

Convenio CNA-IMTA N° SGIH-GDTT-OP-IMTA-01.07.08-004.
INVENTARIO NACIONAL DE OBRAS DE PROTECCIÓN EN CAUCES NATURALES
Informe de Convenio (para revisión)
Subgerencia de Proyectos de Obras de Protección en Cauces (CONAGUA)-Subcoordinación
de Hidrología y Mecánica de Ríos (IMTA).

Reconocimiento y propiedad

Se hace un reconocimiento especial al Subgerente y especialistas de la Subgerencia de Obras de Protección en Ríos que permitieron y ayudaron en el desarrollo e integración de esta publicación. También de la Conagua se reconocen las contribuciones que tuvieron ingenieros y técnicos de la Gerencia del Consultivo Técnico, de la Subgerencia de Administración de Riesgos y de la Gerencia de Informática.

La propiedad del estudio y sus productos, siendo esta publicación uno de ellos, es de la Comisión Nacional del Agua, su Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola, Gerencia de Distritos de Temporal Tecnificado y específicamente de la Subgerencia de de Obras de Protección en Ríos.

Agradecimientos

Se agradece en forma especial la participación, la colaboración, la asesoría y el apoyo en la realización del Inventario de los directores, funcionarios, ingenieros y técnicos de las Direcciones Generales de Organismos de Cuenca, de las Direcciones Locales de la Conagua; al Ing. Carlos J. Arias, Subdirector General de Protección Civil del Estado de Sonora y a los siguientes especialistas que coordinaron grupos de trabajo en sus universidades, apoyando los trabajos en sus estados y algunos adyacentes y cercanos: al Dr. Miguel Ángel Domínguez de la Universidad Autónoma de Querétaro, el Dr. Ángel A. Villalobos de la Universidad Autónoma de Zacatecas y al PDr. Rabindranath Romero de la Universidad Veracruzana. Un buen agradecimiento al apoyo institucional en materia de logística y administración de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros a través del desempeño del Lic. Adrián Ahedo.

Participantes

La empresa de consultoría Servicios de Ingeniería e Informática con su coordinador Ing. Enrique Viveros Mora. Del IMTA, el MI. José Alberto Báez Durán, el MI. Horacio Flores Casamayor, el Lic. M. Antonio Pineda Barba, la CP. Nora G. López; el MI. Ernesto Aguilar, el MI. Jorge A. Hidalgo Toledo y el MenC. Alberto Güitrón de los Reyes. Como consultor externo el Ing. G. Enrique Ortega Gil. Jefe de Proyecto: Ing. Alfonso Olaiz y Pérez de la Subcoordinación de Hidrología y Mecánica de Ríos de la Coordinación de Hidrología del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Proyecto.-

TH0840.3. Inventario Nacional de Obras de Protección en Cauces Naturales
 Convenio N° SGIH-GDTT-OP-IMTA-01.07.08-004

Informe Final**Tabla de contenido**

1.....	A
Antecedentes.....	3
a. Contratación con la CONAGUA.....	3
b. Finalidades del proyecto inventario.....	4
c.....	A
gradecimientos.....	4
2. Objetivo.....	6
3. Resultados esperados.....	6
4.....	Z
Zonas inundables de México.....	7
a. Los ríos y las cuencas de México.....	7
b. Diagnóstico de las inundaciones en México.....	8
c. Centros de población mayores de 50,000 habitantes.....	17
d. Centros de población mayores de 300,000 habitantes.....	25
e. Las instituciones, la participación social y las inundaciones.....	29
f. Sistema de inventario de Desastres (DesInventor).....	37
5. Selección de obras de protección.....	38
a. Tipos y singularidades.....	38
b. Referencias bibliográficas.....	39
c. Grandes agrupaciones.....	40
6. Metodología.....	41
a. Planeación y programación.....	42
i. El universo de las obras.....	42
ii. Cobertura y compatibilidad.....	43
iii. Tiempos desfavorables.....	43
b. Fuentes de información e instrumentos para su levantamiento.....	43
i. Diseño del Cuestionario para directivos.....	43
ii. Diseño de la Ficha para el levantamiento de información.....	46
iii. Otras fuentes de información y otros diseños.....	51

c.	Contacto en la CONAGUA.....	51
i.	Solicitudes de información y seguimientos.....	52
ii.	Respuesta de las direcciones de la CONAGUA.....	52
d.	Contratación y convenios de servicios.....	52
e.	Programa de trabajo y actividades desarrolladas.....	52
i.	Con universidades.....	52
7.	Análisis y arreglo de la información.....	57
a.	Recopilación.....	57
b.	Revisión y validación.....	57
c.	Visitas de campo.....	57
d.	Integración del archivo documental y digital de las obras.....	57
8.	Visitas realizadas a las obras de protección en los OC y DL.....	57
9.	Inventario de obras de protección.....	61
a.	Resumen.....	61
b.	Procedimientos y técnicas para formar la base de datos.....	62
c.	¿Cómo se hizo?.....	62
d.	Resultados.....	62
e.	Formación de los archivos digitales de la documentación recopilada.....	62
10.	Edición del libro.....	63
11.	Diagnóstico y sugerencias.....	69
i.	Obras en buen estado.....	70
ii.	Obras en regular estado.....	70
iii.	Obras en mal estado.....	71
iv.	Obras en muy mal estado.....	71
12.	Conclusiones y recomendaciones.....	72
	Anexos.....	73



1. Antecedentes

a. Contratación con la CONAGUA

Una de las funciones importantes que ha tenido el gobierno federal desde la época de la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos, es la de proteger contra las inundaciones a la población, sus bienes y áreas productivas.

La función de proteger contra inundaciones se realiza principalmente de dos maneras. La primera, con medidas *no estructurales* que buscan evitar asentamientos y actividad económica en zonas con riesgo de inundarse. La segunda con medidas *estructurales*, mediante la construcción de obras de infraestructura hidráulica como presas, bordos y encauzamientos cuyo propósito es controlar en época de lluvias los volúmenes de agua en exceso a su paso por las zonas que se desea proteger.

Esta función la continúa la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través de la Subgerencia de Obras de Protección en Ríos de la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola, la cual necesitaba conocer el inventario nacional de obras protección y su estado de conservación.

Por otro lado, el área de administración de riesgos de la CONAGUA también tenía la necesidad de contar con información suficiente para asegurar las obras de infraestructura y, en caso de ser siniestradas por eventos extremos –inundaciones–, reclamar su reparación o reposición con objeto de recuperar la capacidad instalada de protección contra inundaciones.

Así, se presentó a la Subgerencia de Obras de Protección en Ríos de la CONAGUA una propuesta para elaborar un inventario de obras de protección contra inundaciones, con su localización y distribución en el territorio nacional, su estado de conservación y el diagnóstico de su funcionamiento.

El inventario levantado por organismo de cuenca y por dirección estatal de la CONAGUA permitiría también conocer el tamaño de población y áreas protegidas, sus principales obras, sus necesidades de mantenimiento actual y las obras prioritarias necesarias a futuro para aumentar y mejorar el grado de protección en sus jurisdicciones.

El IMTA suscribió con la CONAGUA el Convenio de Colaboración Conjunto N° SGIH-GDTT-OP-IMTA-01.07.08-004 para elaborar el **Inventario Nacional de Obras de Protección en Cauces Naturales**¹ en 2008. El trabajo se planeó para disponer y organizar todos los recursos calificados disponibles para realizar los trabajos necesarios y entregar los mejores resultados en los tiempos previstos.

¹ [ANEXO I](#). Copia de la Propuesta de Servicios del IMTA, el Convenio de Colaboración y el Anexo Técnico respectivo, con las especificaciones del estudio.



b. Finalidades del proyecto-inventario

Como es característico por la variabilidad recurrente del ciclo hidrológico, el agua en la época de estiaje o secas es sumamente valorada por su escasez pero es menospreciada cuando en época de lluvias hay agua en exceso. De la misma forma, la importancia de las obras de protección a poblaciones y áreas de cultivo contra inundaciones crece y se valoran más en época de lluvias, tormentas y huracanes y menos, cuando es época de estiaje o secas.

Al crecer la población y las áreas productivas a proteger, también aumenta la magnitud de las tareas para lograrlo. Gradualmente son necesarios más estudios, proyectos y obras a construir y mayores las inversiones requeridas. Además, construidas las obras, se requiere invertir periódicamente para conservar y mantener su buen estado, funcionamiento y vida útil.

Por otro lado, lo variable de la dinámica atmosférica y el cambio climático en buen grado impredecible, hacen inseguros los pronósticos de cuando se presentarán inundaciones ni de la magnitud que serán. Los análisis hidrológicos y estadísticos proporcionan estimaciones cercanas a los eventos esperados, pero no dan la certidumbre de que la realidad será menor o cuando más, del tamaño calculado. Es un hecho seguro que tarde o temprano, en cualquier sitio se presentarán avenidas o inundaciones superiores a las esperadas, rebasando las capacidades existentes de control y protección. Sin embargo, la cobertura actual que dan las obras de protección actuales es útil, valiosa y un patrimonio que hay que proteger, conservar y valorar.

Así, el proyecto del Inventario definió tres finalidades principales:

- 1º. Contar con información para asegurar la infraestructura hidráulica actual de protección contra daños por inundaciones;
- 2º. Contar con soporte técnico y estadístico para justificar las solicitudes de presupuesto a la SHCP para estas obras. Presupuesto que es necesario para la conservación y mantenimiento de las obras existentes, para rehabilitar o reparar obras deterioradas y para nuevas obras de control;
- 3º. Conocer y valorar el acervo patrimonial de México de obras de protección contra inundaciones de centros de población y áreas productivas que México ha construido, históricamente desde la SRH hasta la CONAGUA actualmente; y por último,
- 4º. Contar con una herramienta útil para la CONAGUA en el desempeño de la importante función de control de avenidas y protección contra inundaciones y para el IMTA en su misión de contribuir a un mejor manejo del agua mediante investigación y desarrollo tecnológico.

En este Informe Final se presentan los resultados alcanzados del proyecto conforme las finalidades establecidas.

c. Agradecimientos

Fue posible desarrollar el proyecto y sus alcances gracias a la valiosa colaboración de profesionales, técnicos y personal de distintas instituciones y dependencias, en especial de:

- Por parte de la CONAGUA,
La Subgerencia de Obras Protección en Ríos de la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola.



Las Direcciones Generales de los organismos de cuenca nacionales. El agradecimiento muy especial a la II. Noroeste (Hermosillo), III. Pacífico Norte (Culiacán), V. Pacífico Sur (Oaxaca), VI. Río Bravo (Monterrey) y XI. Frontera Sur (Tuxtla Gutiérrez).

Las Direcciones Locales (Estatales) de la CONAGUA, destacando principalmente las de BCS, Sonora, Sinaloa, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Nuevo León, SLP, Colima, Tamaulipas, Veracruz, Chiapas e Hidalgo.

La Gerencia del Consultivo Técnico de la Subdirección General Técnica.

La Subgerencia de Administración de Riesgos de la Subdirección General de Administración.

La Subgerencia del Sistema Nacional de Información del Agua de la Subdirección General de Programación.

- Por parte del IMTA,
 - Coordinación de Hidrología
 - Coordinación de Hidráulica
- Por parte de universidades,
 - Universidad Autónoma de Querétaro que atendió los estados de: Guanajuato, Michoacán, Querétaro, SLP y desembocadura del Río Pánuco (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz).
 - Universidad Autónoma de Zacatecas que atendió los estados de: Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco.
 - Universidad Veracruzana que atendió los estados de: Veracruz y Oaxaca en su vertiente del Golfo.
 - Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, que apoyó todas las necesidades técnicas y de soporte para trabajos y visitas técnicas de campo.
- Finalmente por parte de empresas y consultores, se agradece la colaboración de:
 - Sistemas Meteorológicos e Hidrológicos, CONTEXT Group y de Sistemas de Ingeniería e Informática.



2. Objetivo

El objetivo del proyecto se estableció como:

“Realizar el Inventario de las obras fluviales realizadas y existentes en la República Mexicana, documentando datos generales, sus características de ubicación, diseño, construcción, operación, estado físico, etc. Esto incluye también la formación de una base de datos fotográfica de estas obras y una publicación que destaque los aspectos funcionales y de integración de estas obras fluviales.”

3. Resultados esperados

Se definieron los siguientes resultados esperados importantes del proyecto:

- Recopilación de información documental de obras de infraestructura de protección contra inundaciones o avenidas en oficinas de los organismos de cuenca y direcciones locales (estatales) de la CONAGUA.
- Análisis y evaluación de la documentación recopilada.
- Selección de procedimientos y técnicas adecuadas para formar la base de datos, las fichas de obras, los archivos digitales y los respaldos.
- Formación de los archivos digitales de la documentación recuperada.
- Visitas de campo para identificación de sitios, fotografías, toma de coordenadas, evaluación física, evaluación de funcionalidad, etc.
- Elaboración de fichas documentales de las obras existentes.
- Escritura y formación del libro “Inventario nacional de obras de protección en cauces naturales”
- Edición e impresión de 100 ejemplares del libro.
- Integración del Archivo documental y digital de las obras.



4. Zonas inundables en México

- I. Criterios
- II. Origen e instituciones de gobierno
- III. Mapa o Atlas de riesgo de inundaciones en México

a. Los ríos y las cuencas de México

Los ríos pueden ser de dos tipos según su estacionalidad: perenes, con agua todo el año, e intermitentes, con agua sólo en alguna parte del año, por lo general la época de lluvias. Los principales ríos de México, por su escurrimiento medio anual en millones de metros cúbicos, son los siguientes: Usumacinta, 56 mil; Papaloapan, 47 mil; Grijalva, 25 mil; Coatzacoalcos, 22,500; Balsas, 14,500; Bravo, 13 mil; Pánuco, 12 mil; Hondo, 11 mil; Lerma-Santiago, 8,500; Tecolutla, 5,500; y Fuerte, 5 mil.² Los cuatro principales ríos llevan al Golfo de México un total de 2.2 millones de litros de agua cada segundo. El Usumacinta contribuye con 900 mil, el Grijalva 700 mil, el Coatzacoalcos 400 mil y el Papaloapan con 200 mil. El río Bravo está considerado uno de los más largos del mundo, tiene 2,800 kilómetros de longitud y un caudal máximo promedio cercano a los 120 mil litros por segundo. Ver Figura siguiente.

Figura 1. Ríos más caudalosos de México.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

La cuenca hidrográfica es una unidad morfológica superficial, delimitada por divisorias llamadas parteaguas, desde las cuales escurren aguas superficiales. Al interior, las cuencas se pueden delimitar o

² Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

subdividir en sub-cuencas o cuencas de orden inferior, asimismo se pueden diferenciar zonas caracterizadas por una función primordial (cabecera-captación y transporte-emisión) o por su nivel altitudinal (cuenca alta, media y baja). La delimitación de cuencas implica una demarcación de áreas de drenaje superficial donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

b. Diagnóstico de las inundaciones en México

Debido a la orografía nacional y a que México está situado cerca de la zona intertropical de convergencia y dentro del campo de influencia de los ciclones tropicales, se presentan lluvias intensas que producen inundaciones año con año, ocasionando serios problemas en zonas rurales agrícolas, en poblaciones y en conglomerados urbano-industriales. Los fenómenos hidrometeorológicos tienen grandes repercusiones positivas y negativas en el país debido, entre otros, a los factores físicos antes mencionados, pero también a los grandes contrastes que tienen la distribución y la dinámica de su población.

Las inundaciones frecuentemente vienen acompañadas de material sólido proveniente de las partes altas de la cuenca, cuya cantidad depende de las características de la cubierta vegetal, tipo de suelo y pendiente, las cuales definen las áreas de depósito del material de arrastre. Por otra parte, los tiempos de concentración de los escurrimientos en cada una de las cuencas y sus pendientes, definen si las inundaciones son súbitas o de proceso lento. Las avenidas súbitas se presentan generalmente en cuencas ubicadas en zonas con montaña de fuerte pendiente donde existen pequeños valles, barrancas y abanicos aluviales al pie de éstas.

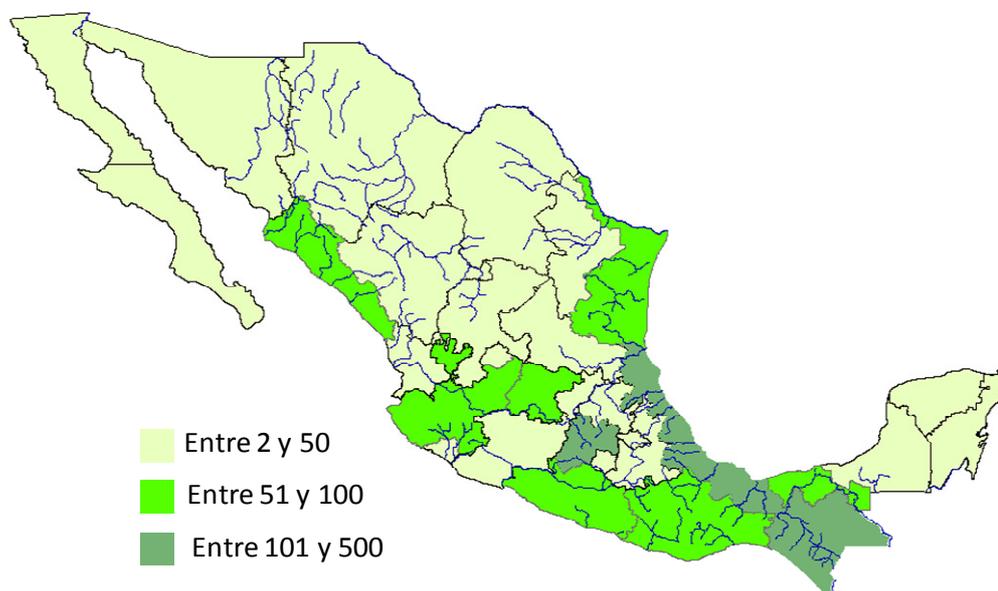
También pueden presentarse debido al rompimiento de un bordo, presa o represa, o en ciudades cuyo suelo o piso presenta un alto coeficiente de escurrimiento porque es muy impermeable. Su característica y peligrosidad más importante es que ocurren de manera imprevista, lo que dificulta alertar con tiempo de antelación. Como consecuencia de ello, este fenómeno puede cobrar una mayor cantidad de vidas humanas en comparación con una inundación lenta.³

En las planicies de los grandes ríos de México, prácticamente todos los años se producen inundaciones derivadas de sus desbordamientos. La causa principal es la pérdida de la capacidad hidráulica de esas corrientes una vez que dejan la zona de sierras y se adentran en las planicies. En contraste, en las zonas semidesérticas las inundaciones son menos frecuentes por lo que suelen olvidarse; sin embargo, cuando se presentan causan serios problemas. Las grandes avenidas, provocadas generalmente por los ciclones y las lluvias convectivas que producen pérdidas económicas y en ocasiones pérdidas de vidas humanas, ocurren por lo general en torno al mes de septiembre. En la Figura siguiente se muestra el número de inundaciones registradas por estado de 1950 a 2007.

³ CENAPRED, Fenómenos Hidrometeorológicos, Guía Básica para la elaboración de Atlas estatales y municipales de Peligros y Riesgos. Secretaría de Gobernación. 2006.



Figura 2. Inundaciones registradas entre 1950 y 2007.



Fuente: CENAPRED.

Infortunadamente, no se cuenta con registros históricos ni con un mecanismo adecuado para captar en forma sistemática la información sobre los daños asociados a inundaciones y avenidas. Las inundaciones afectan, por una parte, algunas regiones desarrolladas y ocasionan pérdidas cuantiosas; por otra, existen regiones potencialmente productivas en las planicies de la costa del Golfo, donde no es posible intensificar el desarrollo por encontrarse sujetas a inundaciones.

Un programa efectivo de control de avenidas y lucha contra inundaciones en una cuenca hidrológica debe ser integral, compuesto de acciones de infraestructura y de acciones no estructurales o institucionales.

Las acciones de infraestructura comprenden medidas de dos tipos: unas como las presas de almacenamiento, que reducen la magnitud de las avenidas; y otras como los bordos, rectificaciones de ríos y cauces de alivio, que confinan a las avenidas pero que si no son planeadas integralmente, transfieren el problema aguas arriba o aguas abajo del lugar que protegen.

Las acciones institucionales comprenden: el manejo de cuencas y la operación de compuertas –que mitigan la magnitud de las avenidas; zonificación de acuerdo al uso más adecuado del suelo tomando en cuenta el riesgo de inundación; el diseño de construcciones que no sean afectadas por las inundaciones; la predicción de avenidas; la lucha contra inundaciones; los programas de ayuda a damnificados y los seguros contra inundación.

Debido a que la política de desarrollo seguida en el país favoreció la construcción de infraestructura de riego en zonas áridas y semiáridas, la acción de la Autoridad del Agua se orientó en el pasado, casi exclusivamente, a la construcción de obras con fines de riego. Como consecuencia, se han llevado a cabo sólo algunas acciones de infraestructura aisladas con fin prioritario de control de avenidas, y entre ellas se encuentran las presas Malpaso, Temascal y La Amistad; bordos de protección de longitud

considerable en los ríos Papaloapan, Lerma, Colorado, Grijalva, ríos de la costa de Chiapas y Bravo y en puntos aislados de muchos otros ríos; algunas rectificaciones y cauces de alivio. En el diseño de acciones de infraestructura, como puentes, bordos y represas, no siempre se han considerado los efectos que éstas producen cuando se presentan avenidas.

En general, la edificación en cauces y la invasión de llanuras de inundación restan capacidad de conducción y almacenamiento a los ríos produciendo remansos que aumentan las pérdidas potenciales por inundación. Esto provoca que las pérdidas anuales por inundaciones aumenten con el paso del tiempo, a pesar de los programas y acciones estructurales que se han realizado.

Para elaborar programas integrales de control de avenidas se requiere de información básica detallada tanto topográfica como hidrológica, que permita elaborar un inventario de las áreas sujetas potencialmente a inundaciones y de los riesgos asociados a este tipo de fenómenos. Es necesario también reconstruir la información relativa a datos históricos e implantar mecanismos sistemáticos para que se levante datos cada vez que un siniestro ocurra.

En la región de Baja California se presentan pocas lluvias, originadas en el norte por los frentes fríos y en el sur por los ciclones; sin embargo, cuando estas ocurren son de gran intensidad. Al analizar el comportamiento de la presa Abelardo L. Rodríguez ubicada al norte de la península durante el periodo 1948-2000, se obtuvo que en 1978 y 1979 se presentaron avenidas que provocaron desfuegos por el vertedor. Para 1983 se registró otra avenida extraordinaria.

Un problema grande que se presenta en la región es el de la invasión de los cauces de los ríos y arroyos los cuales, si bien permanecen secos durante la mayor parte del año y aparentemente no representan un peligro para la población ahí asentada, la realidad es que cuando ocurren las lluvias torrenciales típicas de la región, éstos se convierten en grandes avenidas para el drenaje del agua de las cuencas, que desembocan al Golfo de California o al Océano Pacífico, arrastran todo lo que encuentran en su camino, provocan inundaciones y propician un medio insalubre para la población.⁴

En la región Noroeste, donde se ejerce un control parcial de los ríos mediante obras para riego y de generación de energía, los problemas de inundación se generan por la pérdida de capacidad de los cauces aguas abajo de estas obras o por la invasión de cauces con fraccionamientos habitacionales. Durante las últimas cuatro décadas se presentaron más de 260 inundaciones y los municipios más afectados fueron: Cajeme, Guaymas, Hermosillo, Huatabampo y Etchojoa. Respecto a los ciclones, en el periodo 1949- 1998 penetraron 21 siendo Álamos, Navojoa y Ciudad Obregón los municipios más afectados en el sur y Puerto Peñasco en el norte. La costa de la región presenta una recurrencia de penetración de dos a cuatro años, la más alta a nivel nacional.⁵

La región Pacífico Norte está sujeta, en ocasiones, a precipitaciones abundantes y torrenciales en las cuencas generadas tanto por sistemas ciclónicos en el verano, como por sistemas frontales durante el invierno. Mientras que los sistemas ciclónicos afectan prácticamente a toda la región, los invernales tienen mayor presencia en la parte norte, en especial en la cuenca del río Fuerte.

Para la magnitud de la superficie afectada por nevadas en la parte alta de la cuenca y las crecientes generadas durante el invierno, no se cuenta con estudios que permitan estimar la altura de la capa de

⁴ CONAGUA, Región I Península de Baja California, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.

⁵ CONAGUA, Región II Noroeste, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.



nieve que se pudiera acumular y los procesos mediante los cuales, y conjuntamente con la ocurrencia de precipitaciones, contribuyen a incrementar los caudales de los ríos. Las inundaciones en centros de población y áreas productivas de las cuencas de los ríos Fuerte y Sinaloa, ocurren por falta de infraestructura de protección y ocasionan daños a las áreas agrícolas, así como a localidades diversas que se ubican en las riberas de los cauces de ríos y arroyos y a vías de comunicación terrestre, en la parte baja de esas cuencas.

En los municipios de Ahome y Guasave este problema se presenta, en buena medida, dada la limitada capacidad de los cauces de ríos y arroyos para la evacuación eficiente y oportuna de las crecientes, y también ante la influencia de azolves, vegetación y ocupación de cauces y zonas federales. La falta de infraestructura de protección y la limitada capacidad de evacuación de avenidas en la parte baja de los cauces de los ríos Mocorito, Culiacán, San Lorenzo, Elota, Piaxtla y Quelite provoca inundaciones en centros de población y áreas productivas que afectan localidades, zonas de cultivo y vías de comunicación, ante el azolvamiento y presencia de vegetación, e invasión de los cauces citados.⁶

Las inundaciones en centros de población y zonas productivas, se presentan también en áreas de desarrollo socioeconómico ante la falta de infraestructura de protección, cauces invadidos por zonas urbanas, azolves y vegetación de los ríos Presidio, Baluarte, Acaponeta y San Pedro. Los efectos de la problemática expuesta son:

- Daños a los centros de población, que provocan afectaciones a viviendas y mobiliario generalmente en áreas marginadas; pérdida de vidas humanas y condiciones de insalubridad;
- Daños a las áreas agrícolas productivas;
- Daños en industrias;
- Daños a la infraestructura hidráulica, vías de comunicación, líneas de conducción de energía eléctrica, líneas telefónicas, entre otros.

La cuenca del río Balsas presenta llanuras de inundación reducidas debido a que la barrera montañosa está localizada muy cerca del litoral del Pacífico. Los problemas de inundación no son de gran magnitud debido a la pendiente generalmente grande y a la facilidad de drenaje. En la zona media y baja del Balsas se ha logrado controlar esta corriente con las presas Caracol, Infiernillo y Villita. Por su posición geográfica, características orográficas y accidentada topografía, es una porción territorial expuesta a la ocurrencia de intensas precipitaciones que dan origen a inundaciones puntuales. Afecta principalmente en el Alto Balsas a Santa Ana Chiautempan, San Pablo del Monte y Huamantla con las barrancas que bajan de la Malinche, la ciudad de Puebla con los ríos Atoyac, Alseseca y un gran número de corrientes pequeñas que en total representan una longitud de aproximadamente 400 km, Atlixco e Izúcar de Matamoros con el río Nexapa y Cuernavaca y su zona conurbada, Cuautla, Jojutla con todos los afluentes del río Amacuzac; en el Medio Balsas las zonas clasificadas como de riesgo de inundación por obstrucción de cauces son principalmente Iguala, Chilpancingo y Ciudad Altamirano; en el Cutzamala Valle de Bravo; Tejupilco y Uruapan por el río Cupatitzio y Apatzingán por el río Tepalcatepec en el Bajo Balsas.

Debido a la falta de sitios apropiados para presas grandes adicionales, el gran volumen de azolves que es transportado por las corrientes, la basura arrojada a barrancas y las precipitaciones extraordinarias



⁶ CONAGUA, Región III Pacífico Norte, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.

ocasionadas por ciclones, las mejores soluciones en estos lugares son la construcción de bordos y la zonificación.⁷

En la región Pacífico sur, la cual comprende las cuencas de la costa de Guerrero y Oaxaca, las inundaciones provocan daños importantes sobre todo en los perímetros urbanos de los principales centros de población, como consecuencia de los desbordamientos de cauces provocados por lluvias intensas. Estos fenómenos se agravan con el asentamiento de nuevas zonas urbanas, generalmente precarias, en las márgenes de los ríos que cruzan las ciudades costeras. Tal es el caso, por ejemplo de Acapulco. Al mismo tiempo que su orografía provoca la ocurrencia de tormentas severas, ha constituido una severa limitante para el desarrollo regional. En el resto de la región la mayor parte de los habitantes se asientan en comunidades rurales que se caracterizan por presentar una traza irregular, consecuencia de las fuertes pendientes del terreno.⁸

En la cuenca del río Bravo las inundaciones se generan debido al desbordamiento de crecientes extraordinarias generadas por las lluvias ciclónicas que ocurren en la zona y por las características topográficas y geológicas de la región. Las zonas más vulnerables a las inundaciones en la cuenca se ubican en el Medio y Bajo Bravo⁹ y sus principales afluentes, los ríos Conchos, Álamos y San Juan. Los daños que ocasionan las inundaciones en la agricultura y áreas urbanas son graves, por lo que es necesario continuar con las acciones para aminorar los efectos de este fenómeno meteorológico.

Entre los ciclones e inundaciones más importantes ocurridos en la cuenca se tienen los siguientes:

- En el Bajo Bravo, el ciclón Beulah azotó la zona en septiembre de 1967, afectando a los estados de Nuevo León y Tamaulipas. Provocó severas inundaciones en las ciudades de Reynosa y Matamoros, causó pérdidas de casas habitación e instalaciones y afectó zonas de riego, caminos, puentes y poblados.
- En la subregión Conchos-Mapimí, el ciclón Naomi azotó la zona en septiembre de 1968, provocando inundaciones en los estados de Durango, Coahuila y Chihuahua. Afectó a miles de hectáreas de cultivo y dañó caminos. El saldo estimado fue de 50,000 damnificados y 10 muertos.
- En la subregión San Juan, el ciclón Gilberto azotó la zona en septiembre de 1988. Provocó inundaciones, destruyó viviendas, zonas de riego, caminos y puentes. El servicio de agua potable fue suspendido. El nivel medio del mar se sobre elevó 2.5 m. Gilberto dejó miles de damnificados.
- En el Alto y Medio Bravo, el ciclón Charley azotó la zona en agosto de 1998. Provocó inundaciones, los servicios de agua potable y telefonía fueron suspendidos. Se interrumpió el tráfico vehicular por los puentes afectados. Charley dejó a su paso a miles de damnificados.

El problema de inundaciones ha disminuido debido a la infraestructura de presas y obras de protección de ríos, pero quedan algunos problemas de carácter local. Las áreas con problemas de inundación son la zona sur de Ciudad Juárez, el Valle de Ojinaga, la zona de la ciudad de Piedras Negras y algunas ciudades localizadas en el Bajo Bravo.

⁷ Gerencia Regional del Balsas, Lineamientos estratégicos para el desarrollo hidráulico de las regiones hidrológicas pertenecientes a la Región administrativa IV Balsas. CONAGUA. 1999.

⁸ CONAGUA, Región V Pacífico Sur, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.

⁹ CONAGUA, Región VI Río Bravo, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.



Las cuencas media y baja de los ríos Nazas y Aguanaval en las Cuencas Cerradas del Norte, están sujetas periódicamente a lluvias torrenciales lo que ha significado, sobre todo en el caso de la cuenca baja del río Aguanaval, el registro frecuente de inundaciones. En la subregión Nazas, no obstante la capacidad de regulación de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco han ocurrido inundaciones en poblaciones y áreas productivas de los municipios de Lerdo y Gómez Palacio en el estado de Durango, así como en los de Torreón, Francisco I. Madero, San Pedro y Matamoros en el estado de Coahuila. Las avenidas extraordinarias del río Aguanaval, con una frecuencia de 3 a 5 años, cuya cuenca no tiene infraestructura para el control de avenidas, afectan principalmente a las poblaciones y áreas productivas de los municipios de San Juan de Guadalupe en Durango; Torreón, Matamoros y Viesca en Coahuila.¹⁰

En la cuenca del río Pánuco las inundaciones se presentan debido a la presencia de precipitaciones intensas, situación que se agrava con la ocurrencia de los ciclones que se registran en el Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México.

Según los datos registrados en los últimos 50 años, 19 ciclones afectaron directamente el territorio de la región, el huracán Keith que se presentó el 5 de octubre de 2000, afectó severamente a los municipios localizados al norte de Veracruz y sur de Tamaulipas. Un caso extremo ocurrió en septiembre de 1955, pues en 30 días se presentaron tres ciclones: "Gladys", "Hilda" y "Janet" que provocaron serios daños al dejar incomunicado a un gran sector del Bajo Pánuco. El puerto de Tampico, en Tamaulipas, Tamuín en San Luis Potosí y las poblaciones de Pánuco y el Higo en Veracruz, que sufrieron graves daños y permanecieron en aislamiento por varias semanas. El gasto máximo registrado en esa ocasión, a la altura de Tampico, fue de 18,000 m³/s con 158 mil habitantes de los cuales el 50% resultaron afectados, también se informaron daños a la agricultura en una superficie de 400,000 hectáreas. Hasta ahora las medidas tomadas para contrarrestar el grave problema de las inundaciones han consistido en contar con sistemas de alerta. Existen proyectos identificados desde hace varias décadas para mitigar sus efectos, tal es el caso de los proyectos de las presas Tamesí y Pujal-Coy, que se encuentran suspendidos por razones financieras.¹¹

Las regiones de los ríos Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, Misantla, Actopan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá por su posición geográfica, sus características orográficas y accidentada topografía, se encuentran expuestas a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos como son las inundaciones.

Ocurren aproximadamente 10 eventos ciclónicos al año y en promedio cada tres o cuatro años uno de ellos causa severos daños. En promedio 45 ondas tropicales y 49 frentes fríos afectan la Región provocando fuertes lluvias; en la zona llueve 2.4 veces el promedio nacional.

El mayor impacto lo representan las inundaciones, que son provocadas por una gran afluencia de aire marítimo tropical que en ocasiones, al combinarse con la entrada de algún frente frío, originan abundantes precipitaciones en el territorio regional; menos frecuentes pero igualmente severas, son las precipitaciones que se originan por la influencia de los sistemas ciclónicos e incluso por su entrada al territorio de las cuencas del norte de la región.

De 1980 a 2002, se tiene conocimiento de 8 principales eventos que en promedio dejaron pérdidas por 300 millones de pesos anuales. El más reciente es el huracán Keith que se formó en el mes de octubre

¹⁰ CONAGUA, Región VII Cuencas Centrales del Norte, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.

¹¹ CONAGUA, Región IX Pánuco, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.



de 2000, afectando severamente al territorio en el Bajo Papaloapan y Coatzacoalcos; como resultado se registraron 67,504 damnificados en 20 municipios de las cuencas Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá y daños principalmente a las viviendas, infraestructura hidráulica y vías de comunicación que generaron pérdidas económicas de 1 270 millones de pesos.

En 1999, los remanentes de la onda tropical No. 11 y la interacción con el frente frío No. 5 ocasionaron lluvias puntuales de hasta 300 mm en 24 horas en la cuenca del río Tecolutla, los resultados fueron 63 municipios afectados en las cuencas de los ríos Tuxpan, Cazonos, Tecolutla, Nautla, Misantla, Actopan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá. Se dañaron viviendas, infraestructura hidráulica y vías de comunicación. Las pérdidas económicas se estiman en 3,100 millones de pesos, así como 20 940 damnificados y 120 defunciones.

Para mitigar los efectos de las inundaciones, se han construido obras de protección que en los últimos años se realizaron con recursos del Fondo de Desastres Naturales (Fonden), por la magnitud de los daños causados. Las cuencas con mayor frecuencia y pérdida por daños, de forma anual, son las de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos.¹² La protección contra inundaciones en la cuenca del río Papaloapan se incrementó con la presa Cerro de Oro, pero persisten las amenazas de inundación en su parte baja y la zonificación jugaría un papel importante para reducir los daños que puedan causar.

El problema principal de la Costa de Chiapas son las inundaciones, con una frecuencia promedio de tres años. Las avenidas torrenciales y las características morfológicas de las cuencas la ubican en condiciones vulnerables respecto a la infraestructura situada en las márgenes de los principales cauces. En la cuenca del Grijalva – Usumacinta, los problemas principales son las inundaciones que se presentan año con año en la planicie, producto de la poca pendiente hidráulica de los cauces y magnitud de los eventos hidrometeorológicos; así como la contaminación de las corrientes y cuerpos de agua generada por las descargas de los centros urbanos e industriales. Los ríos Pichucalco, Tacotalpa y Tulijá son afluentes del Grijalva y protagonistas importantes de las inundaciones en la planicie tabasqueña.¹³ Se estima que las pérdidas económicas anuales promedio ascienden a 200 millones de pesos, aunque pueden llegar a condiciones extremas que asciendan a 7,500 millones de pesos, como sucedió en 2007 en la planicie tabasqueña.

La inundación de Tabasco de 2007 es considerada como el más grave desastre natural enfrentado por Tabasco en 50 años, fue causada por el desbordamiento de los numerosos ríos que la cruzan y que sobrepasaron sus máximos históricos a causa de fuertes lluvias ocurridas en su territorio y en las zonas altas del vecino estado de Chiapas. La crisis de la inundación comenzó el 31 de octubre de 2007 al inundarse la capital del estado y principal ciudad, Villahermosa, que en conjunto con las zonas rurales y restantes municipios afectados dio como resultado la inundación del 80% del territorio del estado.

La magnitud de las inundaciones depende de las siguientes condiciones:

- Magnitud e intensidad de las lluvias en las planicies.
- Niveles de almacenamiento de las lagunas de la Región.
- Magnitud e intensidad de las avenidas generadas en las cuencas de los ríos de la Sierra.
- El problema de deforestación en las partes altas de las cuencas.
- La pérdida de capacidad hidráulica en los cauces por el depósito de sedimentos. y,

¹² CONAGUA, Región X Golfo Centro, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.

¹³ CONAGUA, Región XI Frontera Sur, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.



- El asentamiento de zonas habitacionales en las áreas bajas inundables.

En la cuenca del río Candelaria, por sus características fisiográficas y presencia de lluvias intensas, se presentan inundaciones periódicamente que afectan a los habitantes asentados en las partes bajas aledañas al cauce principal, así también, a los habitantes de su cuenca alta que se ven afectados por la interrupción del tránsito en la red carretera, situación que se prolonga por semanas o meses debido al lento drenaje de la cuenca y que dificulta las acciones de apoyo. Así como en la cuenca del río Hondo, cuenca transfronteriza cuyos orígenes están en los vecinos países de Guatemala y Belice y constituye la frontera natural con dichos países en aproximadamente 160 km, se presentan periódicamente inundaciones que son ocasionadas por precipitaciones intensas generadas por los ciclones tropicales que afectan a la península de Yucatán.¹⁴

En la región del Lerma-Santiago los problemas de inundaciones que suelen presentarse en el Medio Lerma, no obstante la poca disponibilidad de agua de que se tiene, son de tipo local debido a la falta de capacidad del cauce principal para conducir los escurrimientos propios y de sus afluentes, situación que provoca desbordamientos, además de que la capacidad de excedencia de las obras es mayor que la capacidad de los cauces. El área de inundación de esta zona se presenta en las ciudades de Querétaro, Celaya, Salvatierra, León, Irapuato y Silao así como en las zonas aledañas a la confluencia de los ríos La Laja con el Lerma, Querétaro y Turbio a la altura de Manuel Doblado. El problema de inundaciones en la cuenca del río Santiago más bien se restringe a zonas urbanas y a zonas de riego ubicados en terrenos de muy baja pendiente, particularmente cuando ocurren lluvias de origen ciclónico. Estas inundaciones son más significativas en el área de las ciudades principales y sus alrededores.

También se reportan problemas de inundación en la región de los Lagos, en especial por deficiencias en el sistema de drenaje de tierras agrícolas. En las costas de Jalisco y Michoacán el fenómeno se presenta con mayor frecuencia lo que ha ocasionado pérdidas considerables en el sector agrícola y urbano. Parte del problema se agrava debido a que la infraestructura existente en estas zonas es deficiente.

Las áreas aledañas al curso bajo del río Pitillal, en el tramo terminal del río Ameca presentan una incidencia moderada, mientras que las ciudades de Manzanillo, Colima, Tecomán y Coahuayana sufren de esta incidencia al igual que el curso bajo de los ríos Marabasco y San Nicolás, lo que ocasiona situaciones de desastre en las comunidades.

Tal es el caso de Coahuayana, Puerto Vallarta, Cihuatlán, Melaque, Tecomán, Boca de Apiza y Abelardo R. Rodríguez así como en las ciudades de Colima y Manzanillo.¹⁵ En el río Santiago se tiene el sistema de presas hidroeléctricas formado por las presas Santa Rosa, La Yesca (en construcción), El Cajón y Aguamilpa el cual permite regular las avenidas y consolidar las zonas de riego de su desembocadura.

En la región Valle de México, el problema de grandes inundaciones en el área del Distrito Federal se ha acentuado a causa del cambio en el contenido de agua en las arcillas, por lo que se ha calculado que la ciudad se hunde 10 cm por año. En 1954 se planteó la solución al sistema de drenaje con base en túneles profundos o interceptores, los cuales no fueran afectados por los hundimientos. Así surgió el Sistema de Drenaje Profundo, el cual integra la columna vertebral del sistema de drenaje de la Ciudad de México.

¹⁴ CONAGUA, Región XII Península de Yucatán, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003

¹⁵ CONAGUA, Región VIII Lerma - Santiago, Programa Hidráulico Regional 2002-2006. 2003.



El Sistema de Drenaje Profundo inició su construcción en 1967, concluyendo su primera etapa en 1975, durante la cual se construyó el Emisor Central. En la construcción de este emisor se utilizó la tecnología convencional de la minería. Para los Interceptores Central y Oriente se formularon nuevas técnicas. Ambos Interceptores sumaron 18 km de longitud con 11 lumbreras. El Interceptor Oriente se construyó para aliviar al Gran Canal del Desagüe.

El Interceptor Central alivió la parte central y norte de la ciudad. Dichos Interceptores descargan sus aguas al Emisor Central. Se empleó un procedimiento más avanzado con base en un escudo de frente cerrado de lodos presurizados. Los túneles que integran el Sistema de Drenaje Profundo se construyen a partir de lumbreras, con diámetros que varían entre 6 y 12 metros. Dichas lumbreras fueron utilizadas para captar las descargas de los colectores, así como para dar acceso durante el mantenimiento de los túneles.

Para mejorar el funcionamiento del Sistema de Drenaje Profundo y de sus estructuras complementarias, se han desarrollado modelos matemáticos para simular su funcionamiento. Con base en los resultados obtenidos en la experimentación, se definen criterios de diseño para las estructuras estudiadas. Se prolongaron los Interceptores Central y Oriente; este último para aliviar el Gran Canal desde su inicio. El Interceptor Centro - Poniente alivia al Interceptor ubicado en la zona poniente de la ciudad que recibe la descarga de una serie de presas de regulación. El Interceptor Centro - Centro, alivia una parte de la zona centro de la ciudad e interconecta a los Interceptores Oriente y Central. Los Interceptores Oriente - Oriente y Oriente - Sur se interconectan para conducir las aguas hacia el Interceptor Oriente.

Se tienen Túneles cuyos diámetros son de 3.2 metros y ayudan a aliviar las áreas de influencia de los Interceptores antes mencionados, estos son: Obrero Mundial, Semiprofundo Iztapalapa, y, Semiprofundo Canal de Chalco - Canal Nacional. La longitud total de dichos túneles es de 100 km.

El Sistema de Drenaje Profundo fue diseñado para funcionar exclusivamente en la temporada de lluvias; en estiaje se cierra para ser inspeccionado y darle mantenimiento, pero no ha sido posible realizar esta acción debido a que el hundimiento regional del terreno ha afectado las estructuras para el desalojo del agua residual. Esta situación ha propiciado la necesidad de obras adicionales, como es la construcción de compuertas de control, para poderlo revisar y repararlo posteriormente en caso de ser necesario. Se requiere la terminación del Interceptor Oriente-Oriente en el tramo de la lumbrera 1 a la lumbrera 3. Así como:

- La construcción del Interceptor Ermita de 6.6 kilómetros de longitud, que aliviará la zona oriente de la ciudad. Con esto se pretende evitar inundaciones durante el período de lluvias y hacer más eficiente el sistema general de drenaje de la cuenca de México, considerando el Proyecto de Saneamiento para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- La construcción de 10.05 kilómetros del Túnel Interceptor Río de los Remedios de 5.00 metros de diámetro.
- La construcción de 27.8 kilómetros del Túnel Río de la Compañía, de 5.00 metros de diámetro.
- La construcción de un túnel denominado Dren General del Valle, que tendrá una longitud de 15.5 kilómetros y 5.00 metros de diámetro.

La operación del Sistema de Drenaje Profundo será más compleja una vez que se pongan en marcha dichas obras, por lo que será necesario construir más plantas de bombeo, lagunas de regulación,



colectores semiprofundos, red primaria, infraestructura complementaria y sistemas de control para evitar el crecimiento de la mancha urbana en zonas de alta permeabilidad.¹⁶

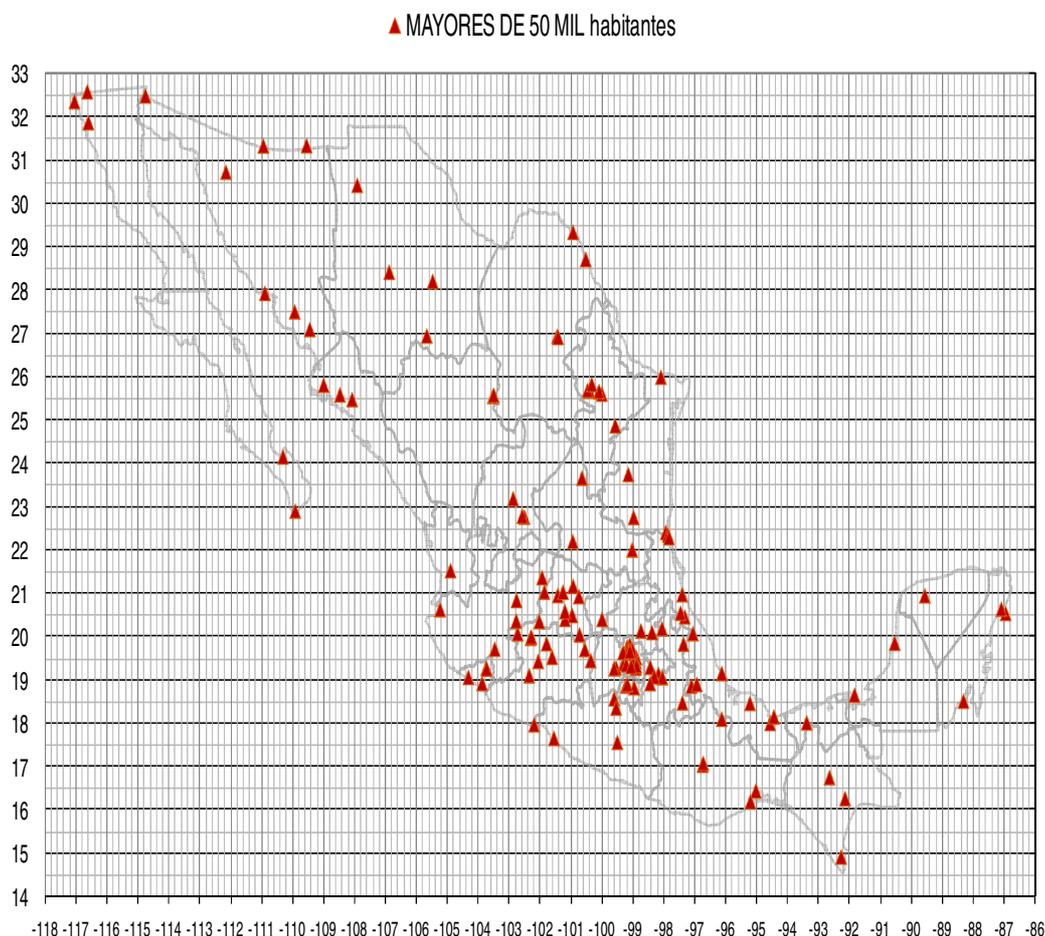
Los problemas más urgentes de resolver en el país son: los de las cuencas del río Lerma y del Valle de México donde la densidad demográfica es alta; los de las cuencas de los ríos Grijalva-Usumacinta, Costa de Chiapas, Pánuco, Papaloapan y Santiago por constituir zonas agropecuarias y de desarrollo económico que se inundan frecuentemente.

Del total de localidades se realizó una selección de centros de población con más de 50,000 habitantes.

c. Centros de población mayores de 50,000 habitantes

En la Figura y el Cuadro siguientes se muestra el nombre, ubicación y población de 196 localidades con población mayor de 50,000 habitantes, según el Censo del INEGI de 2005.¹⁷

Figura 3. Centros de población con más de 50 mil habitantes.



¹⁶ Sistema de Aguas de la Ciudad de México, El Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Desarrollo y perspectivas. Secretaría del Medio Ambiente. Marzo 2006.

¹⁷ En Internet: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/iter2005/filtrarinfo.aspx>

Cuadro 1. Centros de población mayores de 50,000 habitantes. (Censo 2005)

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
1	Aguascalientes	1	Aguascalientes	Aguascalientes	663671
2	Baja California	1	Ensenada	Ensenada	260075
2	Baja California	2	Mexicali	Mexicali	653046
2	Baja California	3	Tecate	Tecate	59124
2	Baja California	4	Tijuana	Tijuana	1286187
2	Baja California	5	Playas de Rosarito	Playas de Rosarito	56887
3	Baja California Sur	3	La Paz	La Paz	189176
4	Campeche	2	Campeche	Campeche	211671
4	Campeche	3	Carmen	Ciudad del Carmen	154197
5	Coahuila de Zaragoza	2	Acuña	Ciudad Acuña	124232
5	Coahuila de Zaragoza	10	Frontera	Frontera	65606
5	Coahuila de Zaragoza	18	Monclova	Monclova	198819
5	Coahuila de Zaragoza	25	Piedras Negras	Piedras Negras	142011
5	Coahuila de Zaragoza	30	Saltillo	Saltillo	633667
5	Coahuila de Zaragoza	35	Torreón	Torreón	548723
6	Colima	2	Colima	Colima	123597
6	Colima	7	Manzanillo	Manzanillo	110728
6	Colima	9	Tecomán	Tecomán	76166
6	Colima	10	Villa de Álvarez	Ciudad de Villa de Álvarez	97701
7	Chiapas	19	Comitán de Domínguez	Comitán de Domínguez	83571
7	Chiapas	78	San Cristóbal de las Casas	San Cristóbal de las Casas	142364
7	Chiapas	89	Tapachula	Tapachula de Córdova y Ordóñez	189991
7	Chiapas	101	Tuxtla Gutiérrez	Tuxtla Gutiérrez	490455
8	Chihuahua	17	Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	98725
8	Chihuahua	19	Chihuahua	Chihuahua	748518
8	Chihuahua	21	Delicias	Delicias	108187
8	Chihuahua	32	Hidalgo del Parral	Hidalgo del Parral	101147

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
8	Chihuahua	37	Juárez	Juárez	1301452
8	Chihuahua	50	Nuevo Casas Grandes	Nuevo Casas Grandes	50863
9	Distrito Federal	2	Azcapotzalco	Azcapotzalco	425298
9	Distrito Federal	3	Coyoacán	Coyoacán	628063
9	Distrito Federal	4	Cuajimalpa de Morelos	Cuajimalpa de Morelos	150482
9	Distrito Federal	5	Gustavo A. Madero	Gustavo A. Madero	1193161
9	Distrito Federal	6	Iztacalco	Iztacalco	395025
9	Distrito Federal	7	Iztapalapa	Iztapalapa	1820888
9	Distrito Federal	8	La Magdalena Contreras	La Magdalena Contreras	228251
9	Distrito Federal	10	Álvaro Obregón	Álvaro Obregón	706265
9	Distrito Federal	11	Tláhuac	Tláhuac	294415
9	Distrito Federal	12	Tlalpan	Tlalpan	547848
9	Distrito Federal	13	Xochimilco	Xochimilco	396852
9	Distrito Federal	14	Benito Juárez	Benito Juárez	355017
9	Distrito Federal	15	Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	521348
9	Distrito Federal	16	Miguel Hidalgo	Miguel Hidalgo	353534
9	Distrito Federal	17	Venustiano Carranza	Venustiano Carranza	447459
10	Durango	5	Durango	Victoria de Durango	463830
10	Durango	7	Gómez Palacio	Gómez Palacio	239842
10	Durango	12	Lerdo	Ciudad Lerdo	71373
11	Guanajuato	2	Acámbaro	Acámbaro	55082
11	Guanajuato	3	San Miguel de Allende	San Miguel de Allende	62034
11	Guanajuato	7	Celaya	Celaya	310413
11	Guanajuato	11	Cortazar	Cortazar	57748
11	Guanajuato	14	Dolores Hidalgo	Dolores Hidalgo	54843
11	Guanajuato	15	Guanajuato	Guanajuato	70798
11	Guanajuato	17	Irapuato	Irapuato	342561
11	Guanajuato	20	León	León de los Aldama	1137465
11	Guanajuato	27	Salamanca	Salamanca	143838

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
11	Guanajuato	31	San Francisco del Rincón	San Francisco del Rincón	68282
11	Guanajuato	37	Silao	Silao	66483
11	Guanajuato	42	Valle de Santiago	Valle de Santiago	62121
12	Guerrero	1	Acapulco de Juárez	Acapulco de Juárez	616394
12	Guerrero	29	Chilpancingo de los Bravo	Chilpancingo de los Bravo	166796
12	Guerrero	35	Iguala de la Independencia	Iguala de la Independencia	110390
12	Guerrero	38	José Azueta	Zihuatanejo	62376
12	Guerrero	55	Taxco de Alarcón	Taxco de Alarcón	50415
13	Hidalgo	48	Pachuca de Soto	Pachuca de Soto	267751
13	Hidalgo	77	Tulancingo de Bravo	Tulancingo	96538
14	Jalisco	23	Zapotlán el Grande	Ciudad Guzmán	93609
14	Jalisco	39	Guadalajara	Guadalajara	1600894
14	Jalisco	53	Lagos de Moreno	Lagos de Moreno	92716
14	Jalisco	63	Ocotlán	Ocotlán	81165
14	Jalisco	67	Puerto Vallarta	Puerto Vallarta	177830
14	Jalisco	93	Tepatitlán de Morelos	Tepatitlán de Morelos	82975
14	Jalisco	98	Tlaquepaque	Tlaquepaque	542051
14	Jalisco	101	Tonalá	Tonalá	374258
14	Jalisco	120	Zapopan	Zapopan	1026492
15	México	13	Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	471904
15	México	20	Coacalco de Berriozábal	San Francisco Coacalco	285822
15	México	24	Cuautitlán	Cuautitlán	97686
15	México	25	Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias	144311
15	México	29	Chicoloapan	Chicoloapan de Juárez	168591
15	México	31	Chimalhuacán	Chimalhuacán	524223
15	México	33	Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	1687549
15	México	39	Ixtapaluca	Ixtapaluca	290076
15	México	54	Metepec	Metepec	164182
15	México	57	Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	792226

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
15	México	58	Nezahualcóyotl	Ciudad Nezahualcóyotl	1136300
15	México	60	Nicolás Romero	Villa Nicolás Romero	242798
15	México	70	La Paz	Los Reyes Acaquilpan	232211
15	México	76	San Mateo Atenco	San Mateo Atenco	63356
15	México	91	Teoloyucán	Teoloyucan	54202
15	México	99	Texcoco	Texcoco de Mora	99260
15	México	104	Tlalnepantla de Baz	Tlalnepantla	674417
15	México	106	Toluca	Toluca de Lerdo	467712
15	México	108	Tultepec	Tultepec	57586
15	México	120	Zumpango	Zumpango de Ocampo	53479
15	México	121	Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	477872
15	México	122	Valle de Chalco Solidaridad	Xico	331321
16	Michoacán de Ocampo	6	Apatzingán	Apatzingán de la Constitución	93180
16	Michoacán de Ocampo	34	Hidalgo	Ciudad Hidalgo	57773
16	Michoacán de Ocampo	43	Jacona	Jacona de Plancarte	53860
16	Michoacán de Ocampo	52	Lázaro Cárdenas	Ciudad Lázaro Cárdenas	74884
16	Michoacán de Ocampo	53	Morelia	Morelia	608049
16	Michoacán de Ocampo	66	Pátzcuaro	Pátzcuaro	51124
16	Michoacán de Ocampo	69	La Piedad	La Piedad de Cabadas	78361
16	Michoacán de Ocampo	76	Sahuayo	Sahuayo de Morelos	59316
16	Michoacán de Ocampo	102	Uruapan	Uruapan	238975
16	Michoacán de Ocampo	107	Zacapu	Zacapu	51386
16	Michoacán de Ocampo	108	Zamora	Zamora de Hidalgo	127606
16	Michoacán de Ocampo	112	Zitácuaro	Heróica Zitácuaro	78821
17	Morelos	6	Cuautla	Cuautla	145482
17	Morelos	7	Cuernavaca	Cuernavaca	332197
17	Morelos	11	Jiutepec	Jiutepec	153704
17	Morelos	18	Temixco	Temixco	89915
18	Nayarit	17	Tepic	Tepic	295204

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
19	Nuevo León	6	Apodaca	Ciudad Apodaca	393195
19	Nuevo León	9	Cadereyta Jiménez	Cadereyta Jiménez	56552
19	Nuevo León	19	San Pedro Garza García	San Pedro Garza García	121977
19	Nuevo León	21	Gral. Escobedo	Ciudad General Escobedo	295131
19	Nuevo León	26	Guadalupe	Guadalupe	691434
19	Nuevo León	31	Juárez	Ciudad Benito Juárez	78644
19	Nuevo León	33	Linares	Linares	56065
19	Nuevo León	39	Monterrey	Monterrey	1133070
19	Nuevo León	46	San Nicolás de los Garza	San Nicolás de los Garza	476761
19	Nuevo León	48	Santa Catarina	Ciudad Santa Catarina	259202
20	Oaxaca	43	Juchitán de Zaragoza	Juchitán de Zaragoza	70714
20	Oaxaca	67	Oaxaca de Juárez	Oaxaca de Juárez	258008
20	Oaxaca	79	Salina Cruz	Salina Cruz	71314
20	Oaxaca	184	San Juan Bautista Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	94209
20	Oaxaca	385	Santa Cruz Xoxocotlán	Santa Cruz Xoxocotlán	59181
21	Puebla	15	Amozoc	Amozoc de Mota	60517
21	Puebla	19	Atlixco	Atlixco	86173
21	Puebla	71	Huachinango	Huachinango	51898
21	Puebla	114	Puebla	Heróica Puebla de Zaragoza	1399519
21	Puebla	132	San Martín Texmelucan	San Martín Texmelucan de Labastida	72505
21	Puebla	140	San Pedro Cholula	Cholula de Rivadabia	82964
21	Puebla	156	Tehuacán	Tehuacán	238229
21	Puebla	174	Teziutlán	Teziutlán	60597
22	Querétaro Arteaga	14	Querétaro	Santiago de Querétaro	596450
22	Querétaro Arteaga	16	San Juan del Río	San Juan del Río	120984
23	Quintana Roo	1	Cozumel	Cozumel	71401
23	Quintana Roo	4	Othón P. Blanco	Chetumal	136825
23	Quintana Roo	5	Benito Juárez	Cancún	526701
23	Quintana Roo	8	Solidaridad	Playa del Carmen	100383

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
24	San Luis Potosí	13	Ciudad Valles	Ciudad Valles	116261
24	San Luis Potosí	20	Matehuala	Matehuala	70150
24	San Luis Potosí	28	San Luis Potosí	San Luis Potosí	685934
24	San Luis Potosí	35	Soledad de Graciano Sánchez	Soledad de Graciano Sánchez	215968
25	Sinaloa	1	Ahome	Los Mochis	231977
25	Sinaloa	6	Culiacán	Culiacán Rosales	605304
25	Sinaloa	11	Guasave	Guasave	66793
25	Sinaloa	12	Mazatlán	Mazatlán	352471
25	Sinaloa	15	Salvador Alvarado	Guamúchil	61862
26	Sonora	2	Agua Prieta	Agua Prieta	68402
26	Sonora	17	Caborca	Heroica Caborca	52330
26	Sonora	18	Cajeme	Ciudad Obregón	270992
26	Sonora	29	Guaymas	Heroica Guaymas	101507
26	Sonora	30	Hermosillo	Hermosillo	641791
26	Sonora	42	Navojoa	Navojoa	103312
26	Sonora	43	Nogales	Heroica Nogales	189759
26	Sonora	55	San Luis Río Colorado	San Luis Río Colorado	138796
27	Tabasco	2	Cárdenas	Cárdenas	79875
27	Tabasco	4	Centro	Villahermosa	335778
28	Tamaulipas	3	Altamira	Altamira	50896
28	Tamaulipas	9	Ciudad Madero	Ciudad Madero	193045
28	Tamaulipas	21	El Mante	Ciudad Mante	81884
28	Tamaulipas	22	Matamoros	Heroica Matamoros	422711
28	Tamaulipas	27	Nuevo Laredo	Nuevo Laredo	348387
28	Tamaulipas	32	Reynosa	Reynosa	507998
28	Tamaulipas	33	Río Bravo	Ciudad Río Bravo	83736
28	Tamaulipas	38	Tampico	Tampico	303635
28	Tamaulipas	41	Victoria	Ciudad Victoria	278455
29	Tlaxcala	25	San Pablo del Monte	Villa Vicente Guerrero	55760

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	39	Coatzacoalcos	Coatzacoalcos	234174
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	44	Córdoba	Córdoba	136237
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	87	Xalapa	Xalapa-Enríquez	387879
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	102	Martínez de la Torre	Martínez de la Torre	56433
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	108	Minatitlán	Minatitlán	109791
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	118	Orizaba	Orizaba	117273
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	124	Papantla	Papantla de Olarte	51716
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	131	Poza Rica de Hidalgo	Poza Rica de Hidalgo	174512
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	141	San Andrés Tuxtla	San Andrés Tuxtla	58757
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	189	Túxpam	Túxpam de Rodríguez Cano	78523
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	193	Veracruz	Veracruz	444438
31	Yucatán	41	Kanasín	Kanasín	50357
31	Yucatán	50	Mérida	Mérida	734153
32	Zacatecas	10	Fresnillo	Fresnillo	110892
32	Zacatecas	17	Guadalupe	Guadalupe	99572
32	Zacatecas	56	Zacatecas	Zacatecas	122889

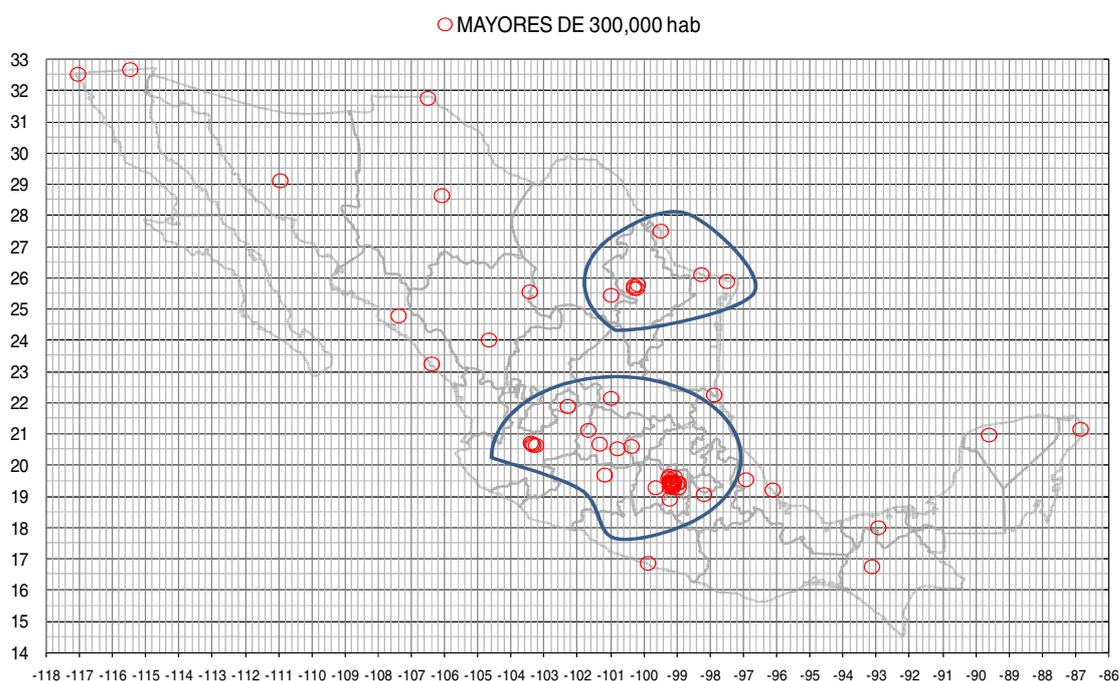
Fuente: INEGI resultados Censo 2005.

De la información anterior, es evidente que la búsqueda inicial debería abarcar los 188 sitios con población mayor de 50 mil habitantes. Sin embargo, un paso inmediato podría ser subir el umbral a 300,000 habitantes.

d. Centros de población mayores de 300,000 habitantes

Como resultado de la búsqueda de centros de población mayores de 300,000 habitantes, se obtuvo que 59 centros cumplen con esta condición. Ver Figura y Cuadro siguientes. En el mapa se señalan dos zonas en donde se concentra la población en el centro y noreste del país.

Figura 4. Centros de población mayores de 300,000 habitantes. INEGI, Censo 2005.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Centros de población con más de 300,000 habitantes. Censo 2005.

Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
1	Aguascalientes	1	Aguascalientes	Aguascalientes	663671
2	Baja California	2	Mexicali	Mexicali	653046
2	Baja California	4	Tijuana	Tijuana	1286187
5	Coahuila de Zaragoza	30	Saltillo	Saltillo	633667
5	Coahuila de Zaragoza	35	Torreón	Torreón	548723
7	Chiapas	101	Tuxtla Gutiérrez	Tuxtla Gutiérrez	490455
8	Chihuahua	19	Chihuahua	Chihuahua	748518
8	Chihuahua	37	Juárez	Juárez	1301452
9	Distrito Federal	2	Azcapotzalco	Azcapotzalco	425298



Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
9	Distrito Federal	3	Coyoacán	Coyoacán	628063
9	Distrito Federal	5	Gustavo A. Madero	Gustavo A. Madero	1193161
9	Distrito Federal	6	Iztacalco	Iztacalco	395025
9	Distrito Federal	7	Iztapalapa	Iztapalapa	1820888
9	Distrito Federal	10	Álvaro Obregón	Álvaro Obregón	706265
9	Distrito Federal	12	Tlalpan	Tlalpan	547848
9	Distrito Federal	13	Xochimilco	Xochimilco	396852
9	Distrito Federal	14	Benito Juárez	Benito Juárez	355017
9	Distrito Federal	15	Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	521348
9	Distrito Federal	16	Miguel Hidalgo	Miguel Hidalgo	353534
9	Distrito Federal	17	Venustiano Carranza	Venustiano Carranza	447459
10	Durango	5	Durango	Victoria de Durango	463830
11	Guanajuato	7	Celaya	Celaya	310413
11	Guanajuato	17	Irapuato	Irapuato	342561
11	Guanajuato	20	León	León de los Aldama	1137465
12	Guerrero	1	Acapulco de Juárez	Acapulco de Juárez	616394
14	Jalisco	39	Guadalajara	Guadalajara	1600894
14	Jalisco	98	Tlaquepaque	Tlaquepaque	542051
14	Jalisco	101	Tonalá	Tonalá	374258
14	Jalisco	120	Zapopan	Zapopan	1026492
15	México	13	Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	471904
15	México	31	Chimalhuacán	Chimalhuacán	524223
15	México	33	Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	1687549
15	México	57	Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	792226
15	México	58	Nezahualcóyotl	Ciudad Nezahualcóyotl	1136300
15	México	104	Tlalnepantla de Baz	Tlalnepantla	674417
15	México	106	Toluca	Toluca de Lerdo	467712
15	México	121	Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	477872
15	México	122	Valle de Chalco Solidaridad	Xico	331321
16	Michoacán de Ocampo	53	Morelia	Morelia	608049
17	Morelos	7	Cuernavaca	Cuernavaca	332197
19	Nuevo León	6	Apodaca	Ciudad Apodaca	393195
19	Nuevo León	26	Guadalupe	Guadalupe	691434
19	Nuevo León	39	Monterrey	Monterrey	1133070
19	Nuevo León	46	San Nicolás de los Garza	San Nicolás de los Garza	476761
21	Puebla	114	Puebla	Heróica Puebla de Zaragoza	1399519
22	Querétaro Arteaga	14	Querétaro	Santiago de Querétaro	596450
23	Quintana Roo	5	Benito Juárez	Cancún	526701
24	San Luis Potosí	28	San Luis Potosí	San Luis Potosí	685934
25	Sinaloa	6	Culiacán	Culiacán Rosales	605304



Entidad	Nombre de la entidad	Municipio	Nombre del municipio	Nombre de localidad	Población total
25	Sinaloa	12	Mazatlán	Mazatlán	352471
26	Sonora	30	Hermosillo	Hermosillo	641791
27	Tabasco	4	Centro	Villahermosa	335778
28	Tamaulipas	22	Matamoros	Heroica Matamoros	422711
28	Tamaulipas	27	Nuevo Laredo	Nuevo Laredo	348387
28	Tamaulipas	32	Reynosa	Reynosa	507998
28	Tamaulipas	38	Tampico	Tampico	303635
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	87	Xalapa	Xalapa-Enríquez	387879
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	193	Veracruz	Veracruz	444438
31	Yucatán	50	Mérida	Mérida	734153

Fuente: INEGI resultados Censo 2005.

El Atlas Nacional de Riesgos publicado en 1994¹⁸ presentó una recopilación de los sitios con mayor número de inundaciones en el periodo 1950-1988, ver Cuadro siguiente.

Cuadro 3. Inundaciones presentadas y localidades más inundadas. 1950-1988.

ENTIDAD FEDERATIVA	MUNICIPIO O LOCALIDAD	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS (EN MILES)
		TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
VERACRUZ		417		
	ALTO LUCERO		65	33
	MARTÍNEZ DE LA TORRE		16	111
	COATZACOALCOS		14	228
	MINATITLÁN		16	176
	TUXPAM		15	117
	NAUTLA		13	
	POZA RICA		15	202
SONORA		262		
	CAJEME		14	299
	GUAYMAS		14	155
	ETCHOJOA		11	78
	HERMOSILLO		12	399
	HUATABAMPO		12	71
JALISCO		202		
	GUADALAJARA		32	1,907
	LA BARCA		7	56
MÉXICO		153		
	CHALCO		14	
	ECATEPEC DE MORELOS		11	111
	NAUCALPAN		16	1,156
GUANAJUATO		149		
	CELAYA		12	255
	LEÓN		12	761
	IRAPUATO		9	
	SALAMANCA		10	185
MICHOACÁN		121		
	ZAMORA		10	133
	LA PIEDAD		9	73
GUERRERO		118		

¹⁸ Secretaría de Gobernación, Atlas Nacional de Riesgos. 1994.

ENTIDAD FEDERATIVA	MUNICIPIO O LOCALIDAD	INUNDACIONES		HABITANTES EXPUESTOS (EN MILES)
		TOTAL ENTIDAD	TOTAL LOCALIDAD	
	CHILPANCINGO		12	118
	ACAPULCO		19	488
DURANGO		117		
	DURANGO		29	372
	CANATLÁN		18	75
TAMAULIPAS		112		
	TAMPICO		26	311
	MATAMOROS		11	277
NAYARIT		108		
	SANTIAGO IXCUINTLA		27	114
	TUXPAN		11	39
	TECUALA		10	
	ACAPONETA		5	
TABASCO		73		
	VILLAHERMOSA		13	301
	TENOSIQUE		7	46
HIDALGO		44		
	PACHUCA		5	156
	METZTITLAN		6	23
TLAXCALA		36		
	TLAXCALA		6	42
	PANOTLA		4	16
MORELOS		30		
	CUERNAVACA		9	301
	YAUTEPEC		6	36

Secretaría de Gobernación, Atlas Nacional de Riesgos. 1994.

Los estados que han tenido más de 100 inundaciones en un periodo de 39 años (1950-1988) son, en orden de importancia: Veracruz 417, Sonora 262, Jalisco 202, México 153, Guanajuato 149, Michoacán 121, Guerrero 118, Durango 117, Tamaulipas 112 y Nayarit 108. De 1950 a 1988 se tuvieron estadísticamente un promedio anual de 70 inundaciones significativas y un riesgo potencial cercano a los 18 millones de habitantes. Como puede advertirse con base en esos datos, las entidades federativas donde se presentan más inundaciones son Veracruz, Sonora y Jalisco las cuales en forma global tienen una población expuesta cercana a los 4 millones de habitantes. Asimismo, se observa que las localidades que con más frecuencia se inundaron fueron: Alto Lucero (65) en Veracruz; Guadalajara (32) en Jalisco; Durango (29) en Durango; Santiago Ixcuintla (27) en Nayarit; y Tampico (26) en Tamaulipas. Estas localidades totalizan una población expuesta cercana a los 3 millones de habitantes.

En el Anexo 1 se muestra un instructivo para el llenado de la Ficha propuesta y en el Anexo 2 se muestra un resumen de los aspectos principales relacionados con las inundaciones, también elaborado con base en el Atlas Nacional antes referido. Durante el periodo de 1950-1988 se alcanzó un total de 2,681 inundaciones.

En las Estadísticas del Agua 2007 la CONAGUA presentó un concentrado estatal de la población protegida contra las inundaciones en el periodo 2000-2006, el cual se muestra en el Cuadro siguiente.

Cuadro 4. Población protegida contra las inundaciones en el periodo 2000-2006. CNA.

	ENTIDAD FEDERATIVA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
1	Aguascalientes			10,000				65,000	75,000
2	Baja California	14,000	13,000	12,635	23,395		3,290		66,320
3	Baja California Sur	1,500				41,500			43,000
4	Campeche								0

	ENTIDAD FEDERATIVA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
5	Coahuila de Zaragoza	8,600		6,600	19,000	4,236	14,152		52,588
6	Colima	30,000		30,000					60,000
7	Chiapas			3,800		180,000			183,800
8	Chihuahua						241,932		241,932
9	Distrito Federal								0
10	Durango		250,000		193,000	101,000	5,000		549,000
11	Guanajuato				17,300	67,380	7,650		92,330
12	Guerrero	2,000		25,350					27,350
13	Hidalgo				8,000	50,000	45,000	77,000	180,000
14	Jalisco								0
15	México	3,110	1,180	945,000					949,290
16	Michoacán de Ocampo			50,000	2,500	478,220	43,800	121,000	695,520
17	Morelos								0
18	Nayarit			25,000	25,000				50,000
19	Nuevo León	300,000	200,000				376,900	95,000	971,900
20	Oaxaca	3,100	2,600	1,900					7,600
21	Puebla	100,780		1,000					101,780
22	Querétaro Arteaga					137,695	2,066		139,761
23	Quintana Roo						34,241	66,974	101,215
24	San Luis Potosí								0
25	Sinaloa	10,000					44,770		54,770
26	Sonora	60,000					3,975	24,710	88,685
27	Tabasco		39,705	217,413	105,025	64,516	58,361	44,920	529,940
28	Tamaulipas	120,000							120,000
29	Tlaxcala	24,300	750						25,050
30	Veracruz de Ignacio de la Llave		16,100						16,100
31	Yucatán								0
32	Zacatecas				750				750
	Total	677,390	523,335	1,328,698	393,970	1,124,547	881,137	494,604	5,423,681
	Acumulado	677,390	1,200,725	2,529,423	2,923,393	4,047,940	4,929,077	5,423,681	

Fuente: CONAGUA

e. Las instituciones, la participación social y las inundaciones

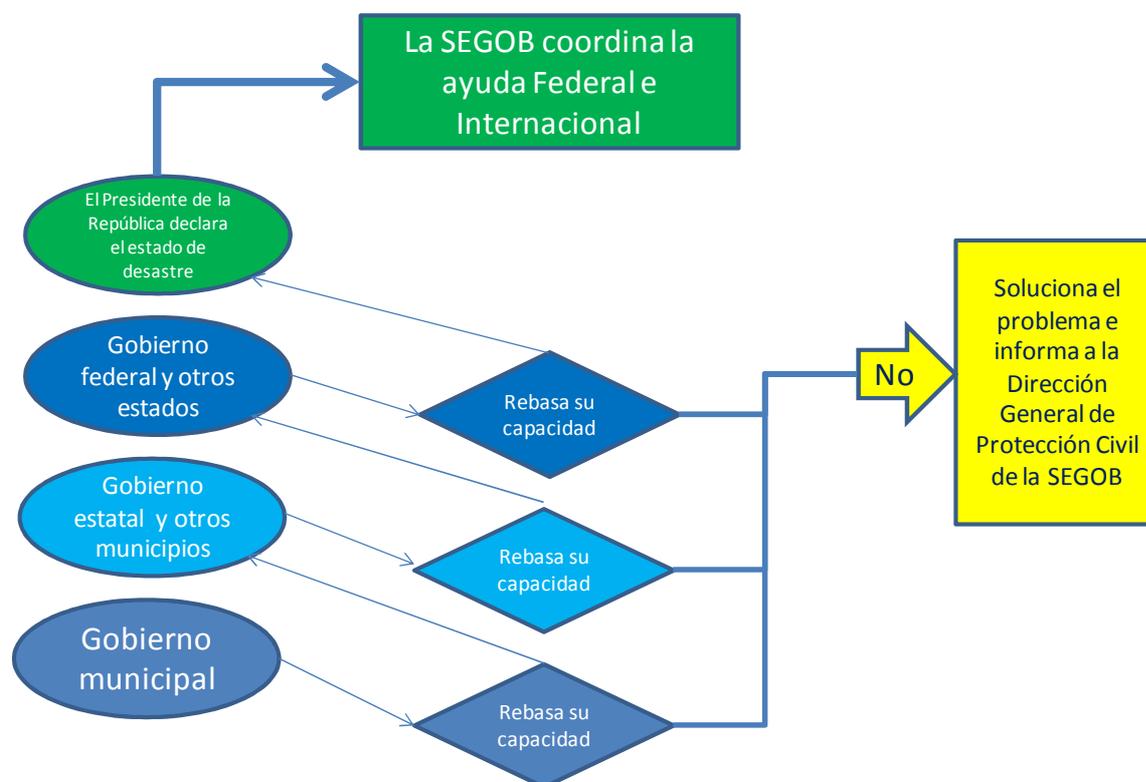
Sistema Nacional de Protección Civil

En México, ante un desastre de origen natural o humano, la Secretaría de Gobernación (SEGOB) a través del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) es la encargada de salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno.

El SINAPROC es un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con las autoridades de los estados, el Distrito Federal y los municipios a fin de efectuar acciones coordinadas, destinadas a la protección contra los peligros que se presenten y a la recuperación de la población, en la eventualidad de un desastre. En la Figura siguiente se muestra el funcionamiento del SINAPROC.



Figura 5. Funcionamiento del SINAPROC.



Fuente: SEGOB.

El SINAPROC es una figura de coordinación multi-institucional en la cual la concurrencia de los tres órdenes de gobierno, la participación de la sociedad civil y las comunidades organiza las facultades y funciones gubernamentales en materia de protección civil con el fin de proteger la vida, el ambiente y el patrimonio de la sociedad.

La organización de este Sistema está basada en un Consejo Nacional de Protección Civil que integran el Presidente de la República, los representantes de las dependencias, organismos e instituciones de la Administración Pública Federal, el CENAPRED, los grupos voluntarios, los sistemas de protección civil de las entidades federativas, el Distrito Federal, los municipios y las delegaciones políticas.

De acuerdo con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la SEGOB es la institución encargada de la coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil y, por tanto, es la dependencia responsable de dirigir los mecanismos y políticas de prevención y atención de los riesgos, los desastres y las crisis consecuentes.

Para el funcionamiento y operación del Sistema, la SEGOB cuenta con la Coordinación General de Protección Civil integrada por la Dirección General de Protección Civil, la Dirección General del Fondo de Desastres Naturales y el Centro Nacional de Prevención de Desastres. Adicionalmente, la Secretaría de Gobernación suma y coordina sus esfuerzos con los de los 31 gobiernos estatales y el Distrito Federal, los cuales cuentan con sus respectivos Sistemas Estatales de Protección Civil. De la misma manera, la SEGOB extiende su coordinación hasta los niveles municipales y delegacionales en el país a través de los Sistemas Municipales de Protección Civil. Paralelamente, se apoya en las unidades internas de

protección civil de la Administración Pública Federal y el sector financiero, los grupos voluntarios y los brigadistas comunitarios.

La normatividad de la Protección Civil está formada por las siguientes Leyes y Reglamentos:

- Ley General de Protección Civil (Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de abril de 2006).
- Leyes de Protección Civil en todos los estados de la República Mexicana y en el DF.
- Reglamento de Protección Civil en el Distrito Federal.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB/2002. Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.
- Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) 2006.
- Reglas de Operación del Fondo de Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) 2006.
- Decreto por el que se declara Día Nacional de Protección Civil, el 19 de septiembre de cada año.

El FONDEN es un instrumento financiero mediante el cual dentro del SINAPROC, a través de las Reglas de Operación del propio Fondo y de los procedimientos derivados de las mismas, integra un proceso respetuoso de las competencias, responsabilidades y necesidades de los diversos órdenes de gobierno, que tiene como finalidad, bajo los principios de corresponsabilidad, complementariedad, oportunidad y transparencia, apoyar a las entidades federativas de la República Mexicana, así como a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en la atención y recuperación de los efectos que produzca un fenómeno natural, de conformidad con los parámetros y condiciones previstos en sus Reglas de Operación. El objetivo del FONDEN es atender los efectos de desastres naturales, imprevisibles, cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias y entidades paraestatales así como de las entidades federativas.

El FOPREDEN tiene como finalidad proporcionar recursos tanto a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, como a las Entidades Federativas, destinados a la realización de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo originados por fenómenos naturales sobre la vida y bienes de la población, los servicios públicos y el medio ambiente.

Asimismo, busca establecer un procedimiento que permita implementar modelos de respuesta para los procesos de evaluación y prevención e implementar proyectos preventivos que disminuyan los efectos devastadores de los fenómenos perturbadores y con ello los costos humanos y materiales. La existencia de este fondo no sustituye la responsabilidad que corresponde a los tres órdenes de gobierno para prever en sus respectivos presupuestos, recursos destinados a la realización de acciones preventivas, contemplando entre las líneas generales de acción lo siguiente: Mejorar la eficacia preventiva y operativa del SINAPROC; Mejorar el conocimiento científico de amenazas y riesgos; Promover la reducción de la vulnerabilidad física; Fomentar la corresponsabilidad, coordinación y comunicación de los tres ámbitos de gobierno, sector social, privado y la población en general; Fortalecer la investigación aplicada para desarrollar o mejorar tecnologías para mitigar los riesgos e Implantar una política y cultura de la autoprotección.

El Fideicomiso Preventivo (FIPREDEN) está constituido en el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. N. C. cuyo coordinador es la Secretaría de Gobernación a través de la Coordinación General de Protección Civil. El objetivo del fideicomiso es proporcionar recursos destinados a la realización de



acciones preventivas no programadas a favor de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como de las entidades federativas, razón por la cual este programa tiene un ámbito de validez que involucra a todo el territorio nacional, y considera actividades de competencia federal como estatal.

El diagnóstico contenido en el Programa Nacional de Protección Civil 2001-2006, señala que los modelos tradicionales de protección civil consideran a los desastres como el centro del problema, con un alto grado de dificultad para la prevención y control y un margen de acción limitado por su concepción de respuesta asistencial e inmediata.

Estos modelos apenas incorporan la participación social, el enfoque de género y los derechos humanos a los procesos de prevención. Los planes de protección civil inspirados en esta visión carecen de fuerza para mitigar los impactos de los desastres y por ello, los desastres destruyen no sólo el entorno material construido, sino que también privan de continuidad el desarrollo de sistemas institucionales de protección civil.

En México ha prevalecido la influencia de este modelo de protección civil, pero los desastres severos de las décadas previas como el sismo de 1985 en la Ciudad de México, las explosiones urbanas en la Ciudad de Guadalajara en 1992 o el Huracán Pauline en el Océano Pacífico en 1997, aportaron grandes lecciones que hicieron imperativa la renovación de la visión preventiva de protección civil. Sin embargo, es posible contribuir mejor a mitigar los efectos de los desastres reconociendo la imposibilidad de alcanzar una sociedad libre de riesgos.

Para su previsión, en el diagnóstico se ordenan los retos en cuatro áreas fundamentales: Transferencia del conocimiento; Investigación, ciencia y tecnología; Desarrollo legislativo y fortalecimiento financiero; Sinergia y fortalecimiento del Sistema.

La falta de transferencia del conocimiento debilita el plano comunitario de la autoprotección y preparación, limita el desarrollo de su sensibilidad preventiva ante los riesgos, obstruye la construcción de sus propias capacidades para anticiparse, prepararse, enfrentar y recuperarse de los desastres en forma autogestionaria, coordinada, organizada y solidaria. Asimismo, la rotación de funcionarios municipales de protección civil limita la transferencia efectiva del conocimiento en la materia y la continuidad en su aplicación. En consecuencia, toda transmisión de conocimientos deberá hacer de la previsión y la prevención un ejercicio para socializar, asimilar, intercambiar e innovar todo tipo de conocimiento en materia de protección civil.

Aunque la academia en México produce importantes resultados y desarrollos tecnológicos, resulta imperativo acrecentar su número y campos de aplicación ante la cada vez mayor necesidad de espacios de desarrollo humano que garanticen niveles de riesgo aceptables. A la vez, es necesario fomentar la coordinación de las instancias dedicadas a la investigación y desarrollo tecnológico que permitan la implementación de medidas de prevención y mitigación del riesgo en los ámbitos federal, estatal y municipal y propiciar el desarrollo de proyectos comunes. También se requiere una intensa acción de difusión de los conocimientos adquiridos, que muestren claramente los beneficios a corto y largo plazos en la vida de la sociedad y la preservación de su patrimonio y ambiente natural.

La coordinación de las políticas del gobierno en materia de protección civil presenta dificultades para su desarrollo institucional, debido al incipiente marco de regulación existente y a la falta de homologación de la normatividad entre los ámbitos federal y local, así como al frágil sistema de sanciones que previene



insuficientemente la negligencia y corrupción de autoridades federales, estatales, municipales y los particulares. En especial, el financiamiento de la protección civil en los niveles estatal y municipal carece todavía de un soporte adecuado, al tiempo que prevalece la necesidad de una mayor difusión de las estrategias financieras sobre previsión, prevención y sobre la operación de instrumentos financieros a favor de proyectos preventivos, tales como el FOPREDEN y el FIPREDEN, o los instrumentos para la atención de emergencias como el FONDEN. Cabe reflexionar sobre la ampliación del alcance de estos fondos al componente antrópico de los desastres. Asimismo, es imprescindible que los riesgos naturales y antropogénicos, así como el emergente sistema de manejo integral de riesgos, sean reconocidos como factores de seguridad nacional.

Dado que el actual SINAPROC responde más a criterios de asistencia inmediata que a ejes de previsión, prevención, mitigación y continuidad, hace falta un enfoque sistémico y multisectorial ante los riesgos, desastres y crisis inherentes que incluya a múltiples factores y variables del manejo del riesgo contemporáneo. En su estado actual de desarrollo, el SINAPROC mantiene desfasadas y desarticuladas las etapas de previsión, prevención y mitigación, además de contar con una política débil sobre continuidad en el manejo de los riesgos y los desastres. A causa de este desfase y la falta de un enfoque integral, la planeación vigente de los asentamientos humanos presenta diversas inconsistencias: no considera el riesgo; tiene una débil participación comunitaria, equidad de género y garantía de los derechos humanos; persisten comunidades con muy baja resistencia a los desastres por carecer de una infraestructura ordenada de recursos y estrategias.

El Programa Nacional de Protección Civil 2008-2012 plantea un objetivo general y cuatro objetivos específicos con las estrategias siguientes:

- Objetivo de Transferencia del Conocimiento
 - Estrategia 1: Formación y capacitación
 - Estrategia 2: Difusión y comunicación
- Objetivo de Investigación, Ciencia y Tecnología
 - Estrategia 3: Ciencia e investigación
 - Estrategia 4: Modernización y sistematización
- Objetivo Desarrollo Legislativo y Fortalecimiento Financiero
 - Estrategia 5: Desarrollo legislativo
 - Estrategia 6: Fortalecimiento financiero
- Objetivo Sinergia y Fortalecimiento del Sistema
 - Estrategia 7: Fortalecimiento del SINAPROC
 - Estrategia 8: Sinergia
 - Estrategia 9: Cooperación internacional

La mayor inquietud de diversas organizaciones y de la población en general, durante el proceso de consulta para elaborar el Programa, se centró en la necesidad de difundir de manera masiva los resultados y acciones del SINAPROC, así como proveer mayor información sobre conductas de autoprotección y sobre los riesgos a que está expuesta habitualmente la población.



Figura 6. Lluvia media anual (rangos en mm)

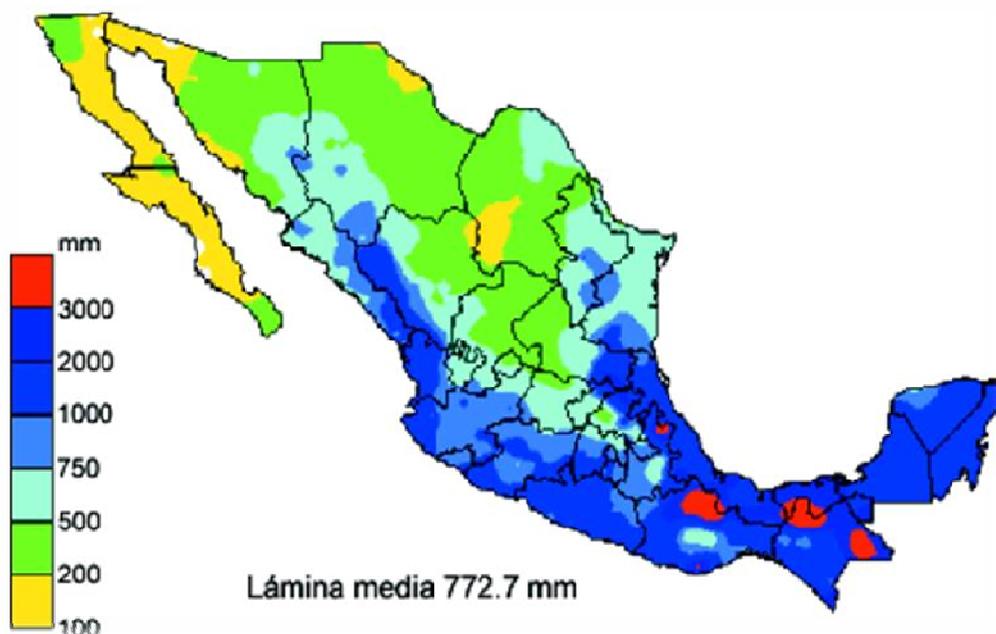


Figura 7. Lluvia máxima en 24 hr (zonas)

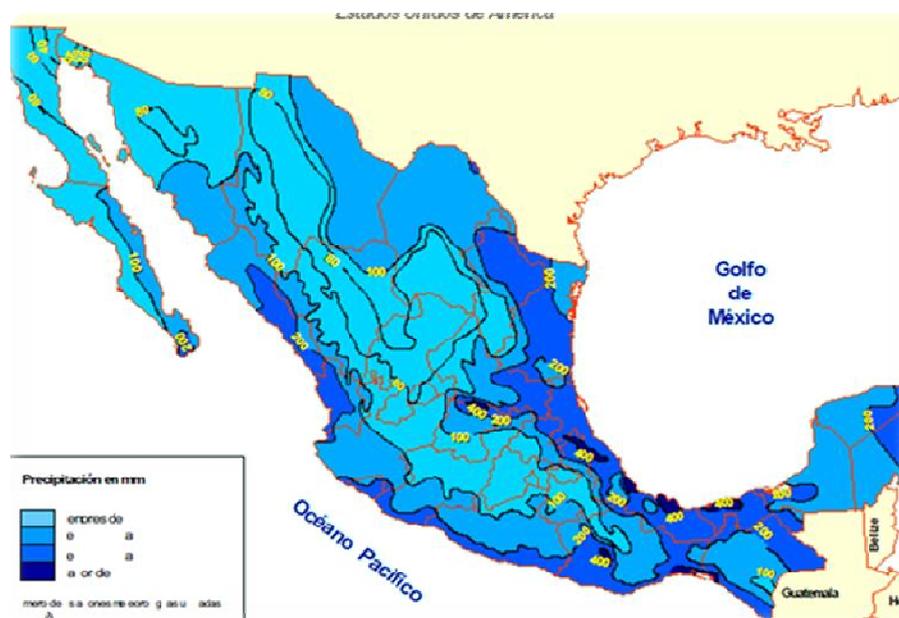


Figura 8. Incidencia de huracanes

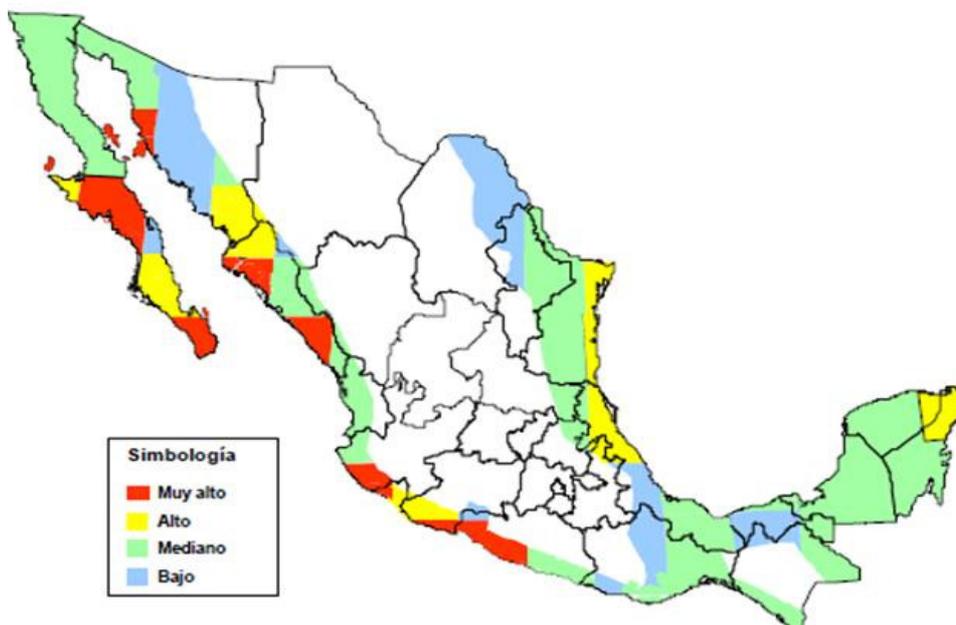


Figura 9. Ciudades con mayor riesgo de inundación



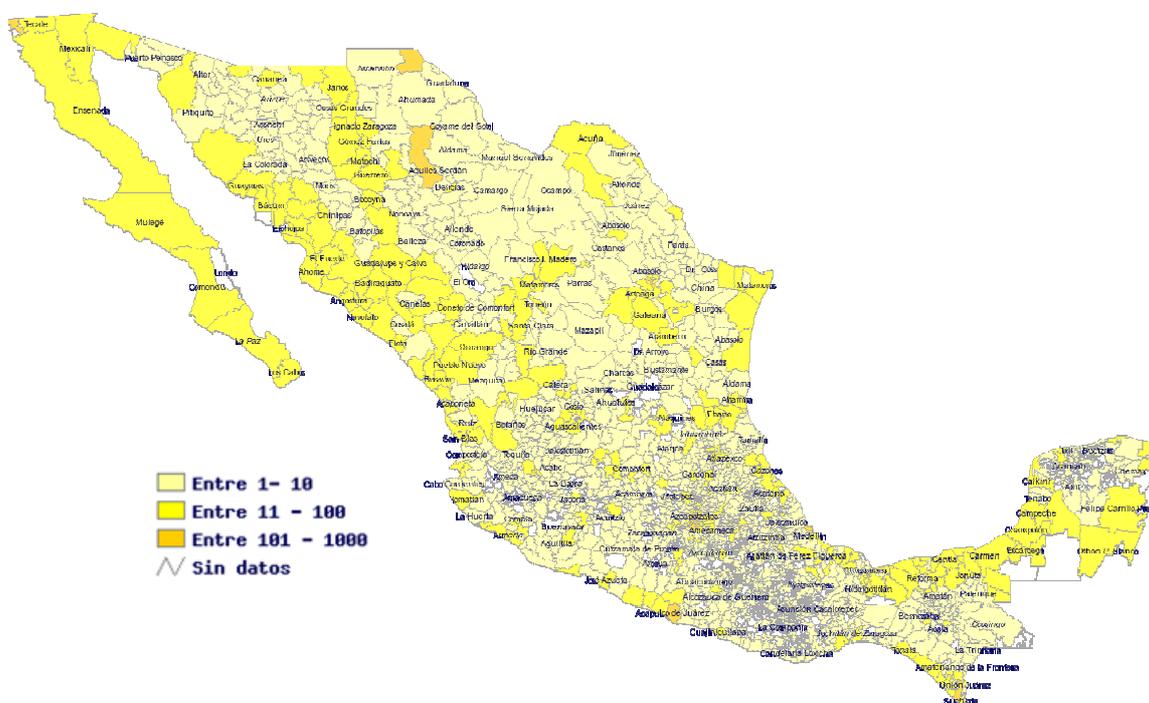
f. Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar)

Hasta mediados de la década de 1990 no se disponía en América Latina de información sistemática sobre la ocurrencia de desastres cotidianos de pequeño y mediano impacto. A partir de 1994 se empezó a construir un marco conceptual y metodológico común por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED) que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar).

Figura 12. Carátula del portal de entrada al sistema



Figura 13. Número de fichas recabadas por municipio



Fuente: DesInventar online, en <http://online.desinventar.org/>

5. Selección de obras de protección

a. Tipos y singularidades → 12

Hay diferentes tipos de obras de protección contra inundaciones que se construyen en forma transversal, longitudinal, diagonal o tangencialmente a los cauces naturales. El tipo adecuado se define en cada caso dependiendo de las condiciones hidrológicas, topográficas, geológicas y socioeconómicas del lugar que es necesario proteger. En el [ANEXO D](#) se presenta un resumen general del tipo de obras, sus características principales, criterios de diseño, componentes y algunas fotografías como ilustraciones. Mayor variedad e información de más detalle se pueden encontrar en la serie de referencias bibliográficas sobre el tema y sus obras de infraestructura que se incluye en el [ANEXO H](#).

OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL DE CAUCES

- 1) **Espigones.** Material, dimensiones, forma, separación, ubicación, Pendiente longitudinal y elevación de la cresta de los espigones, Ángulo de orientación de cada espigón, con respecto al flujo, permeabilidad.
- 2) **Bordos perimetrales.** Material, tipo, secciones transversales, longitud, tipo de cimentación, ¿cruzan tuberías al bordo?, caminos de acceso y obras de drenaje (indicar si las hay).
- 3) **Bordos longitudinales.** Material, tipo, dimensiones, longitud, tipo de cimentación, cauce de



avenidas (indicar si las hay), separación entre bordos (cuando son varios).

- 4) **Recubrimientos o muros marginales.** Materiales de construcción, tipo, talud de la protección, localización en planta, dimensionamiento de los recubrimientos, altura de los recubrimientos, sección transversal.
- 5) **Diques marginales.** Material, dimensiones, forma, longitud, elevación de la corona, empotramiento, separación, ubicación.
- 6) **Desvíos permanentes.** Por medio de cauces o canal de alivio. materiales, sección transversal, longitud, capacidad, pendiente.
- 7) **Desvíos temporales.** Materiales, sección transversal, longitud, características de la zona de inundación (por ejemplo volumen útil, obra de entrada, etc.), capacidad, pendiente.
- 8) **Corte de meandros o rectificaciones.** Materiales, sección transversal, longitud, capacidad, pendiente, recubrimiento.
- 9) **Presas de almacenamiento.** Sólo las que tengan como único propósito el control de avenidas.
- 10) **Presas rompepicos.** Capacidad, dimensiones, materiales.
- 11) **Presas para retener azolves.** Capacidad, dimensiones, materiales.
- 12) **Canalización, encauzamiento o entubamiento de un cauce.** Materiales, sección transversal, longitud, capacidad, pendiente, recubrimiento.

b. Referencias bibliográficas

REFERENCIAS bibliográficas consultadas. Se encuentran en el [ANEXO I](#).

De entre ellas destacaron las siguientes:

- 1) Berezowsky Verduzco, M., Vilchis Vilchis Reynaldo, Editores. **Protección y control de cauces.** CNA –IMTA Jiutepec, Morelos. México, 2000.
- 2) Comisión Federal de Electricidad (México), Instituto de Investigaciones Eléctricas, **Hidrotecnia: Hidráulica: A.2.11. Hidráulica Fluvial**, México; CFE, IIE, c1981
- 3) Instituto de Ingeniería (UNAM); Comisión Nacional del Agua (CNA), **Manual de Ingeniería de Ríos**, México, 1993 y 1994, Caps. 13 (Erosión en Ríos), 14 (Estabilización y Rectificación de Ríos), 15 (Obras de Protección para Control de Inundaciones) y 23 (Geotécnia). México.
- 4) Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E; **Obras de Desvío**; Instituto de Investigaciones Eléctricas. Hidrotecnia A.2.12. México, (1983).
- 5) Maza Álvarez, J. A y Franco, V, **Obras de protección para control de inundaciones**, Manual de ingeniería de Ríos, capítulo 15, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, DF. 1997.



- 6) Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica. **Obras de Control de Ríos en el Estado de Guanajuato**, Cuenca del Río Lerma. México.. Dirección General de Grande Irrigación. 1980.
- 7) Secretaría de Recursos Hidráulicos. **Obras de control de ríos y otras actividades necesarias para el desarrollo de la cuenca del Papaloapan**. Comisión del Papaloapan. México, 1971.
- 8) Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). **Manual de Diseño de Obras Fluviales para la Protección contra Inundaciones**, México, 1980.

c. Las grandes agrupaciones:

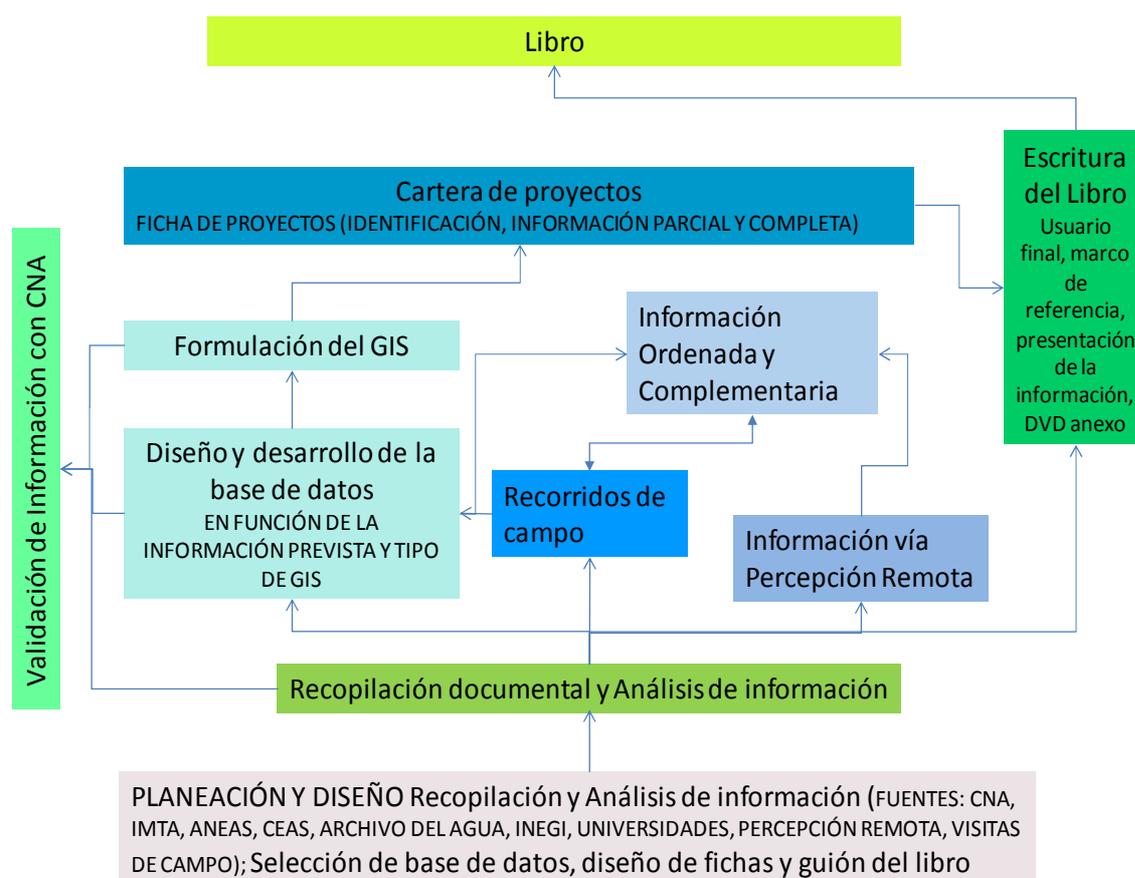
- 1) **PRESAS**. Incluye presas de control de avenidas, de azolves y rompepicos.
- 2) **ENCAUZAMIENTOS**. Incluye cauces de alivio, corte de meandros, rectificación o canalización y entubamientos (embovedados).
- 3) **BORDOS**. Incluye bordos de protección, protecciones marginales, mejoramiento de cauces, recubrimientos y espigones.
- 4) **OTRAS**. Incluye a cualquier obra no considerada en los tres tipos anteriores.



6. Metodología

El esquema general que se pensó al inicio del proyecto para realizar el inventario abarcaba todas las actividades desde la búsqueda autónoma de información, su ordenamiento, registro, procesamiento y sistematización, la posible formación de una cartera de proyectos, hasta la formación y edición del libro del inventario. La siguiente figura presenta esa metodología inicial.

Figura 14.- Metodología para el levantamiento del inventario (esquema).



La principal fuente de información para el proyecto era y es la CONAGUA. La Subgerencia de Obras de Protección en Ríos proporcionó la información inicial que tenía disponible en oficinas centrales, la que se presenta en el [ANEXO J](#).

Al revisar la existencia y disponibilidad de expedientes de obras en las diferentes fuentes consultadas, sus características de contenido de información, localización –en coordenadas geográficas-, la cobertura territorial –básicamente estatal y municipal- y temporal –años de registro-, se encontraron serias limitaciones para considerar que de los archivos centrales podría salir la información suficiente para levantar el inventario.

Las principales fuentes de información en oficinas centrales de la CONAGUA, sobre las obras de infraestructura de protección contra inundaciones, están en el Archivo Histórico del Agua en sus



instalaciones de la calle de Balderas del centro de la Ciudad de México y un pequeño archivo en el sótano del edificio central de la CONAGUA en Insurgentes Sur. En “Balderas” se encuentran cerca de 1,000 registros clasificados de carpetas, expedientes, folders, comunicados y planos de obras, proyectos en diferentes grados de avance o desarrollo, desde factibilidad hasta proyectos ejecutivos y bitácoras de construcción de las obras y supervisión. Aun cuando es el más grande archivo documental existente de obras de protección contra inundaciones concentrado en un solo lugar, organizado y cubriendo un período relativamente amplio de años de registro, no constituye la base necesaria de información para levantar un inventario. Su revisión mostró que sólo es parcial, que mezcla estudios, proyectos y obras construidas y de estas últimas, es escaso el material fotográfico y todas carecen de imágenes satelitales, como lo requieren las especificaciones del inventario. El listado de los expedientes en *Balderas* que proporcionó la Subgerencia contratante se encuentra en el [ANEXO K](#). El archivo en el sótano de la CONAGUA es chico, no ha podido organizarse ni sistematizarse y cubre un período relativamente pequeño de años de registro -2002 a 2007- en el mejor de los casos-. Es posible también que presente las mismas carencias descritas para el archivo de *Balderas*.

Probablemente el desgaste y dispersión de los archivos históricos de estas obras empezó con la desaparición de la Dirección General de Control de Ríos e Ingeniería de Seguridad Hidráulica, área que existió para cumplir con esta importante función dentro de la estructura institucional de la SRH y posteriormente de la SARH. Desapareció del organigrama de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en 1989. Actualmente la CONAGUA sigue cumpliendo con esa función pero sin la estructura, recursos, personal suficiente y necesario para siquiera continuar aquella cobertura de la Dirección General.

Fue claro que no podía levantarse el inventario con la información disponible en la Ciudad de México y fue necesario cambiar la estrategia y recurrir a otras fuentes primarias de información: las direcciones generales de organismos de cuenca y las direcciones locales de la CONAGUA en los estados de la República.

a. Planeación y programación

Aun cuando la metodología seguía siendo válida, hubo que cambiar dos cosas. Primera, ya no se contempló la construcción de una Cartera de Proyectos de estas obras necesarias a futuro con el soporte del inventario histórico; se dejó para una etapa posterior. Segunda, había que recurrir a las direcciones generales y locales como fuentes primarias de información. Ambos cambios se llevaron a cabo.

i. El universo de las obras

Una primera respuesta que se esperaba del inventario era el tamaño, localización y características de las obras existentes de protección contra inundaciones en la República Mexicana, dato que nadie tiene en la actualidad ni a nivel central referente al total nacional, ni los organismos de cuenca en su área geográfica, ni las direcciones locales en sus respectivos estados.

El universo de obras se convirtió entonces en una de las variables fundamentales del inventario. En su búsqueda se diseñó un mecanismo para preguntar a aquellas áreas de la CONAGUA que más cerca estuvieran de las obras, sus expedientes y registros: las direcciones generales y locales. Esta búsqueda de información se inició en septiembre de 2008 y terminó en marzo de 2009, no fue uniforme en la completez y calidad de datos requeridos y tampoco reportaron la totalidad de los organismos y direcciones de la CONAGUA.



ii. Cobertura y compatibilidad

El inventario es nacional y por tanto se buscó la colaboración de todas las direcciones locales para este fin. Se diseñaron instrumentos de captura, recopilación y envío de la información solicitada que aseguraran y facilitaran su levantamiento para las áreas encargadas de los programas de protección contra inundaciones de las direcciones locales y generales, en formatos que cubrieran la totalidad de sus estados y que fuera uniforme el tipo y cantidad de información solicitada y reportada. Esto haría compatibles las fuentes de información entre estados y organismos de cuenca y facilitaría su registro y manejo en los sistemas informáticos planeados para acceder a los datos del inventario.

iii. Tiempos desfavorables

Durante los meses en que se levantó el inventario, última parte de 2008, se tuvieron algunos contratiempos importantes como fueron una temporada de lluvias atípica que causó graves y múltiples problemas de inundación en muchos lugares del país, requirió la dedicación del personal de la CONAGUA para responder las emergencias, realizar acciones preventivas, correctivas y de apoyo a la población y áreas afectadas, por lo que no podían atender las solicitudes de información del inventario en desarrollo.

Por otro lado, lo anterior se empalmó con el cierre del ejercicio presupuestal que en la mayoría de direcciones de la CONAGUA abarcó las actividades de armado de expedientes, proyectos ejecutivos, convocatorias, licitaciones, adjudicaciones, contratación, supervisión, seguimiento, estimaciones, pago y reporte de obras, actividades que demandaron el tiempo completo de los técnicos de la CONAGUA. Además, las actividades para recopilar información y atender las solicitudes del proyecto del inventario se toparon con la falta de personal y recursos para realizarlas debidamente. Ante la buena disposición mostrada en la casi totalidad de las direcciones de la CONAGUA, en algunas fue prácticamente imposible atender la demanda y les fue necesario posponerla hasta los primeros meses de 2009.

Por tanto, los tiempos destinados para desarrollar las actividades que necesita levantar un inventario, resultaron inadecuados y la programación del proyecto tuvo que ajustarse a las realidades hidrológicas, a la disponibilidad de recursos calificados en las direcciones foráneas de la CONAGUA y a los requisitos administrativos del convenio suscrito para el proyecto, tanto como fue posible. Lo ideal hubiera sido levantar la información del inventario en la época de estiaje y procesarla en época de avenidas.

b. Fuentes de información e instrumentos para su levantamiento

Dirigido a conocer el universo de obras, la existencia y disponibilidad de expedientes y, las prioridades regionales y estatales, se diseñó un cuestionario dirigido a directivos de la CONAGUA, para ser llenado por ellos mismos con la ayuda de su personal directo responsable de las obras de control. Sus características serían: breve, sencillo, directo e igual para todos los organismos de cuenca y estados.

i. Diseño del CUESTIONARIO PARA DIRECTIVOS

El cuestionario constó de siete preguntas. Las tres primeras dirigidas a establecer el universo y tipo de obras de protección y la disponibilidad de expedientes. Otras tres para listar: las obras principales de protección que desearan aparecieran en la edición del libro; las obras que requerían mantenimiento urgente y las obras futuras de mayor necesidad en sus áreas. La última preguntaba si la dirección



disponía de algún documento o publicación oficial similar a un inventario o listado de obras de protección contra inundaciones en el estado o cuenca.

La respuesta a este cuestionario ha permitido tener una buena idea de la información disponible y el estado de la memoria histórica de estas obras en oficinas foráneas de la CONAGUA. En la siguiente figura se muestra el cuestionario diseñado.

Figura 15.- Cuestionario para directivos.

CUESTIONARIO PARA EL DIRECTOR DEL ORGANISMO DE CUENCA Y EL DIRECTOR LOCAL DE LA CONAGUA

Obras de protección en cauces contra inundaciones a centros de población y áreas productivas

1. ¿Cuáles y cuántas de las siguientes obras existen en su jurisdicción?

Presas →	¿Cuántas?:	
Incluye: presas de almacenamiento, de control de avenidas, rompe-picos, para retener azolves		
Diques Marginales →	¿Cuántos?:	
Bordos →	¿Cuántos?:	Longitud km:
Incluye: bordos longitudinales, perimetrales, espigones, recubrimientos y muros marginales		
Desvíos →	¿Cuántos?:	
Incluye: desvíos de ríos permanentes ó temporales, corte de meandros y canalizaciones		

2. ¿Se conoce la localización de esas obras de protección y se tiene un mapa con su ubicación en su jurisdicción?

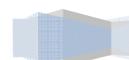
Localización →	Sí	No	Mapa con ubicación →	Sí	No
----------------	----	----	----------------------	----	----

3. ¿Cuenta su dirección con el registro y expedientes de proyecto de estas obras (estudios, planos, croquis, etc.)?

Todas →	ó %	Las más recientes (<i>desde:</i> año)
---------	-----	--

4. Para la publicación de un libro del INVENTARIO NACIONAL DE OBRAS DE PROTECCIÓN EN CAUCES NATURALES ¿Cuáles obras de su dirección, por su magnitud e importancia, seleccionaría usted para incluirlas con una descripción detallada, fotografías e imágenes de satélite?; ¿Cuáles obras o zona de su jurisdicción recomienda para realizar una visita de campo por su importancia, pero se carece de fotografías?

N°	Obra	Ubicación (sitio y coordenadas)



5. ¿Existe algún documento como el siguiente en su dirección, o similar?

<p>Publicación: Obras de Control de Ríos en el Estado de Guanajuato. Cuenca del Río Lerma. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica. Dirección General de Grande Irrigación, Marzo de 1980</p>	
--	---

6. ¿Qué obras y tramos de cauce en su dirección o jurisdicción requieren de mantenimiento urgente?

Obras	Lugares

7. ¿Qué obras y en qué tramos de río o lugares de su dirección o jurisdicción son necesarias mayores y nuevas obras de infraestructura de protección?

Obras	Lugares

CC. DIRECTOR GENERAL DE ORGANISMO DE CUENCA Ó DIRECTOR LOCAL

Al cierre del proyecto se han recibido 20 respuestas al cuestionario de 32 posibles. Su información no es homogénea y no tiene el mismo grado de completez, aunque si fue importante para el avance del trabajo. Hay que hacer incapié en que se pidió a todas las direcciones que faltaron de entregar su cuestionario, y en más de una ocasión, a través del IMTA, las universidades y empresas consultoras involucradas en el proyecto, que lo respondieran y enviaran. Aunque la mayoría de ellas dieron varias fechas de entrega probables, no pudieron cumplirlas finalmente.



Las direcciones que si enviaron su cuestionario son Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Michoacán, Puebla, Nuevo León, Tlaxcala, S. L. P., Durango, Zacatecas, Colima, Guanajuato, Tamaulipas, Nayarit, Querétaro, Veracruz, Hidalgo, Yucatán y Oaxaca.

Hay que aclarar que en el caso de Yucatán, el personal responsable hizo saber que debido a la orografía con que cuenta la península, no se tenían construidas obras con las características solicitadas en el inventario en ninguna de las direcciones que conforman el organismo de cuenca, hasta la fecha de terminación del proyecto; sin embargo, pensaban iniciar la construcción de algunas obras de protección a lo largo del 2009, siempre y cuando contaran con los recursos económicos.

Las direcciones que no enviaron su cuestionario fueron Morelos, Guerrero, Estado de México, Coahuila, Aguascalientes, Chihuahua, Jalisco, Ciudad de México, Chiapas y Tabasco.

En este caso, Coahuila es sede tanto del OCCCN en Torreón, como de una dirección local en Saltillo perteneciente al OCRB; y en ninguno de los dos casos se envió el cuestionario.

ii. Diseño de la FICHA para el levantamiento de información

Para levantar la información de detalle con las características propias de cada obra, se diseñó una FICHA especial que atendería el personal y los especialistas en estas obras de cada Dirección. A cada una se le pedía lo siguiente en dos tiempos:

Primero. Llenar la primer parte de la FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN, corregida y validada por la Subgerencia de Proyectos de Obras de Protección en Ríos de la CONAGUA y que se adjunta en un archivo Excel - que contiene la principal información específica de cada una de las obras en la Dirección. Esta parte de la ficha pregunta información documental del tipo de obra y también pide que se incluyan en tres espacios de la hoja en *Excel*, imágenes de un plano o croquis de la obra con su localización, una foto y una imagen de satélite. El llenado de información en esta parte de la ficha se solicitó el 2 de septiembre por *Internet* a los 20 días, antes del viernes 19 de septiembre. Y,

Segundo. Llenado de la segunda parte de la FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN que contiene información de más detalle de cada una de las obras incluidas en el paso anterior. Esta segunda parte de la ficha pregunta información técnica detallada de cada obra, detalle que podría obtenerse de los expedientes y registros de la Dirección o del conocimiento y experiencia de sus especialistas. El llenado con información de esta parte de la ficha se solicitó se pudiera contestar y enviar a los 40 días, antes del viernes 10 de octubre.

Al cierre del proyecto, se habían recibido y recopilado fichas de 30 direcciones de las 33 posibles (recordar que en Coahuila se asientan el OCCCN en Torreón y la DL del OCRB en Saltillo). La precisión y calidad de información aunque buena, es heterogénea y una buena cantidad presenta falta de las tres imágenes solicitadas, importantes para el inventario: la imagen de satélite de la obra, su fotografía y su plano ingenieril.

En la siguiente figura se muestra la ficha diseñada, aprobada por la Subgerencia.



Figura 16.- Ficha para levantamiento de información (de detalle de las obras).

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN, A CENTROS DE POBLACIÓN Y ÁREAS PRODUCTIVAS, CONTRA INUNDACIONES							
FECHA →		FOLIO →	OC:		ESTADO:		MUNICIPIO
CONSECUTIVO:							
INFORMACIÓN BÁSICA DE OBRAS EXISTENTES ó CONSTRUIDAS							
NOMBRE DE LA OBRA							
OBJETIVO							
TIPO DE OBRA Marque con X	PRESAS DE CONTROL DE AVENIDAS, DE AZOLYES ó ROMPEPICOS	BORDES DE PROTECCIÓN, PROTECCIONES MARGINALES ó MEJORAMIENTO DE CAUCES; ESPIGONES.		ENCAUZAMIENTOS, CAUCES DE ALIVIO, CORTE DE MEANDROS, RECTIFICACIÓN ó CANALIZACIÓN		OTRAS OBRAS NO CONSIDERADAS EN LOS TRES TIPOS ANTERIORES	
AÑO EN QUE SE CONSTRUYÓ (Precisa o aprox.)							
RÍO ó CORRIENTE							
CUENCA							
UBICACIÓN DE LA OBRA ó MEJORA →							
COORDENADAS GEOGRÁFICAS →		N		W		¿USÓ GPS?	
ALTITUD (msnm)		LOCALIDAD Y ALGUNA REFERENCIA DE SITIO →					
REGIÓN HIDROLÓGICA							
ORIGEN DE RECURSOS →		FEDERAL		ESTATAL		MUNICIPAL	
MONTO ó COSTO TOTAL (Miles \$)						DEL AÑO	
PROTECCIÓN A		POBLACIÓN (Habitantes)		Área PRODUCTIVA (ha)			
LONGITUD DE ZONA PROTEGIDA (km) (excepto presas)							
PROYECTO, EXPEDIENTE O REGISTRO DOCUMENTAL (UBICACIÓN)							
ESTADO ACTUAL DE LA OBRA (marcar con X) →		Bueno	Regular	Malo	Muy malo		
PROBLEMAS A RESOLVER → (breve relato)							
NOTAS:							
PLANO, ESQUEMA O CROQUIS DE LA OBRA, FOTOGRAFÍA e IMAGEN SATELITAL							
Plano ó croquis, foto e imagen satelital → (Por favor incluir -pegar- en esta ficha sólo imágenes reducidas en tamaño para evitar que se haga "pesado el archivo", buscando mantenerlo menor a 500KB por ficha. Sin embargo, como es conveniente para el inventario contar con imágenes de planos, fotos e imágenes de la mejor definición, las imágenes de la obra de mayor tamaño podrán enviarse en archivos separados e identificarlos con el número de FOLIO de la obra en el encabezado; en paralelo se abrirá un lugar en el servidor de cómputo en el IMTA - a partir del 8 de septiembre, que les informaremos- para recibir esas imágenes "más pesadas", cada una con su identificador de FOLIO.)							

R CONTESTAR ANTES DEL 19 DE SEPTIEMBRE 2009. Se completará con visitas de campo.



Plano	Foto	Imagen de Satélite	FAVO
Para esta misma obra, continuar llenando su información complementaria en la sección que le corresponde por Tipo de OBRA:→			
FECHA →	FOLIO →		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA A LA BÁSICA POR OBRA			
OBRA	TIPOS: PRESAS DE CONTROL DE AVENIDAS, DE AZOLVES Ó ROMPEPICOS		
NOMBRE(S)			
TIPO PRESA	CONTROL AVENIDAS	CONTROL AZOLVES	ROMPEPICOS
ALTURA (m)	LONGITUD Y ANCHO CORONA (m)		
TALUD AGUAS ARRIBA	TALUD AGUAS ABAJO		
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO [Millones de m ³ (Mm ³)]			
CAPACIDAD ÚTIL DE ALMACENAMIENTO (Mm ³)			
CAPACIDAD DE CONTROL DE AVENIDAS (Mm ³)			
TIPO DE VERTEDEDOR			
GASTO DE AVENIDA DE DISEÑO DEL VERTEDEDOR (m ³ /s)			PERIODO DE RETORNO (años)
TIPO DE TOMA			
CAPACIDAD DE LA TOMA (m ³ /s)			
NOTAS (Comentar antigüedad, cómo ha funcionado, estado de conservación y necesidades) →			



OBRA: OTRAS	TIPOS: OTRAS OBRAS NO CONSIDERADAS EN LOS TRES TIPOS ANTERIORES	INFORMAC
Descripción de la Obra →		
Características principales de la Obra →		
NOTAS: (Comentar antigüedad, cómo ha funcionado, estado de conservación y necesidades) →		
NOMBRE DEL ENCUESTADOR		
TELÉFONO(S) y su email		
COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES FINALES →		
ACLARACIÓN DE DUDAS Y MÁS INFORMACIÓN DEL INVENTARIO:		
MSc. Alfonso Olaiz, IMTA-Cuernavaca, Mor. 01 (777) 329-3600 Ext. 323; aolaiz@tlaloc.imta.mx		
MSc. Alberto Güitrón, IMTA-Cuernavaca, Mor. 01 (777) 329-3600 Ext. 517; aguitron@tlaloc.imta.mx		
Ing. Guillermo Buendía, CONAGUA, D.F. 01(55) 01(55)5174-4000 Ext 1176; guillermo.buendia@conagua.gob.mx		
MC. Deyanira Castro, CONAGUA, D.F. 01(55) 01(55)5174-4000 xts 1285 y 1286; deyanira.castro@conagua.gob.mx		





iii. Otras fuentes de información y otros diseños.

Se tuvo acceso a otros formatos para el levantamiento y reporte de la información de obras de protección contra inundaciones que se tomaron en cuenta para diseñar la propia del inventario.

Sin embargo, son formatos que respondieron a las finalidades que cada actividad o programa tenía, por ejemplo, para el FONDEN (Fondo Nacional de Desastres Naturales), es una ficha con el detalle de información que necesita la clasificación de una inundación (entre los desastres naturales) para calificar a los fondos federales para remediación.

Otros formatos e información consultados fueron:

- a. Cédula de Inventario Nacional de Bienes Inmuebles de la Administración Pública Federal, del INDAABIN (Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales).
- b. Reglas de Operación del Fonden; y,
- c. Los Términos de referencia de la Póliza de Infraestructura Hidráulica e Hidroagrícola expedida por Seguros Banorte-Generali, S.A. de C.V. para 2008-2009.

Estos documentos son valiosos y se encuentran en el material documental del proyecto que se entrega a la contratista, CONAGUA.

c. Contacto con la CONAGUA

i. Solicitudes de información y seguimientos

Mediante oficios del Subdirector General de Infraestructura Hidroagrícola de la CONAGUA propuestos por la Subgerencia supervisora, se hizo del conocimiento de sus direcciones locales del inicio de los trabajos para levantar el inventario y se les pidió apoyar al IMTA con la información requerida y las visitas de campo que se harían a diferentes obras de protección en sus respectivas áreas. En el [ANEXO L](#) se presentan los oficios girados a las direcciones locales.

Por su parte, el IMTA solicitó a su vez por oficio a las mismas direcciones de la CONAGUA la información para el inventario mediante el llenado y envío del cuestionario y las fichas descritas. En el mismo [ANEXO L](#) se presenta el oficio mencionado. Las copias que correspondían a la Subgerencia de Obras de Protección en Ríos para cada una de las direcciones locales de la CONAGUA se encuentran en los archivos y documentación del proyecto que se entregan como resultados.

A partir de principios de septiembre de 2008 en que se enviaron los oficios mencionados, se dio seguimiento primero, de su correcta recepción, asegurándose que todas las direcciones hubieran recibido las indicaciones y solicitudes de información y posteriormente, del avance gradual que tenían en la recopilación y envío de su información. De esa fecha y hasta finales de diciembre, se realizaron cuatro seguimientos telefónicos de los avances. En el [ANEXO M](#) se muestran los cuadros del seguimiento para las diferentes fechas y para cada Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA.



ii. Respuesta de las direcciones de la CONAGUA

Las respuestas de las direcciones de la CONAGUA fueron muy variadas. Hubo direcciones locales que contestaron sus cuestionarios, llenaron y enviaron sus fichas de información en forma oportuna y completa, hasta direcciones que no pudieron atender los requerimientos al cierre del proyecto.

En resumen, a la conclusión del proyecto se alcanzaron las siguientes respuestas de parte de las direcciones de la CONAGUA:

En total se alcanzaron a identificar 904 obras de protección contra inundaciones, de las cuales 745 cuentan con fichas e información de detalle y alrededor de 155 solamente aparecen mencionadas en diferentes entregados por algunas de las direcciones locales de la CONAGUA. El detalle de estas obras se presenta en el [ANEXO C](#) concentrado de información por Organismo de Cuenca y Dirección Local (de la CONAGUA).

En cuanto a la información contenida en la base, se tienen registradas 772 obras con su información a detalle. En este caso no se incluyen las obras que sólo son mencionadas por las direcciones de CONAGUA.

d. Contratación y convenios de servicios

Para poder abarcar los 32 estados de la República tanto para recopilar información no enviada por las direcciones, para verificar y completar los datos de algunas de las fichas que si fueron enviadas, así como para realizar las visitas de campo de precisión y diagnóstico del estado de conservación y funcionamiento de las obras seleccionadas en cada Dirección, la jefatura del proyecto del IMTA se apoyó con universidades y empresas.

Se elaboraron convenios de colaboración con las siguientes universidades que atendieron a diferentes estados:

- Universidad Autónoma de Querétaro. Los estados de Guanajuato, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí y la desembocadura del Río Pánuco (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz).
- Universidad Autónoma de Zacatecas. Los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco. Y,
- Universidad Veracruzana. Estado de Veracruz y la vertiente del Golfo del estado de Oaxaca.

Así mismo se concursó y contrató a la empresa Sistemas de Ingeniería e Informática que además de desarrollar los sistemas informáticos del proyecto, se encargaría de cubrir los organismos de cuenca del Río Bravo (VI) y de Aguas del Valle de México (XIII).

e. Programa de trabajo y actividades desarrolladas

i. Con universidades.-

Con cada universidad se acordaron los términos de referencia de los trabajos a desarrollar, los resultados esperados y el calendario de trabajos. El detalle se presenta en el siguiente ejemplo:



ANEXO TÉCNICO

Al Núm. IMTA/[Siglas UNIVERSIDAD](#)/ N° de proy IMTA

Contenido del Anexo Técnico.-**EJEMPLO PARA SER LLENADO EN UN CONVENIO ESPECÍFICO...(este es sólo un ejemplo de ANEXO TÉCNICO)****Objetivo.-**

Recabar información de obras construidas o en construcción de protección contra inundaciones a centros de población (PCP) y áreas productivas (PAP) en el estado de _____.

Metodología y especificaciones.-

La información se obtendrá de la Dirección Local [Estado](#) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en dos sitios:

- 1° En sus oficinas
- 2° En visita a las obras de protección en el estado seleccionadas por la CONAGUA y el IMTA o que en conjunto determinen CONAGUA (Oficinas Centrales, Dirección General y/o Dirección Local) y el IMTA (a través de su Supervisor)

Se hará una lista simple de las obras construidas o en construcción, que tiene la Dirección de CONAGUA en expedientes, en registros o que señale. El listado será en un formato sencillo en *Excel* (se proporciona con este Anexo) que contiene: número, tipo de obra (se adjunta una lista del tipo de obras de protección a considerar), río o corriente en que se localiza, año de construcción, de inversión federal, estatal, municipal o de la iniciativa privada. Y si es seleccionada para visita de campo o nó (se piensa en alrededor de diez -10- obras por estado).

La información se capturará en el formato de FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN, A CENTROS DE POBLACIÓN Y ÁREAS PRODUCTIVAS, CONTRA INUNDACIONES que se adjunta a este Anexo en forma impresa y digital (elaborada en *Excel*).

La captura de la información será:

- A mano, en la ficha impresa
- Digital, en la FICHA, una por obra y una en cada hoja del libro en *Excel*, identificando el nombre de la hoja con el número de CLAVE de la ficha.

Se visitarán las obras en el Estado (diez o menos) seleccionadas por la CONAGUA y el IMTA y llenando la FICHA, habiendo previamente revisado su información, registro o expediente en gabinete de oficinas de la Dirección, para:

- Revisar y confirmar su ubicación geográfica con un geoposicionador satelital (GPS)
- Diagnosticar su estado de conservación y funcionamiento hidráulico
- Sacar dos o tres fotografías de la obra (adecuadas...)
- Ubicarlas en el mapa de México de *Google Earth*, dando la referencia de su registro.

Entregar la información al IMTA

- Enviando sus avances semanales por Internet a un sitio específico en su servidor de cómputo (oportunamente informado y descrito).
- En un informe final impreso y digital en CD; en tres ejemplares. Contenido:
 - Descripción breve y precisa de actividades realizadas
 - Fichas documentales recabadas de las obras



- Archivos digitales de las fotos de obras, planos, croquis y mapas de las obras
- Listado y referencias de localización de obras en el *Google Earth*.
- Sus conclusiones y recomendaciones sobre el inventario y sobre el estado de las obras de protección visitadas, y en general en el Estado.

Entregables.-

Son los que resultan de lo mencionado antes, en la Metodología y Especificaciones. (Se podrían listar específicamente)

Equipo requerido.-

- Ingenieros civiles o pasantes universitarios o de carreras afines. El número dependerá de las obras existentes en la Dirección General o Local.
- Cámara digital (de 7.2 Mega Pixeles o mayor) para fotografiar planos, mapas y obras
- Vehículo para trasladarse a las obras seleccionadas (10 máximo por Estado)
- GPS Tipo navegador
- PC o Lap Top en oficina, para captura digital de las fichas, su registro y envío al IMTA. Y, para ubicar y georeferenciar en un Mapa de Cuencas Hidrográficas (que proporcionará el IMTA oportunamente) y en el sistema *Google Earth*.
- Cámara de video (para tomas de 5' de las obras seleccionadas por CONAGUA y visitadas en campo).

Programa de pagos.-

- Dos mensuales: octubre y noviembre

Se buscará dar un primer pago a la firma del Convenio (como anticipo). Sin embargo, muchas veces Jurídico, el Órgano de Control Interno o la propia normatividad lo considera anticipo y casi siempre, lo niegan.

Cronograma de los trabajos.-

- Dos meses, a partir de la firma del Convenio (o antes si así se decide y es viable técnica, financiera y normativamente),
 - s Septiembre – Noviembre
 - s Octubre – Noviembre

El informe final podrá entregarse en diciembre, pero no los archivos digitales descritos que deberán estar en el IMTA antes de terminar noviembre de 2008.

El trabajo de las universidades enfrentó los mismos obstáculos que el del IMTA: temporada de lluvias con emergencias por inundaciones y ejercicio tardío del presupuesto para construcción de obras de protección. Su avance está contenido en el informe y en enero deberán profundizar y concluir los trabajos y resultados esperados.

- ii. Con empresas consultoras.-

Las especificaciones y resultados esperados de la contratación con empresas se resumen enseguida.

OBJETIVO: Proporcionar los servicios informáticos, de recopilación y captura de información, desarrollo de sistemas de registro, consulta y despliegue de información y editoriales que requiere el proyecto para editar el Inventario Nacional de Obras de Protección en Cauces Naturales y para dotar a la CONAGUA de una metodología de actualización permanente



ALCANCES: Los alcances de los trabajos para el Inventario son de diversa naturaleza y por tanto, múltiples:

Desarrollar los sistemas informáticos para sistematizar de manera expedita la captura, análisis y síntesis de la información.

Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica GIS en la plataforma *ArcView 9.2* para georreferenciar las obras del Inventario de protección en cauces naturales y con un complemento en *Google Earth*.

Desarrollar una metodología que permita identificar sistemáticamente la ubicación de obras de protección y zonas afectadas por inundaciones, mediante el apoyo de imágenes de satélites de alta resolución.

Diseño y apoyo en el desarrollo de los capítulos del libro: Inventario Nacional de Obras de Protección en Cauces Naturales a editar.

Levantar la información requerida en oficinas centrales, regionales y estatales de la CONAGUA para integrar el Inventario.

DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS Y RESULTADOS REQUERIDOS:

1. Sistemas informáticos

Sistema de captura en línea vía *Internet*.- Diseño, programación y puesta en operación en un servidor del IMTA.

Base de datos en CONAGUA.- Sistema para generación y actualización de la base de datos que operará en la *Intranet* de la CONAGUA, la cual estará ligada al SIGA para su referencia geográfica.

Base de datos en el IMTA.- Sistema para generación y actualización de la base de datos que operará en la *Intranet* del IMTA.

Sistema de análisis de la información.- Diseño detallado, programación y puesta en operación de las consultas y reportes de las bases de datos del inventario indispensables para su aplicación en las actividades de la Gerencia de Distritos de Temporal Tecnificado de la CONAGUA.

Validación de la información.- Diseño y programación de un sistema para validar los datos almacenados desde el punto de vista de consistencia y congruencia, a fin de identificar datos dudosos. El usuario del sistema determinará los parámetros a emplear en cada relación.

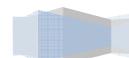
2. Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica

Desarrollo de un sistema de información geográfica (GIS) para ubicar las obras del Inventario y ligadas con sus atributos principales. La plataforma que se utilizará será en *ArcView 9.2*.

Google Earth.- Generación de los archivos necesarios para señalar y consultar la ubicación de las obras del inventario en el sistema de despliegue de imágenes satelitales de *Google Earth*, con sus atributos.

3. Metodología para ubicar las obras de protección mediante el apoyo de imágenes de satélites de alta resolución

- s Empleo de imágenes satélite de alta resolución.- Estudio para determinar la utilización de las imágenes de alta resolución del satélite SPOT en la localización de las obras de protección. Se analizarán imágenes de satélite de 2003 a la fecha de zonas afectadas por las inundaciones a fin de desarrollar una metodología para su aplicación sistemática para la actualización del inventario, tanto desde el punto de vista de las condiciones de la infraestructura como de las zonas protegidas.



4. Diseño y apoyo en el desarrollo del contenido del Libro del Inventario Nacional de Obras de Protección en Cauces Naturales

Diseñar el contenido del Libro del Inventario Nacional de Obras de Protección en Cauces Naturales, indicando números de capítulos, incisos, resúmenes y anexos. También se deberá apoyar el desarrollo de los capítulos del Libro. A partir de las bases de datos previamente indicadas, se diseñarán las tablas resumen que se incluirán en el Libro.

5. Apoyo en la Captura de información

Archivos de oficinas centrales de la CONAGUA.- Revisión de los documentos existentes, llenado y captura de las fichas correspondientes que se ubican en Balderas 94, en el Archivo de la Gerencia de Distritos de Temporal Tecnificado.

Fichas enviadas por correo electrónico.- Se capturarán todas las fichas que no se hayan capturado por Internet y se hayan enviado por correo electrónico.

Organismos de Cuenca y oficinas estatales.- La captura de información en gabinete de las Fichas y las visitas serán en dos organismos de cuenca: Río Bravo y Valle de México, en que se incluirá el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. En cada una se revisarán los archivos existentes, llenando y capturando las fichas correspondientes, además se visitarán en campo entre 3 y 12 obras por estado a fin de confirmar y evaluar las condiciones actuales y determinar recomendaciones para la utilización y depuración de la información. Las visitas tendrán un apoyo documental que incluye las fotografías de los sitios visitados.

Los trabajos de la consultora pueden darse por concluidos en todos sus aspectos.



7. Análisis y arreglo de la información

La información recopilada se fue registrando en paralelo en forma impresa y digital.

- a. Recopilación
 - i. De la Subgerencia de Obras de Protección en Ríos, de la SGIH, se encuentra en los [ANEXOS F, G y H](#).
 - ii. De los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de la CNA. Se describe en el Capítulo 8 del Informe.
- b. Revisión y validación
 - iii. Toda la información se sometió a un análisis y evaluación de consistencia, precisión y completez para garantizar su completa confiabilidad. Se realizaron varios análisis y ajustes durante el tiempo que se recibieron fichas de las direcciones de CONAGUA y aún después, y podemos de decir que este proceso ha concluido.
- c. Visitas de campo para identificación de sitios, fotografías, toma de coordenadas, evaluación física, evaluación de funcionalidad, etc. Sus resultados se encuentran vaciados en las fichas de información por obra respectiva y la reseña de su visita se encuentra en los archivos digitales y adjuntos al informe.
- d. Integración del Archivo documental y digital de las obras. El archivo documental contiene todas las fichas que se recibieron de las direcciones de la CONAGUA o que fueron obtenidas durante las diferentes visitas que se hicieron a éstas a lo largo del proyecto. A su vez, estas fichas sirvieron de base para conformar el archivo digital, una vez que su información fue sometida al proceso de revisión y validación arriba descrito. Así, se puede concluir que la integración en ambos casos se ha terminado.

8. Visitas realizadas a las obras de protección en los organismos de cuenca y direcciones locales

En el convenio firmado por el IMTA y la CONAGUA, se estableció el **compromiso de realizar alrededor de 35 a 40 visitas de campo a igual número de obras** para determinar su ubicación geográfica mediante un sistema GPS portátil, así como constatar su estado físico y escuchar de primera mano la información que sobre esas, y otras obras, pudiera proporcionar el personal de la CONAGUA.

Sin embargo, como se dijo anteriormente, debido al periodo en que se comenzó a levantar el inventario y la anormal temporada de lluvias que se presentó, los responsables de varias direcciones de la CONAGUA hicieron saber que debido a las emergencias causadas por los temporales en sus áreas de adscripción y la escasez de personal, les sería muy difícil cumplir con las solicitudes de información sobre las obras que se les hacían.

De esta forma, se tuvieron que realizar algunos cambios y se programaron una serie de visitas a organismos de cuenca y direcciones locales, y en especial a aquellas con la mayor problemática para atender las solicitudes de información del inventario y/o que presentaban un retraso importante en el envío de su información. Gracias a los convenios suscritos, en las visitas que se hicieron a las obras



intervinieron elementos de las universidades de Zacatecas, Querétaro, Veracruzana. Bajo contrato, la empresa Sistemas de Ingeniería e informática así como personal del propio IMTA.

Las visitas fueron realizadas a lo largo de todo el tiempo del proyecto, previo acuerdo con las direcciones quienes eran las que finalmente decidían la fecha más conveniente para llevarlas a cabo, y sólo se les pidió a los responsables de las direcciones su apoyo para tener acceso a los expedientes y archivos de las obras, identificación del personal que tuviera conocimiento de las obras y que pudiera resolver las dudas que surgieran durante el llenado de las fichas y facilidades de transporte para visitar físicamente aquellas obras que se consideraran relevantes para el inventario.

Así, la Universidad Autónoma de Zacatecas se encargó de visitar las direcciones locales de Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, Durango y Jalisco.; la Universidad Autónoma de Querétaro visitó las direcciones de Guanajuato, Querétaro, Michoacán, San Luis Potosí y la desembocadura del Río Pánuco (sur de Tamaulipas y norte de Veracruz) y la Universidad Veracruzana hizo lo propio con el Organismo de Cuenca Golfo Centro.

Por su parte, la empresa Sistemas de Ingeniería e informática se responsabilizó de las visitas a los organismos de Río Bravo y Valle de México. Finalmente, el personal del IMTA realizó visitas a los organismos de cuenca Península de Baja California, Noroeste, Pacífico Norte, Pacífico Sur, Frontera Sur y Balsas además de las direcciones locales de Hidalgo, Guerrero, Puebla, Tlaxcala, Baja California Sur, Chihuahua, Nayarit y Tabasco. Lo anterior puede verse en la siguiente tabla y figura.

Cuadro 5. Total de obras visitadas por organismo de cuenca y dirección local

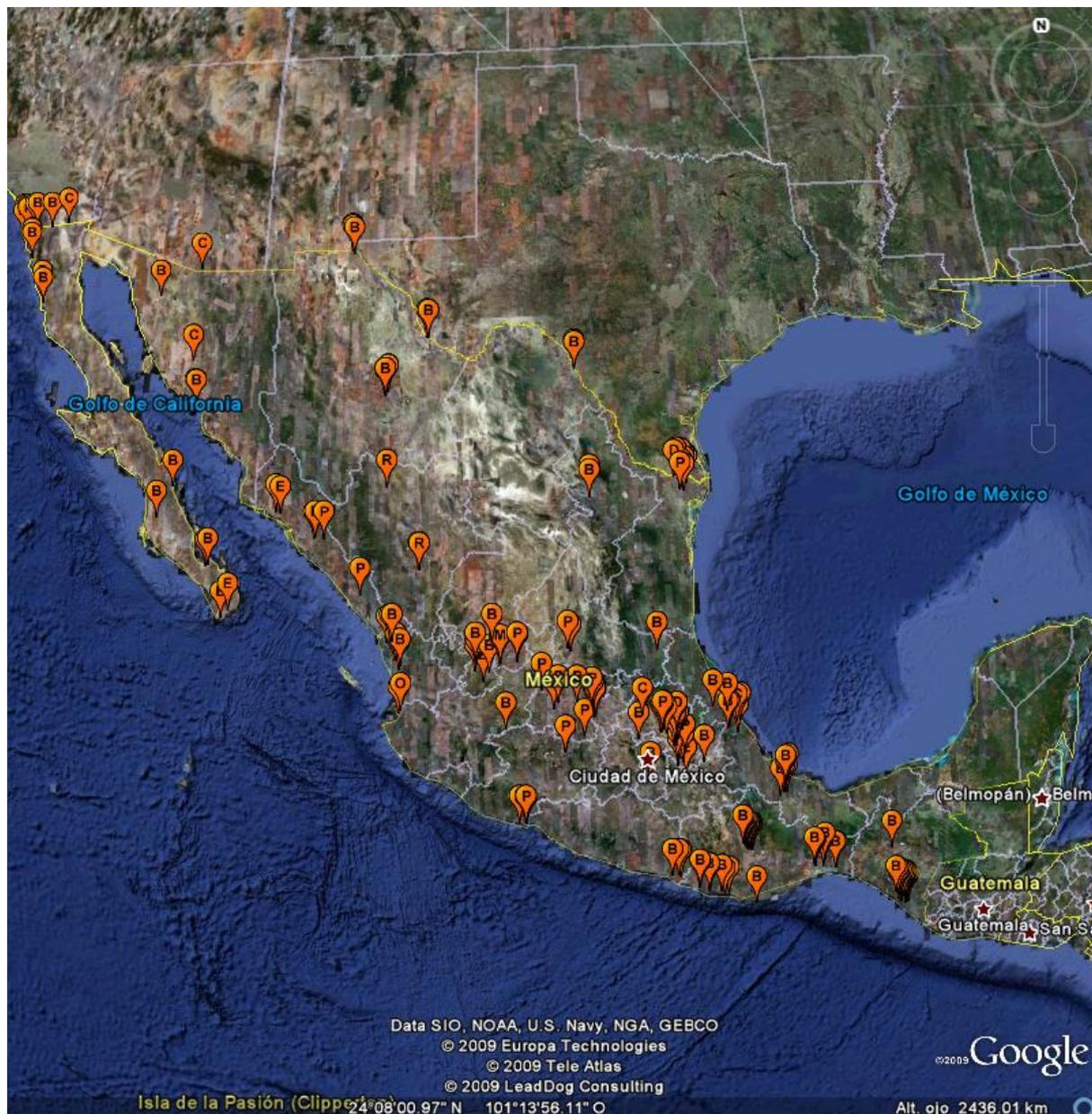
No	Organismo de Cuenca	Total de Obras (OC)	Estado	Total de Obras por dirección	Presas	Bordos	Encauzamientos	Otras Obras
1	Península de Baja California	18	Baja California	11	2	4	4	1
			Baja California Sur	7	0	4	3	0
2	Noroeste	5	Chihuahua	0	0	0	0	0
			Sonora	5	0	2	3	0
3	Pacífico Norte	11	Durango	3	1	0	2	0
			Nayarit	3	0	3	0	0
			Sinaloa	5	2	1	2	0
			Zacatecas	0	0	0	0	0
4	Balsas	13	Guerrero	1	0	1	0	0
			Jalisco	0	0	0	0	0
			México	0	0	0	0	0
			Michoacán	4	0	1	3	0
			Morelos	1	1	0	0	0
			Oaxaca	0	0	0	0	0
			Puebla	3	0	2	1	0
5	Pacífico Sur	29	Guerrero	2	0	2	0	0
Oaxaca	27	0	22	5	0			
6	Río Bravo	24	Chihuahua	11	1	9	0	1
			Coahuila	2	0	2	0	0
			Durango	0	0	0	0	0

No	Organismo de Cuenca	Total de Obras (OC)	Estado	Total de Obras por dirección	Presas	Bordos	Encauzamientos	Otras Obras
			Nuevo León	2	0	0	2	0
			Tamaulipas	9	4	0	1	4
7	Cuencas Centrales del Norte	2	Coahuila	0	0	0	0	0
			Durango	0	0	0	0	0
			San Luis Potosí	2	2	0	0	0
			Zacatecas	0	0	0	0	0
8	Jerma-Santiago-Pacífico	30	Aguascalientes	5	3	2	0	0
			Colima	0	0	0	0	0
			Guanajuato	5	5	0	0	0
			Jalisco	3	0	3	0	0
			México	0	0	0	0	0
			Michoacán	3	3	0	0	0
			Nayarit	1	0	1	0	0
			Querétaro	6	6	0	0	0
			Zacatecas	7	0	7	0	0
9	Golfo Norte	6	Hidalgo	4	0	0	4	0
			México	0	0	0	0	0
			Querétaro	0	0	0	0	0
			San Luis Potosí	2	0	2	0	0
			Tamaulipas	0	0	0	0	0
			Veracruz	0	0	0	0	0
10	Golfo Centro	15	Oaxaca	0	0	0	0	0
			Puebla	0	0	0	0	0
			Veracruz	15	0	14	1	0
11	Frontera Sur	26	Chiapas	21	0	21	0	0
			Tabasco	5	0	5	0	0
12	Península de Yucatán	0	Yucatán, Quintana Roo y Campeche	0	0	0	0	0
13	Aguas del Valle de México	21	Distrito Federal	0	0	0	0	0
			Hidalgo	21	8	3	10	0
			México	0	0	0	0	0
	Total de Obras visitadas	200	Total obras por tipo	200	40	112	42	6

En el siguiente mapa puede apreciarse la localización de las obras indicadas en la tabla anterior.



Figura 17. Localización de las obras visitadas en los organismos de cuenca y direcciones locales



9. Inventario de obras de protección

a. Resumen

La información recopilada hasta la conclusión del proyecto y que es la parte medular del Convenio y del Inventario, se presenta en tres ANEXOS básicos:

El ANEXO D. Resumen de características importantes de obras: Presas, Bordos y Encauzamientos recopiladas a lo largo de todo el proyecto (por OC y Estado).

El ANEXO E. Fichas de información detallada de obras de protección, recibidas y recopiladas en las direcciones generales y locales de la CONAGUA. Por Organismo de Cuenca y Dirección Local.

El ANEXO F. Registros con información de detalle de 320 presas utilizadas en funciones de control de avenidas en el Sistemas Hidrológico en México.

Algunos resultados¹⁹ sobresalientes que presentan:

- i. Presas.-
 - a. 320. Incluye prácticamente la totalidad de presas con que maneja la Gerencia de Aguas Superficiales del Sistema Hidrológico Nacional; presas de CFE con importante funcionamiento en control de avenidas y las reportadas por las direcciones locales de la CONAGUA.
 - b. Acumulan una capacidad total de almacenamiento de 78,567.78 millones de m³.
 - c. Representan una inversión de alrededor de \$2,139,951,417,270 (primera suma de los costos de las presas, expresado a precios corrientes; para una correcta expresión e interpretación, estos costos deberán revisarse y convertirse a precios constantes de 2007 o de 2008, para realmente conocer el tamaño de la inversión realizada en términos del poder adquisitivo actual del peso mexicano).
- ii. Bordos.-
 - a. 343 capturados y registrados.
 - b. Con una longitud de 2,930.33 km.
 - c. Población protegida de 2,009,697 de habitantes.
 - d. 383,366.87 ha protegidas. E,
 - e. Inversión acumulada de \$38,296,507,000 (a precios corrientes).
- iii. Encauzamientos.-
 - a. 88 capturados y registrados.
 - b. Con una longitud de 239.41 km.
 - c. Población protegida de 3,470,033 de habitantes.
 - d. 19,136.50 ha protegidas. E,
 - e. Inversión acumulada de \$172,771,741,000 (a precios corrientes).

¹⁹ Las cantidades que aparecen enseguida se obtuvieron de sumar las columnas de la Base de Datos donde se vaciaron los datos reportados en las FICHAS para el levantamiento de información. Cerca de la mitad de las Fichas, grosso modo, NO contienen esos datos y sus campos están vacíos. Por ello estas cifras NO representan los acumulados reales que tienen las OPCIs de México de: costo, población protegida y superficie protegida.



Estos resultados son la acumulación bruta de información recibida hasta ahora, hay que aclarar que se obtienen sólo de aquellas fichas que cuentan con la información indicada, ya que desafortunadamente, muchas de ellas carecen de esos datos, por lo que es muy probable que los valores sean mayores. Además, hay que pulir, completar y ajustar las cifras para contar con cantidades validadas y confiables, sin embargo, son significativas y hablan de la magnitud e importancia de este tipo de infraestructura hidráulica en México. Hay que valorarla formal y seriamente.

- b. Selección de procedimientos y técnicas adecuadas para formar la base de datos, las fichas de obras, los archivos digitales y los respaldos.

Para facilitar y uniformizar la información, se decidieron paquetes de software de uso común en la CONAGUA, IMTA, universidades y empresas consultoras.

- i. Cuestionario en *Word*.
 - ii. Fichas de levantamiento de información en *Excel*.
 - iii. Base de datos en *Access* primero y después migración a *My SQL* y *SQL Server*, sistemas de mayor solidez.
 - iv. SIG (*ArcView 9.2*)
 - v. Sistema *Google Earth*
 - vi. Ortofotos e imágenes de satélite *Spot*
- c. ¿Cómo se hizo?
 - i. En consulta con CONAGUA, con sus áreas de Proyectos de Obras –Hidráulicas– en Cauces, con Sistemas Informáticos, SINA, SIGA, Consultivo Técnico y de Administración de Riesgos.
 - ii. Con expertos informáticos.
 - d. Resultados
 - i. Obras impresas con detalle. En el [ANEXO C](#).
 - ii. Inventario DIGITAL. Archivos y sistemas digitales
 - a. Base de Datos (*Access* y *My SQL* y *SQL Server*)
 - b. SIG (*ArcView 9.2*)
 - c. Sistema *Google Earth*
 - d. Ortofotos e imágenes *Spot*

En este punto podemos dar por concluido el proceso.

- e. Formación de los archivos digitales de la documentación recopilada
 - i. Búsqueda y obtención de la información de las obras mediante el envío de fichas por parte de las direcciones de la CONAGUA o mediante visitas a ellas por el personal designado para ello.
 - ii. Vaciado de la información contenida en las fichas impresas en la base de datos en *Access* y posterior migración a los formatos de *My SQL* y *SQL Server*.

Proceso concluido

10. Edición del libro.



Se presenta el proyecto del libro junto con este Informe. La portada, contraportada e índice de contenido y figuras que se muestran, aún se encuentran sujetos a los cambios que proponga el personal de la CONAGUA que hará su revisión. La portada propuesta es la siguiente:



En la contraportada se colocarían los logotipos de

la CONAGUA



y el IMTA



El índice para el contenido del libro queda de la siguiente forma:

Capítulo	Página
Presentación y utilidad	P-1
Reconocimiento y propiedad	P-4
Agradecimientos	P-4
1. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA DE LAS INUNDACIONES EN EL PAÍS Y LAS OBRAS DE PROTECCIÓN.	1-1
1.1 La cuenca y el ciclo hidrológico	1-1
1.2 Los ríos y las cuencas de México	1-2
1.3 Erosión de suelos	1-4
1.4 Acciones estructurales y no-estructurales de defensa contra inundaciones	1-5
1.5 Peligro, vulnerabilidad, riesgo y Período de Retorno (T_r)	1-14
1.6 Gestión integral de avenidas	1-18
1.7 Referencias documentales	1-19
2. ZONAS INUNDABLES EN MÉXICO.	2-1
2.1 Diagnóstico de las inundaciones en México	2-1
2.1.1 Inundaciones de proceso lento	2-5
2.1.2 Inundaciones súbitas ó <i>flash</i>	2-7
2.2 Las instituciones, la participación social y las inundaciones	2-12
2.2.1 Sistema Nacional de Protección Civil	2-12
3. EL INVENTARIO NACIONAL DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES.	3-1
3.1 Metodología para construir el Inventario	3-1
3.2 Fuentes de información	3-1
3.3 Archivo Histórico del Agua	3-2
3.4 Obras de protección y control de cauces consideradas para el inventario. Resultados.	3-4
a. Por Organismo de Cuenca (13)	3-5
b. Obras con detalle impreso (reportes de obras)	a 3-189
4. EL INVENTARIO DIGITAL Y FUTURO POSIBLE.	4-1
4.1 Inventario DIGITAL	4-1
4.1.1 Base de Datos (SQL)	4-1
4.1.2 SIG (ArcView 9.2)	4-3
4.1.3 Archivos en <i>Google Earth</i> ®	4-19
4.1.4 CD y DVD del Inventario	4-25
4.2 Inventario FUTURO	4-27
4.2.1 Complementación y actualización	4-27
4.2.2 Sistema de captura y registro para actualización futura y	a 4-39



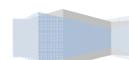
permanente del Inventario. La Ficha electrónica de captura y resultados.	
5. Perspectivas	5-1
5.1 Estado de conservación y el mejoramiento de las obras	5-1
5.1.1 Obras en buen estado	5-2
5.1.2 Obras en regular estado	5-2
5.1.3 Obras en mal estado	5-3
5.1.4 Obras en muy mal estado	5-3
5.2 Lecciones asimiladas al integrar el Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales (1)	5-3
5.3 Próximos pasos	5-4
Anexos	
a. Cuestionario para Directivos de las direcciones generales y locales de la Conagua (<i>Word</i>).	A-1
b. Ficha para el levantamiento de información de las obras de protección contra inundaciones (<i>Excel</i>)	A-2

Por otro lado, la lista de figuras y cuadros incluidos en la obra es la siguiente:

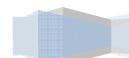
	Lista de Figuras	Página
1-1.	Marco de referencia del problema de las inundaciones y las obras de protección	1-1
	1-2. Ciclo Hidrológico	1-2
	1-3. Ríos más caudalosos de México	1-3
	1-4. Tipos de Cuencas	1-3
	1-5. Cuencas Hidrográficas (INEGI-INE-Conagua)	1-4
	1-6. Presa retenedora de azolves. Río Cuautla, Morelos.	1-6
	1-7. Esquema de presas retenedoras de azolve en cascada.	1-6
1-8.	Esquema de una sección Transversal de un bordo, con altura mayor de 3.0 m.	1-7
	1-9. Inundación en la parte baja del río Colorado, BC.	1-7
1-10.	Esquema de una sección del río de acuerdo con la separación de los bordos.	1-7
	1-11. Esquemas de bordos longitudinales y desvío permanente.	1-8
	1-12. Esquema de un desvío temporal a una zona baja o a una laguna.	1-8
1-13.	Esquema de un corte de meandros. Erosión del fondo y cambio del perfil del agua al cortar meandros.	1-8
1-14.	Rectificación del río Bravo, aguas arriba de Ojinaga, mediante corte de meandros.	1-9
	1-15. Esquema de dique marginal utilizado para formar una nueva margen.	1-9



1-16.	Protección marginal formada con un recubrimiento marginal.	1-9
	1-17. Espigones de enrocamiento.	1-10
	1-18. Esquema de un espigón empotrado	1-10
1-19.	Construcción de emergencia de un espigón en el río Colorado	1-10
1-20.	Esquema de un recubrimiento marginal para fijar el cauce actual	1-11
	1-21. Recubrimiento marginal formado con mampostería.	1-11
	1-22. Canalización del río Tijuana	1-12
	1-23. Esquema de entubamiento de un río	1-12
2-1.	Trayectorias e intensidades históricas de huracanes. Visión Mundial	2-1
	2-2. Trayectorias históricas de huracanes. Ambos océanos	2-2
2-3.	Sitios de impacto por los huracanes más intensos entre 1970-2006	2-3
	2-4. Lluvia promedio anual (mm)	2-3
	2-5. Lluvia máxima en 24 hrs (Zonas)	2-4
	2-6. Zonas de mayor peligro de inundaciones	2-4
	2-7. Imagen de satélite de la Cd. de Villahermosa, Tab.	2-5
	2-8. Sistema de ríos en el estado de Tabasco.	2-6
	2-9. Diversas tomas de la inundación en Villahermosa, Tab. 2007.	2-6
2-10.	Trayectoria del Huracán <i>Norbert</i> y su paso por Sonora en octubre de 2008.	2-7
2-11.	Culebras en Sonora que generó el Huracán <i>Norbert</i> y planicie inundada.	2-8
	2-12. Carreteras y bordos afectados y población inundada.	2-8
	2-13. Daños de la inundación en la ciudad de Álamos.	2-9
	2-14. Mapa de peligros por incidencia de ciclones tropicales.	2-10
	2-15. Frecuencia de inundaciones registradas de 1950 a 2007.	2-11
	2-16. Daños anuales por inundaciones en la República Mexicana.	2-12
	2-17. Funcionamiento del Sinaproc.	2-13
3-1.	Metodología para el levantamiento del Inventario Nacional	3-1
3-2.	Ej resultado de la consulta a la FICHA de bordos de defensa del río Colorado.	3-4
	3-3. Organismos de cuenca de la CONAGUA	3-6
	3-4. Cuencas y subcuencas en el Organismo de Cuenca	3-8
	3-5. Inundaciones en Tijuana, BC. Diciembre 17, 2008	3-8



3-6.	Hidrografía en la región Noroeste.	3-9
3-7.	Inundaciones en Álamos, Son. Octubre 12, 2008	3-9
3-8.	Zonas potencialmente inundables en el Noroeste	3-10
3-9.	Municipio de Hermosillo	3-10
3-10.	Hidrografía en la región Pacífico Norte.	3-12
3-11.	Inundación en Guasave, Sin. Septiembre 3, 1998	3-13
3-12.	Zonas inundadas en el sur de la región Pacífico Centro en 2003	3-13
3-13.	Hidrografía en la región Balsas.	3-14
3-14.	Inundaciones originadas por el río Yautepec, Morelos. Julio 8, 2008	3-14
3-15.	Hidrografía en la región Pacífico Sur.	3-15
3-16.	Efectos del huracán <i>Pauline</i> en Acapulco, Gro. Octubre 9, 1997.	3-15
3-17.	Acapulco de Juárez, inundaciones	3-16
3-18.	Mapa de municipios en riesgo de inundación	3-17
3-19.	Hidrografía en la región Río Bravo	3-18
3-20.	Inundaciones en Piedras Negras, Coah. (2004)	3-18
3-21.	Tramos críticos para la conducción del agua en el Bajo Bravo	3-19
3-22.	Hidrografía en la región de las cuencas centrales del norte	3-20
3-23.	Inundaciones en el río Nazas. Septiembre 11, 2008	3-20
3-24.	Hidrografía en la región Lerma-Santiago-Pacífico	3-23
3-25.	Inundaciones en la cuenca del río Lerma. Agosto 30 de 2007	3-23
3-26.	Sitios y población afectada por inundaciones en el Mpio. de Ixtlahuaca. Méx.	3-26
3-27.	Determinación de riesgo de inundaciones en Santa María Jajalpa, Edo. México	3-25
3-28.	Pantallas de despliegue del Centro Hidrometeorológico de Querétaro	3-25
3-29.	Irapuato-Salamanca-Cerro Blanco-La Capilla	3-25
3-30.	Clasificación de presas y bordos por uso, tamaño y número por subcuenca	3-26
3-31.	Hidrografía en la región Golfo Norte	3-37
3-32.	Áreas inundadas en 2007 en la planicie del río Pánuco	3-28
3-33.	Inundaciones en la cuenca del río Pánuco. Septiembre 2007.	3-28
3-34.	Hidrografía en la región Golfo Centro	3-30
3-35.	Inundaciones producidas por la TT Stan en octubre 8 a 12, 2005	3-31



3-36.	Hidrografía en la región Frontera Sur	3-32
3-37.	Inundaciones en Tabasco (noviembre de 2007)	3-33
3-38.	Peligro de inundación y deslizamientos en la costa de Chiapas	3-33
3-39.	Hidrografía en la región Península de Yucatán	3-34
3-40.	Inundaciones en Cancún, huracán <i>Wilma</i> en octubre del 2005	3-35
3-41.	Lluvia provocada en la Península-Golfo por el huracán <i>Dean</i> del 20 al 23 de agosto de 2007	3-35
3-42.	Hidrografía en la región de la cuenca del Valle de México	3-36
3-43.	Esquema general del Sistema de Drenaje de la ZMVM	3-37
3-44.	Drenaje profundo del AMCM	3-38
3-45.	Inundaciones registradas en el Distrito Federal en 2007	3-39
4-1.	La Base de datos del Inventario y algunas aplicaciones	4-2
4-2.	Estructura de la base de datos.	4-3
4-3.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> con la totalidad de obras en el Inventario INOPCI (773)	4-5
4-4.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca I. Península de Baja California	4-6
4-5.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca II. Noroeste	4-7
4-6.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca III. Pacífico Norte	4-8
4-7.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca IV. Balsas	4-9
4-8.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca V. Pacífico Sur	4-10
4-9.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca VI. Río Bravo	4-11
4-10.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca VII. Cuencas Centrales del Norte	4-12
4-11.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca VIII. Lerma - Santiago - Pacífico	4-13
4-12.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca IX. Golfo Norte	4-14
4-13.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca X. Golfo Centro	4-15
4-14.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca XI. Frontera Sur	4-16
4-15.	Mapa en <i>ArcView</i> sin obras en el Organismo de Cuenca XII Península de Yucatán	4-17
4-16.	Mapa desplegado en <i>ArcView</i> de las obras en el Organismo de Cuenca XIII. Aguas del Valle de México	4-18



4-17.	Acercamiento a una obra y despliegue de la información contenida en la ficha.	4-19
4-18.	Mapa desplegado en <i>Google Earth</i> la totalidad de obras en el Inventario INOPCI (773).	4-20
4-19.	Mapa desplegado en <i>Google Earth</i> las Presas del Inventario	4-21
4-20.	Mapa desplegado en <i>Google Earth</i> todos los Bordos del Inventario	4-22
4-21.	Mapa desplegado en <i>Google Earth</i> con todas los Encauzamientos del Inventario	4-23
4-22.	Mapa desplegado en <i>Google Earth</i> de otras obras no consideradas en las anteriores	4-24
4-23.	Funda del CD INOPCI	4-26
4-24.	Funda del DVD INOPCI	4-26
4-25.	Esquema para la captura remota de información.	4-28
4-26.	Vista de la página de captura publicada en Internet	4-29
4-27.	Pantalla de consulta de la Ficha de Levantamiento	4-30
5-1.	Trabajos de conservación en obras de protección contra inundaciones (Sin.)	5-2
5-2.	Oficinas, expedientes y archivos de obras de protección contra inundaciones	5-4
5-3	Aproximación y disipación al noreste del huracán Norbert (noviembre 2009) después de una secuela de graves daños en el sur del estado de Sonora	5-4
5-4	Archivos digitales de estudios y proyectos de obras de protección contra inundaciones	5-5
5-5	Ingenieros de la Conagua especialistas en obras de protección contra inundaciones	

Lista de Cuadros		Página
1-1.	Periodo de retorno para avenidas de diseño	1-16
3-1.	Total de obras de protección contra inundaciones en el Inventario	3-40
3-2	Obras de protección contra inundaciones en el Inventario por Organismo de Cuenca y Dirección Local, a nivel nacional (2008)	3-41
5-1.	Estado de las obras en el Inventario	5-1

11. Diagnóstico y sugerencias

La información reunida por este proyecto responde a tres finalidades principales: tener información para el aseguramiento de las obras de infraestructura contra daños, contar con elementos para tramitar presupuestos para conservación, mantenimiento, reparación y construcción de nuevas obras de protección y, conociendo las obras, valorar el beneficio de este patrimonio hidráulico de México.



A continuación, se presenta un cuadro que resume la información proporcionada por las 773 obras que se inventariaron para este proyecto:

Cuadro 6. Estado de las obras en el Inventario

Tipo de Obra	Estado de conservación				
	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	No especificado
Presas	50	33	9	4	224
Bordos	108	136	39	20	40
Encauzamientos	42	31	1	1	13
Otras obras	6	4	1		11
Todas las obras	206	204	50	25	288
Porcentaje (%)	26.6	26.4	6.5	3.2	37.2

Como se puede apreciar, alrededor del 53% de las obras se encuentra en buen o regular estado de conservación, por lo que se calcula entonces que cerca de las dos terceras partes de las obras de protección contra inundaciones en el país están en alguna de estas dos categorías, y por consiguiente, que al menos la tercera parte restante requiere de trabajos de conservación y mantenimiento para recuperar o mejorar su capacidad de diseño, y proteger adecuadamente contra inundaciones a poblaciones y áreas productivas.

Por otro lado, se escucharon las diversas solicitudes y recomendaciones de los ingenieros que atendieron las solicitudes de información sobre las acciones que consideran necesarias para el adecuado funcionamiento de las obras. De acuerdo al tipo y estado físico de la obra, las mencionadas acciones se pueden agrupar de la siguiente forma:

i. Obras en buen estado

Para los *bordos* y *encauzamientos* limpieza general de cauce y márgenes, desazolve del cauce y reposición de materiales; seguir aumentando la longitud de los bordos o colocar tramos adicionales en partes todavía vulnerables y complementarlos, por ejemplo, con obras de desfogue o protección marginal.

En el caso de las *presas* mantenimiento a válvulas, tuberías y mecanismos; limpieza general; obras complementarias como dentellones, cunetas y rectificaciones y evitar o controlar el problema de asentamientos humanos que han invadido la zona federal de los embalses.

ii. Obras en regular estado

Cerca del 50 % de los *bordos* en esta condición fue construido o rehabilitado del año 2000 a la fecha, mientras que en los *encauzamientos* ese porcentaje es de más del 80%. En general, ambos tipos de obras han cumplido con su objetivo, requiriendo sólo trabajos de mantenimiento (reposición de materiales, sobreelevación, limpieza de taludes y cauces, etc.), desazolve y completar las obras como lo especifica el proyecto ejecutivo.



En cuanto a las *presas*, se recomienda principalmente el desazolve y el mantenimiento preventivo de los mecanismos y obras complementarias.

iii. Obras en mal estado

Alrededor del 70 % de los *bordos* en esta condición tiene más de 10 años de antigüedad y se concentran principalmente en Sonora y Chiapas. Requieren mantenimiento correctivo pues a lo largo de su vida útil han tenido que enfrentar, por lo menos, una avenida extraordinaria que los ha socavado o reventado en algunos tramos. Recomiendan desazolvar los cauces, sobreelevar los bordos y proteger sus márgenes para adecuarlos a las condiciones actuales.

En cuanto a las *presas*, su azolvamiento e invasiones de personas en la zona federal, incluyendo en ocasiones en el propio vaso, son los principales problemas que enfrentan. Por tratarse de obras en su mayoría con más de 30 años de antigüedad requieren de mantenimiento, limpieza, protección, control para evitar tubificación y destapar obras de toma, por ejemplo.

iv. Obras en muy mal estado

En estas condiciones se encuentran 20 son bordos, 1 encauzamiento y 4 presas. Los *bordos* más recientes y el *encauzamiento* datan de 1992, . La recomendación principal es el mantenimiento mayor y la rehabilitación de estas obras para que continúen protegiendo a la población y áreas productivas. Estas obras se concentran en Sonora, Chiapas y San Luís Potosí.

Los problemas que presentan las *presas* en este caso son principalmente invasiones del vaso, corona con ancho insuficiente, desnivelado y con deterioro por paso de ganado, obra de toma colapsada y vertedor sin protección lateral.

De las 288 obras en las que no se especificó su estado actual de conservación, sí destacaron las menciones generales a problemas comunes de filtraciones de diferentes magnitudes y azolvamientos en la mayoría de las presas en este conjunto.

Como complemento a lo anterior, se proponen algunas herramientas tecnológicas que pueden hacer más eficiente el uso de los recursos económicos y de esta forma ayudar a revertir la problemática anterior:



12. Conclusiones y recomendaciones

Al levantar la información sobre las obras de protección, conocer las experiencias y opiniones del personal encargado de su funcionamiento y recorrer los estados del país visitando muchas de ellas, la impresión que queda es que benefician a un gran número de personas, sus bienes, infraestructura y áreas productivas a las que protegen en contra de inundaciones y, que a pesar de esa importante función, su utilidad sólo es evidente en temporada de lluvias con fenómenos extremos como huracanes, tormentas y desbordamientos.

La función de control de ríos e ingeniería de seguridad hidráulica que desempeñó toda una Dirección General anteriormente y que soportaba institucionalmente el patrimonio nacional de este tipo de infraestructura hidráulica, necesita ser consolidarla y fortalecida ahora que se han descentralizado las acciones del control integral de ríos y crecientes.

Por la evidente contribución de las obras de protección en el bienestar y seguridad de la población e infraestructura de desarrollo, su consolidación y fortalecimiento se puede plantear con un programa de coordinación transversal entre la Conagua, las direcciones de Protección Civil de los gobiernos estatales y municipales, así como otras dependencias federales como Defensa Nacional, Marina y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y sus correspondientes a nivel estatal.

El Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales se planteó desde sus inicios con la intención de ser un instrumento dinámico que pueda incluso apoyar el ciclo completo de generación de proyectos desde la planeación hasta el mantenimiento y reparación de obras de infraestructura existente. También el Inventario debía servir para el seguimiento de avances de proyectos en ejecución y un motor que genere nuevos proyectos.

En adelante, algunas acciones útiles para los fines del inventario son:

- Dar mantenimiento al inventario y mejorar gradualmente su sistema informático para que sea aplicado en las direcciones locales y de organismos de cuenca y concentrado en las oficinas centrales de la CONAGUA.
- Uso de la ficha electrónica desarrollada y su perfeccionamiento para facilitar el trabajo de complementar del actual inventario y actualizarlo con las obras que se autorizan y construyen cada año.
- Digitalización de los expedientes de las obras construidas y en proyecto.
- Fortalecer la política de atención a esta infraestructura; diseñar y aplicar programas de apoyo a la conservación y mejoramiento de los archivos, oficinas, personal y herramientas y equipos de trabajo especializados en la protección contra inundaciones en la CONAGUA.
- Implantar la formulación de Planes Maestros de Protección contra Inundaciones por cuencas y la actualización dinámica del Catálogo de Proyectos.



- Actualizar y difundir los Manuales Técnicos para el Diseño de Obras de Protección contra inundaciones en cauces naturales.

ANEXOS.-

- Del proyecto:
 - CUESTIONARIOS para directivos
 - Fichas de obras
 - Archivo de presas (243) de CA y manejo del sistema hidrológico nacional
- Para el proyecto:
 - Información proporcionada por la CONAGUA
 - § Listado de obras de las direcciones regionales y locales de CONAGUA
 - § Listado de expedientes en el Archivo-CONAGUA de Balderas
 - § Fichas de obras CONAGUA y Presidencia de la República
 - § De la Subgerencia de Administración de Riesgos
 - Información de la SHCP
 - Información de Protección Civil
 - Referencias internacionales
- Tablas resumen del Inventario por estado, Organismo de cuenca y/o región hidrológica

Listado ordenado según su aparición:

- [ANEXO A](#) Informe final del Proyecto de Obras de Protección contra Inundaciones
- [ANEXO B](#) Portada del libro “Inventario Nacional de Obras de Protección Contra Inundaciones en Cauces Naturales”.
- [ANEXO C](#) Concentrado de información reunida hasta el término del informe final. Por Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA.
- [ANEXO D](#) Avance de características importantes de obras: Presas, Bordos y Encauzamientos recopiladas al 31 de diciembre 2008 (por OC y Estado).
- [ANEXO E](#) Fichas de información detallada de obras de protección, recibidas y recopiladas en las direcciones generales y locales de la CONAGUA. Por Organismo Cuenca y Dirección Local. Se incluyen en una carpeta aparte.
- [ANEXO F](#) Registros con información de detalle de 197 presas utilizadas en funciones de control de avenidas en el Sistemas Hidrológico en México.
- [ANEXO G](#) Anexo Técnico con las especificaciones del estudio.
- [ANEXO H](#) Tipos de Obras Fluviales de Protección y Control de Cauces (Borrador IMTA).
- [ANEXO I](#) Referencias bibliográficas del proyecto.
- [ANEXO J](#) Información proporcionada por la Subgerencia de Proyectos de Obras de Protección en Cauces. CONAGUA. Oficinas Centrales. (Listado y carpeta de archivos).
- [ANEXO K](#) Listado de expedientes en el Archivo Histórico del Agua CONAGUA de Balderas.
- [ANEXO L](#) Oficios de la SGIH y el IMTA girados a las direcciones locales de la CONAGUA con las solicitudes de información y apoyo al desarrollo del Inventario.
- [ANEXO M](#) Cuadros del seguimiento a las solicitudes de información para diferentes fechas, por Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA.
- [ANEXO N](#) Proyectos estratégicos de infraestructura para el control de inundaciones de la Administración 2006-2012.

