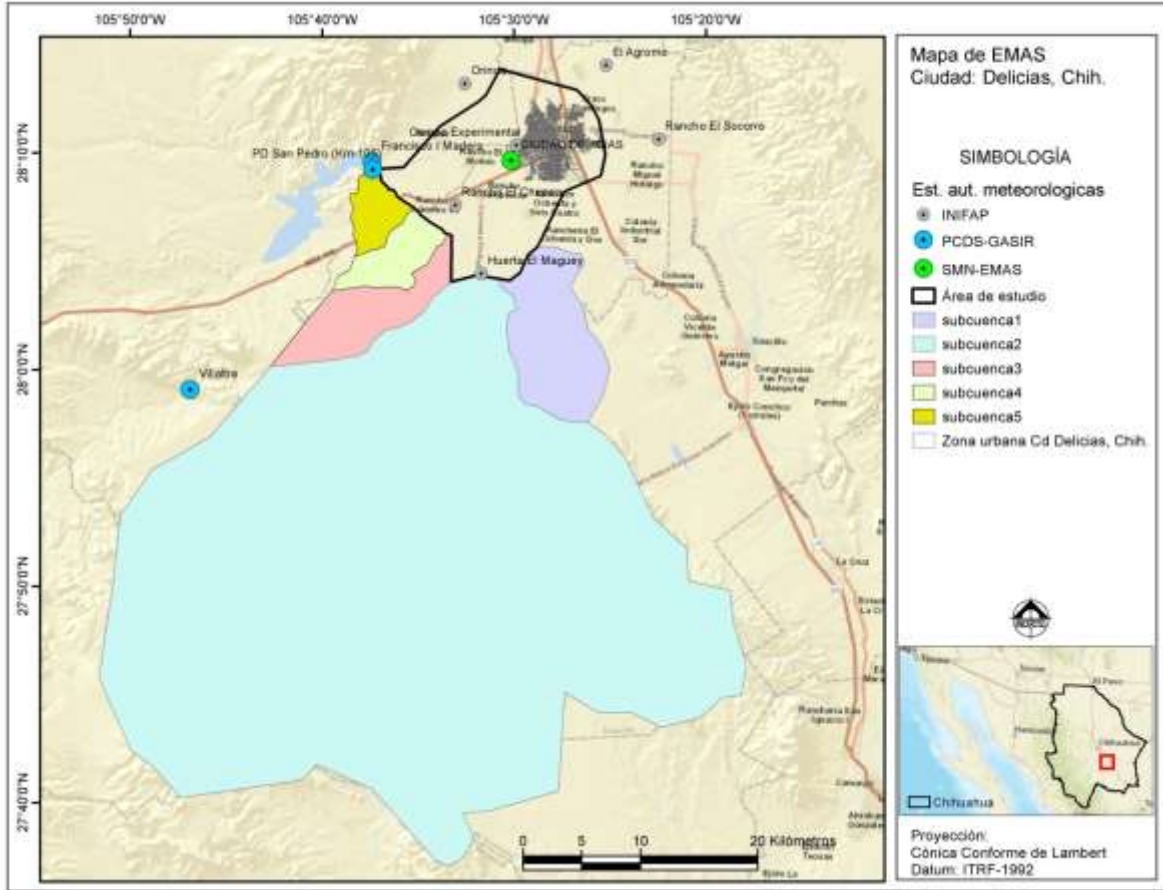


Figura 3.9 EMA's

Enseguida se observan los registros de precipitación de una estación con amplio registro, para conocer el régimen histórico y la distribución media anual de la zona.

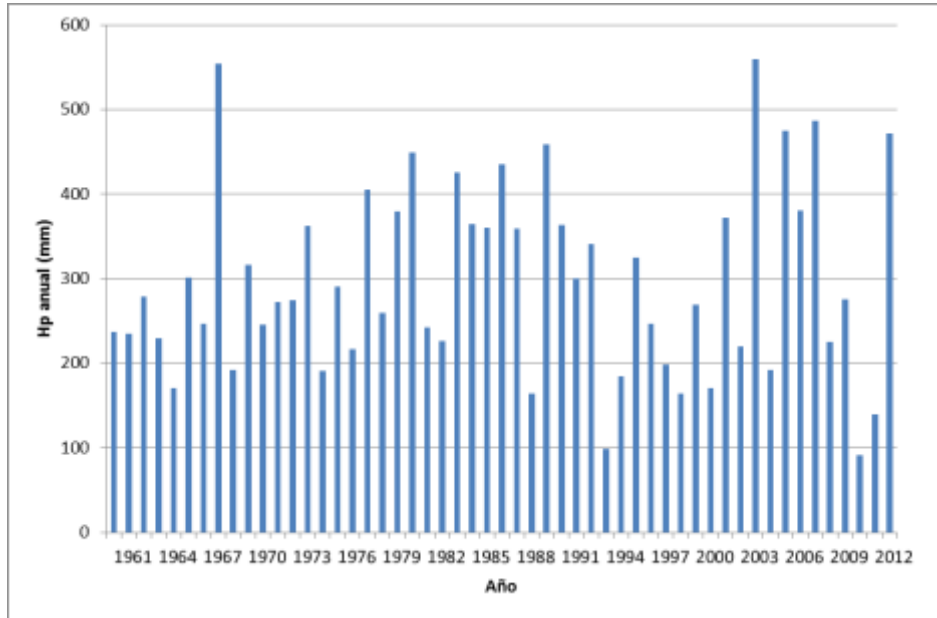


Figura 3.10 Precipitación anual acumulada en la estación climatológica 8044 “Ciudad Delicias (DGE)”

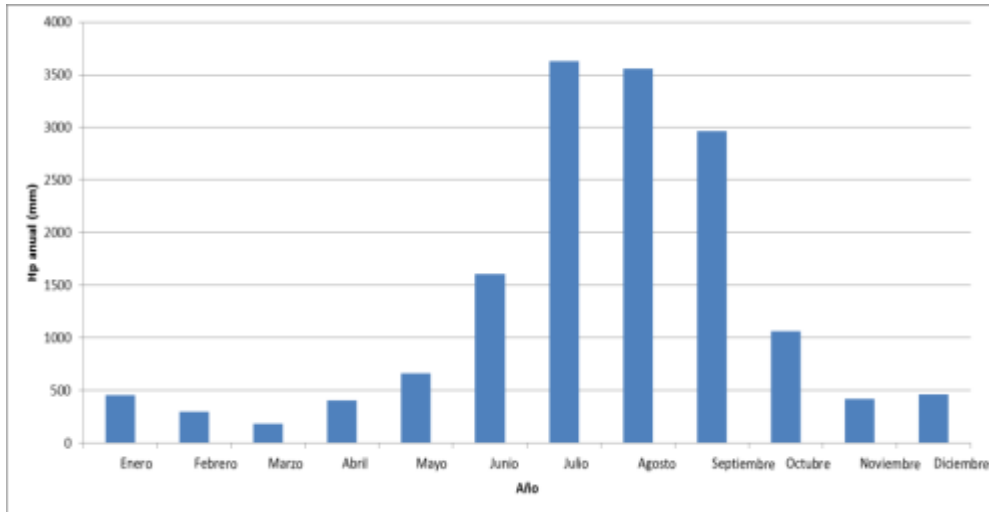


Figura 3.11 Precipitación media mensual en la estación climatológica 8044 “Ciudad Delicias (DGE)”

3.3.6 Escurrimientos

En la cuenca de aportación se ubican seis estaciones hidrométricas, tres de ellas corresponden a mediciones en canales, una a las salidas de la presa Francisco I. Madero, otra corresponde a las mediciones del Río San Pedro a 35 km aguas arriba de la presa y finalmente otra estación que dejó de funcionar desde el año (Figura 3.12).

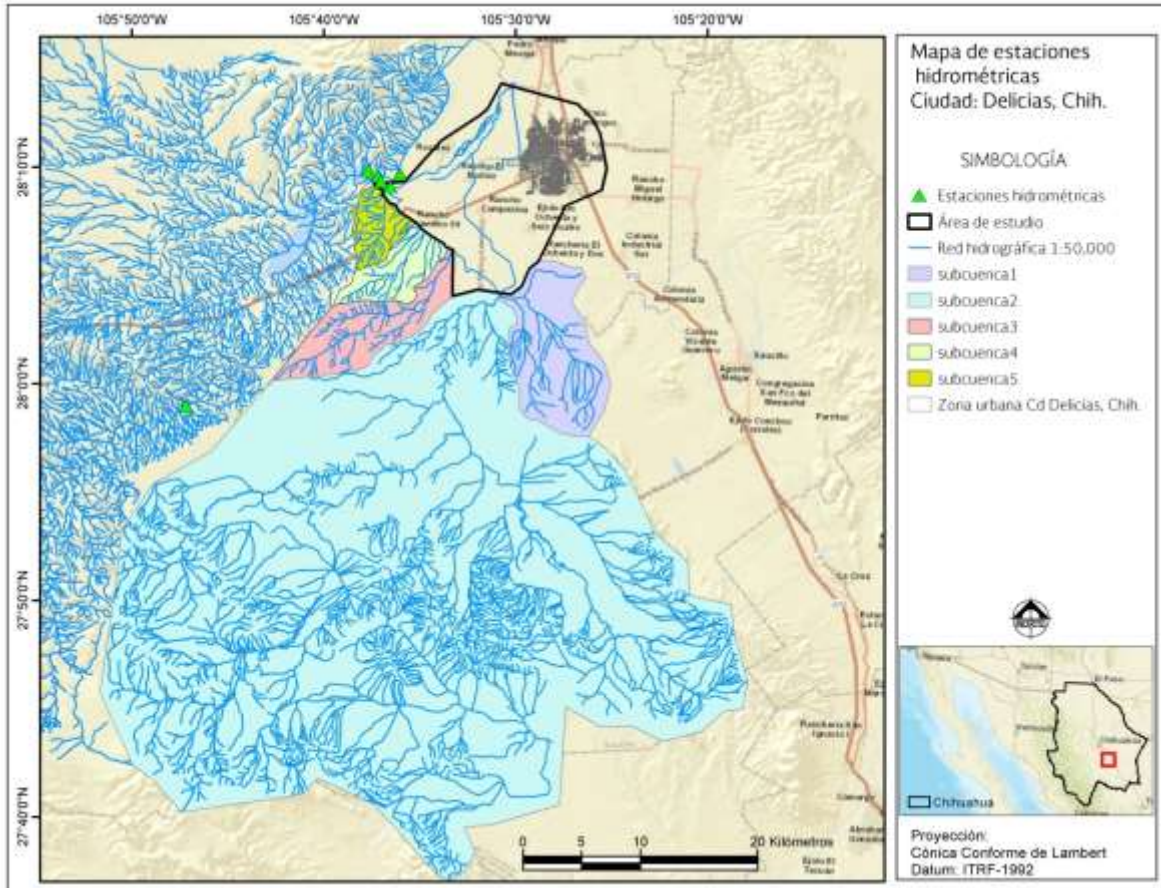


Figura 3.12 Estaciones hidrométricas

3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación

El río San Pedro está formado por los ríos Satevó y Santa Isabel, los cuales confluyen en el sitio denominado La Junta, desde donde la corriente toma el nombre de río San Pedro. Antes de su confluencia con el río Conchos sus aguas son retenidas en la presa Francisco I. Madero (Figura 3.13).

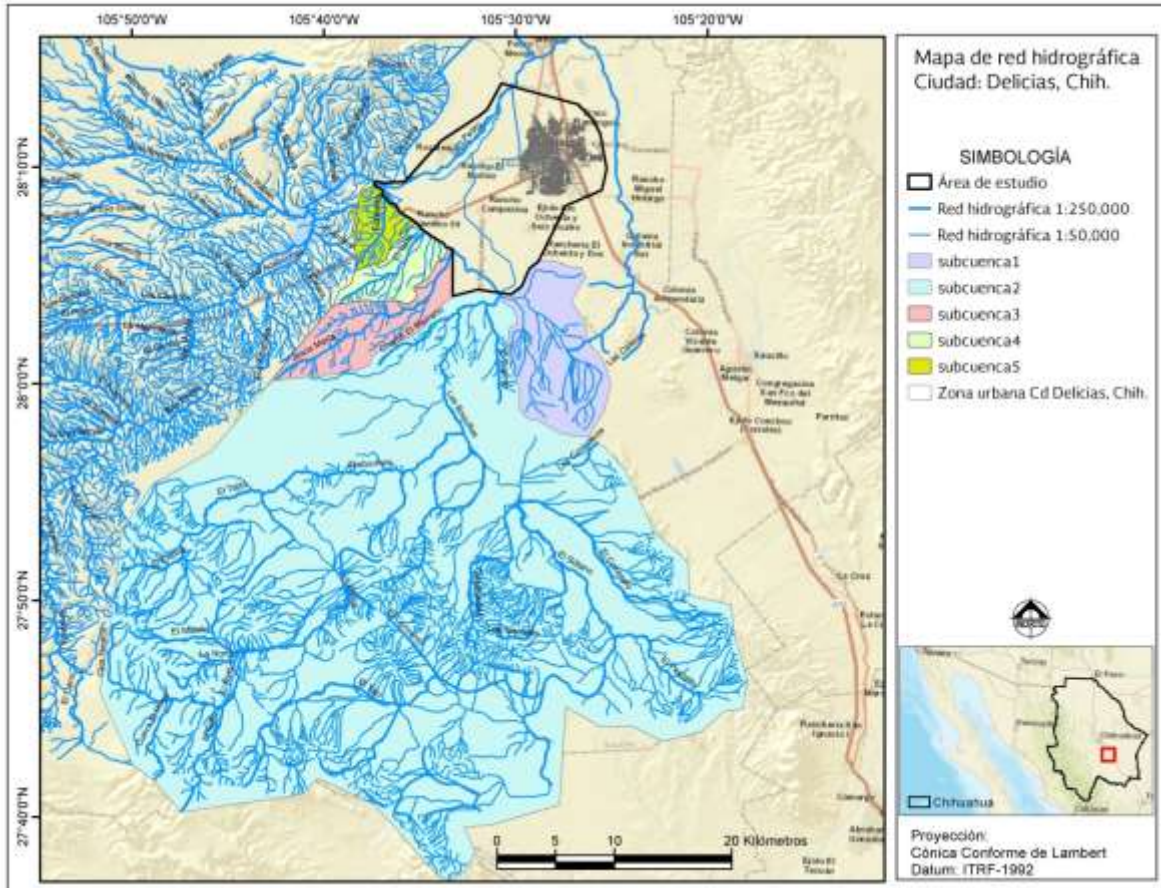


Figura 3.13 Ríos principales

Coeficiente de escurrimiento; Número de Curva “N”

Para definir las avenidas de diseño en cada una de las subcuencas, es necesario estimar la precipitación efectiva generada por la tormenta que se analiza. Existen varios métodos para realizar esto, entre los que se encuentra el conocido como *los números de escurrimiento N*, el cual se aplica a cuencas no aforadas ya que depende exclusivamente del uso del suelo, de la cobertura vegetal, del tipo de suelo y de la humedad antecedente. El valor del número de escurrimiento es un valor que oscila entre 6, para suelos muy permeables, y 100, para suelos impermeables.

Para estimar el coeficiente N , el primer paso es clasificar la edafología, o tipos del suelo, que conforman la cuenca, de acuerdo con los grupos siguientes (CNA, 1987):

- Tipo A.- Suelos de gravas y de arenas de tamaño medio, limpias y mezclas de ambas. Estos generan el menor escurrimiento.
- Tipo B.- Suelos de arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezcla de arena y limo. Generan escurrimiento inferior al medio.
- Tipo C.- Suelos de arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezcla de arena, limo y arcilla. Generan escurrimiento superior al medio.
- Tipo D.- Suelos arcillosos de alta plasticidad, con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie. Generan el mayor escurrimiento.

Cada grupo edafológico se le asigna un tipo de acuerdo a su calificador y textura, como ejemplo se tiene la siguiente tabla:

Tabla 3.4 Grupo edafológico y tipo de suelo

Suelo	Calificador	Textura	Tipo
ACRISOL	Húmico	Fina	C
ACRISOL	N	Media	C
ACRISOL	Ródico	Media	C
ANDOSOL	Dístrico	Gruesa	A
ANDOSOL	Dístrico	Media	B

Con los suelos clasificados por grupos y el tipo de cobertura vegetal y su uso, se obtienen los valores de número de escurrimiento para toda la zona de aportación al área urbana, además se obtienen los valores medios para cada subcuenca. En la figura 3.7 se esquematizan los tipos de suelo para las cuencas que aportan hacia la zona urbana de Delicias. En segundo lugar, se deben identificar los posibles usos del suelo. Para ello se definieron los que aparecen en la columna izquierda de la siguiente tabla y, finalmente, con base en ambas variables (cobertura vegetal y uso del suelo), se definieron los valores para el número de escurrimiento N para cada grupo de suelo (CNA 1987).

Tabla 3.5 Valores del número de escurrimiento

Cobertura vegetal o uso del suelo	Grupo de suelo			
	A	B	C	D
Agrícola-Pecuaria	49	69	79	84
Agrícola-pecuaria-forestal	49	69	79	84
Agricultura de riego	62	71	78	81
Agricultura de temporal	67	78	85	89
Agua	90	90	90	90
Área sin vegetación	77	86	90	92
Asentamientos humanos	79	86	90	92
Bosque de Ayarín	40	62	76	81
Bosque de coníferas	36	55	70	77
Bosque de encino	36	60	73	79
Bosque de encino pino	36	60	73	79
Bosque de oyamel	36	55	70	77
Bosque de pino	40	62	76	81
Bosque de pino-encino	36	60	74	80
Bosque de Tásate	37	60	71	78
Bosque Latifoliado	26	52	62	69
Bosque mesófilo de montaña	36	60	70	77
Chaparral	50	69	79	84
Complementaria	30	58	71	78
Cuerpo de agua	95	95	95	95
Desprovisto de vegetación	77	86	90	92
Humedal con Bosque	36	60	70	77
Manglar	36	60	70	77
Matorral desértico microfilo	50	69	79	84
Matorral desértico rosetófilo	50	69	79	84
Matorral xerófilo	48	67	77	83
Otros tipos de vegetación	50	69	79	84
Palmar inducido	76	85	88	90
Pastizal	48	67	77	83
Pastizal Cultivado	25	59	75	83
Pastizal Hallofilio	48	67	77	83
Pastizal inducido	25	59	75	83

Cobertura vegetal o uso del suelo	Grupo de suelo			
	A	B	C	D
Pastos Naturales	49	69	79	84
Popal	87	89	92	94
Sabana	39	61	74	80
Selva alta perennifolia	36	60	70	77
Selva alta Superennifolia	36	60	70	77
Selva baja caducifolia	39	63	74	80
Selva baja perennifolia	46	68	78	84
Selva baja subcaducifolia	39	63	74	80
Selva baja subperennifolia	36	60	70	77
Selva caducifolia	39	61	74	80
Selva mediana subcaducifolia	39	63	74	80
Selva mediana subperennifolia	39	63	74	80
Semi -Urbanizado	79	86	90	92
Sin vegetación aparente	68	79	86	89
Tular	90	90	90	90
Vegetacion inducida	50	69	79	84
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	40	62	76	81
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	40	62	76	81
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	40	62	76	81
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	40	62	76	81
Zona Urbana	79	86	91	94

La siguiente figura presenta un plano en el que los usos del suelo se clasifican con base en la tabla anterior y un ejemplo del significado de la simbología en la tabla siguiente.

Tabla 3.6 Simbología y uso de suelo

Descripción	Clave
Selva baja caducifolia	SBC
Selva mediana subcaducifolia	SMS
Agricultura de temporal permanente	TP
Zona urbana	ZU
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	VSa/SBC
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	VSA/SMS
Agricultura de temporal anual	TA
Pastizal cultivado	PC
Cuerpo de agua	H2O
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	VSa/SMS
Agricultura de temporal anual y permanente	TAP
Bosque de encino	BQ

Con la información de la tabla anterior, se estima la variación espacial del número de escurrimiento en las subcuencas de aportación y zonas urbanas y con base en esa tipificación se asignan los valores de la tabla anterior.

Un resumen de los valores por subcuenca se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3.7 Valor de "N" por subcuencas

Microcuenca	Área k(m ²)	N
1	91.91	85.99

2	1604.65	82.73
3	60.37	81.3
4	32.14	82.65
5	22.38	82.4

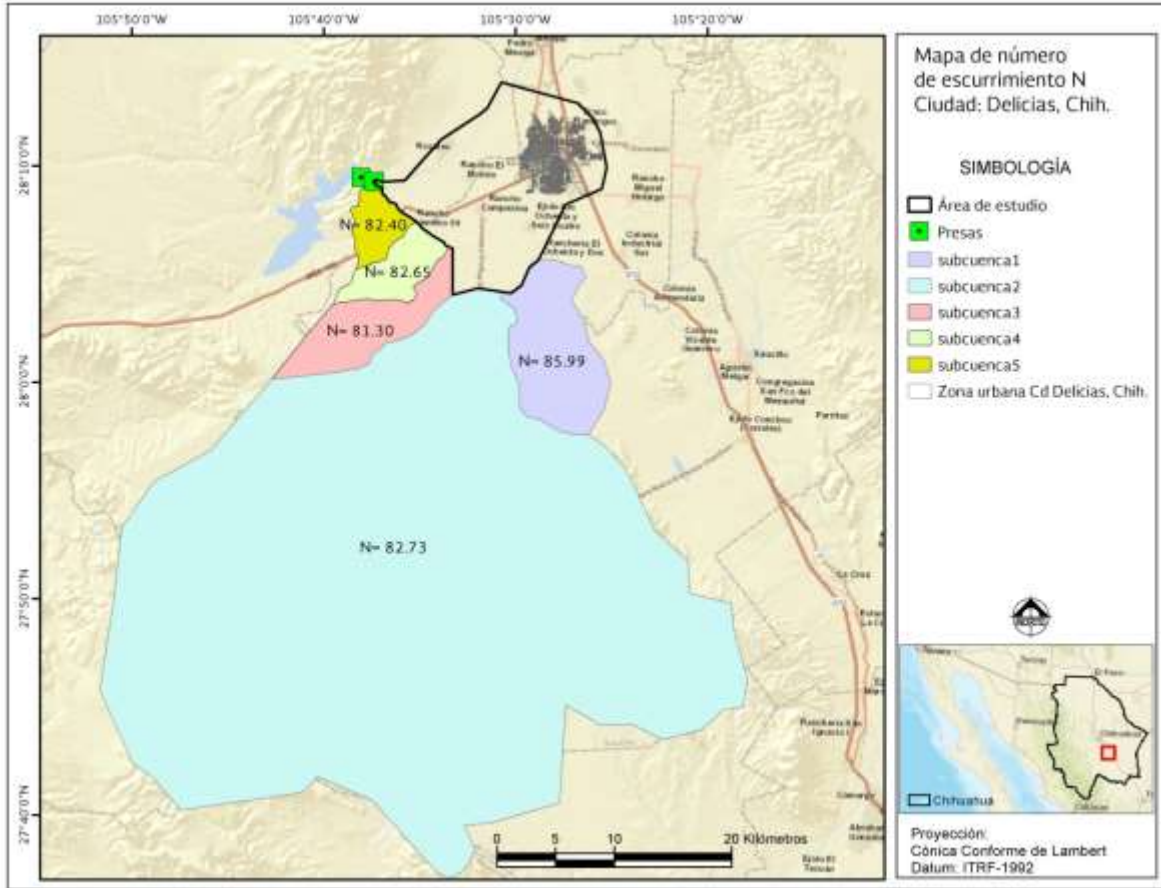


Figura 3.14 Valor de “N” por subcuencas de aportación a la zona urbana de Delicias

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

En la Región VI (Río Bravo) a la que pertenece la Zona Urbana de Delicias, Chihuahua, las inundaciones son ocasionadas por las crecientes extraordinarias que causan las lluvias ciclónicas que ocurren en la zona y las características topográficas y geológicas de la Región. La mayor incidencia de inundaciones se presenta en la parte media y baja de la cuenca y los ríos Conchos, Álamos y San Juan, sus principales afluentes. Entre los huracanes que han provocado las inundaciones más graves en ciudades de la cuenca se encuentran Beulah (1967), Gilberto (1988), Charley (1998) y Alex (2010).

EL huracán Gilberto, por ejemplo, el 16 de septiembre de 1988 provocó daños por 195,000 millones de pesos y 300 decesos en Monterrey. En Chihuahua ocurrieron 50 decesos por una lluvia extraordinaria el 23 de septiembre de 1990.

El problema de inundaciones en la cuenca ha disminuido gracias a la infraestructura de presas y obras de Protección de ríos, pero quedan algunos problemas de carácter local.

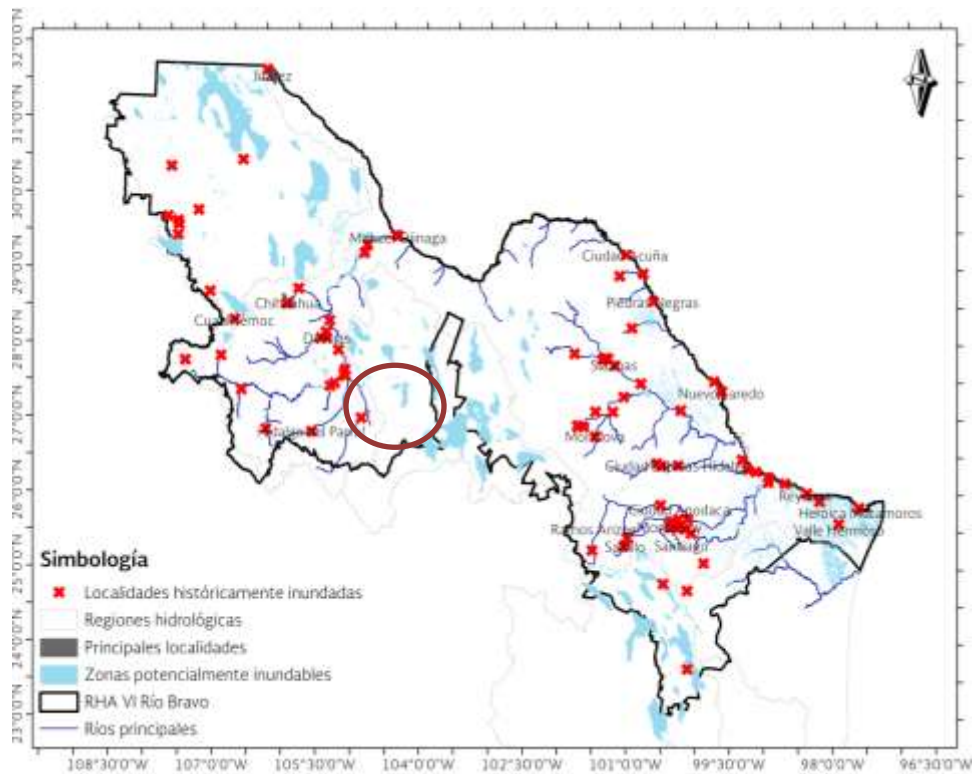


Figura 3.15 Localidades con eventos históricos de inundación

De acuerdo a información histórica reportada por la Coordinación Estatal de Protección Civil en su Plan de contingencia temporada de lluvias 2013, en el municipio de Delicias se han presentado los siguientes eventos de fuertes lluvias que provocaron inundaciones y pérdidas materiales en viviendas y en la infraestructura urbana:

- Septiembre de 1991
- Junio de 1996
- Julio de 2006
- Agosto de 2006

Dentro de la cabecera municipal, de Delicias, que constituye básicamente la zona urbana, se localiza los Drenes de El Segundo, El Pluvial, Laguna Seca, el Canal Revestido y Canales de Riego. Es la cabecera municipal la que se identifica como zona de riesgo ante inundaciones. Las afectaciones de las que se tienen registro histórico son en la Colonia Independencia, PRI, Roma II, División del Norte y la Alameda, Loma de Pérez, Santa Gertrudis, Santa Catarina, Solidaridad, La Quemada, Colonia Revolución Gran Morelos (4 vientos Hidalgo, Km. 92, Nuevo Delicias (INFONAVIT), Ignacio C. Enríquez, Colonia Centro, Felipe Ángeles (Benito Juárez, Progreso se ven afectados con problemas inundación pluvial y fluvial por estancamiento de agua, por desviar o tapan canales de riego, arroyos, principalmente. No obstante que el municipio de Delicias no se ubica dentro de los de mayor riesgo por inundación –de acuerdo a la Coordinación Estatal de Protección Civil– en la zona urbana de Delicias los diarios locales reportan inundaciones recientes en los años 2013 y 2015. En julio de 2013, la Coordinación Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación (SG) declaró emergencia en 13 municipios de la entidad, afectados por las lluvias. En julio de 2015 los diarios locales reportaron inundaciones debido a la creciente de los arroyos y el río Parral. El saldo fue

de 15 vehículos varados y 29 casas inundadas en varios puntos de la ciudad. Otros daños fueron derrumbes en el periférico Norte y Sur y árboles caídos. En agosto de este mismo año, se registró una tormenta de aproximadamente tres horas, tras lo que hubo caída de árboles y postes, falta de energía eléctrica y servicio de agua en diversos puntos de la ciudad, inundaciones de calles, viviendas y del puente suprimido. La precipitación fue de 19 milímetros en algunas zonas. En la colonia Revolución la intensa lluvia provocó algunas calles anegadas, en donde el agua alcanzó niveles de hasta 60 centímetros dentro de las viviendas.

Cabe mencionar que, en 2006, la liberación de mil metros cúbicos por minuto de agua que se hizo en la cortina de la presa Francisco I. Madero debido a daños técnicos en la misma, pudo haber evitado inundaciones en el municipio, entre otros de la región.

3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes

Acciones no estructurales: En la literatura sobre gestión del riesgo y en la Gestión Integrada de Crecientes, las medidas no estructurales ocupan un lugar significativo en la mitigación del riesgo, de la amenaza y de la vulnerabilidad. Éstas incluyen acciones de corte político, desarrollo del conocimiento, mecanismos de participación, entre otras. La selección y aplicación adecuada de este tipo de medidas posibilitan no sólo reducir los impactos de las inundaciones, sino la vulnerabilidad de la población. En los programas regionales de prevención contra contingencias hidráulicas 2013, se propusieron cuatro estrategias orientadas a controlar el emplazamiento de asentamientos humanos en zonas de riesgo, a prevenir y mitigar los fenómenos que ocasionan los riesgos ambientales, a pronosticar y a alertar a la población ante situaciones de emergencia, y a desarrollar una cultura de prevención y mitigación de impactos por estos fenómenos.

La estrategia de acciones no estructurales consistía básicamente en el fortalecimiento del ordenamiento de los asentamientos humanos para la protección de la población frente a los fenómenos meteorológicos extremos, los cuales pueden arruinar en muy poco tiempo los esfuerzos realizados durante muchos años, especialmente en zonas rurales y urbanas marginadas. Zonas inundables libres de asentamientos humanos en conjunción con un eficaz sistema de alertamiento y prevención con tecnologías modernas es clave en la prevención de riesgos y en la disminución de la vulnerabilidad de la población.

De acciones no estructurales en la zona urbana de Delicias se encontró en fuentes hemerográficas varias actividades de reforestación en los años 2011, 2012, 2014, 2015, promovidas en coordinación de instancias gubernamentales como Semarnat, el DIF, o privadas como el club Rotaract. Las actividades de reforestación del año 2011 estuvieron inscritas al programa *“Trabajando Cumplimos por un Delicias Verde”*. En 2015 la jornada estuvo a cargo del departamento de Ecología del Gobierno Municipal, en coordinación con el Club de Ecología de la Facultad de Contaduría y Administración de Delicias. Por otro lado, y como parte del Plan de Intervención Social, en agosto de 2015 se llevó a cabo la limpieza del arroyo Los Arcos, entre otras acciones en las que participaron autoridades estatales, municipales y federales que intervienen en Plan. Se contó con 540 voluntarios y se recogieron 7 toneladas de basura en casi dos kilómetros del arroyo. Los beneficiados fueron principalmente los habitantes de la colonia

Ampliación Nuevo Triunfo, ubicada al norte de la ciudad. A esta labor se incorporó una brigada del Ejército Mexicano.

No se encontró mayor información sobre acciones no estructurales en relación a la prevención de inundaciones.

3.7 Identificación de actividades actuales en las planicies de inundación

El municipio de Delicias basa su economía fundamentalmente en el sector lechero, constituyendo una de las más relevantes cuencas lecheras del país. La fabricación de muebles es otra de las actividades productivas emblemáticas, así como la industria de la maquila. Sin embargo, en la última década Delicias ha experimentado un aumento importante en las actividades del sector terciario: comercio, servicios y actividades gubernamentales, principalmente. La concentración empresarial está en el sector terciario, pero la concentración del empleo en el sector secundario.

4. Diagnóstico de las zonas inundables

De las acciones no estructurales relacionadas al problema de las inundaciones en la zona urbana de Delicias se encontró información a través de fuentes hemerográficas y oficiales. Las acciones que predominan son campañas de limpieza y reforestación encabezadas por instancias gubernamentales y con la participación de empresas u otros actores privados, en las que se invita a la comunidad participar. No obstante, en la mayoría de los casos se trata de acciones aisladas que aprovechan alguna coyuntura como el día del árbol, del medio ambiente o la proximidad a la temporada de lluvias, pero no se perciben como parte de un plan de mayor alcance en el rubro de la educación y la cultura de la prevención y el cuidado del ambiente, en donde se inscriben situaciones de inundaciones.

Es un hecho que a pesar de ser actividades que tienen impacto principalmente en medio de comunicación locales, o nacionales si es que están inscritas en campañas de alcance nacional, es limitada la participación comunitaria y de alguna manera pasiva. Ello también debido a que las campañas de reforestación, limpieza de calles y cauces no suelen incluir mecanismos de evaluación de su impacto, por ejemplo, en la modificación de hábitos negativos. Falta entonces, evaluar los impactos de las campañas e inscribirlas en planes de educación y cultura ambiental y de prevención de riesgos. Una sociedad más educada será más consiente y tendrá más elementos para coadyuvar a la prevención y reducción de los riesgos a las inundaciones.

Dentro de la educación y la cultura ambiental y de la prevención a situaciones como las inundaciones, se encuentran actividades como la capacitación y la impartición de cursos y talleres. Sin embargo, éstos son escasos –o por lo menos no hay mucha información sobre ellos– y en ocasiones suelen dirigirse a la población en general. Haría falta considerar aspectos como grupos de edad, sectores, ubicación, entre otros, para definir sus contenidos.

Por otro lado, es necesario que en el ámbito urbano exista una visión y un compromiso de multi-actores en el que estén representados e involucrados los distintos órdenes de gobierno, autoridades locales, sociedad civil organizada, empresas, la academia e instituciones de investigación, al igual que voluntarios. Si se acepta el hecho de que el riesgo es una construcción social e histórica, los actores que la conforman, deberán jugar un papel activo y su representación ser real y efectiva. Pero más aún, si se acepta que la vulnerabilidad va de la mano con la pobreza, con deplorables condiciones de vida y con falta de oportunidades para superar esa condición, entonces será necesario actuar sobre los procesos que incrementan la vulnerabilidad de las poblaciones urbanas.

En el ámbito urbano, éstos están estrechamente ligados a aspectos de planificación, de desarrollo urbano, de ordenamiento territorial y de herramientas legales e institucionales que las hagan posibles social, política y financieramente. Por ello, difícilmente se pueden desligar aspectos de la gestión urbana –ya ambiental, ya social, ya de vivienda– de la producción social de las condiciones de riesgo y de un eventual desastre. Es entonces dentro de la dinámica de la gestión urbana donde deben analizarse los riesgos a las inundaciones en zonas urbanas.

4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

La red mínima de estaciones permite evitar deficiencias graves en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos, la organización Meteorológica Mundial (OMM)⁷ recomienda establecer un mínimo de estaciones climatológicas bajo las siguientes consideraciones (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Valores mínimos recomendados de densidad de estaciones (superficie, en km² por estación)

Unidad fisiográfica	Precipitación	
	No registradoras (Pluviómetro)	Registradoras (Pluviógrafo)
Costa	900	9,000
Montaña	250	2,500
Planicie interior	575	5,750
Montes/ondulaciones	575	5,750
Áreas urbanas	-	10 a 20

De acuerdo a la superficie de cobertura de las estaciones climatológicas y meteorológicas (Figura 4.1 y Tabla 4.2) ubicadas dentro y en las proximidades de la zona en estudio sólo las estaciones localizadas dentro de la zona urbana cumplen con las recomendaciones de la OMM, siendo su superficie de cobertura menor a los 575 km², cuya característica fisiográfica es de montes y ondulaciones.

⁷Organización Meteorológica Mundial (OMM). Guía de prácticas hidrológicas. Sexta edición, 2011.

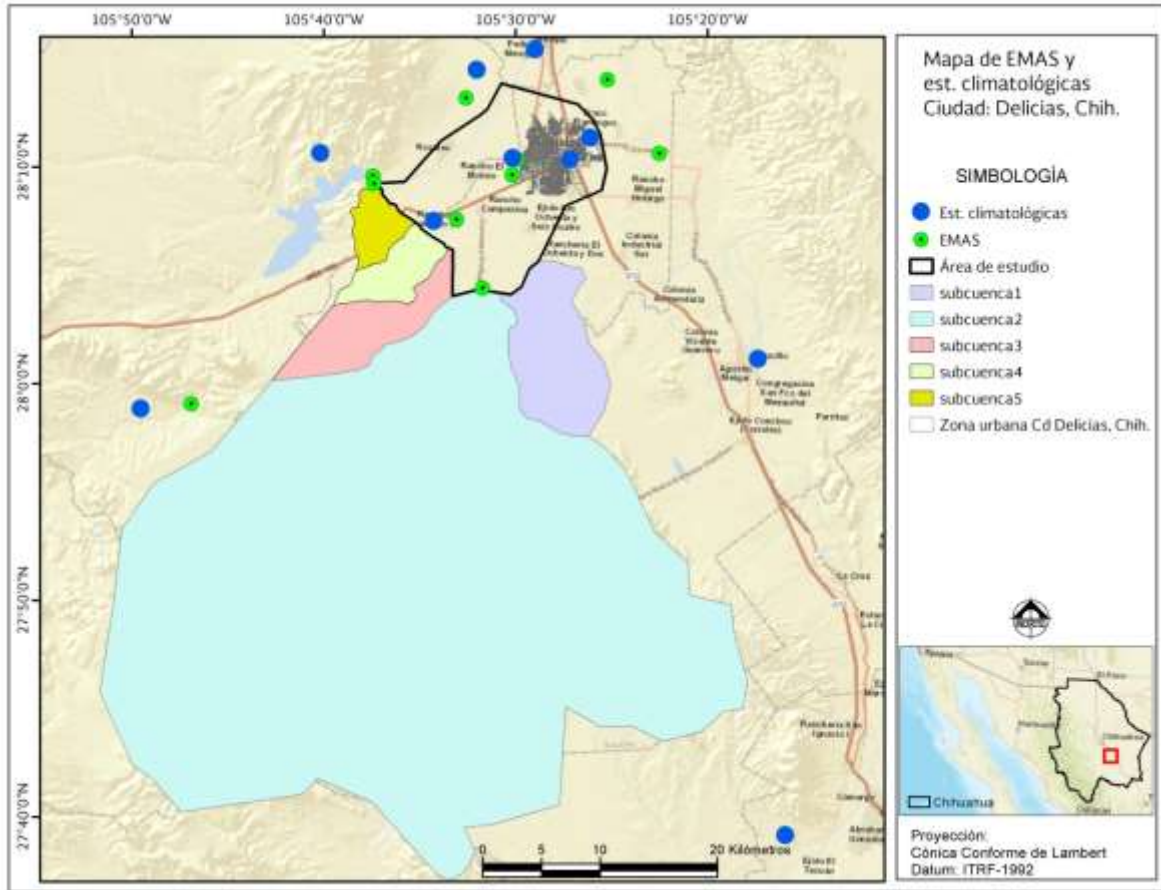


Figura 4.1 Estaciones climatológicas y meteorológicas

Tabla 4.2 Superficie de cobertura por estación

Clave	Nombre	Areakm2	Unidad fisiográfica	Cumple
8202	Presa Francisco I. Madero	694.86	Montes/Ondulaciones	No
8102	Meoqui (DGE)	90.40	Montes/Ondulaciones	Sí
8044	Delicias (DGE)	22.26	Montes/Ondulaciones	Sí
8099	Majalca	1,042.20	Montaña	No

4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

Para la zona urbana de Delicias y su cuenca de aportación no se tiene un sistema de alerta temprana o pronóstico de avenidas. Es necesario contar con un sistema integral en el cual se monitoree en tiempo real las variables climatológicas, las principales presas y los niveles de los ríos que fluyen a los costados y sobre la zona urbana de Delicias.

Se cuenta con un Protocolo de alertamiento para condiciones meteorológicas y/o hidrológicas severas, que consiste en los siguientes pasos (las instituciones encargadas del desarrollo de cada actividad se presentan entre paréntesis):

1. Revisar y preparar actividades requeridas para la temporada de lluvias en el año en curso (SMN).
2. Validar y/o actualizar el Protocolo de Tiempo Severo (GASIR, CONAGUA, GPIAE).

3. Coordinar las actividades requeridas para implantar y supervisar el protocolo establecido (Centro Nacional de Previsión del Tiempo).
4. Analizar los modelos matemáticos MM5, WRF, GFS, NAM, 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 (diagnóstico) de la atmósfera 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 del 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, OC y 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 horas 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, GPIAE, 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 resuelvan en el seno del Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (CTOOH) (SMN, GASIR, CONAGUA, GPIAE, Municipios, OC y DL).
23. Se realiza pronóstico hidrológico para el caso, estimando 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, GPIAE, Municipios, OC y DL).

4.3 Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes

Acciones estructurales: Se tiene una tabla que muestra el estado actual de la infraestructura de control de avenidas, el número de obras corresponde únicamente a las que mostraron alguna problemática. Para el control y manejo de las cuencas y microcuencas hidrológicas, la principal obra hidráulica de la zona es Francisco I Madero la cual está en buenas condiciones de operación y funcionamiento. Las presas de almacenamiento presentan riesgos de inundación a las poblaciones aguas abajo debido a la insuficiente capacidad de tránsito de los cauces (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Principales presas de almacenamiento

Nombre	Corriente	Capacidad de almacenamiento Mm ³		Tipo de vertedor	Avenida de diseño m ³ /seg	Capacidad tránsito en cauce m ³ /seg
		NAMO	NAME			
Fco I Madero Las Virgenes	Río Conchos	355.286	546.81	Cresta libre	6,000	1,200

Las obras de protección con que cuenta el estado de Chihuahua se encuentran en condiciones físicas regulares que requieren eventualmente trabajos de mantenimiento.

Acciones no estructurales: De las acciones no estructurales relacionadas al problema de las inundaciones en la zona urbana de Delicias se mencionan en el diagnóstico inicial del capítulo. No obstante, en la mayoría de los casos se trata de acciones aisladas que aprovechan alguna coyuntura como el día del árbol, del medio ambiente o la proximidad a la temporada de lluvias, pero no se perciben como parte de un plan de mayor alcance en el rubro de la educación y la cultura de la prevención y el cuidado del ambiente, en donde se inscriben situaciones de inundaciones. Es un hecho que a pesar de ser actividades que tienen impacto principalmente en medio de comunicación locales, o nacionales si es que están inscritas en campañas de alcance nacional, es limitada la participación comunitaria y de alguna manera pasiva. Ello también debido a que las campañas de reforestación, limpieza de calles y cauces no suelen incluir mecanismos de evaluación de su impacto, por ejemplo, en la modificación de hábitos negativos. Falta entonces, evaluar los impactos de las campañas e inscribirlas en planes de educación y cultura ambiental y de prevención de riesgos. Una sociedad más educada será más consiente y tendrá más elementos para coadyuvar a la prevención y reducción de los riesgos a las inundaciones. Dentro de la educación y la cultura ambiental y de la prevención a situaciones como las inundaciones, se encuentran actividades como la capacitación y la impartición de cursos y talleres. Sin embargo, éstos son escasos –o por lo menos no hay mucha información sobre ellos– y en ocasiones suelen dirigirse a la población en general. Haría falta considerar aspectos como grupos de edad, sectores, ubicación, entre otros, para definir sus contenidos.

Por otro lado, es necesario que en el ámbito urbano exista una visión y un compromiso de multi-actores en el que estén representados e involucrados los distintos órdenes de gobierno, autoridades locales, sociedad civil organizada, empresas, la academia e instituciones de investigación, al igual que voluntarios. Si se acepta el hecho de que el riesgo es una construcción social e histórica, los actores que la conforman, deberán jugar un papel activo y su representación ser real y efectiva. Pero más aún, si se acepta que la vulnerabilidad va de la mano con la pobreza, con deplorables condiciones de vida y con

falta de oportunidades para superar esa condición, entonces será necesario actuar sobre los procesos que incrementan la vulnerabilidad de las poblaciones urbanas.

En el ámbito urbano, éstos están estrechamente ligados a aspectos de planificación, de desarrollo urbano, de ordenamiento territorial y de herramientas legales e institucionales que las hagan posibles social, política y financieramente. Por ello, difícilmente se pueden desligar aspectos de la gestión urbana —ya ambiental, ya social, ya de vivienda— de la producción social de las condiciones de riesgo y de un eventual desastre. Es entonces dentro de la dinámica de la gestión urbana donde deben analizarse los riesgos a las inundaciones en zonas urbanas.

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

Los desastres son procesos sociales complejos, en los que la participación ciudadana constituye un elemento clave antes, durante y posterior a su ocurrencia. No obstante, su actuación parece estar al margen del marco de la actuación gubernamental, o desdibujada, limitándose a denunciar y exigir más de la intervención gubernamental.

En este apartado se considera a los actores sociales como la sociedad civil organizada o no, es decir, la comunidad y su intervención antes, durante y después de un evento de inundación, pudiendo ser organizaciones civiles, asociaciones de productores, asociaciones vecinales, personas que habitan en zonas de riesgo de inundación, etcétera.

La participación comunitaria en acciones previas a las inundaciones, en general en la sociedad mexicana, se constriñe a la participación en campañas de limpieza de cauces y arroyos que atraviesan la ciudad antes del inicio de la temporada de lluvias, entre otro tipo de acciones. No obstante, esta participación es muy limitada, ya que por lo general se reduce a grupos comunitarios específicos: alumnado de centros de enseñanza, habitantes de colonias próximas a los ríos, simpatizantes de grupos políticos o funcionarios públicos, por mencionar algunos.

Durante las inundaciones, la participación comunitaria se expresa en forma de denuncia, protesta y exigencia a las autoridades correspondientes, por lo general a las más próximas. En esta etapa, más que de participación organizada activa y propositiva, se observa la reacción de quienes resultaron afectados y que buscan ser visibles ante las autoridades competentes para ser considerados posteriormente como sujetos de apoyo y así lograr obtener algo a cambio de sus pérdidas.

Posterior a las inundaciones, en lo que en la declaratoria de desastres se denomina etapa de reconstrucción, la sociedad civil intensifica su presencia en el mismo sentido que en la etapa anterior, es decir, en la denuncia y la exigencia a los actores gubernamentales, a quienes considera son los responsables de la situación. No obstante, a otro nivel de participación comunitaria, operan otros mecanismos al margen de la acción gubernamental como las organizaciones vecinales, redes familiares, grupos solidarios y similares que posibilitan a nivel familiar y vecinal reestablecer la normalidad tras el impacto de situaciones como las inundaciones. Para el caso particular de la zona urbana de Delicias, no se encontró información acerca de asociaciones vecinales que hayan organizado o realizado acciones en el marco de episodios por inundaciones.

4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones

Es ampliamente aceptado que las condiciones de la población mexicana no son homogéneas, y que al interior de ella existen desigualdades que los hacen más o menos vulnerables a los impactos que representan peligro o riesgo y que pueden decantar en un desastre. La vulnerabilidad urbana estará en función de la situación que caracterice a cada grupo de población en todas y cada una de las dimensiones en las que ésta se compone; a saber, física, económica, social, cultural, entre otras. Analizar las condiciones de vulnerabilidad de los grupos afectados es clave para comprender el proceso de construcción de situaciones de riesgo.

En este sentido, se puede establecer una conexión entre vulnerabilidad y marginación, si se considera que ésta última se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. De acuerdo a Conapo, las comunidades marginadas enfrentan escenarios de elevada vulnerabilidad social cuya mitigación escapa del control personal o familiar (Conapo, 2011 y 2012), pues esas situaciones no son resultado de elecciones individuales, sino de un modelo productivo que no brinda a todas las mismas oportunidades.

En la literatura especializada se encuentran diversas propuestas para estimar la vulnerabilidad, las cuales están en función de factores diversos, entre ellos el tipo de impacto al que se es vulnerable. Para el caso que nos ocupa, sería la vulnerabilidad a inundaciones. El análisis que aquí se presenta tiene como base el Índice de Marginación Urbana (IMU) correspondiente al 2010 y se complementa con el uso de variables socioeconómicas resultantes del Censo de Población y Vivienda 2010 por manzana urbana que no están representadas en el IMU. De acuerdo a INEGI, el IMU es una medida-resumen que permite diferenciar AGEB urbanas del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, a los servicios de salud, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes.

Tabla 4.4 Dimensiones e indicadores del índice de marginación urbana por AGEB, 2010

Dimensión	Indicador
Educación	% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
	% Población de 15 años o más sin educación básica completa
Salud	% Población sin derechohabiencia a los servicios de salud
	% Hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años de edad
Vivienda	% Viviendas particulares habitadas sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica
	% Viviendas particulares habitadas sin excusado con conexión de agua
	% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada dentro de la vivienda
	% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
	% Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento
Bienes	% Viviendas particulares habitadas sin refrigerador

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de población y vivienda 2010

Como complemento a las dimensiones consideradas por el IMU, a saber, educación, salud, vivienda y bienes, se consideran tres más: ingresos, composición demográfica y discapacidad, con las variables de población desocupada para la primera dimensión, población menor de 5 años y mayor de 65 para la segunda y población con limitación en

la actividad, que comprende limitaciones de movilidad, visual, auditiva, de comunicación y mental, para la última.

Tabla 4.5 Indicadores de ingresos, composición sociodemográfica y discapacidad

Indicador	Variable
Ingresos	Población desocupada
Composición sociodemográfica	Población menor de 5 años
	Población mayor de 65 años
Discapacidad	Población con limitación en la actividad

En relación al IMU 2010 por manzana, la localidad de Delicias presenta un mosaico más o menos homogéneo, con índices de marginación bajo y muy bajo, como puede apreciarse en la figura. Existen conjuntos de manzanas con nivel medio (color amarillo), esparcidos principalmente en la periferia. La concentración mayor se ubica en la parte sur de la localidad. Ello significa que en general existen condiciones favorables en términos de distribución de la población, educación, ingresos por trabajo y vivienda, lo que se traduce en baja y media vulnerabilidad ante inundaciones, al existir niveles aceptables de servicios, empleo, nivel adquisitivo y condiciones de la vivienda.

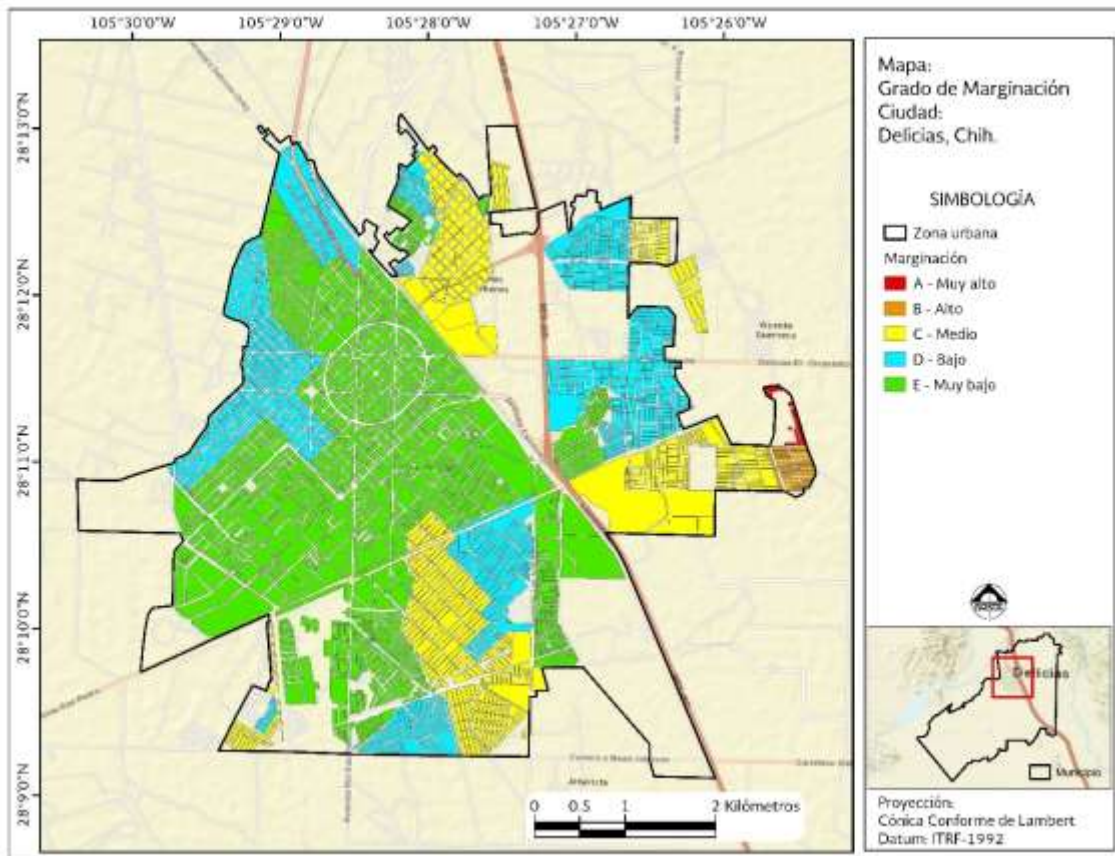


Figura 4.2 Marginación en la zona urbana de Delicias, Chihuahua

Lo que muestran los datos estadísticos complementarios en cuanto a población vulnerable –que en relación a las inundaciones estamos considerando a la menor a 5,

mayor a 65 años y población con limitaciones en la actividad- es que 19.9% de la población total de la localidad tienen estas condiciones. Ello significa que hay 7.6 personas en promedio en cada manzana mayor a 65 años y 3.9 con alguna incapacidad⁸. La desocupación laboral de estas manzanas en promedio no es alta: 1.4% que se traduce en que, en cada manzana, se encuentra 2.5 personas desocupadas. Este dato es necesario tenerlo presente como indicador que influye en el nivel de vida material de las personas.

Tabla 4.6 Información complementaria de las manzanas urbanas de la localidad de Delicias, Chihuahua

	Población total	Población menor a 5 años	Población mayor a 65 años	Población con limitación en la actividad	Población desocupada
Totales	118,071	105,867	6,843	4,612	1,677
Promedio	89.8	s/d	7.6	5.8	2.5
Porcentaje	100	10.3	5.7	3.9	1.4

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

Las deficiencias normativas en cuanto a las competencias y atribuciones de cada uno de las Instituciones en materia de protección civil a nivel Federal Estatal y Municipal (representativo) y, más que deficiencias son incongruencias entre sus disposiciones legales unas de otras se tienen:

- Chihuahua no prevé la figura de la Cultura y autoprotección en materia de protección civil.
- La certificación de competencias laborales en materia de protección civil, no está bien definida.
- El artículo 7 de los transitorios de la Ley General de Protección Civil (Federal) señala la homologación de los Estados y Municipios en materia de protección civil con dicha Ley, al día de hoy no están homologadas.
- La Ley General de Asentamientos Humanos no prevé una reglamentación en la ocupación de llanuras de inundación.
- En las atribuciones correspondientes a la Federación, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Social, señaladas en el artículo 7 de esta Ley, no prevé nada respecto: “A la figura de la reubicación de los centros de población asentados en zonas federales de alto riesgo de inundaciones”.

En la Ley General de Asentamientos Humanos:

⁸INEGI considera dentro de este rubro dificultades para caminar, moverse, subir o bajar; incapacidad para vestirse, bañarse o comer; incapacidad para poner atención o aprender cosas sencillas.

- No se prevé la figura de la “autorización para crear nuevos centros de población en zonas federales”.
- No prevé la figura de “las políticas públicas en materia de inundaciones, antes, durante y después del evento”.
- No establece la figura de desarrollar “proyectos de investigación científica antes de crear nuevos centros de población en zonas federales”.
- No señala a quien “le competen las facultades y atribuciones para dar seguimiento, vigilancia y atención a los nuevos centros de población, en materia de crecidas”.
- No reconoce el derecho a que tiene la población a protegerlos de las inundaciones como un “Derecho Humano”.
- En su constitución estatal, el Estado de Chihuahua no prevé un capítulo especial en materia de inundaciones.

Además de las anteriores también se identifica:

- La organización institucional está fragmentada y no tiene un área específica que atienda técnicamente el problema integral de los fenómenos extremos, en particular, las inundaciones.
- No hay una política que busque el balance entre las medidas estructurales y no estructurales para atenuar el impacto de los fenómenos extremos.
- No hay una unidad administrativa que vigile la aplicación de Ley de Aguas y las consecuencias coercitivas de su incumplimiento en cuanto a invasión de cauces y asentamientos en zonas de riesgo.
- No se tiene un sistema institucional para elaborar un catálogo de proyectos y programas que atiendan los problemas de los fenómenos extremos de manera integral.
- El presupuesto para la atención de los problemas generados por la ocurrencia crónica de los fenómenos extremos en el país es limitado e insuficiente y una buena parte del presupuesto asignado se dedica a la reconstrucción de infraestructura dañada y atención de emergencias.
- No hay un dimensionamiento del personal profesional y especializado que se requiere para atender los fenómenos extremos ni programas en curso que atiendan las carencias de personal calificado.

Para el caso particular del estado de Chihuahua, las acciones realizadas por parte de la DL son las adecuadas debido a que el estado cuenta con un área superficial 247,087 km².

Los tiempos de respuesta son los adecuados en relación al Artículo 21, Párrafo Quinto, de la Ley General de Protección Civil, que a la letra dice: *En caso de que la emergencia o desastre supere la capacidad de respuesta del municipio o delegación, acudirán a la instancia estatal o del Distrito Federal correspondiente, en los términos de la legislación aplicable. Si ésta resulta insuficiente, se procederá a informar a las instancias federales correspondientes, las que actuarán de acuerdo con los programas establecidos al efecto, en los términos de esta Ley y de las demás disposiciones jurídicas aplicables.*

5. Evaluación de riesgos de inundación

Cuando se incorpora la probabilidad de inundación a los mapas de áreas inundables, dicha información se transforma en mapas de peligro por inundación. En estos mapas de peligro se describen aquellas peculiaridades del suceso que lo pueden convertir en más o menos dañino. Por ejemplo, las profundidades y la velocidad del agua, la permanencia del agua o la carga de transporte de sólidos.

En los mapas de peligro se pueden identificar los distintos elementos (áreas agrícolas, carreteras, centros industriales, zonas urbanas) que pueden ser afectados por la inundación y a partir ellos, es posible determinar el nivel del potencial de impacto de la inundación sobre ellos.

5.1 Estimación de caudales y tormentas de entrada al sistema

En este capítulo se presenta tanto la modelación hidrológica como la hidráulica, cuyos resultados permiten realizar una evaluación de los daños anuales esperados correspondientes a eventos con periodos de retorno de 2 a 100 años. La avenida de diseño para una obra hidráulica depende del periodo de retorno para el cual se diseña dicha obra. Para la determinación de la magnitud de la avenida es necesario hacer extrapolaciones a partir de los gastos máximos anuales registrados en el lugar donde se construirá la obra, pues casi siempre el periodo de retorno de diseño es mayor a la longitud del registro en años de gastos máximos anuales. Es evidente que la magnitud y la seguridad hidrológica de la obra dependerán del valor del gasto de diseño.

Los cálculos de los diferentes parámetros a utilizar en la modelación hidrológica se llevaron a cabo con la ayuda del programa ARCGIS la definición del cauce principal en cada subcuencas que aporta al sistema se definió como la corriente de mayor longitud dentro de la subcuenca a analizar. De igual manera la pendiente del cauce principal es uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta. Es decir, si se tienen dos cuencas con la misma forma y área, pero con diferente pendiente del cauce principal, se producirá una respuesta más rápida y un gasto mayor en aquella cuenca con mayor pendiente ante una tormenta presentada.

Con la información de los ríos escala 1:50,000 se definió el cauce principal de cada una de las subcuencas, su longitud y pendiente.

5.1.1 Cálculo de las lluvias de diseño

La Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC), a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), interesada en la buena calidad de los estudios hidrológicos para elaborar mapas de peligro y riesgo por inundaciones, consideró pertinente elaborar mapas de isoyetas (altura de precipitación) con diferentes duraciones, asociados con distintos periodos de retorno, que proporcionan información importante para los Atlas de peligro o riesgo estatales y municipales, así como para el estudio de diferentes tipos de obras, que caen en el ámbito de otras dependencias del gobierno federal, organismos descentralizados y privados.

La información climatológica se obtuvo de la base de datos CLICOM, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que cuenta con alrededor de 5,338 estaciones en todo el país; sin

embargo, las empleadas en este trabajo, corresponden a 2,243 estaciones pluviométricas instaladas en diferentes puntos del país. El número de estaciones utilizadas fue definido, básicamente, revisando que el registro histórico de cada estación contara con al menos 20 años de información válida, hasta diciembre de 2010.

Este trabajo abarca la totalidad del territorio nacional y presenta la información pluviométrica mediante mapas de isoyetas para cada uno de los Organismos de Cuenca en los que la CONAGUA divide al país y, aunque fue elaborado para simular escenarios de inundación, a través de los que se definen, tanto mapas de peligro como de riesgo, es posible usarlo en proyectos de obras de infraestructura hidráulica (puentes, obras de protección, etc.).

Los periodos de retorno que se presentan son: 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 y 2000 años, mientras que las duraciones corresponden a 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30 y 40 días. El valor de la altura de precipitación máxima asociada con cada isoyeta está expresado en milímetros.

El análisis estadístico y probabilístico de la información se efectuó utilizando las distribuciones siguientes: Normal, Exponencial, Lognormal de 2 y 3 parámetros, Gama de 2 y 3 parámetros Gumbel y Doble Gumbel, en tanto que, para determinar la bondad de cada una de las distribuciones de probabilidad a la serie de datos históricos, se usó el mínimo error estándar.

La Tabla 5.1, muestra el número de las mismas y también señala la cobertura media en km² / estación.

Tabla 5.1 Distribución de estaciones pluviométricas, con más de 20 años completos, en la República Mexicana

No.	Estado	Área	Estaciones pluviométricas		Cobertura Media
		(km ²)	Existentes	Usadas	(km ² /estac)
1	Aguascalientes	5,589	68	46	121.5
2	Baja California	70,113	130	36	1,947.60
3	Baja California Sur	73,667	160	72	1,023.20
4	Campeche	51,833	71	35	1,480.90
5	Coahuila	151,571	108	28	5,413.30
6	Colima	5,455	51	17	320.9
7	Chiapas	73,887	280	84	879.6
8	Chihuahua	247,087	328	58	4,260.10
9	D.F.	1,499	63	30	50
10	Durango	119,648	148	83	1,441.50
11	Guanajuato	21,461	352	108	198.7
12	Guerrero	30,589	160	129	237.1
13	Hidalgo	63,794	220	66	966.6
14	Jalisco	20,987	139	180	116.6
15	México	80,137	282	105	763.2
16	Michoacán	59,864	242	93	643.7
17	Morelos	4,941	68	44	112.3

No.	Estado	Área	Estaciones pluviométricas		Cobertura Media
		(km ²)	Existentes	Usadas	(km ² /estac)
18	Nayarit	27,621	80	25	1,104.80
19	Nuevo León	64,555	167	55	1,173.70
20	Oaxaca	95,364	359	130	733.6
21	Puebla	33,919	206	97	349.7
22	Querétaro	11,769	58	33	356.6
23	Quintana Roo	50,350	43	20	2,517.50
24	San Luis Potosí	62,848	190	102	616.2
25	Sinaloa	58,092	180	51	1,139.10
26	Sonora	184,934	275	79	2,340.90
27	Tabasco	24,661	84	42	587.2
28	Tamaulipas	76,829	198	109	704.9
29	Tlaxcala	3,914	50	20	195.7
30	Veracruz	72,815	352	185	393.6
31	Yucatán	39,340	89	30	1,311.30
32	Zacatecas	75,040	137	51	1,471.40
	TOTAL	1,964,173	5,338	2,243	1,092.90

Para determinar las lluvias de diseño se utilizó en este trabajo el programa de computo llamado V.E.L.L. (Figura 5.1), desarrollado en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED⁹), con el cual se obtuvieron las alturas de precipitación para los periodos de retorno 2, 5, 10, 50 y 100 años (Tabla 5.2).

Estas alturas de precipitación corresponden a las precipitaciones máximas con duración de 24 horas, las cuales fueron obtenidas de la siguiente forma:

- Se delimitaron las cuencas tributarias o subcuencas de aportación al área de interés,
- Se determinaron los centroides de las subcuencas de aportación,
- Con las coordenadas de los centroides se utilizó la aplicación V.E.L.L. para determinar las láminas de precipitación.

⁹CENAPRED, Mapas de Precipitación para Diferentes Duraciones y Periodos de Retorno. Octubre 2013.



Figura 5.1 Interfaz del programa V.E.L.L. elaborado por el CENAPRED

Tabla 5.2 Precipitación máxima (mm) en 24 horas en cada una de las subcuencas

Cuenca de aportación		Zona urbana	
Tr (años)	Hp (mm)	Tr (años)	Hp (mm)
2	43.6	2	39.0
5	58.7	5	51.5
10	68.8	10	59.9
50	91.0	50	77.9
100	100.4	100	85.4

5.1.2 Construcción de tormentas hipotéticas

La construcción de estas tormentas asociadas para un determinado periodo de retorno es la solución práctica a los problemas de escasez de información pluviográfica, o de periodos reducidos de registro que no permiten desarrollar relaciones confiables lluvia-frecuencia.

Para la construcción de los modelos meteorológicos, se utilizaron los valores de precipitación para cada periodo de diseño, obtenidos del programa “Mapas de precipitación para diferentes duraciones y periodos de retorno” anteriormente mencionados; distribuyendo dicha lluvia a lo largo del día, con base en las ecuaciones de Chen (1983).

Se procedió a distribuir de esta forma la precipitación debido a que en la zona se han presentado tormentas con duraciones de 24 horas debido a fenómenos meteorológicos extremos.

La fórmula, que calcula la lluvia (milímetros) de duración t (minutos) y periodos de retorno Tr (años), es la siguiente:

$$P_t^{Tr} = \frac{aP_1^{10} \log(10^{2-F} Tr^{F-1})t}{60(t+b)^c}$$

Donde P_1^{10} es una lluvia expresada en milímetros que dura una hora, con un periodo de retorno de 10 años; a , b y c son parámetros de función del cociente R y se determinan por medio de las relaciones siguientes:

$$a = 1.13171955 + 37.2614945R - 58.2203446R^2 + 387.242993R^3 - 357.121482R^4$$

$$b = -7.784969 + 59.5314751R - 120.215265R^2 + 246.112571R^3 - 203.278193R^4$$

$$c = 0.000507846976 + 3.92287365R - 9.60400232R^2 + 14.7036951R^3 - 9.27830257R^4$$

Enseguida se muestra el hietograma adimensional distribuido para una duración de 24 horas, el cual se aplicó a las lluvias de diseño anteriores (2, 5, 10, 20, 50 y 100 años).

5.1.3 Modelo lluvia-escorrimento

La distribución temporal de la lluvia se realizó aplicando el patrón de la tormenta tipo II del Soil Conservation Service. La curva se presenta en la siguiente figura.

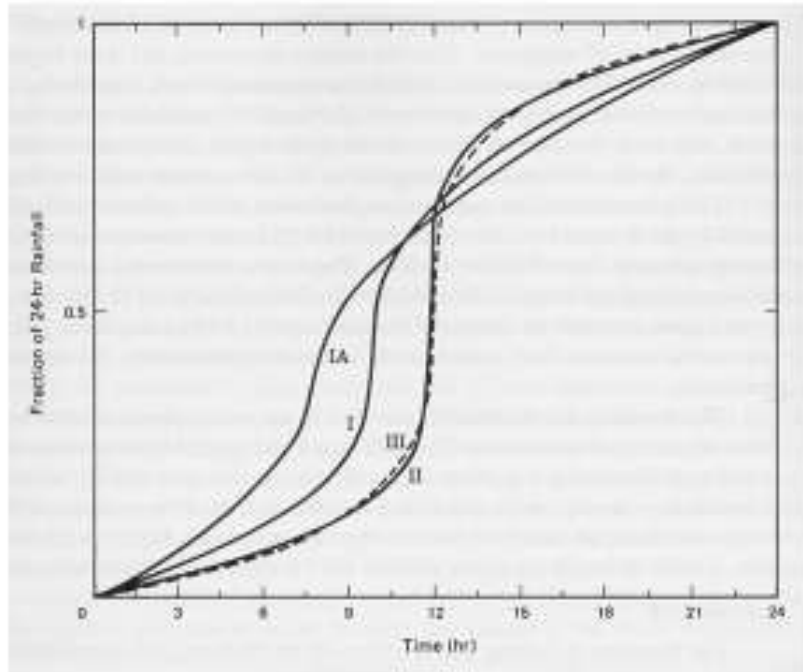


Figura 5.2 Distribución temporal de la lluvia (SCS)

Una vez que se han calculado las características fisiográficas de la cuenca y la precipitación para los diferentes periodos de retorno en cada una de las subcuencas se procede a determinar los gastos para los diferentes periodos de retorno mediante la modelación del proceso lluvia- escurrimiento.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos de las avenidas corresponderán a periodos de retorno de precipitación.

La modelación del proceso lluvia- escurrimiento se realizó mediante la aplicación del software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System), el cual es de distribución gratuita y fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de América.

5.1.4 Resultados de la modelación del proceso lluvia-escurrimiento

En este apartado se muestran las gráficas que resumen los resultados obtenidos de la modelación hidrológica. En el caso de la ciudad de Delicias solo se llevó a cabo la simulación de la lluvia para la modelación hidráulica.

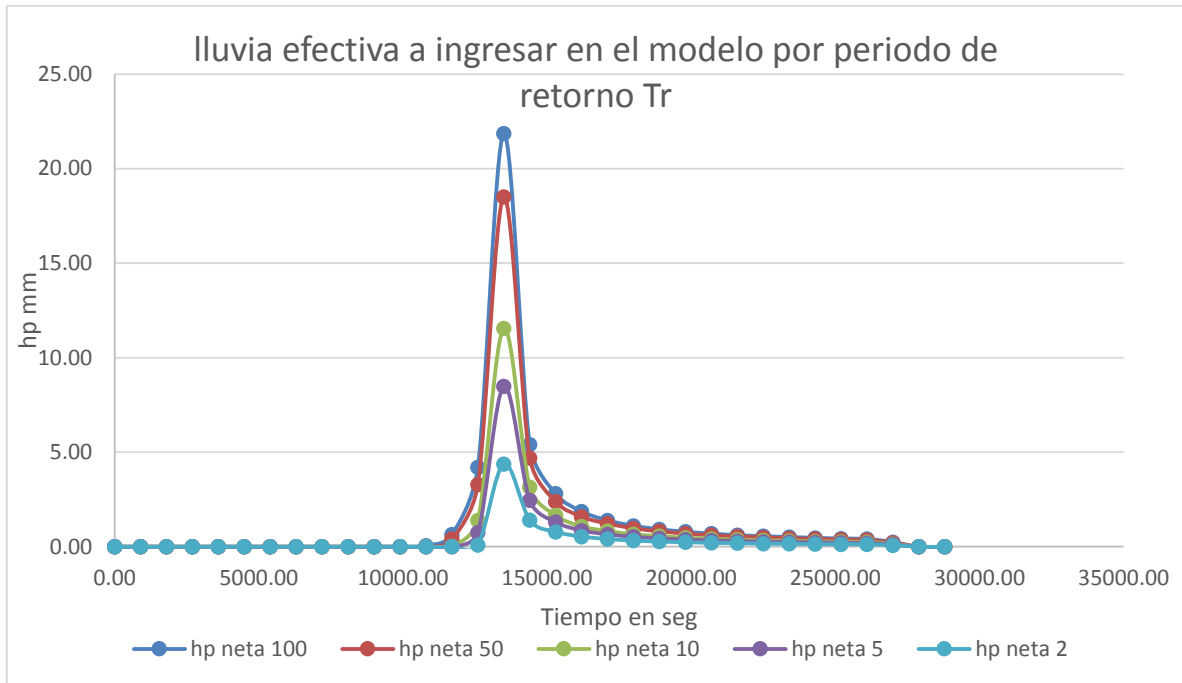


Figura 5.3 Hp neta para los cinco periodos de retorno

Tabla 5.3 Precipitación máxima (mm) en 24 horas en cada una de las subcuencas

CHEN mm/h				
tr2	tr5	tr10	tr50	tr100
27.07	35.92	41.78	54.67	60.12
8.89	15.47	19.82	29.41	33.47
24.91	33.38	38.99	51.33	56.55
41.25	54.92	63.97	83.90	92.32
57.22	75.98	88.40	115.74	127.30
26.80	35.61	41.45	54.30	59.73

La lluvia se obtuvo mediante la aplicación de CHEN.

5.2 Modelo Hidráulico

El objetivo general de la presente evaluación es el de obtener los mapas de peligro para un periodo de retorno de 2, 5, 10, 50 y 100 años por inundaciones fluviales y pluviales de tipo lento (zonas con pendiente pequeña) aplicando técnicas de modelación matemática hidráulica de los flujos de agua somera en dos dimensiones horizontales, utilizando el software IBER 2.3.2¹⁰.

¹⁰ Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E., Dolz, J., Coll, A. (2014). "Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos". Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol.30(1) pp.1-10

5.2.1 Condiciones de frontera

En lo que respecta a la definición de las condiciones de frontera aguas abajo de un tramo en estudio, el primer parámetro que se considera es la pendiente del cauce. En general, los cauces asociados con planicies de inundaciones son aquellos cuya pendiente del colector principal es suave, es decir, que el tirante crítico es menor que el tirante normal. En consecuencia, el perfil de flujo gradualmente variado que se formará sobre ellos es del tipo M.

Existen tres variantes para el perfil tipo M:

Perfil tipo **M1**. Se dice que se presenta este perfil cuando la variación de la superficie libre del agua (SLA) se registra con valores mayores al tirante normal (y por tanto también al crítico) y el régimen subcrítico.

Perfil tipo **M2**, Este tipo de perfil ocurre cuando la variación de la SLA está entre el tirante normal y el crítico y el régimen del flujo, al igual que en el caso anterior, también es subcrítico.

Perfil tipo **M3**, En este tipo de perfil la SLA tiene variaciones menores al tirante crítico (y por tanto también al normal) y, por lo tanto, el régimen del flujo que se presenta en él es supercrítico.

Dadas las características topográficas de las ciudades analizadas en el Programa Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH), este último tipo de perfil queda descartado como posible condición de frontera. Por lo anterior, la selección de la condición de frontera para el análisis de inundaciones en cada una de las ciudades analizadas, queda acotada a un perfil tipo M1, o bien, M2.

Con respecto a lo anterior, los dos posibles perfiles corresponden a flujo subcrítico, por lo que en ambos casos su cálculo se inicia en la frontera aguas abajo y tienden al valor del tirante normal. El primero inicia con un nivel de agua superior al tirante normal, se presenta cuando aguas abajo, la frontera es un cuerpo de agua o un control que provoca un nivel mayor al tirante normal y que posteriormente con un remanso (perfil M1). Dicho perfil sería posible cuando exista, aguas abajo, un cuerpo de agua que force el nivel del río.

De acuerdo con lo anterior, el perfil seleccionado para ser usado como condición de frontera general en los casos estudiados es el denominado M2, el cual parte del tirante crítico y se desarrolla hasta alcanzar el tirante normal. Se seleccionó este perfil debido a que es un perfil corto y tiende rápidamente a las condiciones de flujo establecido, a diferencia del M1, el cual puede necesitar varios km para su desarrollo.

5.2.2 Procesamiento del modelo digital de elevaciones

Para la construcción del modelo hidráulico, se definió primeramente la zona a simular, la cual para este caso es de 95km², en la cual se localiza de manera íntegra la zona urbana de la localidad de Delicias.

Una vez que se definió la zona se procedió a recopilar la información topográfica de la misma, la cual consiste en modelos digitales de elevación CEM 3.0 de 15m.

Una vez que se recopiló la información, el siguiente paso es unir las cartas y posteriormente recortar el modelo digital de elevación a la zona a simular.

En la siguiente figura se muestra el modelo recortado, el cual se deberá exportar a un MDE pero en formato ASCII para que pueda ser leído en el software de IBER.

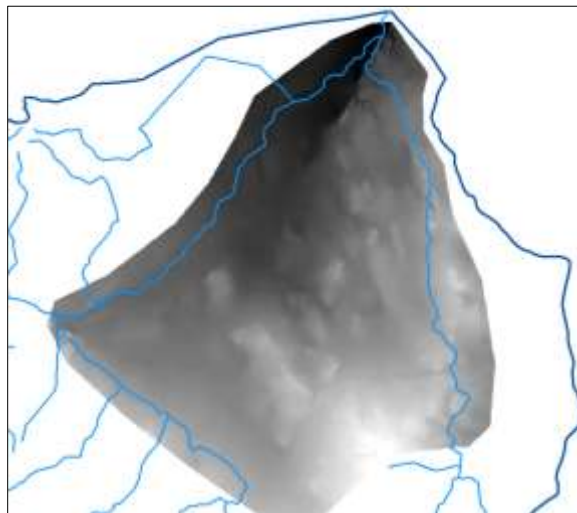


Figura 5.4 CEM recortado a la zona a modelar en IBER

5.2.3 Infraestructura

En la zona a simular se consideraron los canales de riego que atraviesan la ciudad, así como la alcantarilla que va de sur a norte entre las avenidas Paseo Gómez Morín hasta el entronque de la calle 20 de noviembre con el bulevar Óscar Flores en la parte norte, de la ciudad de Delicias.

5.3 Simulación en las condiciones actuales

Una vez que se ha definido a zona a modelar, el siguiente paso fue construir el modelo hidráulico en IBER a partir del modelo digital de elevación.

Tamaño de los elementos: Para la modelación hidráulica es necesario definir una malla cuyos elementos son triángulos. El tamaño mínimo de los elementos, el cual corresponde al área de los ríos, es de 5 metros, mientras que para el resto de la zona urbana fue de 15 metros. La elevación del terreno que se le asigna a cada elemento es la correspondiente al modelo digital de elevación.

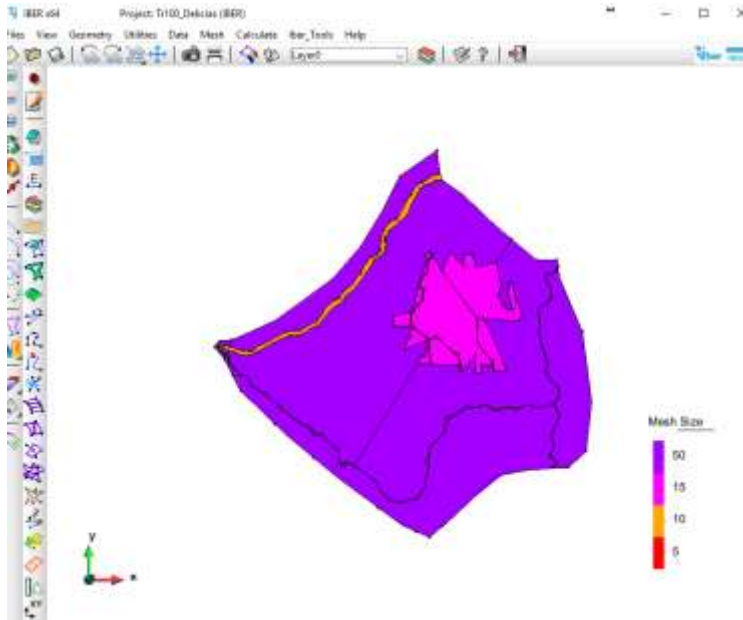


Figura 5.5 Malla definida para el análisis hidráulico con IBER

Para la modelación hidráulica se utilizaron como condiciones de frontera los hidrogramas de entrada obtenidos con la modelación del proceso lluvia-escorrentamiento para cada una de las subcuencas definidas. Como frontera aguas abajo se definió la condición de salida tirante crítico (descarga libre) de acuerdo a la parte baja del dominio del modelo conforme a su topografía. Cabe mencionar que los gastos de entrada por escorrentamiento natural entran en la parte sur del dominio del modelo, esto se realizó para una primera prueba con el periodo de retorno de 100 años que consistió en verificar la influencia de los cauces que circundan la zona urbana de Delicias, la prueba arrojó que para este periodo de retorno la ciudad no se ve afectada, por consiguiente sólo se simuló la zona urbana y como dato de entrada se utilizó la lluvia para cada periodo de retorno.

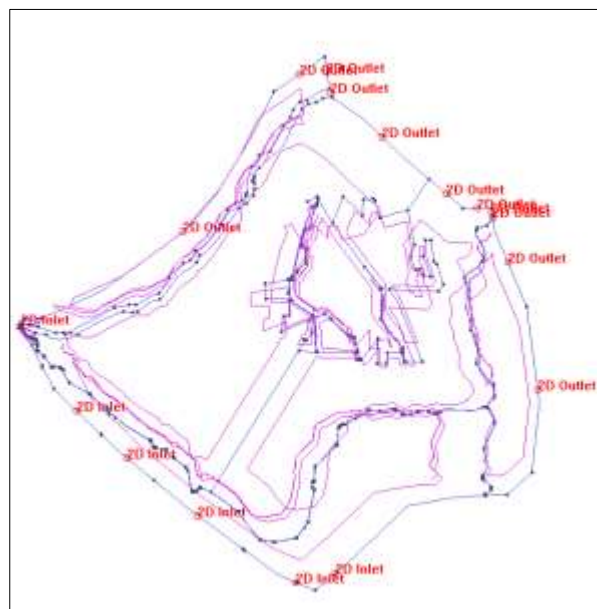


Figura 5.6 Modelo en IBER donde se indica las condiciones de frontera

Otra condición de frontera corresponde a la precipitación para los diferentes periodos de retorno que se presenta directamente en la zona a modelar, la cual corresponde a la zona urbana.

Tabla 5.4 Precipitación en la zona de modelación hidráulica para una duración de 24 horas

Precipitación	Periodo de retorno (años)				
	2	5	10	50	100
Total (mm)	62.2	101.8	138.5	154.7	62.2
Efectiva	24.3	57.1	90.1	105.1	24.3

5.4 Resultados

Se realizaron las simulaciones hidráulicas con el uso del programa IBER mediante el módulo hidrodinámico de IBER, el cual resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad bidimensionales, también conocidas como ecuaciones de St.Venant 2D. Dichas ecuaciones asumen las hipótesis de distribución de presión hidrostática y distribución uniforme de velocidad en profundidad. La hipótesis de presión hidrostática se cumple razonablemente en el flujo en ríos, así como en las corrientes generadas por la marea en estuarios y zonas costeras. La hipótesis de distribución uniforme de velocidad en profundidad se cumple de forma habitual en ríos y estuarios, siempre y cuando no existan procesos relevantes de estratificación debido a diferencias de salinidad, de temperatura o al viento.

Las variables, parámetros y características para la simulación hidráulica de cada una de las avenidas de diseño son las siguientes:

- Utilización de modelos con mallas no estructuradas de triángulos, con longitudes de arista de 1.5 m, 2.5 m y 5 m en los cauces para los diferentes tipos de cauce, y de 30 metros en la superficie restante del modelo, que es la planicie de inundación o zonas residenciales y demás entidades.

Los datos del problema son los siguientes:

- Tiempo máximo de simulación: 150,000 segundos,
- Intervalo de resultados: 1800 segundos,
- Esquema numérico: Primer orden,
- Número de Courant-Friedrichs-Lewy: 0.45,
- Límite Seco-Mojado: 0.001 m.,
- Método de secado: Hidrológico

En la geometría del modelo se incluyeron:

1. Condiciones de borde como: hidrogramas de entrada y la definición de las salidas,
2. Condiciones iniciales de flujo seco,
3. Hietograma de tormenta de diseño: ingreso de lluvia efectiva al modelo,
4. En cuanto a la rugosidad, se ha empleado el coeficiente de Manning variable en función de la cobertura de suelo e infraestructura y vivienda existentes.

Coefficiente de rugosidad, n de Manning

Este coeficiente se emplea en la zona urbana, para estimar la resistencia al flujo que se simula dentro del área urbana.

Para definir los distintos valores de coeficientes de Manning en toda el área a modelar, se utilizó la información vectorial de la capa vectorial de manzanas de INEGI A cada polígono definido por las manzanas y calles y con apoyo de la imagen de satélite se le asignó un uso de suelo.

Luego de procesar la capa arriba mencionada, para asignarle valores se emplearon los sugeridos por Ven Te Chow¹¹, en combinación con los valores definidos por defecto en el programa IBER (Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Valores para el coeficiente de rugosidad de Manning “n” de acuerdo con el uso del suelo

Clases	n Manning	Fuente
Río angosto < a 30m y recto con matorrales y piedras	0.035	Chow
Río angosto < a 30m y serpenteante con matorrales y piedras	0.06	Chow
Río angosto < a 30m montañoso	0.04	Chow
Río ancho > a 30 m con sección irregular y rugoso	0.04	Chow
Suelo desnudo	0.023	IBER
Pastizales	0.03	IBER
Bosque	0.12	IBER
Playa	0.023	IBER
Matorrales	0.06	Chow
Árboles	0.12	IBER
Vegetación urbana	0.023	IBER
Escasa vegetación	0.08	IBER
Vegetación densa	0.18	IBER
Colectores pluviales	0.017	Chow
No clasificado	0.032	IBER
Calles	0.02	IBER
Industrial	0.1	IBER
Viviendas	0.15	IBER
Cultivos	0.04	Chow
Arbustos	0.06	Chow
Cuerpos de agua	0.07	Chow
Parque	0.12	IBER
Canal concreto	0.02	Chow

Finalmente se estima la variación espacial del coeficiente de rugosidad de Manning en la zona que se analiza y con base en la clasificación de la tabla anterior, se asignan los valores como se muestra en la figura siguiente para la zona urbana de Delicias:

¹¹ Chow, Ven Te. Hidráulica de Canales Abiertos, pag. 108, Valores para el coeficiente de rugosidad de Manning “n”. Mc Graw Hill. 2004.

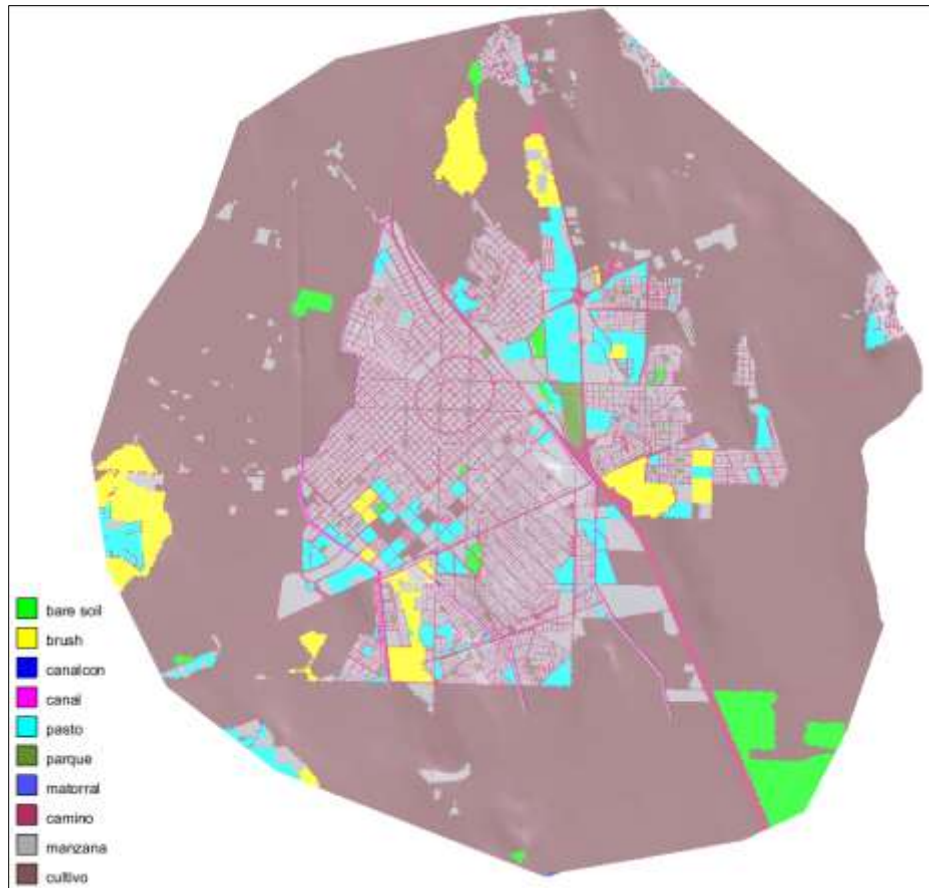


Figura 5.7 Variación del coeficiente de rugosidad de Manning en la zona de Delicias, Chih.

Este estudio, además de realizarlo para definir los niveles de inundación y las velocidades de inundación, también se hizo con el objeto de evaluar el riesgo de inundación con base en el estudio que el gobierno de New South Wales (Australia) solicitó hacerle al río Bielsdown, el cual atraviesa una localidad llamada Dorrigo, con el fin de determinar una adecuada gestión de riesgos en llanuras de inundación. Por lo que enseguida se presentan los resultados de los niveles de inundación, las velocidades de inundación y la severidad para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 50 y 100 años; así como el riesgo actual. En las cinco figuras de tirantes para cada uno de los periodos de retorno analizados, se observan pequeños puntos sobre la parte noroeste de la zona urbana, la cual se debe a imperfecciones en el modelo digital de elevación.

En las siguientes figuras se presentan los resultados para el periodo de retorno de 2 a 100 años de los valores máximos del tirante (calado) en metros y la velocidad en m/s.

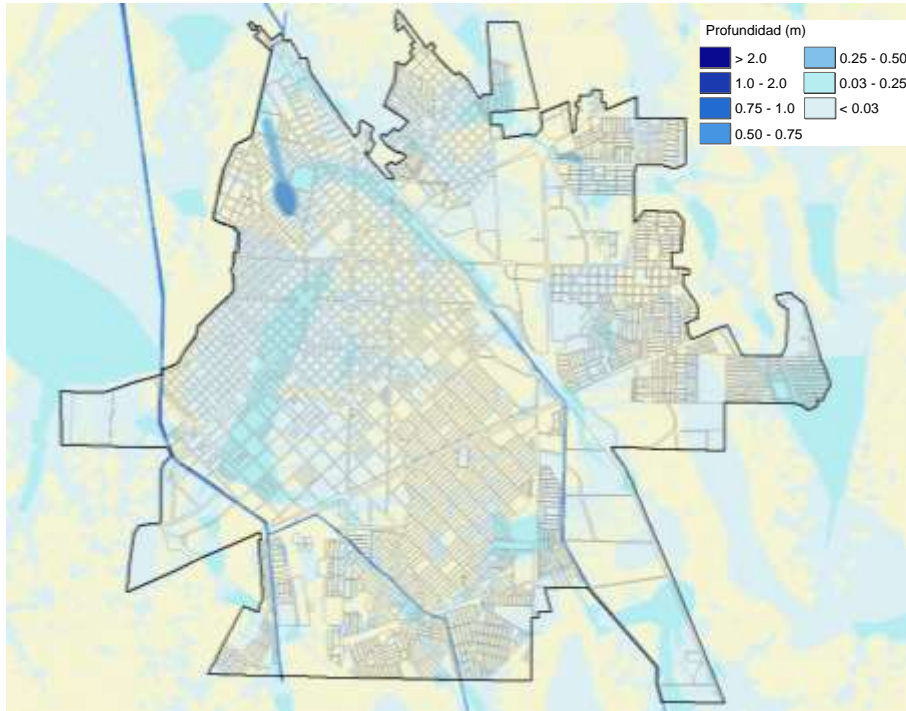


Figura 5.8 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 2 años

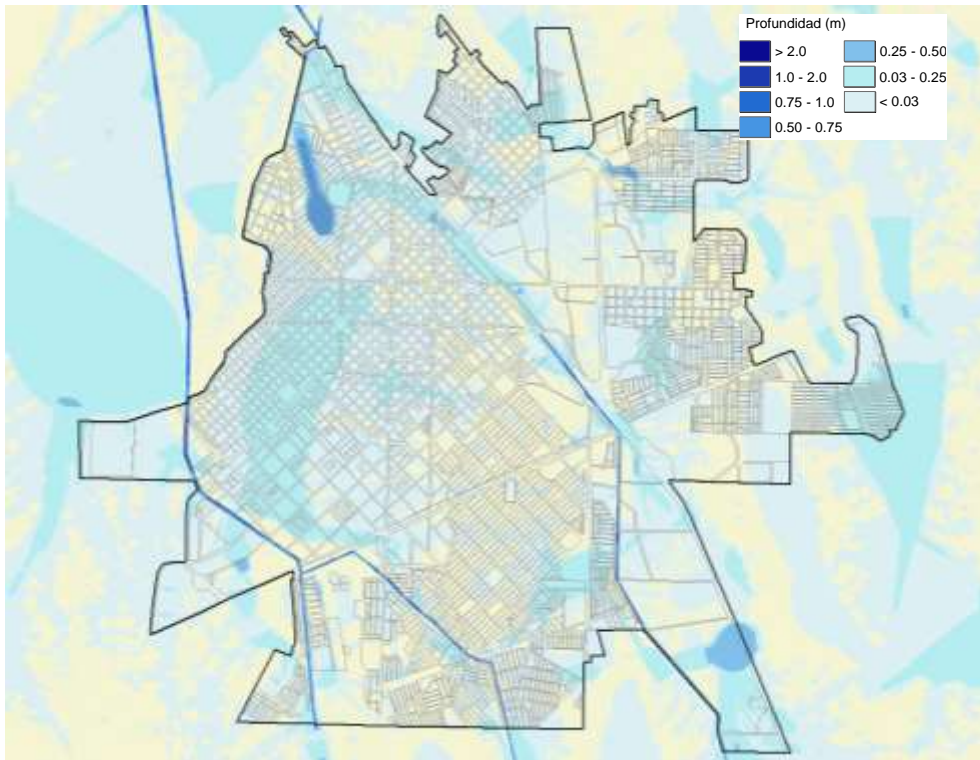


Figura 5.9 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 5 años

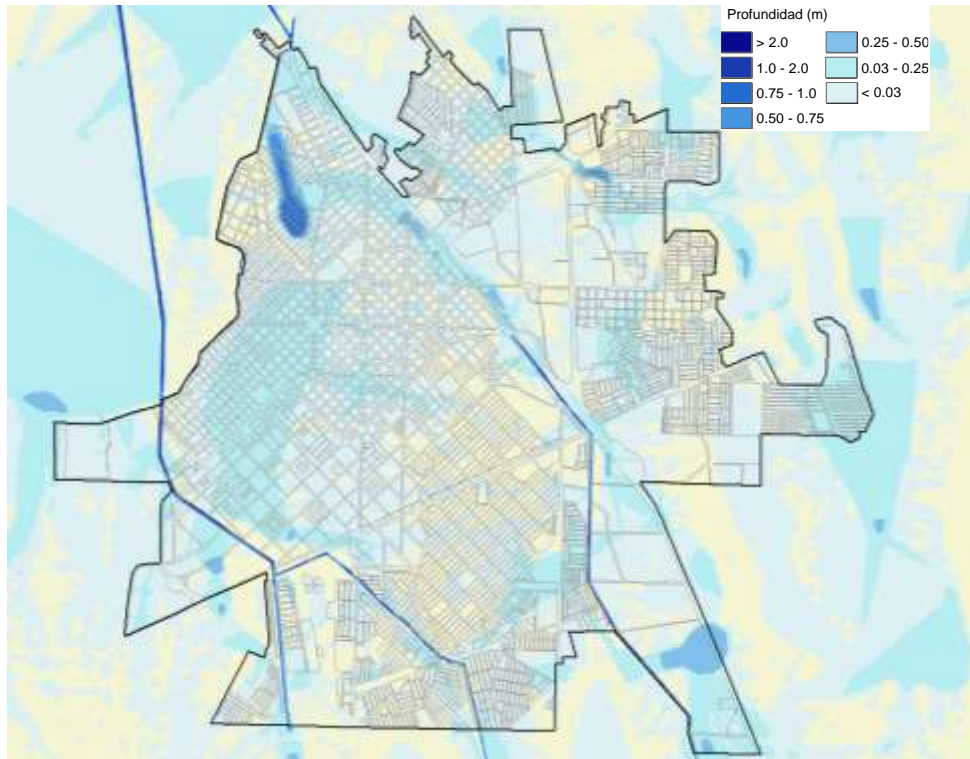


Figura 5.10 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 10 años

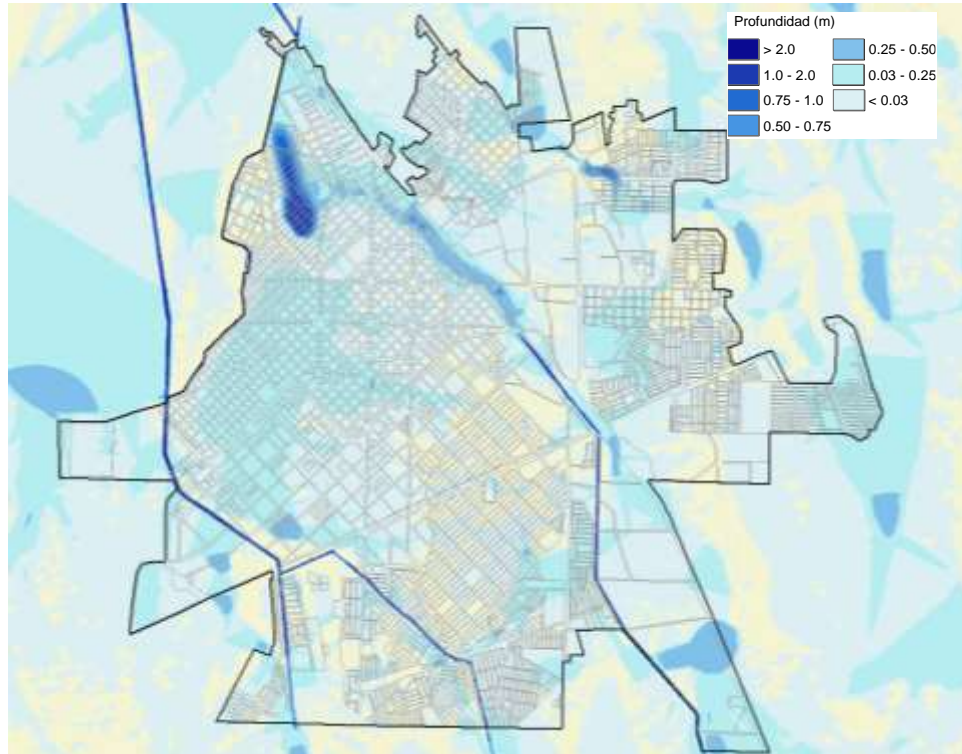


Figura 5.11 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 50 años

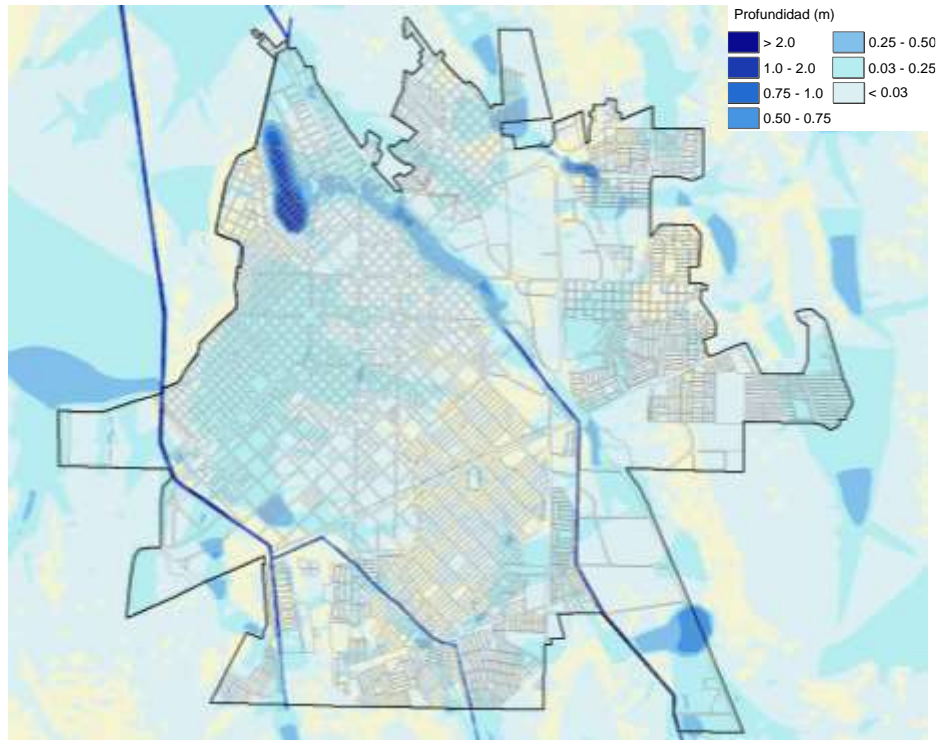


Figura 5.12 Tirantes máximos (m) para el periodo de retorno de 100 años

De la figura 5.8 a la figura 5.12 se presentan los tirantes asociados los periodos de retorno de 2 a 100 años de lo cual podemos concluir que el dren Laguna Seca para el periodo de retorno de 100 años presenta tirantes arriba de 2 metros provocando en algunos tramos desbordamientos hacia las colonias Nueva Delicias y del fraccionamiento Ignacio C. Enríquez, de igual manera en la colonia San Francisco se presentan encharcamientos por encima de los 70 centímetros. Hacia la parte norte del canal km 106 ubicado en la zona noreste de la ciudad de Delicias se presentan inundaciones y zonas de encharcamientos con tirantes hasta de 2 metros, cabe mencionar que estas zonas son parte de la zona agrícola que rodea la ciudad de Delicias.

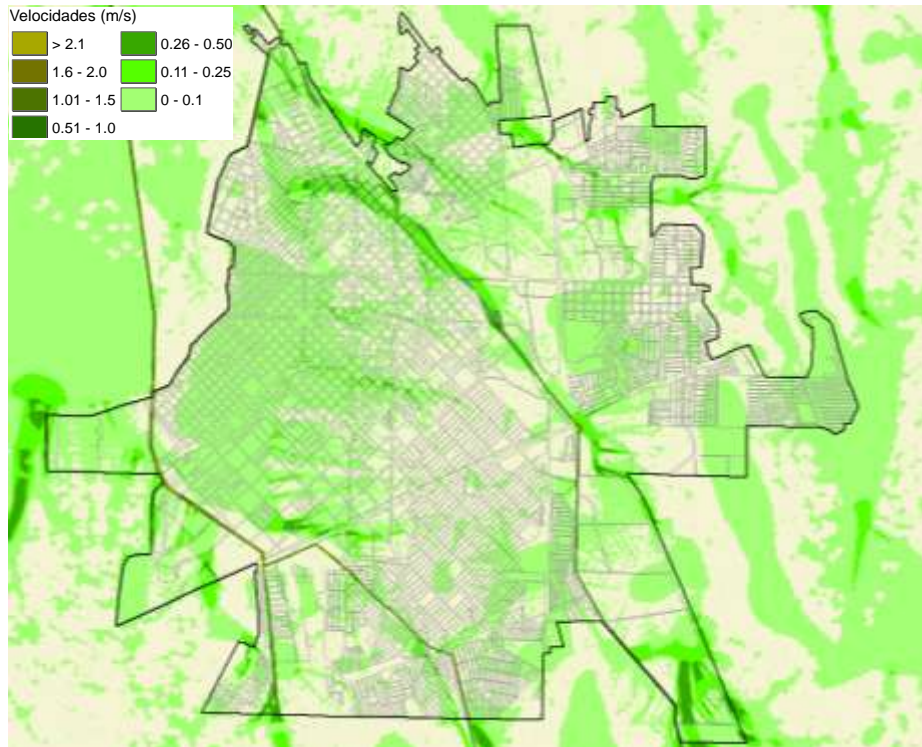


Figura 5.13 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 2 años

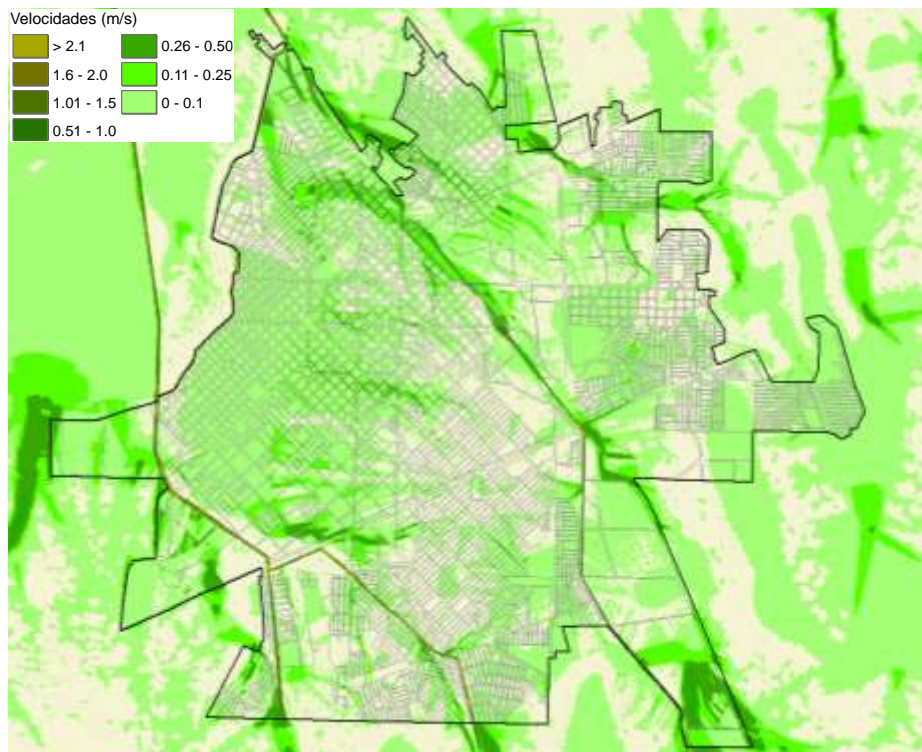


Figura 5.14 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 5 años

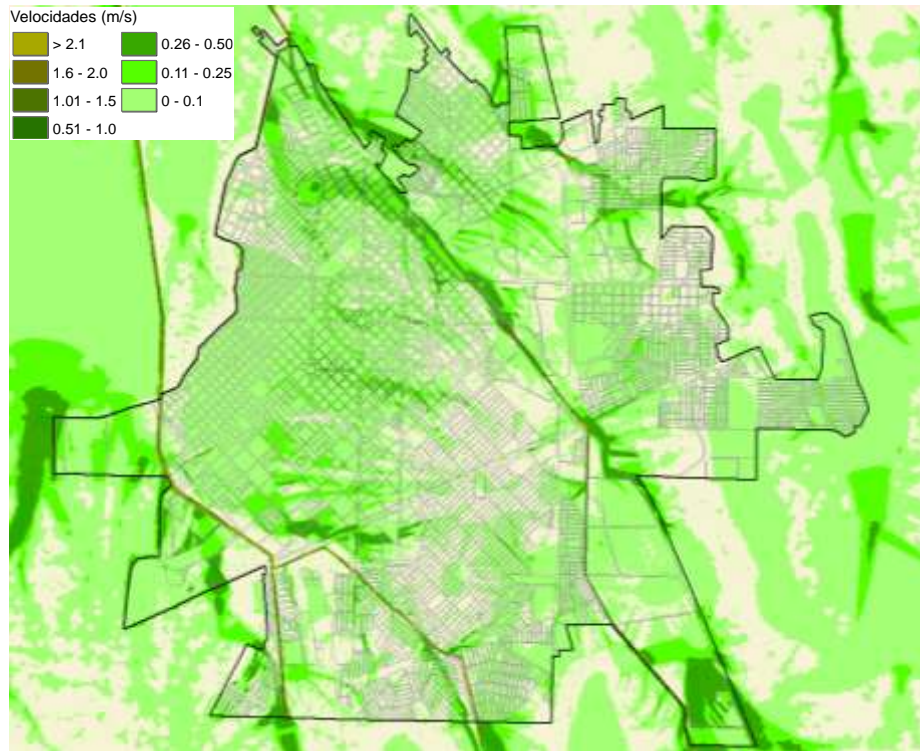


Figura 5.15 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 10 años

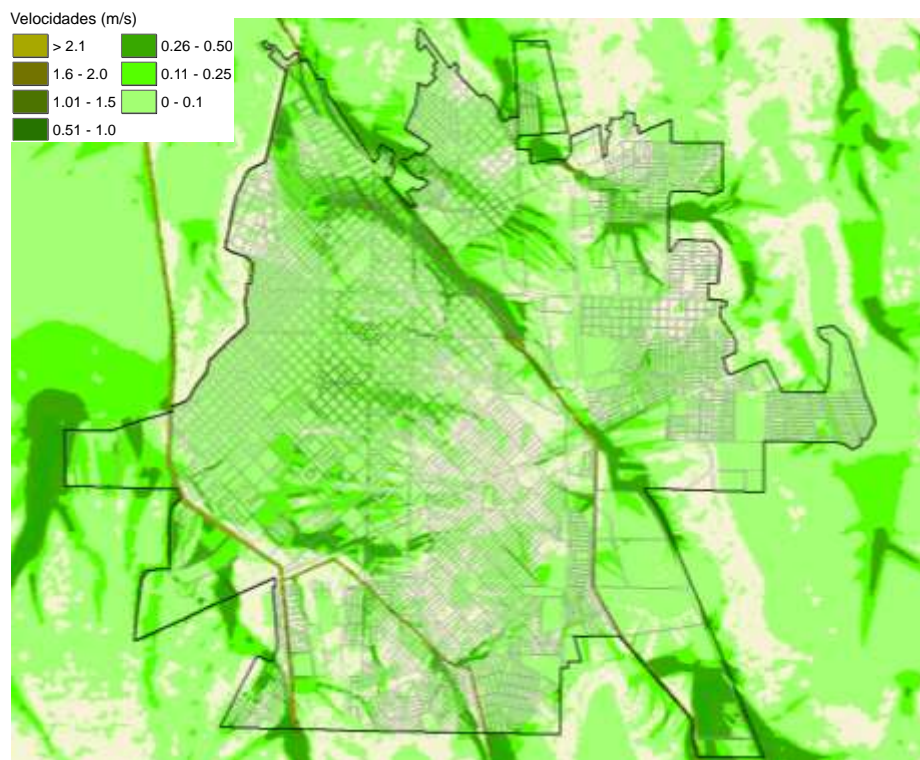


Figura 5.16 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 50 años

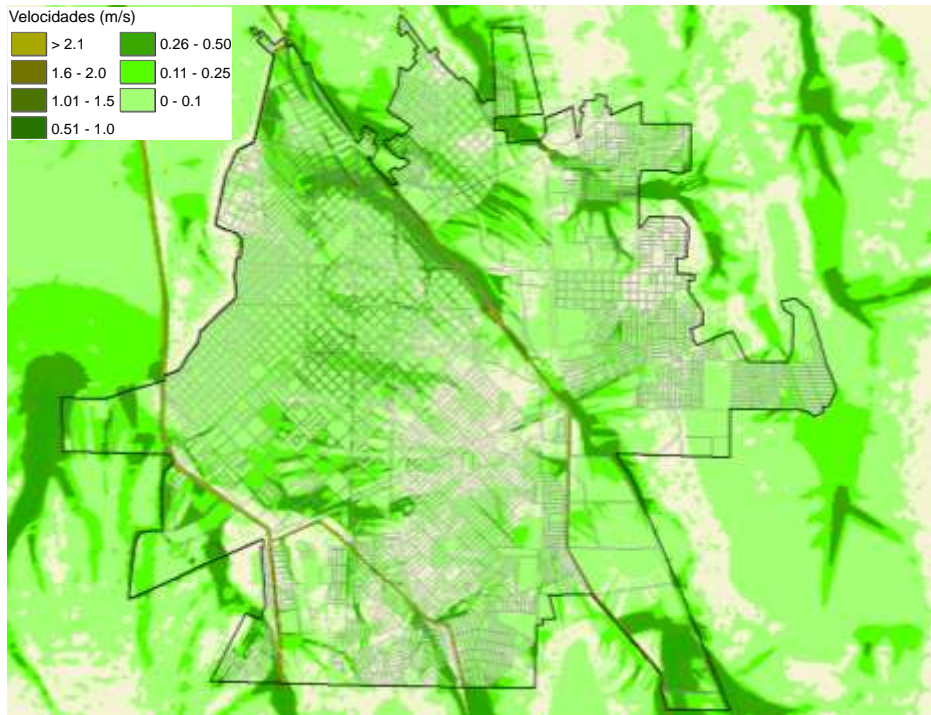


Figura 5.17 Velocidades (m/s) máximas para el periodo de retorno de 100 años

5.5 Análisis de los resultados

Se hizo una revisión de la evolución de los caudales para las cinco avenidas de diseño, en la entrada y salida del dominio del modelo que engloba la ciudad de Delicias, con el objeto de conocer directamente la evolución del caudal y volumen, para llevar a cabo dicho análisis se llevó a cabo la simulación para el periodo de retorno de 100 años donde se considera el área que cubre la zona del río San Pedro con la descarga de la presa Fco. I. Madero, así como el canal lateral que recoge las aguas que drenan de las cinco subcuencas adyacentes a la presa.

El hidrograma para la avenida de diseño de un periodo de retorno de 100 años presenta un desfase en los primeros 6300 segundos ya que el dominio del modelo es grande abarcando un área de 326 km² y la pendiente del mismo es baja, así mismo existe una aportación de gasto de las seis microcuencas que entran al área de estudio; aunado a esto, está el del caudal generado por el proceso de lluvia, lo cual se integra al sistema a través de un hidrograma en el área de estudio.

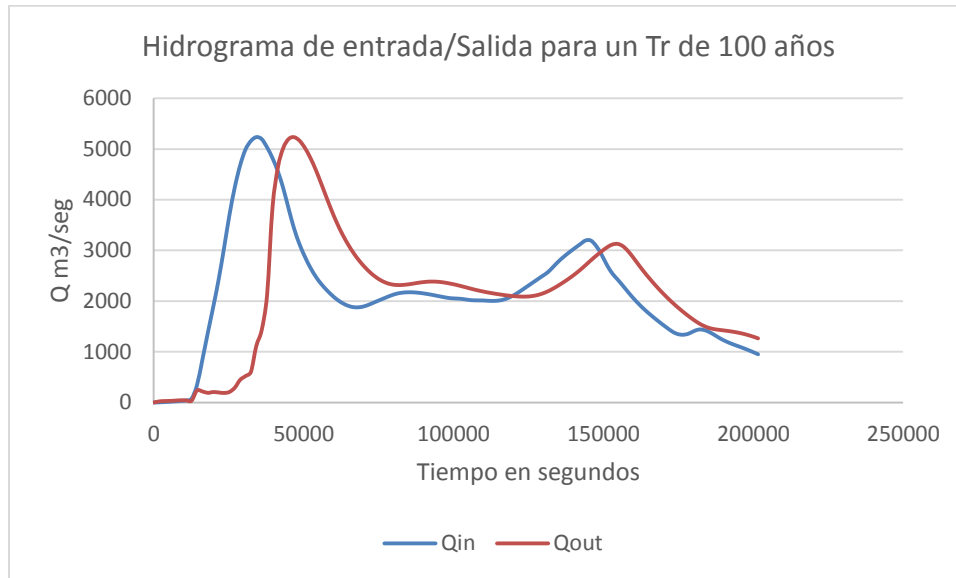


Figura 5.18 Hidrograma de entrada y salida sobre dominio del modelo de la Ciudad de Delicias Chih. (Tr=100 años)

El sistema de drenes que atraviesan de sur a Norte la ciudad de Delicias presentan desbordamientos para el Tr de 100 años. El río San Pedro que recibe las descargas de la presa Fco. I Madero y del canal que recolecta las aguas drenadas en la parte Sur este de la presa. Este del modelo para el periodo de retorno de 100 años presenta tirantes de hasta 5 metros sobre el cauce del río San Pedro a la salida de la presa, pero los desbordamientos causados por el río no alcanzan la zona urbana de la Ciudad de Delicias.

Finalmente es importante destacar que la inundación máxima y los desbordes analizados se presentan en dichas zonas a partir de la avenida de diseño de 10 años, siendo evidentemente más acentuado para la avenida mayor.

También se muestra en este estudio, tal y como se mencionó en el subcapítulo precedente, los niveles de severidad, por lo que se presenta la figura siguiente que muestra datos valiosos, de la relación velocidad del flujo/profundidad hidráulica de inundación, la cual es fundamental.

5.6 Elaboración del mapa de severidad

Para dar mayor detalle de la estimación del daño por inundación, en los últimos años en México se ha venido usando con mayor frecuencia el "diagrama de resistencia al vuelco", mejor conocido como Diagrama de Dórrigo (Figura 5.19 Peterson, 2007). El cual, en función de la velocidad del flujo y del tirante alcanzado por la inundación, permite identificar posibles efectos en cualquier punto de la zona inundada.

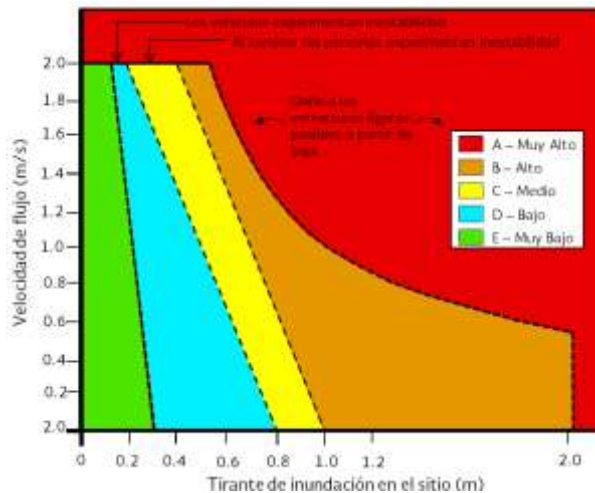


Figura 5.19 Criterios adoptados para clasificar el daño por severidad (cinco categorías).
Fuente: Adaptado de Paterson (2007).

El Diagrama de Dórrigo presenta un cuadrante coordinado compuesto por la velocidad del flujo (v), en el eje de las ordenadas, y el tirante que alcanza la inundación (y), en eje de las abscisas, dividido en cinco diferentes regiones, en función de los efectos que pueden llegar a presentarse ante la combinación de las dos variables antes mencionadas, a través de las cuales es posible identificar algunos de los efectos generados por una inundación y , de esa manera, clasificar toda el área inundada en función de la combinación (y,v).

Cada región se identifica a través de una letra, de la A a la E y la “severidad de la inundación” se clasifica a través de un código de colores: el rojo corresponde a severidad muy alta, mientras que el verde a la severidad muy baja.

En la tabla siguiente se observa el criterio adoptado para clasificar la severidad ante una inundación.

Tabla 5.6 Código de colores para elaborar mapas de severidades

Índices de severidad		Letra	Índice	Color
	Muy alto	A	Muy Alto	Rojo
	Alto	B	Alto	Naranja
	Medio	C	Medio	Amarillo
	Bajo	D	Bajo	Azul
	Muy bajo	E	Muy Bajo	Verde

El mapa de severidad permite que toda la zona afectada por la inundación sea clasificada en función de los efectos generados por la combinación del tirante y la velocidad estimados a través de la modelación hidráulica. Puede ser útil para restringir aquellas zonas que no deben ser utilizadas, o bien, reglamentar los usos del suelo que

comprometan menos a la población o a la misma infraestructura, en función de esa severidad.

La elaboración de un mapa de severidad por inundación requiere los resultados de un modelo bidimensional (tirantes y velocidades calculadas en cada celda de la zona modelada). Estas variables se almacenan en archivos ráster (matrices de valores de velocidad por un lado y matrices de valores de tirantes por el otro), que se conforman a partir de la extracción del valor de ambas variables en cada celda y para cada tiempo de cálculo de la modelación, es decir: en la primera iteración se genera un archivo con el valor que resulte de cada variable en la matriz de tirantes y en la matriz de velocidades, en el paso siguiente se compara el resultado obtenido para las variables tirante y velocidad en toda la zona de análisis, con el valor existente (del primer paso de tiempo) en la matriz de tirantes y en la de velocidades y, en caso de que el nuevo valor sea mayor al existente, se sustituye y se guardan las nuevas matrices de tirantes y velocidades, para el resto de los pasos de cálculo, y hasta el final de la simulación, se realiza la misma comparación entre el valor obtenido en cada paso de tiempo y los de las matrices de tirantes y velocidades existentes y cada vez que algún nuevo valor sea mayor a su antecesor, se sustituye, al final del proceso, la matriz velocidad y la matriz de tirantes contendrán el valor máximo alcanzado por cada variable en la zona de estudio, es decir, representarán la envolvente de tirantes máximos (Figura 5.20) y la envolvente de velocidades máximas (Figura 5.21).

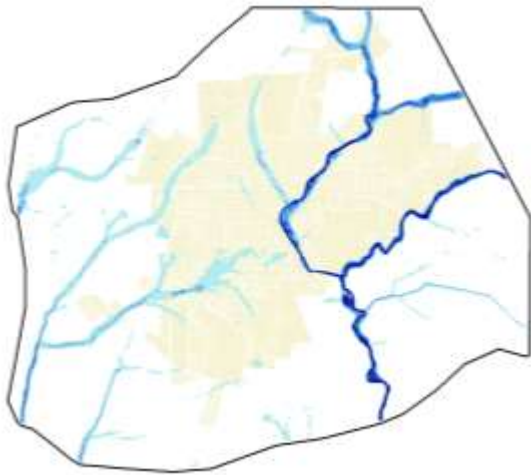


Figura 5.20 Envolvente de tirantes máximos

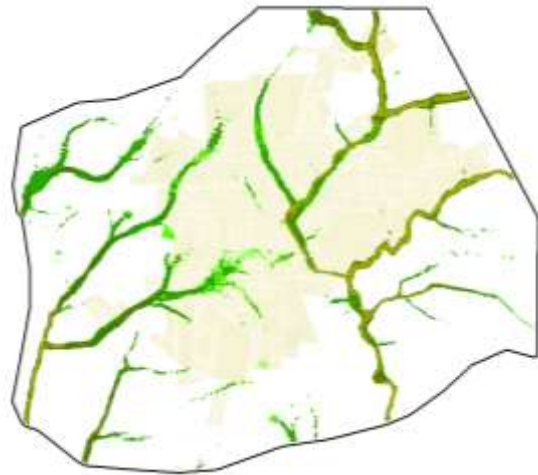


Figura 5.21 Envolvente de velocidades máximas

Por último, el mapa de severidades resulta de identificar la pareja de valores (y,v) para cada elemento de la matriz y verificar en qué zona del Diagrama de Dórrigo se ubica, procediendo a clasificar cada elemento.

El mapa de severidades, puede ser útil para que con base en el grado de severidad identificado en las diferentes zonas que conforman el área de estudio, se definan posibles usos de suelo cuyo objetivo sea minimizar los daños que puedan presentarse en ellas.

En las figuras siguientes se observan los mapas de severidad para los periodos de retorno analizados.

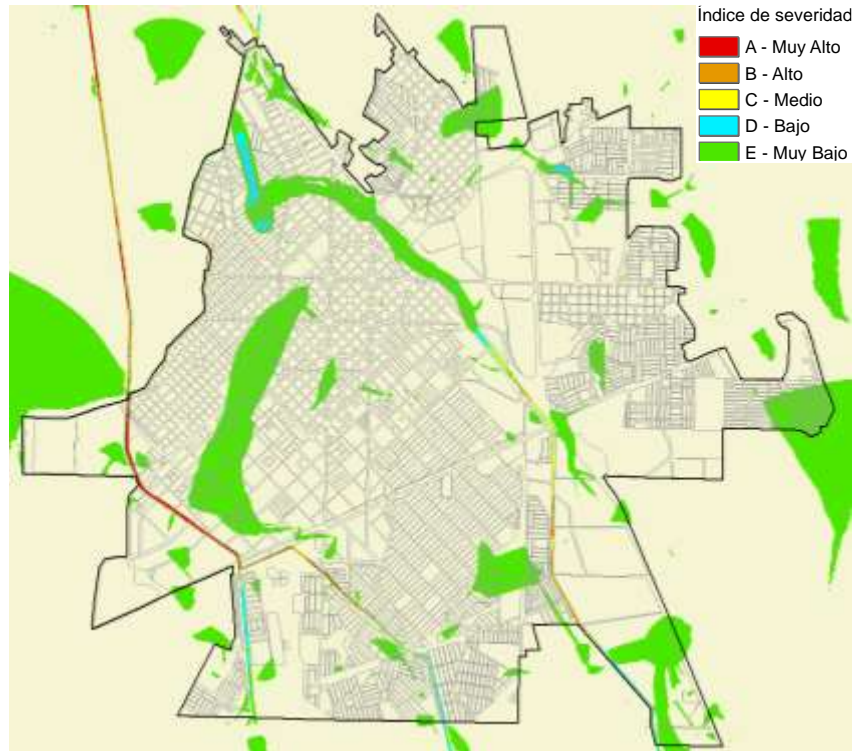


Figura 5.22 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 2 años

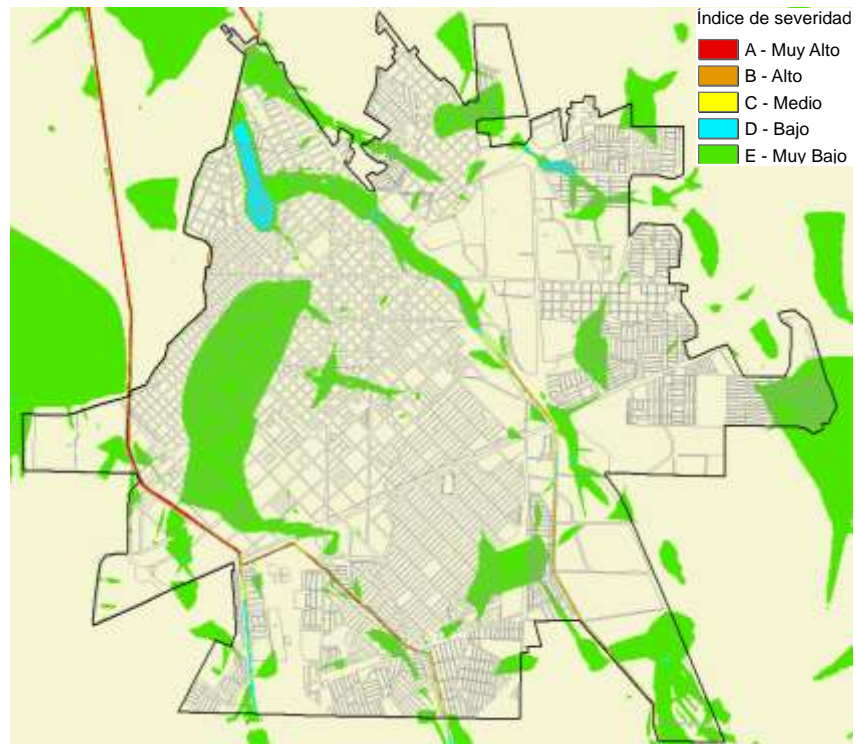


Figura 5.23 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 5 años

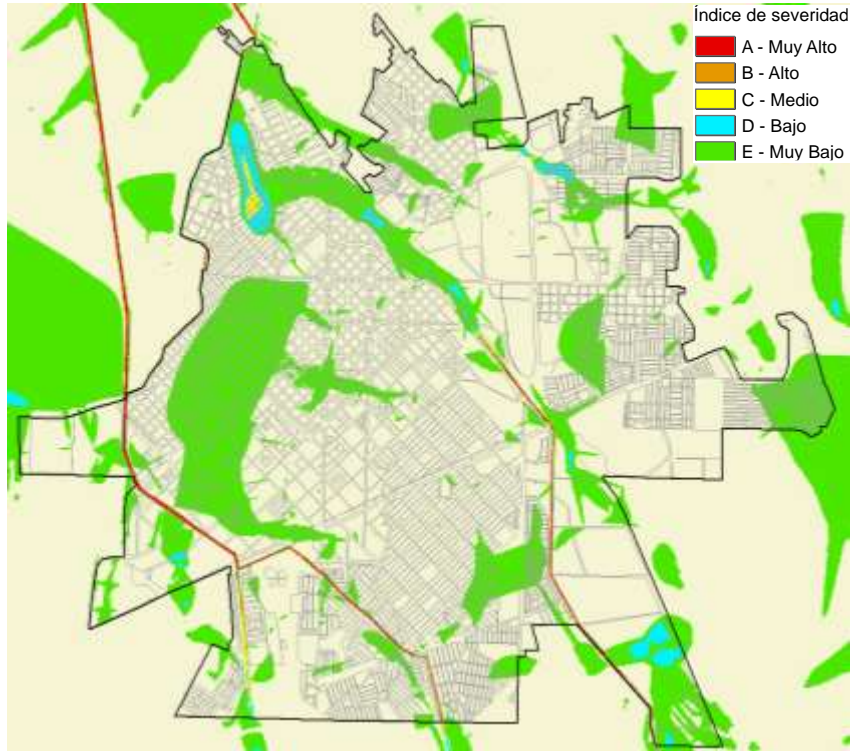


Figura 5.24 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 10 años

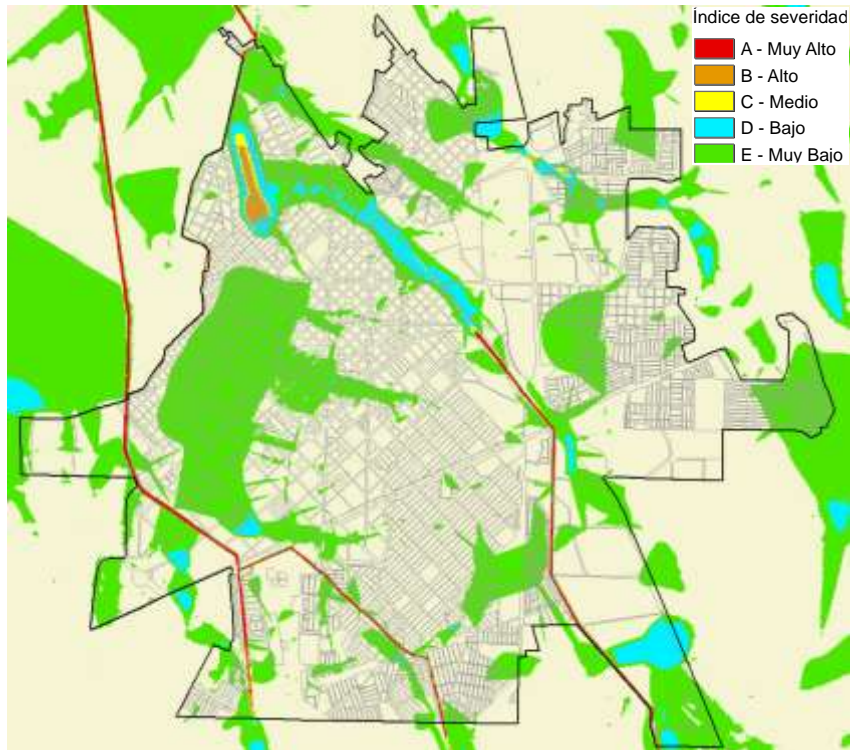


Figura 5.25 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 50 años

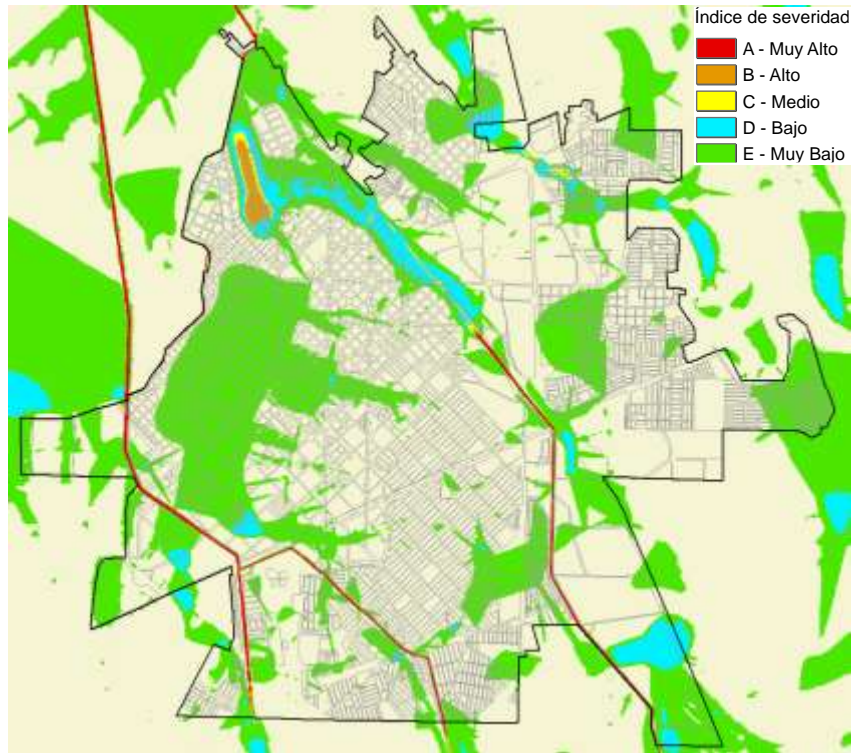


Figura 5.26 Mapa de severidad para un periodo de retorno de 100 años

GLOSARIO

Alerta. Se avisa de que se aproxima un peligro, pero que es menos inminente que lo que implicaría un mensaje de advertencia. (2,7).

Alerta temprana (Aviso temprano). Provisión de información oportuna y eficaz de instituciones y actores claves, que permita a individuos expuestos a una amenaza la toma de decisiones a fin de evitar o reducir su riesgo y prepararse para una respuesta efectiva (2,7).

Área de Aportación. Véase cuenca (4).

Avenida (Crecida). Elevación, generalmente, rápida en el nivel de las aguas de un curso fluvial, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor (3).

Avenida Súbita. Es el incremento en el nivel del agua en el río, debido a que por él fluye un caudal mayor a lo normal, con un corto tiempo entre el momento en que se generan y el momento en que se detecta. A estos fenómenos se debe el mayor número de pérdida de vidas humanas y daños materiales (4).

Azolve. Material de acarreo que obstruye una corriente de agua (4).

Bienes Expuestos. Son todos aquellos bienes y servicios usados por la población para satisfacer sus necesidades y que pueden ser afectados durante una inundación (4).

Bordo de protección. Estructura que sirve para contener el agua de una corriente, ya sea no dejando que ésta salga e inunde las zonas vecinas, o bien, una vez que el escurrimiento del río ha sobrepasado la capacidad de conducción de la corriente y se ha desbordado, éste no alcance una determinada zona (4).

Caudal. Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo (2).

Capacidad de conducción. Potencial máximo con el que cuenta una corriente para desalojar un determinado volumen de agua durante cierto tiempo (4).

Cauce. Se refiere a la zona más baja del terreno por donde normalmente escurre el agua que se precipita en las zonas aledañas (4).

Control de crecidas (control de inundaciones). Manejo de los recursos de agua a través de construcciones de diques, represas, etc. para evitar inundaciones (2).

Cuenca. Área que aporta el agua precipitada hasta un determinado punto sobre una corriente, a través de un sistema de corrientes. Está delimitada por el parteaguas.

Cuerpo de agua. Formación hídrica que en conjunto forman la hidrosfera como charcos temporales, estanques, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, manantiales,

reservas subterráneas, acuíferos, casquetes polares y masas nubosas. (Sarmiento, 2001) (4).

Cubierta vegetal. Conjunto de plantas localizadas en un área geográfica definida que forman una capa protectora para el suelo; puede ser total, parcial, rala, dispersa, etc. (Sarmiento, 2001) (4).

Daño. Efecto adverso o grado de destrucción causado por un evento peligroso de inundación sobre las personas, los bienes, los sistemas de producción y servicios, y en sistemas naturales o sociales (4).

Deforestación. Limpieza o destrucción de un área previamente forestada (2).

Desbordamiento. Volumen de agua que sale por los lados de un río, cuando la capacidad de conducción de éste ha sido superada.

Emergencia. Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general, generada o asociada con la inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturbador (5).

Estaciones Hidrométricas. Sitio junto a un río donde periódicamente se lleva a cabo la medición del escurrimiento, para conocer su régimen hidráulico a lo largo del año (4).

Evaluación del riesgo. Abarca el análisis, evaluación e interpretación de las distintas percepciones de un riesgo y de la tolerancia de la sociedad ante el riesgo como información para tomar decisiones y acciones en el proceso de riesgo de inundaciones. Es el postulado de que el riesgo resulta de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos en un territorio y con frecuencia a grupos o unidades sociales y económicas particulares. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. Análisis de amenazas y de vulnerabilidades componen facetas del análisis de riesgo y deben estar articulados con este propósito y no comprender actividades separadas e independientes. Un análisis de vulnerabilidad es imposible sin un análisis de amenazas, y viceversa (3).

Gasto. Es la cantidad de escurrimiento que pasa por un sitio determinado en un cierto tiempo, también se conoce como caudal. Este concepto se usa para determinar el volumen de agua que escurre en un río (4).

Gestión Integral de Riesgos: El conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, reducción, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción (5).

Hidrograma. Es la representación gráfica de la variación continua del gasto en el tiempo. En cada instante se conoce el gasto que está pasando en el sitio de medición (4).

Hietograma. Es una gráfica de barras que muestra la variación de la altura o de la intensidad de la precipitación en intervalos de tiempo, usualmente de una hora (4).

Intensidad de precipitación. Es la cantidad de lluvia que se precipita en cierto tiempo (altura de precipitación por unidad de tiempo). Sus unidades son mm/h, mm/día, etc. (4).

Inundación. Evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica que provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, genera invasión o penetración de agua en sitios donde “usualmente” no la hay (4).

Mapa de riesgos de inundaciones. Mapa confeccionado según criterios científicos, que indica los elementos de riesgo e informa sobre el grado y la extensión espacial de la inundación (3).

Medidas estructurales. Cualquier construcción física concebida para reducir o evitar el posible impacto de eventos peligrosos, ellas, incluyen obras de ingeniería y construcción de estructuras hidráulicas e infraestructuras resistentes a las inundaciones (3).

Medidas no estructurales. Acciones concebidas para reducir o evitar el posible impacto de fenómenos peligrosos, se encaminan a través del ordenamiento físico de los asentamientos humanos, la planificación de proyectos de inversión de carácter industrial, agrícola o de infraestructura, la educación y el trabajo con comunidades expuestas. Estas medidas son de especial importancia para que, en combinación con las medidas estructurales, se pueda reducir el riesgo de una manera efectiva y equilibrada. Las medidas no estructurales pueden ser activas o pasivas. Las medidas no estructurales activas son aquellas en las cuales se promueve la interacción directa con las personas y destacan: la organización para la atención de emergencias, el desarrollo y fortalecimiento institucional, la educación formal y capacitación, la información pública y campañas de difusión, así como la participación comunitaria y la gestión a nivel local. Las medidas no estructurales pasivas son aquellas más directamente relacionadas con la legislación y la planificación. (3).

Monitoreo (Vigilancia). Sistema que permite la observación, medición y evaluación continua del progreso de un proceso o fenómeno a la vista, para tomar medidas correctivas (2).

Nivel de alarma de crecida (Alarma de nivel de inundación). Nivel de agua que se considera peligroso y en el cual deberían iniciarse las advertencias (2).

Ordenamiento territorial (Planificación del uso de la tierra). Rama de la planificación física y socioeconómica que determina los medios y evalúa el potencial o limitaciones de varias opciones de uso del suelo, con los correspondientes efectos en diferentes segmentos de la población o comunidad, cuyos intereses han sido considerados en la toma de decisiones. Es la asignación planificada y regulada de determinado uso del suelo, ya sea urbano, rural, área natural, etc. El ordenamiento territorial tiene en cuenta el uso

actual y futuro del suelo, así como, el interés colectivo para asignar los diferentes “usos del suelo” (3).

Parteaguas. Es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico que separa una cuenca de sus vecinas (4).

Peligro. Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado (5).

Percepción del riesgo. Percepción de un riesgo por parte de una persona o grupo de personas; refleja los valores culturales y personales, así como la experiencia por eventos pasados de desastre (3).

Periodo de retorno. Es el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud. Normalmente, el tiempo que se usa son años y la magnitud del evento puede ser el escurrimiento, expresado como un cierto gasto, una lámina de precipitación o una profundidad de inundación (tirante). Se subraya que el evento analizado no ocurre exactamente en el número de años que indica el periodo de retorno, ya que éste puede ocurrir el próximo o dentro del periodo especificado (4).

Preparación: Actividades y medidas tomadas anticipadamente para asegurar una respuesta eficaz ante el impacto de un fenómeno perturbador en el corto, mediano y largo plazo (5).

Precipitación. Proceso por el cual el vapor de agua que forma las nubes se condensa, formando gotas de agua que al alcanzar el tamaño suficiente se precipitan, en estado líquido como lluvia o sólido como nieve o granizo, hacia la superficie terrestre. La precipitación pluvial se mide en milímetros (Ahrens, 2000).

Prevención: Conjunto de acciones y mecanismos implementados con antelación a la ocurrencia de los agentes perturbadores, con la finalidad de conocer los peligros o los riesgos, identificarlos, eliminarlos o reducirlos; evitar o mitigar su impacto destructivo sobre las personas, bienes, infraestructura, así como anticiparse a los procesos sociales de construcción de los mismos (5).

Previsión: Tomar conciencia de los riesgos que pueden causarse y las necesidades para enfrentarlos a través de las etapas de identificación de riesgos, prevención, reducción, preparación, atención de emergencias, recuperación y reconstrucción (5).

Probabilidad de excedencia. Probabilidad de que una magnitud dada de un evento sea igual o excedida (2).

Protección civil. Sistema de medidas, usualmente ejecutadas por una agencia del gobierno, para proteger a la población civil en tiempo de guerra, responder a desastres y prevenir y mitigar las consecuencias de un desastre mayor en tiempos de paz. El término Defensa civil se usa cada vez más en estos días (2).

Población en riesgo. Una población bien definida cuyas vidas, propiedades y fuentes de trabajo se encuentran amenazadas por peligros dados. Se utiliza como un denominador (2).

Pronóstico. Determinación de la probabilidad de que un fenómeno físico se manifieste con base en: en el estudio de su mecanismo generador, la observación del sistema perturbador y/o registros de eventos en el tiempo. En el caso de las inundaciones corresponde a la previsión del nivel, caudal tiempo de ocurrencia y duración de la avenida, especialmente de su caudal máximo en un punto determinado, producida por precipitación sobre la cuenca (3).

Reducción de Riesgos: Intervención preventiva de individuos, instituciones y comunidades que nos permite eliminar o reducir, mediante acciones del impacto adverso de los desastres. Contempla la identificación de riesgos y el análisis de vulnerabilidades, resiliencia y capacidades de respuesta, el desarrollo de una cultura de la protección civil, el compromiso público y el desarrollo de un marco institucional, la implementación de medidas de protección del medio ambiente, uso del suelo y planeación urbana, protección de la infraestructura crítica, generación de alianzas y desarrollo de instrumentos financieros y transferencia de riesgos, y el desarrollo de sistemas de alertamiento (5).

Régimen Hidráulico. Variación temporal de una corriente. Normalmente hay dos regímenes: el estiaje y la temporada de lluvias (4).

Regulación. Capacidad de un río, en un cierto tramo y para un instante dado, de sacar más agua de la que entra, es decir, almacenar instantáneamente un cierto volumen (4).

Rehabilitación. Operaciones y decisiones tomadas después de un desastre con el objeto de restaurar una comunidad golpeada, y devolverle sus condiciones de vida, fomentando y facilitando los ajustes necesarios para el cambio causado por el desastre (2,7).

Resiliencia: Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a un peligro para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de sus efectos en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura y mejorando las medidas de reducción de riesgos (5,7).

Reubicación. Acciones necesarias para la instalación permanente de personas afectadas por un desastre, a un área diferente a su anterior lugar de vivienda (2).

Remanso. Aumento en el nivel de agua de un río, debido al taponamiento natural o artificial de éste (2).

Riesgo. Es la combinación de tres factores: el valor de los bienes expuestos, C, la vulnerabilidad, V, y la probabilidad, P, de que ocurra un hecho potencialmente dañino para lo expuesto (4).

Riesgo Inminente. Aquel riesgo que, según la opinión de una instancia técnica especializada, debe considerar la realización de acciones inmediatas en virtud de existir

condiciones o altas probabilidades de que se produzcan los efectos adversos sobre un agente afectable (5).

Seguro. Instrumento de Administración y Transferencia de Riesgos (5).

Seguro contra desastres. Pólizas de seguros patrocinadas por entidades privadas o del gobierno para la protección contra pérdidas económicas que resulten de un desastre (2).

Simulacro. Ejercicio para toma de decisiones y adiestramiento en desastres dentro de una comunidad amenazada, con el fin de representar situaciones de desastre para promover una coordinación más efectiva de respuesta, por parte de autoridades pertinentes y de la población (2).

Sistema de información geográfica. Es una herramienta de software que permite capturar, almacenar, organizar, presentar y realizar análisis sobre información geográficamente referenciada, es decir, que posee coordenadas terrestres. La tecnología GIS integra operaciones de bases de datos comunes tales como búsquedas o análisis estadísticos apoyados por la ayuda y beneficios ofrecidos por el despliegado gráfico de dicha información (1).

Tirante. Elevación de la superficie del agua sobre un punto en el terreno (4).

Vulnerabilidad. Susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales (5).

Zona de Riesgo. Espacio territorial determinado en el que existe la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (5).

Zonificación. Por lo general indica la subdivisión de un área geográfica, país, región, etc. en sectores homogéneos con respecto a ciertos criterios, como, por ejemplo, la intensidad de la amenaza, el grado de riesgo, requisitos en materia de protección contra una amenaza dada (2).

(1) Ciclones tropicales. Serie Fascículos. Centro Nacional Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación. 1ª. Edición, diciembre 2003.

(2) Department of Humanitarian Affairs (DHA) (1992). Internationally agreed glossary of basic terms related to Disaster Management. United Nations.

(3) González T. M. E. (2008), Tesis doctoral. Un modelo integral para la valoración del riesgo de inundación en centros urbanos y/o suburbanos. Enfoque metodológico utilizando indicadores Caso: Pueblo Viejo, Veracruz, México. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Geografía.

(4) Inundaciones. Serie Fascículos. Centro Nacional Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación. 1ª. Edición, octubre 2004. ISBN 978-870-821-002-7.

(5) Ley General de Protección Civil. Decreto por el que se expide la Ley General de Protección Civil. Diario Oficial de la Federación. Junio de 2012.

(6) Proyecto de norma mexicana. PROY-NMX-AA-175-SCFI-2015. Operación segura de presas. Parte 1.- Análisis de riesgo y clasificación de presas.

(7) Este término no se maneja en el presente documento, sin embargo, sirvió de base para la gestión integrada de la zona de estudio.

REFERENCIAS

Baró-Suárez, J. E., Díaz-Delgado, C., Calderón-Aragón, G., Cadena-Vargas, E. y Esteller-Alberich, M.V., 2011. Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica en México, volumen II, núm. 3, julio-septiembre de 2011, pp. 201-218.

Beven, K.J. and Kirkby, M.J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrol. Sci. Bull. Vol. 24, no. 1, 1979, pp. 43-69.

Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E., Dolz, J., Coll, A. (2014). "Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos". Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol.30(1) pp.1-10

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2014. Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas. 13 Organismos de Cuenca. Primera Versión.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2011. Manual para el control de inundaciones.

De la Cruz L. F. Presentación de avance de proyecto del Instituto de Ingeniería ante CONAGUA. Septiembre de 2013. Participantes Faustino De la cruz Luna, Laura Vélez Morales, Griselda.

Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250,000. Noviembre (2009). Recuperado el 20 de noviembre de 2015 de: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclat/ususuelo/doc/dd_usyv_v1_250k.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ed. (2016). «Censo de población y vivienda 2010». Consultado el 11 de noviembre de 2015 de: http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=27770

Meyer V. et al.(2012) Economic evaluation of structural and non-structural flood risk management measures: examples from the Mulde River. Nat Hazards (2012) 62:301-324. DOI 10.1007/s11069-011-9997-z. Received: 21 April 2011 / Accepted: 25 September 2011 / Published online: 14 October 2011_ Springer Science+Business Media B.V. 2011.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I Hidrología. OMM Sexta edición, 2011.

Paterson Consultants Pty Limited, 2007. Dorrigo Flood Study. Final Report. Bellingen Shire Council. December 2007. Consultado en:

http://www.bellingen.nsw.gov.au/index.php?option=com_content&view=article&id=47576:dorrigo-flood-study&catid=523&Itemid=1711

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. Solicitud de autorización del Atlas de Riesgos del Municipio de Uruapan, Michoacán. (113 p.). Recuperado el 26 de octubre de 2015 de:

http://transparencia.congresomich.gob.mx/media/documentos/periodicos/seg-9314_2.pdf

Salas S. M. A. Conferencia: Indicadores ambientales y el riesgo climático. Atlas de riesgo climático. 3er Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático. UNAM. Consultado en <http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/presentaciones.html> Fecha de consulta: Septiembre, 2013.

UNESCO (1975). Soil map of the World. Volume III Mexico and Central America. Italy: 1975.

Uribe-Alcántara, Edgar Misael, et al, Mapa Nacional de Índice de Inundación. Agroasemex, S. A., Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 2, abril-junio de 2010, pp. 73-85.

USACE, 1991. Expected Annual Flood Damage Computation. User's Manual. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. March 1989, pp 45-49.