

Se realizan los trabajos emergentes coordinados por el Director de Infraestructura Hidroagrícola:

- Control de Maquinaria que realiza trabajos emergentes en obras hidráulicas.
- Reforzamiento de obras hidráulicas para la protección de centros de población.
- Trabajos emergentes en obras hidráulicas (compuertas, mecanismos de operación, pozos de abastecimiento).
- Diseño de obras hidráulicas emergentes.
- Contratación de empresas confiables para la rehabilitación de la infraestructura afectada.
- Unidad licitadora.

Se hacen revisiones sistemáticas de los sistemas de abastecimiento de agua potable, drenaje y saneamiento coordinadas por el Director de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

Mediante la concertación social coordinada por el Director de Administración del Agua:

- Evaluación de posibles conflictos sociales sobre la contingencia.
- Invasiones de zona federal e infraestructura hidráulica por asentamientos irregulares.
- Promover la participación interinstitucional para consensar toma de decisiones.
- Identificar los Comités de padres de familia, líderes o grupos formales e informales de las zonas o colonias susceptibles de inundación.

Para la atención al FONDEN, el Director de Atención de Emergencias y Consejos de cuenca solicita a los directores de área de la Conagua (Técnica, Urbana, Hidroagrícola y Administrativo):

- Atención a la solicitud de dictamen de precipitaciones.
- Evaluación de daños a la infraestructura hidráulica e hidroagrícola.
- Evaluación de daños a la infraestructura hidráulica urbana.
- Supervisión de obras relacionadas
- Integración de documentos

El Jefe de la Unidad de Comunicación Social se encarga de emitir el boletín informativo sobre los trabajos que realiza la Conagua, para las autoridades del Gobierno del Estado, H. Ayuntamientos Municipales y medios de comunicación, las fotografías de la zona afectada y su reconstrucción así como las fotos y/o videos de los trabajos emergentes que se realiza y de reuniones donde se participa.

Durante la emergencia, las acciones de la Conagua mantienen comunicación con diversas dependencias, realizando:

- Informe de trayectoria del Ciclón Tropical
- Seguimiento de lluvias, escurrimientos y evolución de presas
- Reuniones con Unidades de Protección Civil, Sector Salud y SEDENA
- Evaluación de daños a fuentes de abastecimiento e infraestructura hidroagrícola
- Operativo de desalojo de agua por medio de equipos de bombeo y Saneamiento Básico
- Entrega de agua potable en camión pipa y plantas potabilizadoras
- Rehabilitación de la infraestructura dañada
- Informe final y Libro Blanco

De donde se desprende la necesaria interacción de la Conagua con:

- Gobernador del Estado
- Secretario de Gobierno
- Protección Civil
- Medios de Comunicación
- Presidentes municipales
- Sector Salud
- SEDENA

### **4.3. Equipos para atención de emergencias**

Actualmente se cuenta con equipo especializado para la atención de emergencias, sin embargo es necesaria la actualización y ampliación del mismo, esto con el fin de apoyar más a la población en caso de un siniestro.

#### 4.4. Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes

Por la alta vulnerabilidad que presenta la región ante fenómenos hidrometeorológicos, se requiere contar con una adecuada infraestructura con el objetivo de proteger a centros de población y áreas productivas, sin perder de vista el mantenimiento que se debe dar a las mismas.

En general el Centro Regional de Atención a Emergencias del Organismo de Cuenca Noroeste opera de manera aceptable, sin em-

bargo, en ocasiones no se cumplen las expectativas que demanda la población, porque aun cuando se atiende las situaciones de emergencia, no se atienden de manera expedita, debido a la distancia y tiempo de traslado. Por otra parte es necesaria la actualización de los diagnósticos de la infraestructura vigente para la elaboración de un adecuado programa de mantenimiento de dicha infraestructura.

A continuación se presentan las obras de infraestructura existentes en la región que presentan daños o ineficiencias que impiden su correcto funcionamiento, dicha información se muestra por estado.

Tabla 4.3 Infraestructura de protección en la Región Río Colorado

Obra	Objetivo	Río	Población	Estado de la obra
Represo Villa Sonora	Regular los escurrimientos del arroyo y protección a la población de la ciudad	Arroyo Villa Sonora	4,000	Regular
Represo Grande de La Pirinola		Arroyo Cuesta Blanca	7,000	Malo
Represo Los Capulines		Arroyo Cuesta Blanca	5,000	Muy malo
Represo Nogales		Arroyo Nogales	14,000	Muy malo

Fuente: Conagua. Inventario Nacional de Obras de Protección Contra Inundaciones, INOPCI, 2010.

Tabla 4.4 Infraestructura de protección en la Región Sonora Norte

Obra	Objetivo	Río	Población	Estado de la obra
Bordo de protección del río Asunción	Conducir los escurrimientos del río Asunción y proteger a la población de la ciudad	Río Asunción	4,933	Regular
Presa Comaquito	Control de avenidas, riego y abrevadero	Arroyo Cócospa	7,120	Regular
Presa El Plomo	La presa se destina al control del arroyo El Plomo para aprovechar sus aguas en riego de una superficie de 440 ha de terrenos que permanecían inaprovechados, así como para fines de agostadero	Arroyo el Plomo	32,415	Regular
Presa Cuauhtémoc "Santa Teresa"	Para riego de 3,000 ha., control de avenidas y otros usos secundarios	Río Altar	715	Sin Dato
Protección a la conducción de la galería filtrante "El Claro"	Protección a la conducción de la galería de las crecientes del río Magdalena	Río Magdalena	0	Regular

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Noroeste.

Tabla 4.5 Infraestructura de protección en la Región Sonora Sur

Obra	Objetivo	Río	Población	Estado de la obra
Embovedado del arroyo Nogales	Conducir los escurrimientos de arroyo Nogales y sus afluentes para proteger a la población.	Arroyo Nogales	34,000	Muy Malo
Ing. Rodolfo Félix Valdés "El Molinito"	Control de avenidas	Río Sonora	15,000	Bueno
Presa Cajón de Onapa	Control de avenidas del río, riego y abrevadero de ganado	Río Sahuaripa	3,989	Regular
Presa Ignacio R. Alatorre "Punta de Agua"	Control de río Mátape, así como proteger contra inundaciones a los terrenos de aguas abajo	Río Mátape	15,630	Sin Dato
Presa Divisaderos	Control del arroyo Bacadéhuachi para aprovechar sus aguas en riego de una superficie de 514 ha de terrenos que antes se encontraban improductivos, así como para fines de agostadero de ganado	Arroyo Divisaderos	819	Regular
Bacanora "Las Calabazas"	Controlar el arroyo Bacanora para aprovechar sus aguas en riego de una superficie de 454 Ha de terrenos que se encontraban fuera de cultivo, así como para abrevadero de ganado	Arroyo Bacanora	568	Regular
Maximiliano R. López "Bachoco"	Controlar el régimen del arroyo Bachoco para proteger contra inundaciones a la población de Esperanza y una porción de terrenos del Distrito de Riego Yaqui	Arroyo Bachoco	Sin Dato	Bueno
Presa Jacinto López "Cuquiaráchic"	La presa se destina al control del arroyo Cuquiaráchic para aprovechar sus aguas en riego de una superficie de 920 ha de terrenos que se encontraban fuera de cultivo y como abrevadero de ganado	Arroyo Cuquiaráchic	874	Regular
Presa El Teopari	La presa se destina al control del arroyo La Junta para aprovechar sus aguas en riego de 313 ha de terrenos ribereños de ambas márgenes y protegerlos contra inundaciones	Arroyo La Junta	563	Regular
Presa El Veranito	La presa tiene una capacidad de 11.40 millones de m <sup>3</sup> y se destina a controlar el escurrimiento del arroyo Promontorios para aprovechar sus aguas y regar una superficie de 890 ha de tierras que antes permanecían inaprovechadas, así como para abrevadero	Arroyo Promontorio	2,615	Regular
Encauzamiento del río Sonora	Para protección de áreas productivas	Río Sonora	1,250	Bueno

Obra	Objetivo	Río	Población	Estado de la obra
Abelardo Rodríguez Luján "Hermosillo"	Para riego de 10 000 ha., recarga de acuíferos para abastecimiento de agua potable a la ciudad de Hermosillo, Son., regularización de avenidas y otros usos secundarios.	Río Sonora	30,000	Bueno
Abraham González "Guadalupe"	Para riego de 5 500 ha., regularización de avenidas y otros usos secundarios	Río Papigochic	5,180	Sin Dato
Adolfo Ruiz Cortines "Mocuzari"	Propósito básico de controlar las avenidas del río Mayo para proteger contra inundaciones a las localidades asentadas a lo largo de la corriente, para riego de 70 000 ha., generación de energía eléctrica, control de avenidas y otros usos secundarios	Río Mayo	15,000	Bueno
Bordo de protección Dren "D" Bataconcica	Protección a la población de Bataconcica	Río Yaqui	150	Muy Malo
Bordo de Protección Numero 2 1	Protección a la población de la Ciudad de Empalme	Río Mátape	2,200	Regular
Bordo de Protección número 3	Protección a la población de la ciudad de Empalme	Río San Marcial	8,600	Malo
Canalización del río Sonora	Protección a la población de las nuevas colonias de la ciudad de Hermosillo	Río Sonora	7,150	Bueno
Bordo de protección Salsipuedes	Protección a la población y áreas productivas	Río Yaqui	155	Malo
Bordo de protección "Guaymitas"	Protección a la población y áreas productivas	Río Mayo	1,200	Malo
Bordo de Protección Bordo Izq. del Canal Principal Margen Der. del río Mayo	Protección a la Población y sus áreas Productivas	Río Mayo	7,200	Malo
Bordo de protección Lat. 13+380 (Camino a Tajimaroa)	Protección a las áreas productivas	Río Yaqui	274	Malo
Bordo de protección Cocorit Canal Lat. 3+153 del C. Principal al Porfirio Díaz	Protección a las poblaciones de Cocorit y Ciudad Obregón	Río Yaqui	2,050	Muy Malo
Bordo de protección Chumampaco	Protección al poblado de Chumampaco	Río Yaqui	213	Malo
Bordo de protección a la Cooperativa (Canal lat. 29+172)	Protección al poblado de la Cooperativa	Río Yaqui	403	Muy Malo
Bordo de protección Pótam (Pueblo) Canal Sublat 1+783	Protección al poblado de Pótam	Río Yaqui	4,143	Muy Malo
Bordo Pótam de	Protección al poblado de Pótam	Río Yaqui	690	Malo

Obra	Objetivo	Río	Población	Estado de la obra
protección				
Bordo de protección Tórim	Protección al poblado de Tórim y áreas productivas	Río Yaqui	316	Malo
Bordo de protección Vícam Pueblo	Protección al poblado de Vícam Pueblo y áreas agrícolas	Río Yaqui	403	Malo
Bordo de Protección Canal Lat. 19+021	Protección de áreas productivas	Río Yaqui	0	Regular
Bordo Cuchilla de Guaymitas	Protección de la localidad	Río Mayo	170	Malo
Bordo Estación Corral	Protección de la localidad de Estación Corral, Municipio de Cajeme	Río Yaqui	615	Malo
Bordo de protección a Huatabampo	Protección de la localidad de Huatabampo, Sonora	Río Mayo	20,000	Muy Malo
Bordo Tórim Cora-cepe	Protección de la población y área agrícola	Río Yaqui	232	Malo
Bordo de protección Dren El Pescado (Compuertas)	Protección de la población y de sus áreas agrícolas	Río Yaqui	214	Malo
Bordo de Protección Puente de Bácum	Protección de las áreas agrícolas	Río Yaqui	1,024	Malo
Bordo de protección Bataconica	Protección de las áreas agrícolas de Bataconica	Río Yaqui	526	Malo
Bordo de protección Dren Pótam	Protección de las áreas productivas del poblado de Pótam, Col. Yaquis	Río Yaqui	184	Muy Malo
Bordo Liga del Lat.8+354 Con Lat 11+700	Protección de las instalaciones pecuarias y área agrícola	Río Yaqui	60	Malo
Bordo Liga Del Lat.12+410 Con Lat 11+700	Protección de las instalaciones pecuarias y área agrícola	Río Yaqui	40	Malo
Bordo Juvani - Canal Porfirio Díaz	Protección de las localidades y áreas productivas	Río Yaqui	3,884	Malo
Bordo Tinajera y Santa Teresa	Protección de las localidades y áreas productivas	Río Yaqui	716	Malo
Bordo de protección Tetaboca - Pueblo Viejo	Protección de las localidades y áreas productivas	Río Mayo	5,000	Malo
Bordo Piloto, Guaymas, Son.	Protección de varias localidades y áreas productivas	Arroyo El Toro, Arroyo El Mautal	3,194	Malo
Bordo de protección Bácum	Protección del poblado de Bácum	Río Yaqui	1,204	Muy Malo
Bordo de protección Casas Blancas	Protección del Poblado de Casas Blancas y sus áreas productivas	Río Yaqui	184	Regular
Bordo de protección Bacobampo	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	5,400	Muy Malo
Bordo de protección	Proteger las poblaciones y sus áreas	Río Mayo	2,300	Muy Malo

Obra	Objetivo	Río	Población	Estado de la obra
El Rodeo	productivas			
Bordo de protección Navolato Chucarit Chapote	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	5,000	Regular
Bordo de protección Canal K 3+300	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	4,200	Malo
Bordo de protección San Ignacio Cohuirimpo	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	900	Malo
Bordo de protección El Jopo (Bordo canal San Ignacio)	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	5,600	Malo
Bordo de protección Jitonhuca	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	350	Muy Malo
Bordo de protección "Canal Barrotes"	Proteger las poblaciones y sus áreas productivas	Río Mayo	350	Muy Malo
Presa " Bordo Ortiz"	Regular avenidas y recarga del acuífero	Río Mátape	23,122	Malo
Presa Lázaro Cárdenas "Angostura"	Riego y generación de energía	Río Bavispe	Sin Dato	Sin Dato
Presa El Tápiro	Se destina al control del arroyo Cerro Colorado para aprovechar sus aguas en riego de 1 050 ha de terrenos ribereños y para abrevaderos de ganado.	Arroyo Cerro Colorado	2,809	Regular
Adolfo de la Huerta "El Cajoncito"	Se destina al control del arroyo El Cajoncito para aprovechar sus aguas en riego de una superficie de 250 ha y para fines de agostadero	Arroyo el Cajoncito	999	Regular

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Noroeste.

### Obras de infraestructura que es urgente realizar para prevenir inundaciones

Se requieren obras de infraestructura Hidráulica para protección a los centros de Población, como son revestimiento y encauzamiento de arroyos, construcción de Bordos y Rehabilitación de la Infraestructura existente:

- Delimitación de zonas federales
- Construcción de Bordos
- Obras de drenaje pluvial
- Encauzamientos de ríos y arroyos
- Presas

Acciones de mantenimiento y rehabilitación del Bordo Ortiz en la cuenca del Río Mátape, municipio de Empalme:

- Encauzamiento y rectificación del río Mátape, para que descargue libremente los escurrimientos en la Bahía El Ranchito.
- Rehabilitar y terminar Bordo de Protección de la ampliación Ronaldo Camacho, de Empalme, Sonora.
- Estudio y Proyecto de Limpieza y Desazolve del Arroyo "La Petrolera" en el Municipio de Guaymas, Sonora, para evitar el desbordamiento e inundación de varias colonias de la Ciudad.
- Estudio y proyecto de rectificación y re-encauzamiento del Arroyo El Ranchito, en San Carlos Nuevo Guaymas, a una zona despoblada.
- Estudio y proyecto de rectificación y re-encauzamiento del Arroyo Bordo Prieto,

en Cd. Obregón, Sonora, ya que se inundan varias colonias de la ciudad.

- Proyecto y la ejecución de una estructura de derivación del Dren Ánimas al Dren Yavaros, para alivio del gasto que se conduce en éste.
- Continuar con los trabajos de ampliación de la sección y reforzamiento de bordos sobre el Dren Ánimas, en la periferia de la Cd. de Huatabampo, Sonora.
- Continuar con la excavación y reforzamiento de bordos al final del Dren Ánimas.
- Estudio y construcción de un ramal del Dren Ánimas, a la altura del poblado de Moroncárit

### **Obras de Protección a Centros de Población**

Así mismo y con la finalidad de prevenir los riesgos y daños ocasionados por inundaciones, se requiere realizar acciones para mejorar la protección en centros de población con mayor grado de vulnerabilidad, entre las que destacan los municipios:

En Guaymas:

Obras de encauzamiento de Aguas Pluviales en Sector Las Palmas, Col. Sahuaripa, col. Adolfo de la Huerta y Fátima, Col. Tetabiate y Embovedamiento del Canal San Vicente,

En Empalme:

Revestimiento de los bordos de protección: Bordo No. 1 1,500m., Bordo No. 2 1,000 m. Y el bordo de protección en la col. Ronaldo Camacho 300 m. Con el fin de desalojar las aguas pluviales de la zona urbana.

En el Municipio de Huatabampo:

Construcción de calles canal.

En el Municipio de Álamos:

Construcción de bordos y muros de protección en los arroyos La Aduana y El Chalatón.

En el Municipio de Navojo:

Canalización del arroyo Sonora (segunda etapa).

Con la finalidad de prevenir los riesgos y daños ocasionados por inundaciones, el Gobierno del Estado, en coordinación con los gobiernos mu-

nicipales, se compromete a realizar acciones para mejorar la protección en centros de poblaciones con mayor grado de vulnerabilidad, entre las que destacan las de los ríos Mátape, Yaqui y Mayo:

Encauzamiento y rectificación del río Mátape, para que descargue libremente los escurrimientos en la Bahía El Ranchito. Así mismo concluir la construcción del bordo de protección en la colonia Ronaldo Camacho, en la ciudad de Empalme, Sonora.

Estudio y Proyecto de encauzamiento del Arroyo “La Petrolera” en el Municipio de Guaymas, Sonora, para evitar el desbordamiento e inundación de varias colonias de la Ciudad.

Estudio y proyecto de rectificación y reencauzamiento del Arroyo El Ranchito, en San Carlos Nuevo Guaymas, a una zona despoblada.

Estudio y proyecto de rectificación y reencauzamiento del Arroyo Bordo Prieto, en Cd. Obregón, Sonora, con riesgo de inundación en varias colonias de dicha ciudad.

Proyecto para la construcción de estructura derivadora del Dren Las Ánimas al Dren Yavaros, para alivio del gasto que se conduce en éste. Así mismo, continuar con los trabajos de ampliación de la sección y reforzamiento de bordos sobre el Dren Las Ánimas, en la periferia de la Cd. de Huatabampo, Sonora. Estudio y construcción de un ramal del Dren Las Ánimas, a la altura del poblado de Moroncárit, así como excavación y reforzamiento de bordos al final del dren Las Ánimas. Con estas acciones se conducirían libremente los escurrimientos del dren, minimizando los riesgos de inundación en las partes más bajas de Huatabampo, Sonora.

### **Acciones necesarias para fortalecer los sistemas de alertamiento.**

Para fortalecer los sistemas de alertamiento en el Organismo de Cuenca, es prioritario realizar las siguientes acciones:

- Incrementar y modernizar el monitoreo a tiempo real de la cuenca alta del río Mayo
- Incrementar y modernizar el monitoreo a tiempo real de la cuenca alta del río Mátape

- Incrementar y modernizar el monitoreo a tiempo real de la cuenca alta del río Sonora

Reforzamiento de vigilancia, protección y mantenimiento de la infraestructura hidráulica:

- Reforzar la Seguridad Física en las presas Lázaro Cárdenas “Angostura”, Álvaro Obregón “Oviachic” y Adolfo Ruiz Cortines “Mocuzarit”, así mismo, construirle las obras de seguridad necesarias, para proteger las instalaciones hidráulicas ante cualquier acto que altere su operación.
- Se han revisado y operado los mecanismos de las compuertas de los vertedores de las presas Adolfo Ruiz Cortines y Abelardo Rodríguez Luján.

#### 4.5. Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas

Los actores sociales que intervienen, antes, durante y después de un evento de inundación pueden ser organizaciones civiles, asociaciones de productores, asociaciones vecinales, personas que habitan en zonas de riesgo de inundación, etc. Para esta Región no se cuenta con información para identificar las formas de participación de estas asociaciones.

$$I_{VUL} = \frac{I_{POBTOT}_i}{9} + \frac{I_{PEI}_i}{9} + \frac{I_{VPH\_S\_SERV}_i}{9} + \frac{I_{VPH\_PISOTI}_i}{9} + \frac{I_{P\_OA4\_60YMA}_i}{9} + \frac{I_{GRAPRONOES}_i}{9} + \frac{I_{PSINDER}_i}{9} + \frac{I_{VPH\_SINBIEN}_i}{9} + \frac{I_{PCON\_LIM}_i}{9}$$

Dónde:

$I_{VUL}$  = índice de vulnerabilidad

$I_{POBTOT}$  = Índice de población

$I_{PEI}$  = índice de población económicamente inactiva.

$I_{VPH\_S\_SERV}$  = Índice de viviendas particulares habitadas que no tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.

$I_{VPH\_PISOTI}$  = Índice de viviendas particulares habitadas con piso de tierra.

#### 4.6. Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones

De acuerdo al Mapa Nacional de Índice de Inundación en la RHA II existe una extensa superficie de aproximadamente 3,994 km<sup>2</sup> de zonas potencialmente inundables, aproximadamente 2% de la superficie de la RHA.

##### 4.6.1. Índice de vulnerabilidad

Desde el punto de vista hídrico, la región tiene una vulnerabilidad alta debido a que se encuentra expuesta al embate periódico de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Debido a lo anterior es importante tener una idea sobre la respuesta que podría tener la población ante dichos eventos, considerando la condición socioeconómica en la que se encuentra (la que la hace más o menos vulnerable), por lo que se debe estimar un índice de vulnerabilidad que permita, con base en ello, establecer los planes de emergencia, sistemas de alerta temprana y medidas necesarias para proteger en primera instancia a los más desprotegidos

Para calcular la vulnerabilidad de la población ante el fenómeno de inundación se deben considerar diversos factores económicos, sociales, el grado de conectividad de la zona y las condiciones materiales del lugar que se habita.

$I_{P\_OA4\_60YMAS}$  = Índice de población menor a 5 años y mayor a 60 años.

$I_{GRADOPRONOES}$  = Índice del grado promedio de no escolaridad en un rango de 0 a 1.

$I_{VPH\_SINBIEN}$  = Índice de viviendas particulares habitadas que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet.

$I_{PCON\_LIM}$  = Índice de personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.



Nota: el índice de cada variable se divide entre nueve por ser este el número de variables y asignarles el mismo peso a cada una. Los índices oscilan en un rango de 0 a 1.

Para equilibrar el grado de importancia de cada una de las variables que determinan el índice de vulnerabilidad con respecto a las otras, se les asigna un valor que de más peso a las condiciones físicas o limitaciones que pueden existir en la población, para ello se utilizaron los valores mostrados en la tabla.

Tabla 4.6 Asignación de pesos a los índices para el cálculo de la vulnerabilidad

Índice	Peso asignando
I_P_OA4_60YMAS	0.18
I_PCON_LIM	0.2
I_GRAPRONOES	0.09

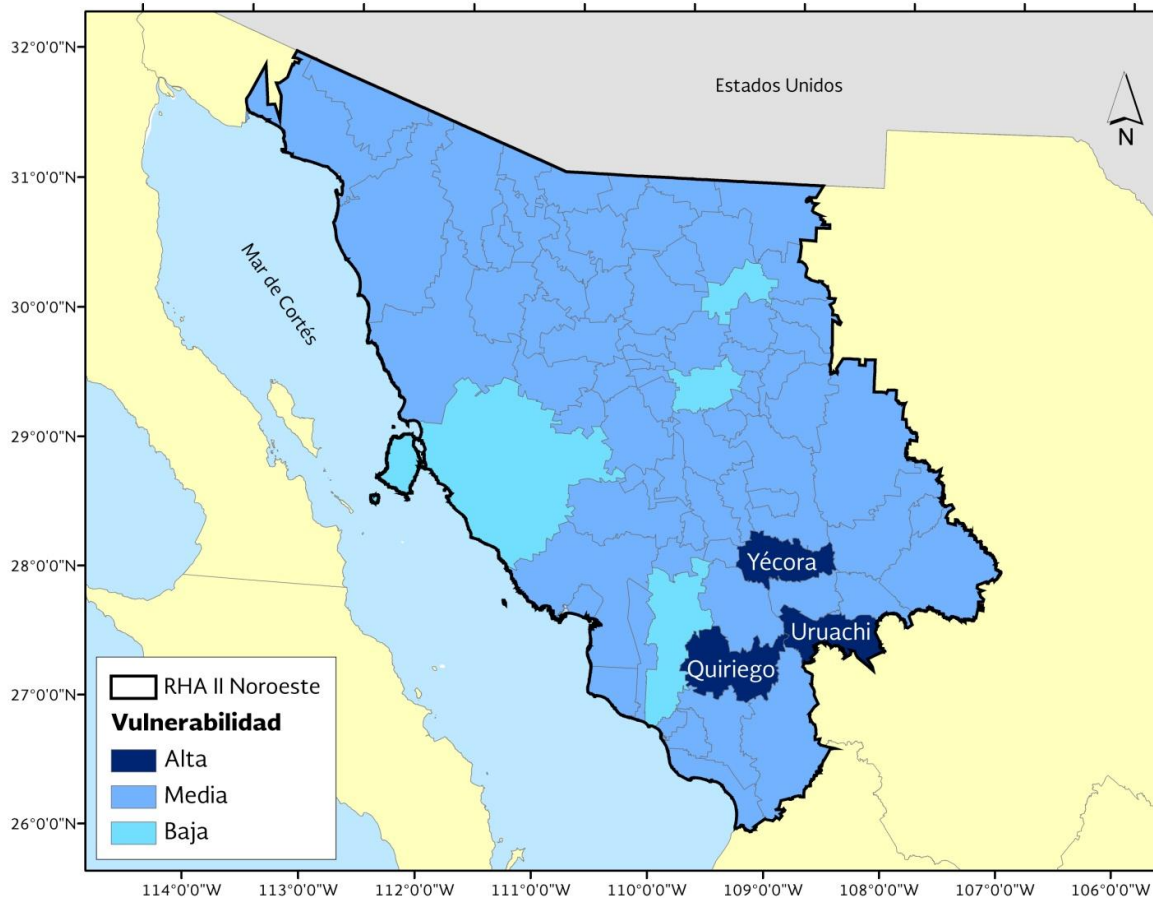
Índice	Peso asignando
I_PEI	0.14
I_PSINDER	0.14
I_VPH_PISOTI	0.08
I_VPH_S_SERV	0.08
I_VPH_SNBIEN	0.09

Fuente: IMTA, 2013.

### Índice de vulnerabilidad social

Haciendo un análisis nacional se definieron los niveles de vulnerabilidad en bajos (0-0.25), media (>0.25 y <=0.35), alta (>0.35 y <=0.45) y muy alta (>0.45); la RHA II presenta vulnerabilidad social baja media y alta, debido a que el índice estimado a nivel municipal no rebasa los 0.38. Los municipios que presentan un mayor índice de vulnerabilidad son Yécora, Quiriego y Uruachi.

Figura 4.3 Municipios que presentan mayor vulnerabilidad social a nivel municipal, análisis regional

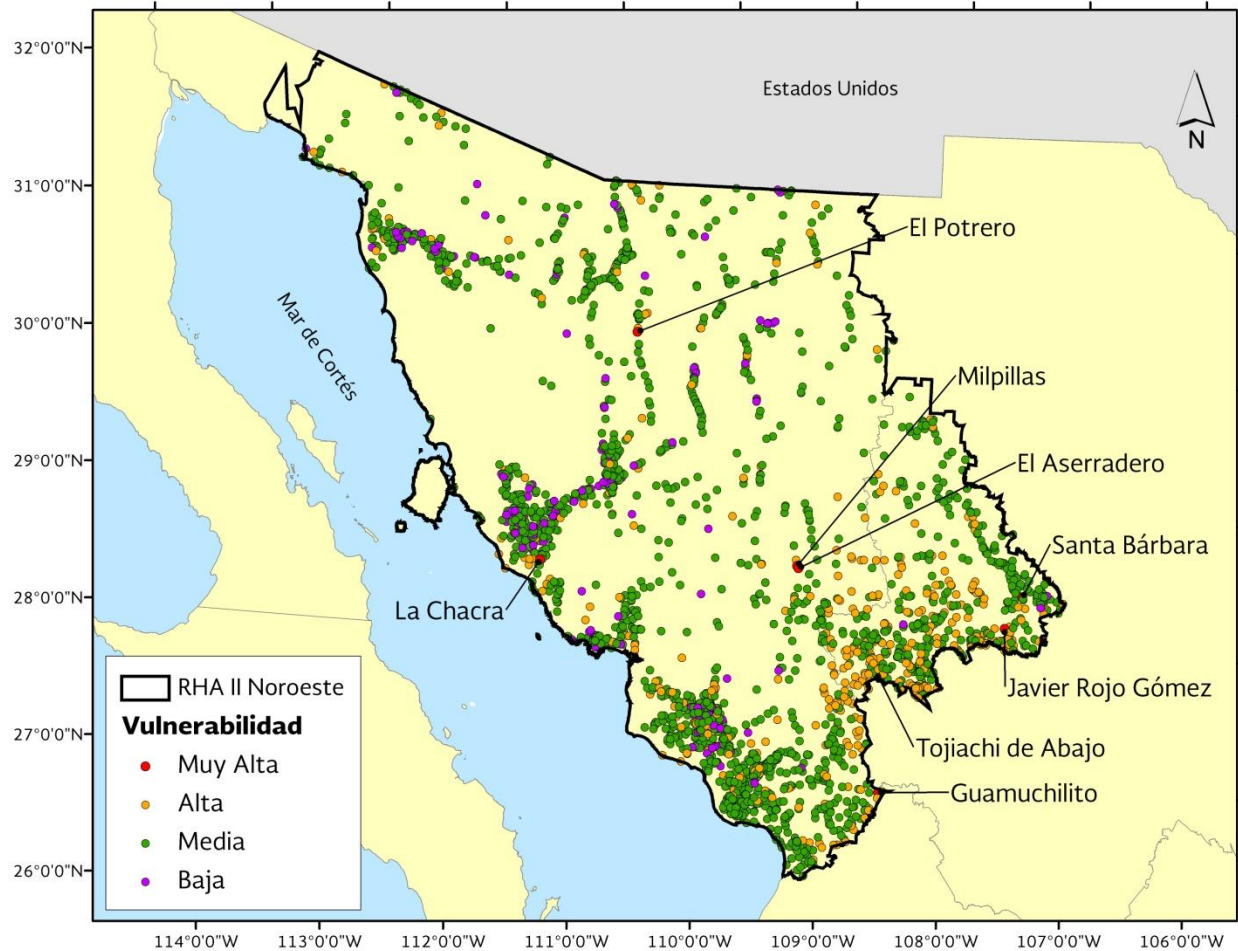


Fuente: IMTA, 2013. Elaborado con información de INEGI 2010 e INE 2010.

A nivel localidad, la vulnerabilidad social se encuentra en un rango de 0.10 a 0.79, la población más vulnerable en caso de que se

presente este fenómeno está más hacia el este de la región, siendo 8 localidades las que se destacan por tener una vulnerabilidad alta.

Figura 4.4 Índice de vulnerabilidad a nivel localidad



Fuente: Elaborado con información de INEGI 2010 e INE 2010. IMTA 2013.

Como puede observarse en el mapa, existen pocas localidades con vulnerabilidad alta desde el punto de vista social, sin embargo, existe varias localidades vulnerables que hay que considerar en el momento de identificar y/o proponer las medidas.

#### 4.6.2. Zonas potencialmente inundables

La mayoría de las inundaciones en la región están asociadas a fenómenos hidrometeorológicos, los cuales tienen una alta incidencia en la región. A nivel regional, los municipios más afectados han sido Cajeme, Guaymas, Empal-

me, Hermosillo, Huatabampo, Etchojoa y Nogales. Otras zonas urbanas que presentan inundaciones recurrentes son, Pitiquito, Caborca, Puerto Peñasco, Navojoa y BÁCUM. La magnitud de una inundación depende de la intensidad de las lluvias, de su distribución en el espacio y tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, así como de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas. Los daños provocados generalmente se cuantifican en habitantes damnificados, viviendas afectadas y áreas agrícolas inundadas. La magnitud de los daños varía de acuerdo a las características de las obras de protección, las capacidades de conducción de los cauces, las condiciones de drenaje natural y los volúmenes de escu-

rrimiento. En la Región Noroeste, existen 8 presas que se utilizan para control de avenidas. Siete de éstas tienen también otros usos tales como riego agrícola y/o abastecimiento público-urbano. Solamente la presa Rodolfo Félix Valdés (El Molinito) se utiliza exclusivamente para control de avenidas.

Las zonas inundables en la región se encuentran principalmente en los municipios que abarcan planicies costeras normalmente de poca pen-

diente y altitud media sobre el nivel del mar menor de 35 msnm mismas que son afectadas por inundaciones de tipo fluvial, provocadas por el desbordamiento de ríos y arroyos. En las partes altas de la región, aunque con menor frecuencia, se presentan inundaciones del tipo pluvial, asociadas a lluvias puntuales extremas y deshielos. La mayoría de las inundaciones se manifiestan en el período julio-enero, provocando afectaciones a las personas y sus bienes.

Tabla 4.7 Zonas afectadas por inundaciones

Nombre del Río	Habitantes damnificados	Hectáreas inundadas	Zonas afectadas
Sonoyta	280	3,900	2 municipios y 7 localidades
Concepción	45,000	12,300	11 municipios y 27 localidades
Sonora	65,000	23,000	14 municipios y 22 localidades
Mátape	28,000	11,100	4 municipios y 22 localidades
Yaqui	26,000	27,600	19 municipios y 65 localidades
Mayo	83,000	37,500	5 municipios y 77 localidades

Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCN, junio 2011

### Zona de riesgo: río Sonoyta

El municipio General Plutarco Elías Calles presenta problemas de riesgo de inundación principalmente en las riberas del río y en sus arroyos

afluentes. Existen 2 sitios de especial relevancia: Vado del Boulevard Benito Juárez y el Puente “La Copa” sobre la carretera federal No.8.

Figura 4.5 Zonas potencialmente inundables, General Plutarco Elías Calles



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

Otro municipio que también tiene zonas en riesgo de inundación es Puerto Peñasco, desta-

cando tres zonas: zonas costeras, El Casco urbano y los Manglares de la Península “La Pinta”.

Figura 4.6 Zonas potencialmente inundables, Puerto Peñasco



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

**Zona de riesgo: río Concepción**

Dentro de esta zona de riesgo se encuentran identificados los municipios que son susceptibles a sufrir inundaciones debido al desbordamiento de ríos, presas o arroyos, entre las que

podemos destacar: Magdalena de Kino, Santa Ana, Altar, Pitiquito, Caborca, Benjamín Hill; esto debido a la falta de planeación y control urbano de la autoridad.

Figura 4.7 Zonas potencialmente inundables, río Concepción



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

## Zona de riesgo: río Santa Cruz

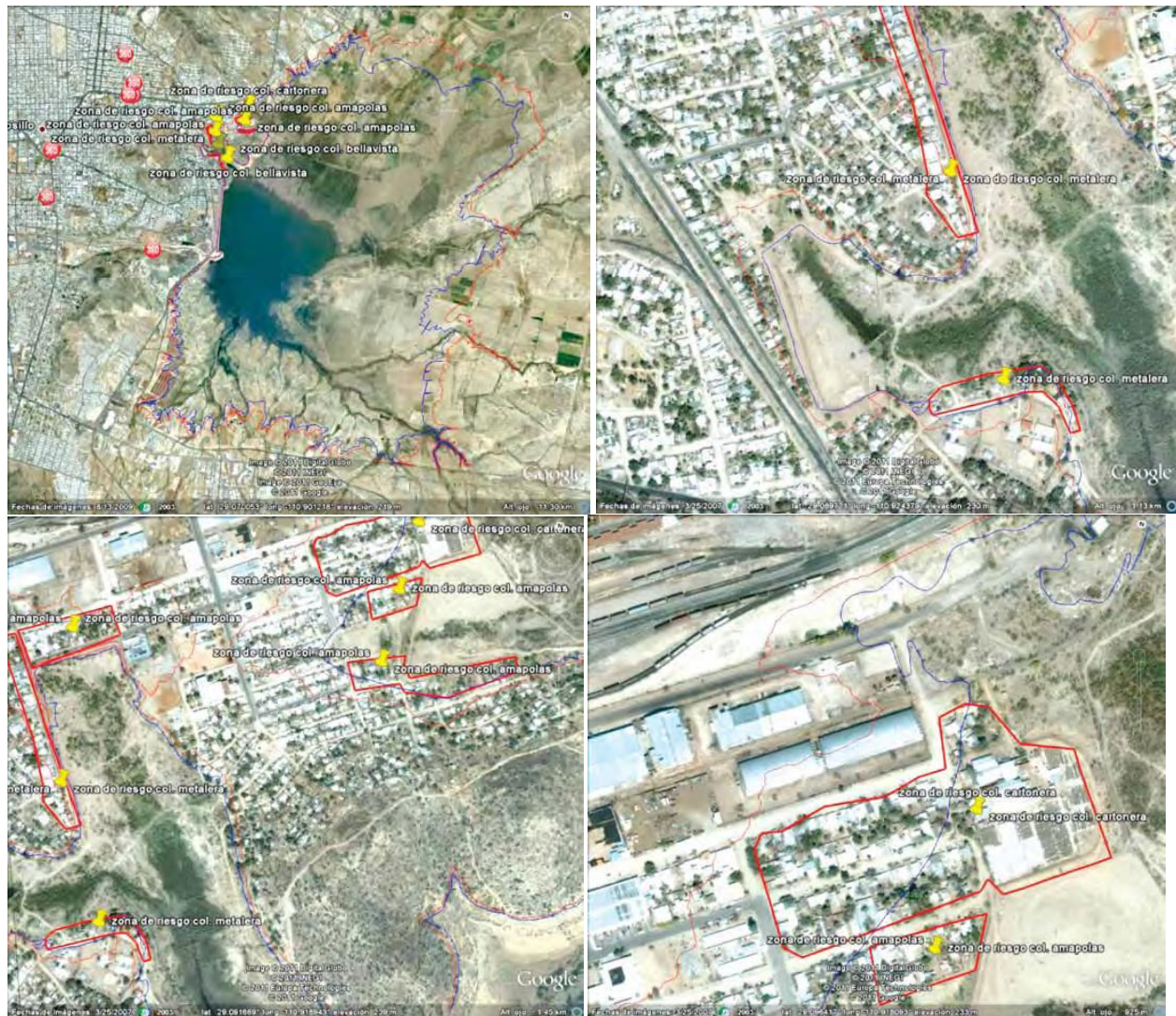
Esta zona está constituida por dos corrientes: la que nace al sur en el cañón de los Alisos que da origen al río Magdalena y Planchas de Plata. Los arroyos ubicados por la margen derecha escurren por las calles de la zona urbana, mismas que están pavimentadas con asfalto o concreto hidráulico y en la confluencia con el Arroyo Nogales cuentan con rejillas pluviales tipo boca de tormenta, mismas que por su deficiencia de desalojo de los caudales se tapan por el arrastre de basura y sólidos, provocando que los escurrimientos se conduzcan por la vía del ferrocarril hacia el centro de la ciudad de Nogales, ocasionando

daños por inundación en casas habitación, zona comerciales e industrias, así como problemas viales en el cruce de la aduana hacia los Estados Unidos.

## Zona de riesgo: río Sonora

En esta zona se identifican algunos municipios que por tener localidades cercanas a las márgenes de ríos y arroyos se vuelven vulnerables a sufrir afectaciones debido a la presencia de fenómenos meteorológicos que causan desbordamientos de los cauces al presentarse lluvias extraordinarias. Los municipios más afectados son: Hermosillo, Bacoachi, Arizpe, Banámichi, Huépac y Ures.

Figura 4.8 Zonas potencialmente inundables, río Sonora



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

### Zona de riesgo: río Mátape.

Los municipios que se encuentran en riesgo de inundación debido a la cercanía de las localidades al río Mátape son: Guaymas, Empalme, Matatán, Villa Pesqueira, Nacori Grande. Entre las

causas podemos destacar que no existen cauces definidos y la existencia de vados que interrumpen el flujo del cauce y saturan las obras de drenaje, además de la presencia de escombros y tule en los cauces.

Figura 4.9 Zonas potencialmente inundables, río Mátape



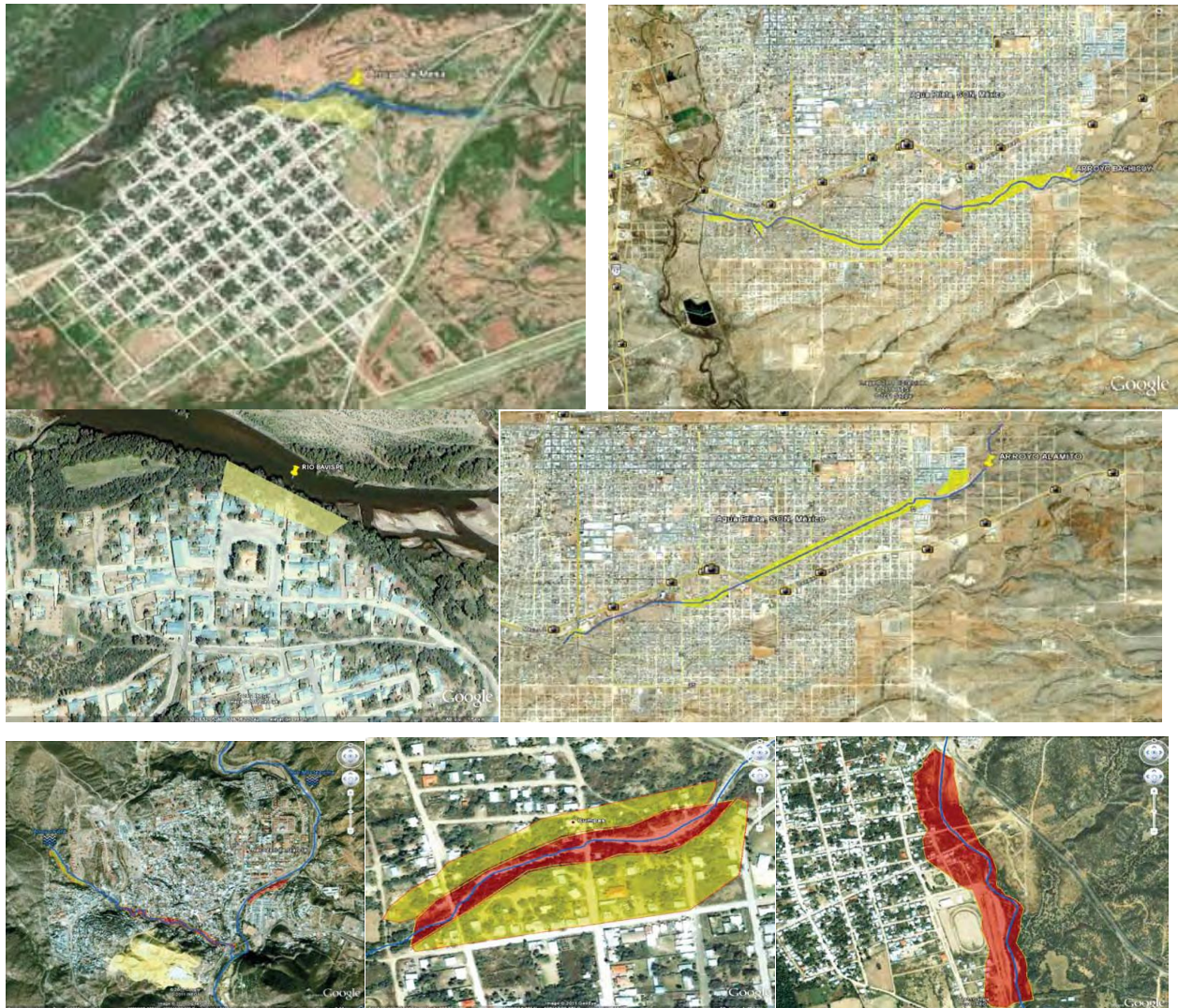
Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

### Zona de riesgo: río Yaqui

Debido a la degradación natural de los cauces por la falta de escurrimientos ordinarios y extraordinarios, el desarrollo de la vegetación, la construcción de obras de cruce y los asentamientos humanos dentro de los cauces federales

les, existen municipio que están en riesgo de sufrir inundaciones como son: Agua Prieta, Huachineras, Bavispe, Bacerac, Divisaderos, Tepache, Arivechi, Sahuaripa, Nacozari, Fronteras, Cumpas, Moctezuma, Bacadehuachi, Villa Hidalgo, Huasabas, Granados, Cajeme, BÁCUM, Guaymas.

Figura 4.10 Zonas potencialmente inundables, río Yaqui



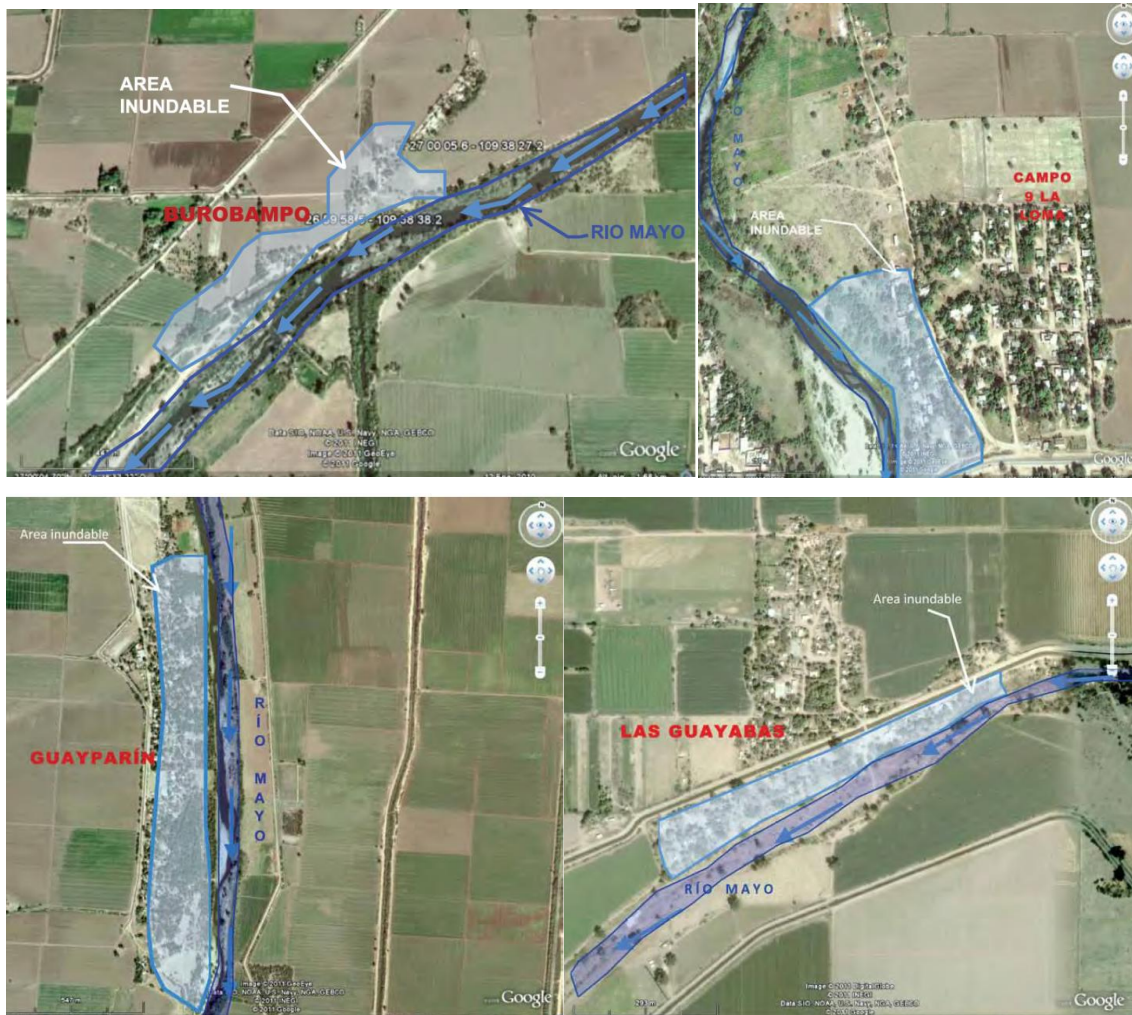
Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

### Zona de riesgo: río Mayo

En esta zona se ven afectados los municipios de Navojoa, Etchojoa, Huatabampo, Álamos debido a la existencia de asentamientos humanos en las márgenes de los ríos y arroyos, lo que

pone en riesgo el patrimonio y la integridad física de las personas que bien ahí, en algunos casos no se cuenta con infraestructura de protección a centros de población.

Figura 4.11 Zonas potencialmente inundables, río Mayo



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCNO, junio 2011

A continuación se presenta una tabla resumen de los municipios que se encuentran en riesgo de sufrir inundaciones en la región, indicando

sus causas el número de habitantes en riesgo así como las posibles afectaciones a la población.



Tabla 4.8 Zonas afectadas por inundaciones, Sonora

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
1	Zona de riesgo Cauce u Obra Hidráulica, río Sonoyta	Sonoyta	General Plutarco Elías Calles	Inundación por desbordamiento de río	Asentamientos humanos en los cauces federales incapacidad de desfogar agua durante avenidas extraordinarias	1,800	Daños al patrimonio público o privado, o riesgos de afectación de la integridad física de personas
2	Zona de riesgo Cauce u Obra Hidráulica, río Sonoyta	Zonas costeras, Casco urbano, zonas de manglares de la península "La Pinta" y en la zona de vados de la afluencia del río Sonoyta al mar de Cortez	Puerto Peñasco	Inundación por desbordamiento de río	Oleaje y crecidas de la marea Remansos de aguas pluviales por condiciones de depresiones topográficas	1,530	Dstrucción de caminos vecinales construidos en la zona de manglares, interrupción de comunicación terrestre y el acceso a los centros de desarrollo turísticos Afectación de las comunicaciones y el libre tránsito de mercancías y personas
3	Zona de riesgo río Concepción	Magdalena de Kino: colonias La Madera, Lomas de Kino y Fátima	Magdalena de Kino	Inundación por desbordamiento de río	La región este y noreste es sumamente accidentada y la parte sur es plana Vehículos chatarra que impiden el libre escurrimiento de los caudales.	366	Daños al patrimonio público o privado, o riesgos de afectación de la integridad física de personas
4	Zona de riesgo río Concepción	El Polvorín, Tres Imágenes, la Terracita y Abasolo	Santa Ana	Inundación por desbordamiento de río	Extracción de tierra a los bordos del arroyo. Existencia de basura que podría impedir el libre flujo de los escurrimientos que desembocan al río Magdalena	222	Daños a viviendas que se ubican en la avenida Reforma
5	Zona de riesgo río Concepción	Zona "A" o de la angostura y Zona "B"	Altar	Inundación por desbordamiento de río	Se han permitido asentamientos urbanos en zonas susceptibles de inundación. La falta de planeación y control urbano de la autoridad municipal, la falta de delimitación y custodia de las zonas federales por parte de la CONAGUA, La deforestación natural por sequía y la falta de cubierta vegetal han ocasionado el desquebrajamiento y/o falla vertical los márgenes del río	4,980	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes. La cuenca cada año sufre degradación natural; la deforestación y las avenidas de agua arrastran suelo provocando erosión, y modificaciones al cauce
6	Zona de riesgo	Pitiquillo y Col. Zaragoza	Pitiquito	Inundación por	En la zona urbana se encuentra un arro-	140	Daño al patrimonio y la inte-

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
	río Concepción	za		desbordamiento de río	yo obstruido con una estructura vial (puente) con dimensiones reducidas. Desorden en la extracción de materiales pétreo en el cauce del río, está modificando el cauce natural del mismo. Deficiencia de la obra pluvial construida, puente camino y la carencia de una Planeación y control de asentamientos urbanos por parte de la autoridad Municipal.		gridad física de algunos habitantes.
7	Zona de riesgo río Concepción	Fraccionamiento "Palma Dorada" y a la Colonia Lizárraga. Lázaro Cárdenas y a la Colonia Infonavit "La Esperanza". El Alto", Pueblo Viejo, Heroica Caborca,	Caborca	Inundación por desbordamiento de río	Flujo de los escurrimientos sufre un desviación brusca en 90°, cambiando de dirección poniente-orientado, a de norte a sur. Se intersectan los escurrimientos captados por el bordo de contención (norte), el arroyo "La zona" y el arroyo de la calle 21. Obstrucción y modificación del cauce por parte de la empresa Transportes FEL BON S.A. de C.V	70,260	Daños de infraestructura urbana y al patrimonio histórico de la zona
8	Zona de riesgo río Concepción	San Fernando y Jesús Siqueiros	Benjamín Hill	Inundación por desbordamiento de río o arroyo	Falta de mantenimiento y trabajos de encauzamiento en el Arroyo "Clementina" Presencia de lluvia extraordinaria	174	Daños de infraestructura urbana y al patrimonio histórico de la zona. Incomunicación en la zona
9	Zona de riesgo río Santa Cruz	Varias	Nogales	Inundación por desbordamiento de río o arroyo	Deficiencia de desalojo de los caudales, las rejillas pluviales tipo boca de tormenta se tapan por el arrastre de basura y sólidos		Los escurrimientos se conducen por la vía del ferrocarril hacia el centro de la ciudad de Nogales, ocasionando daños por inundación en casas habitación, zonas comerciales e industrias, así como problemas viales en el cruce de la aduana hacia los Estados Unidos.
10	Zona de riesgo	Ciudad de Hermosillo,	Hermosillo	Inundación por	Avenida extraordinaria, falta de capaci-	1,078	Daño al patrimonio y la inte-

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
	río Santa Cruz	las colonias: Amapolas, Metalera, Bellavista, Cartonera		desbordamiento de presa, río o arroyo	dad hidráulica, bordo de protección dañado de la presa la presa Abelardo L. Rodríguez		gridad física de algunos habitantes.
11	Zona de riesgo río Santa Cruz	El Venadero, Col. Los Pinos, Col. Janota, Usumitli, Buchanamichi	Bacoachi	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales	134	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
12	Zona de riesgo río Santa Cruz	Varias	Arizpe	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales	46	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
13	Zona de riesgo río Santa Cruz	El Venadero, El Bajío y las Delicias	Banámichi	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales	200	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
14	Zona de riesgo río Santa Cruz	Varias	Huépac	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales	524	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
15	Zona de riesgo río Santa Cruz	Col. Pesquera y La Colonia	Ures	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales	172	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
16	Zona de riesgo cauce u Obra Hidráulica del río Mátape.	La Salvación, San José de, Guaymas, Santa clara, La cuadrilla, El arroyo, Villa Sofía, Santa Fe, Las quintas, La petrolera, Bacoachibampo, La petrolera, Marsella, Ampliación del Golfo, Las Palmas, Centro, Guarida del tigre, Fátima, Fátima, Panteón, Independen-	Guaymas	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales, la zona está lleno de tule y hay escombros en el cauce	1,564	Daños de infraestructura urbana y al patrimonio histórico de la zona. Incomunicación en la zona

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
		cia, López Mateo, Misión del sol, Ranchito, Ranchito, Batamotal					
17	Zona de riesgo cauce u Obra Hidráulica del río Mátape.	La Atravesada margen derecha, La Atravesada margen izquierda, La Atravesada centro, La Palma margen derecha, La Palma margen izquierda, Maytoarena margen derecha, Bordo Corella, Paseo Dorado, Rony Camacho, Bella Vista	Empalme	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	No hay cauces definidos, se inunda en caso de avenidas extraordinarias Se interrumpe el cauce del agua por un vado que está a mayor altura que las casa, desviando el agua, las obras de drenaje se saturan produciendo una laguna	5,420	Daños de infraestructura urbana y al patrimonio histórico de la zona. Incomunicación en la zona
18	Zona de riesgo cauce u Obra Hidráulica del río Mátape.	Mazatlán, La Otra Banda	Mazatlán	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Existencia de corrientes de ríos y arroyos del Arroyo Mátape que atraviesa a un costado del municipio. Asentamientos humanos en los cauces federales	12	Daños de infraestructura urbana y al patrimonio histórico de la zona. Incomunicación en la zona
19	Zona de riesgo cauce u Obra Hidráulica del río Mátape.	Villa Pesqueira	Villa Pesqueira	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales		24 viviendas en riesgo
20	Zona de riesgo cauce u Obra Hidráulica del río Mátape.	Nacori Grande.	Nacori Grande.	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en los cauces federales		6 casas habitación
21	Zona de riesgo del río Yaqui	Ciudad de Agua Prieta, colonias Infonavit Alamo, Ibarrola, Sal si Puedes, Vildósola y Pueblo Nuevo, colonia Ladrilleras	Agua Prieta	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Invasión de cauces federales	1,416	
22	Zona de riesgo del río Yaqui	Huachineras	Huachineras	Inundación por desbordamiento de presa, río o	Existencia de dos arroyos que cruzan por el poblado,	112	27 casas habitación

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
				arroyo			
23	Zona de riesgo del río Yaqui	San Miguelito y La Morita	Bavispe	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo		42	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
24	Zona de riesgo del río Yaqui	Bacerac	Bacerac	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del arroyo	34	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
25	Zona de riesgo del río Yaqui	Divisaderos	Divisaderos	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del arroyo	18	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
26	Zona de riesgo del río Yaqui	Tepache	Tepache	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del arroyo	28	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
27	Zona de riesgo del río Yaqui	Arivechi	Arivechi	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del arroyo	50	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
28	Zona de riesgo del río Yaqui	Varias	Sahuaripa	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	la comunidad se asentó a lo largo del río sobre la margen izquierda en una longitud de 2,300 m	855	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
29	Zona de riesgo del río Yaqui	Varias	Nacozari	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	La cabecera municipal la cruza el Arroyo Ford y el río Moctezuma, que en lluvias extraordinarias, los cauces de dichas corrientes son rebasados. Viviendas asentadas en la zona federal	180	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
30	Zona de riesgo del río Yaqui	Esqueda	Fronteras	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Viviendas que están asentadas sobre las márgenes del arroyo El Carro Quebrado, Desbordamiento al presentarse lluvias extraordinarias	95	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
31	Zona de riesgo	Cumpas	Cumpas	Inundación por	Habitantes asentados en las márgenes	165	Daño al patrimonio y la inte-

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
	del río Yaqui			desbordamiento de presa, río o arroyo	de El arroyo de Justo, Arroyo El Cementerio, Arroyo La Colonia, Arroyo Jecori y río Moctezuma		gridad física de algunos habitantes.
32	Zona de riesgo del río Yaqui	Moctezuma	Moctezuma	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Incrementando los niveles en los cauces de los arroyos El Gato, Navogal, Andrés Peralta, El Chino y el río Moctezuma al presentarse precipitaciones intensas	349	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
33	Zona de riesgo del río Yaqui	Bacadehuachi	Bacadehuachi	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del arroyo	188	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
34	Zona de riesgo del río Yaqui	Villa Hidalgo	Villa Hidalgo	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del arroyo	260	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
35	Zona de riesgo del río Yaqui	Huasabas	Huasabas	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	La construcción de represas que existen en la cuenca alta del poblado de Huasabas, el flujo de la corriente tendería a remansar	160	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
36	Zona de riesgo del río Yaqui	Granados	Granados	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Existencia de un banco de extracción de materiales sobre la margen	400	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
37	Zona de riesgo del río Yaqui	Cd. Obregón	Cajeme	Inundación por lluvias registradas en la cuenca propia; Inundaciones por desbordamientos del río Yaqui y por los arroyos Bordo Prieto y Yucuribampo	Degradación natural de los cauces por la falta de escurrimientos ordinarios y extraordinarios, desarrollo de la vegetación, construcción de obras de cruce, asentamientos humanos dentro de dicha corriente	1,114	Afectación a viviendas y áreas productivas
38	Zona de riesgo del río Yaqui	Pueblo de Bácum, Chucari, Bataconcica, San-	Bácum	Inundación por desbordamiento	El puente de Bácum funciona como un cuello de botella en caso de eventos	311	Daños a colonias, y áreas productivas

No.	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Problema identificado	Causas	Población en riesgo	Afectaciones
		ta Teresa, El Juva- ni y La Cooperativa		de presa, río o arroyo	hidrometeorológicos		
39	Zona de riesgo del río Yaqui	Compuertas, Chumampaco, Casas Blancas, Pótam, Vicam Pueblo, Los Limones, La Huitchaca, El Cal- dero	Guaymas	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del río	955	Daños a colonias, y áreas productivas, Incomunicación de los habitantes
40	Zona de riesgo del río Mayo	Navojoa	Navojoa	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del río	120	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
41	Zona de riesgo del río Mayo	Las Guayabas, El Huitchaca, La Bocana, El Carrizal, El Chucarit, Pueblo Viejo, Etchojoa, Campanichaca, Las Guayabitas, Tiris-cohuasas, Mochipaco1, Colonia Nacozari, Jitonhueca, El Chapote, Navolato, El Baburo y Centenario	Etchojoa	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del río	1,436	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
42	Zona de riesgo del río Mayo	El Citavaro, El Caro, Samicari, Las Parras, Las Cocineras, El Baburo, , Buyarumos, Embarcadero, Júpera, La Primavera, Buitbores, Etchorropo, Juliantabampo, Las Bocas	Huatabampo	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del río	484	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.
43	Zona de riesgo del río Mayo	Álamos, Poblado de la Aduana	Álamos	Inundación por desbordamiento de presa, río o arroyo	Asentamientos humanos en las márgenes del río, no se cuenta con infraestructura hidráulica de protección	1,757	Daño al patrimonio y la integridad física de algunos habitantes.

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Noroeste, Estado de Sonora. Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces federales, Junio 2011

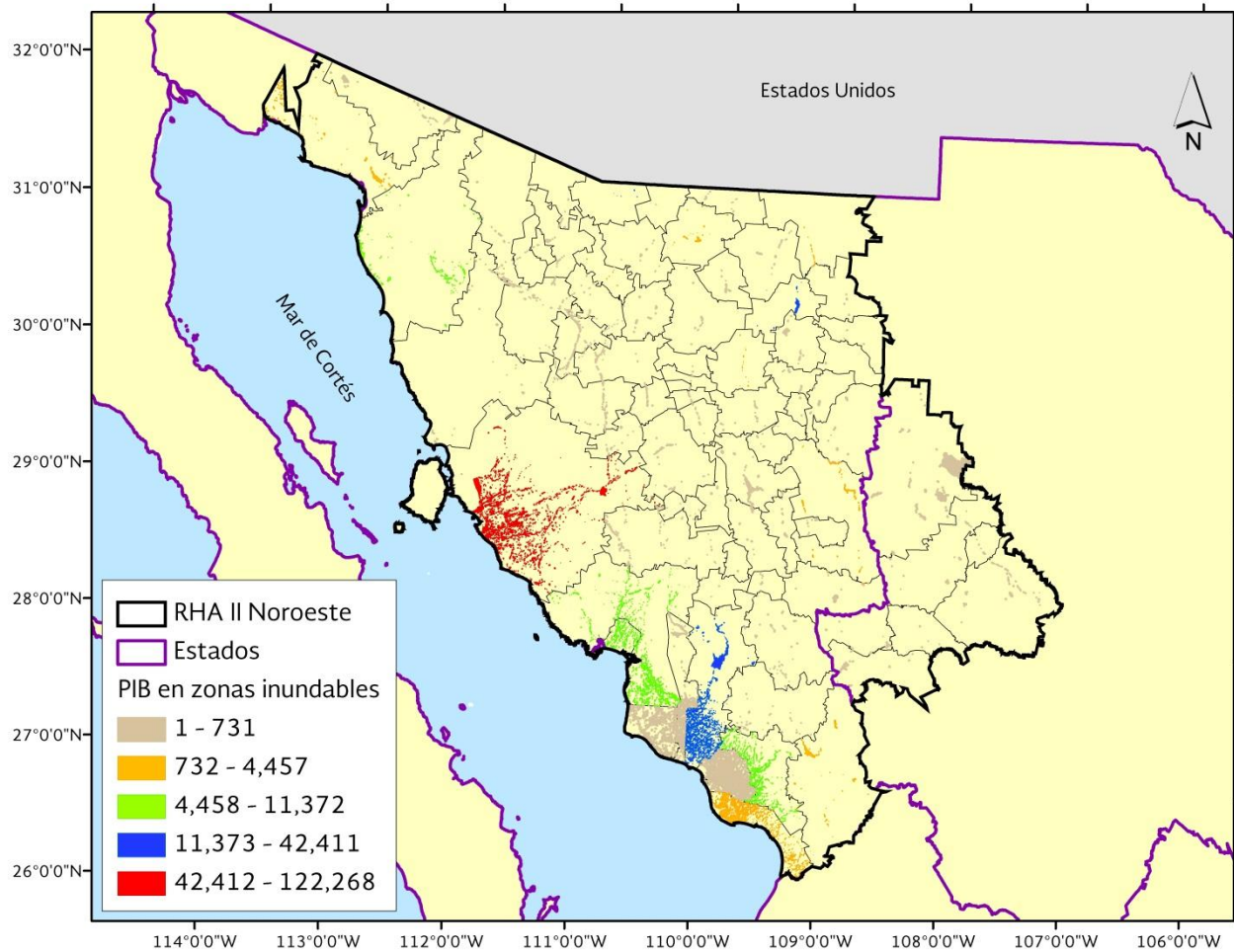
### 4.6.3. Zonas inundables con su respectivo valor de PIB

Por otro lado, es importante tomar en cuenta la actividad productiva de la región, esto con el objetivo de realizar un análisis de las afectaciones que pueden darse a la economía de la zona

en caso de que se presente una inundación en alguna que genere un valor agregado a la economía de la región.

Como puede observarse en la imagen y en la tabla, en la región se ubican 13 municipios que presentan más del 1 % de área inundable y que tienen alta productividad para la región.

Figura 4.12 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB



Fuente: Elaborado a partir de Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010.

### Chihuahua

Tabla 4.9 Valor del PIB en municipios con áreas de más del 1% de inundación

No.	Municipio	Población	PIB	% de zona inundable
1	Madera	29,611	491.67	0.03

Fuente: Elaborado a partir de Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.



## Sonora

Tabla 4.10 Valor del PIB en municipios con áreas de más del 1% de inundación

No.	Municipio	Población	PIB	% de zona inundable
1	Nacozari de García	12,751	42,411.42	0.01
2	Cajeme	409,310	27,675.26	0.03
3	Guaymas	149,299	11,086.53	0.01
4	Empalme	54,131	9,211.53	0.01
5	Huatabampo	79,313	1,518.11	0.13
6	Etchojoa	60,717	265.06	0.3
7	Bácum	22,821	231.24	0.05
8	Benito Juárez	22,009	202.53	0.24
9	San Ignacio río Muerto	14,136	79.93	0.08
10	San Pedro de la Cueva	1,604	19.39	0.02
11	Villa Hidalgo	1,738	6.80	0.01
12	San Felipe de Jesús	396	0.66	0.01

Fuente: Elaborado a partir de Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

### 4.7. Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos

Los Sistemas Municipales de Protección Civil, son el primer nivel de respuesta ante cualquier fenómeno perturbador que afecte a la población del municipio a que corresponda. Los Presidentes Municipales serán los responsables de proporcionar el auxilio requerido como primera autoridad de los sistemas; al término de la contingencia, deberán rendir un informe al Presidente del Consejo Estatal.

Los Sistemas Municipales están integrados por el Consejo Municipal, el Centro Municipal de Emergencias o de Protección Civil, los representantes de los sectores público y privado, los grupos voluntarios, instituciones educativas y expertos en diferentes áreas, las personas involucradas en él se enlistan a continuación.

- El Consejo Municipal
  - ✓ Presidente del consejo: Presidente Municipal
  - ✓ *Secretario Ejecutivo*: Secretario del H. Ayuntamiento

- ✓ *Secretario Técnico*: Titular del Centro Municipal de Emergencias o de Protección Civil
- ✓ Los regidores y síndicos del H. Ayuntamiento
- ✓ Los delegados, agentes y comisarios municipales
- ✓ Los titulares de las dependencias y entidades de la administración pública municipal
- ✓ Representantes de las dependencias públicas federales y estatales
- ✓ Representantes de organizaciones de los sectores privado, e instituciones académicas radicadas en el municipio
- ✓ y los grupos voluntarios

En caso de una situación de emergencia ocasionada por un ente perturbador, las demás instancias de gobierno estatal y municipal, deberán cumplir con las disposiciones ordenadas por el Centro Estatal de Emergencias para la atención de la contingencia y auxilio a la población. El Titular del Consejo Estatal de Emergencias será designado por el Gobernador del Estado.

Existen grupos de trabajo o programas que actúan de acuerdo al evento y a la alarma emitida, los cuales se muestran en la tabla siguiente.

Para el caso de esta región, los grupos de trabajo así como los responsables de dirigir  
Tabla 4.11

los mismos por estado se presentan en la

Tabla 4.11 Grupos de trabajo por estado en caso de presentarse situaciones de emergencia

Grupos de trabajo o subprogramas municipales	Sonora	Chihuahua
	Responsables	Responsables
A. Coordinación General de Emergencias (Administración de la Emergencia)	Unidad estatal de protección civil	Unidad estatal de protección civil
B. Rescate y Salvamento (Auxilio)	Bomberos, Seguridad pública, Marina, Ejército	Bomberos, Seguridad pública, Marina, Ejército
C. Atención hospitalaria y salud	Secretaría de Salud	Secretaría de Salud
D. Refugios temporales y servicios asistenciales	Sistema Estatal de Protección Civil	Sistema Estatal de Protección Civil
E. Detección y evaluación de daños o pérdidas	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales)
F. Rehabilitación y restablecimiento (Recuperación)	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales
G. Seguridad y vialidad	Secretaría de Seguridad pública (seguridad y vialidad) y policía estatal y federal (caminos), SEDENA y SEMAR	Secretaría de Seguridad pública (seguridad y vialidad) y policía estatal y federal (caminos), SEDENA y SEMAR
H. Adquisiciones de emergencia	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales
I. Abasto	DIF, LICONSA	DIF, LICONSA
J. Donaciones	Cruz Roja y Asociaciones Civiles (ONG)	Cruz Roja y Asociaciones Civiles,
K. Comunicación Social	Área de Comunicación Social del Estado, Conagua	Área de Comunicación Social del Estado, Conagua
L. Apoyo Jurídico	Subdirección Jurídica de la Conagua, Área Jurídica del Gobierno del Estado	Dirección de Asuntos Jurídicos de la Conagua, Área Jurídica del Gobierno del Estado
M. Sistemas Informáticos	Gobierno en los tres niveles	Gobierno en los tres niveles
N. De reconstrucción (Recuperación)	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales
O. Prevención y Gestión de riesgos	Municipios y Estado	Municipios y Estado
P. Aprendizaje	Gobierno en los tres niveles y sociedad	Gobierno en los tres niveles y sociedad
Q. Investigación	Academia e Instituciones	Academia e Instituciones

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Noroeste, 2013.

Actualmente se tienen identificados algunos problemas en cuanto a la ejecución y seguimiento de dichos programas en las diferentes entidades:

- Falta de continuidad de los programas de capacitación y actualización por cambio total del personal cada tres años ante los cambios de autoridades municipales y ca-

- da seis años ante los cambios estatales y federales.
- Los municipios no cuentan con los recursos humanos ni materiales para responder ante eventos meteorológicos extremos.
- Escasa respuesta a la política de prevención y gestión de riesgo.
- Los recursos estatales son asignados preferentemente con criterios partidistas y no llegan oportunamente.

Tabla 4.12 Corresponsabilidad interinstitucional

Funciones/Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud pública	Aprovisionamiento	Evaluación de daños
Centro Estatal de Operaciones			R								R
Secretaría General de Gobierno	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
Coord. Gral. De Protección Civil	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
SEDENA	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
Secretaría de Marina	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
SAGARPA			Cr	Cr	Cr			Cr			Cr
S. C. T.	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr			Cr		Cr	Cr
Capitanías de Puerto	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr						
S. E. P.				Cr	Cr		Cr				Cr
SEDESOL			Cr	Cr	Cr		Cr	CT		Cr	Cr
S. S. A.			Cr	Cr			Cr	Cr	CT	Cr	Cr
Secretaría de Energía			Cr	Cr				Cr		Cr	Cr
SECTUR				Cr	Cr		Cr				
P. F.				Cr	Cr	Cr					
I.M.S.S.				Cr			Cr		Cr	Cr	Cr
I.S.S.S.T.E.				Cr			Cr		Cr	Cr	Cr
CONAGUA	R		Cr	Cr	Cr						Cr
C.I.L.A.	Cr			Cr							
DICONSA				Cr				Cr		Cr	
SEDESOL ESTATAL			Cr	Cr	Cr		Cr	R		Cr	Cr
Secretaría de Finanzas			Cr	Cr						Cr	Cr
Secretaría de Admón.			Cr	Cr						R	Cr
Secretaría de Desarrollo Rural	Cr		Cr	Cr	Cr			Cr			Cr
SECUDE				Cr			Cr				Cr
Secretaría de Salud			Cr	Cr				Cr	R		Cr
Secretaría de Seg. Pub.			Cr	Cr		R				Cr	Cr
Subsecretaría de Turismo				Cr							Cr
P. G. J. E.				Cr	Cr	Cr	Cr				Cr
Coord. Gral. de Com. Soc.		R	Cr	Cr							
DIF			Cr	Cr			R		Cr	Cr	
PEMEX				Cr	Cr			Cr		Cr	Cr

Funciones/Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud pública	Aprovisionamiento	Evaluación de daños
C. F. E.				Cr	Cr			Cr			Cr
ANIQ	Cr		Cr	Cr							
A.S.A.				Cr				Cr			Cr
TELMEX				Cr				Cr			Cr
FERROMEX				Cr				Cr			Cr
T.M.M.				Cr				Cr			Cr
Universidad				Cr			Cr			Cr	Cr
DGETI				Cr			Cr				Cr
Radio Aficionados	Cr	Cr		Cr							
Cruz Roja				Cr	Cr				Cr	Cr	
Bomberos				Cr	Cr						
Club Social				Cr			Cr				
Grupos Voluntarios				Cr			Cr			Cr	

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Noroeste, 2013.

CE Coordinador Ejecutivo

CT Coordinador Técnico

R Responsable

Cr Corresponsable

## 5. Evaluación de riesgos de inundación

Se concibe al riesgo integrado por la amenaza y la vulnerabilidad. La amenaza definida como la probabilidad de que ocurra un evento en espacio y tiempo determinados, con suficiente intensidad para producir daños; y la vulnerabilidad como la probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente, por lo tanto el riesgo incluye la probabilidad combinada entre los dos factores anteriores, Magaña y García (2002). Asimismo sus unidades son las usadas para medir las consecuencias divididas por unidad de tiempo (por ejemplo, una unidad monetaria o número de víctimas por año), dado que la probabilidad de la amenaza presenta unidades de tiempo, Escuder et al (2010).

### 5.1. Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible

El riesgo asumido en este Programa está representado de la siguiente manera, Escuder et al (2010):

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En donde el peligro o amenaza está en función del tirante o altura de la inundación asociado a una probabilidad de ocurrencia (inverso del periodo de retorno) y la vulnerabilidad está dada por el tipo de vivienda (bienes expuestos) y el índice de marginación de la zona inundada.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el Sistema de Análisis y Visualización de Escenarios de Riesgo (SAVER) publicado vía web, y uno de sus módulos es el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México (ANRI).

El ANRI trasladado a una plataforma para Computadora Personal (ANRI-PC) se utiliza para estimar los daños en zonas habitacionales por evento de inundación en la zona de interés. El ANRI-PC evalúa daños en una mancha de inundación bajo el supuesto de que por cada celda (pixel) de una malla (archivo raster) se tiene un mismo tirante de inundación.

### Metodología

El proceso a seguir durante el cálculo de los daños económicos por inundación puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Delimitación de la zona de inundación.
2. Definición de la probabilidad de ocurrencia del evento (inverso del periodo de retorno) para los cuales será evaluado el daño.
3. Cálculo de los tirantes de inundación y velocidad, con base en algún modelo hidrológico-hidráulico, para cada uno de los periodos de retorno seleccionados.
4. Selección de curvas de daño (urbanas, agrícolas, etc.) mismas que relacionan tirante o duración de la inundación con los daños económicos.
5. Con base en las curvas de daño, las características socioeconómicas en la zona de estudio y el tirante alcanzado en la inundación para cada evento, se calculan los daños económicos.
6. Determinación del Daño Anual Esperado (DAE).

La estimación del riesgo en términos de daños por año resulta importante en la toma de decisiones cuando se presenta la cantidad total del daño esperada considerando más de un evento de inundación, lo que permite construir curvas de daño-probabilidad para una zona o región. De tal manera que el área total bajo la curva representa el Daño promedio Anual Esperado (DAE) por año para todos los eventos considerados, Messner et al (2007). El DAE se calcula con la fórmula (Meyer et al, 2012):

$$\overline{DAE} = \sum_i^k D_i \cdot \Delta P_i$$

$$D_i = \frac{D_{P_i - 1} + D_{P_i}}{2}$$

$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

Donde  $D_i$  es el daño promedio de dos eventos de probabilidad de excedencia  $i$ ,  $\Delta P_i$  es el intervalo de probabilidad entre las probabilidades de excedencia de ambos eventos.

### 5.1.1. Aplicación de la metodología a nivel nacional

Para aplicar la metodología, son necesarios los siguientes insumos:

Polígono que delimita la zona de inundación. Es el área donde se estimarán los daños.

*Modelo digital de elevaciones (MDE)* usado por el ANRI-PC. Es el continuo de elevaciones escala 1:50,000 del INEGI con una resolución de 50 x 50 m y es utilizado para las zona piloto. El ANRI-PC tiene integrado el modelo SRTM (Shuttle Radar Topography) de cobertura mundial, publicado por el Instituto de Tecnología de California cuya resolución más aproximada es de 90 x 90 m y es usado para estimaciones de daños en viviendas para el modo de procesamiento por lotes.

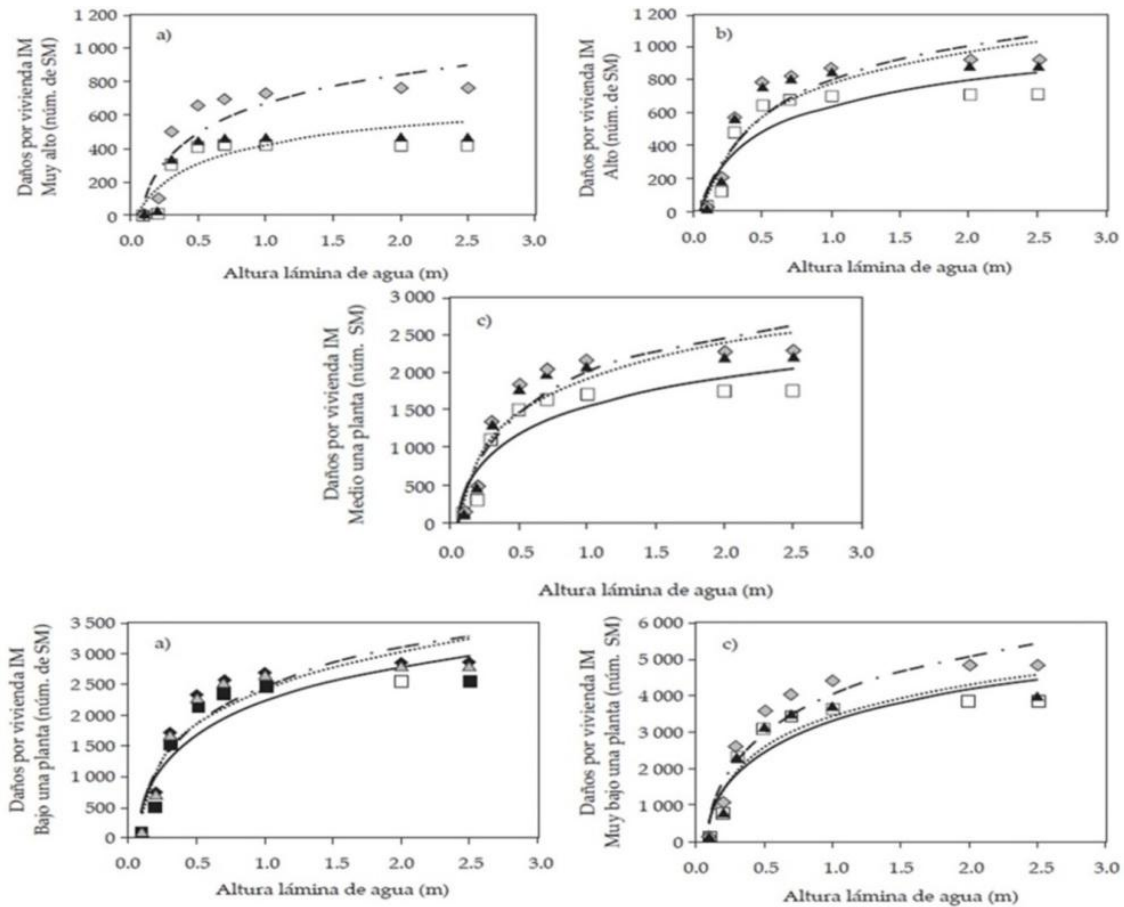
*Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB)*. Constituyen la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional. De las AGEB urbanas se obtiene el conjunto de índices de marginación existentes en la zona de inundación.

*Tirante*, estimado con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster para diferentes probabilidades. En particular para el nivel nacional, el tirante fue estimado a través de promedios móviles por el mismo ANRI-PC.

*Curvas de daños*. Curvas que relacionan características de la inundación (por ejemplo tirante y duración) y los daños en pesos y pueden ser de tipo urbano y agrícola. En este Programa las curvas utilizadas corresponden a daños en viviendas, publicadas por Baró *et al*, 2007 y 2011 quien calculó el valor del daño con base en el costo de cada bien, obteniendo así el valor en pesos de los daños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada y para cada una de las AGEB presentes en la zona de inundación.

Estos daños totales se convirtieron en número de salarios mínimos, lo que permite que las curvas generadas no pierdan validez con el tiempo, ya que al actualizar el salario mínimo, también se actualizan las curvas. Baró *et al*, 2007 y 2011, además generó ocho tipos de curvas en función del índice de marginación, donde el eje horizontal corresponde a valores de altura de lámina de agua (tirante) en metros y el eje vertical a los daños económicos en unidades de número de salarios mínimos. El ANRI-PC maneja cinco de las ocho curvas tipo arriba citadas y corresponden a: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo nivel de marginación (Figura 5.1).

Figura 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales



Fuente: Baró et al, 2007

### Cálculo de los daños económicos

Con base en la previa definición del riesgo, éste fue calculado a través del ANRI-PC con base en los insumos anteriores.

En el caso de las curvas de daño, estas pueden ser expresadas de manera matemática con la siguiente ecuación:

$$\text{No. SMG} = a \cdot \ln(h) + b$$

Dónde:

No. SMG Es el número de salarios mínimos generales

$h$  Es el valor de la lámina de agua (tirante)

$a$  y  $b$  Constantes que dependen del índice de marginación

De manera que el valor monetario o daño para cada una de las viviendas en la zona de inunda-

ción, es el número de salarios mínimos multiplicado por el valor actual del salario mínimo.

Para el cálculo de daños a nivel nacional se realizaron los siguientes procesos:

- De los polígonos de inundación asociados a un período de retorno de 40 años, procedentes de Agroasemex se llevó a cabo la selección de polígonos, descartando aquellos que no cruzaran con AGEBS ni con áreas agrícolas.
- Se estimó para cada polígono una altura de agua (tirante), utilizando el MDE del terreno y el método de promedios móviles para asignarle a cada celda del raster un valor de tirante, restando ambas cotas de elevación. Este proceso fue realizado en procesamiento "batch".

Del cálculo nacional se obtuvo el daño total para la República Mexicana por un monto de \$179,334 millones, del cual el daño total para

la Región Noroeste es de 1,333 millones de pesos.

Tabla 5.1 Daños económicos en la RHA II Noroeste

Viviendas en zonas inundables	20,841
Población en zonas inundables	79,353
Costos en millones de pesos:	
Mínimo	1,250.45
Máximo	1,502.41
Probable	1,333.31

Fuente: Elaborado a partir de datos de ANRI

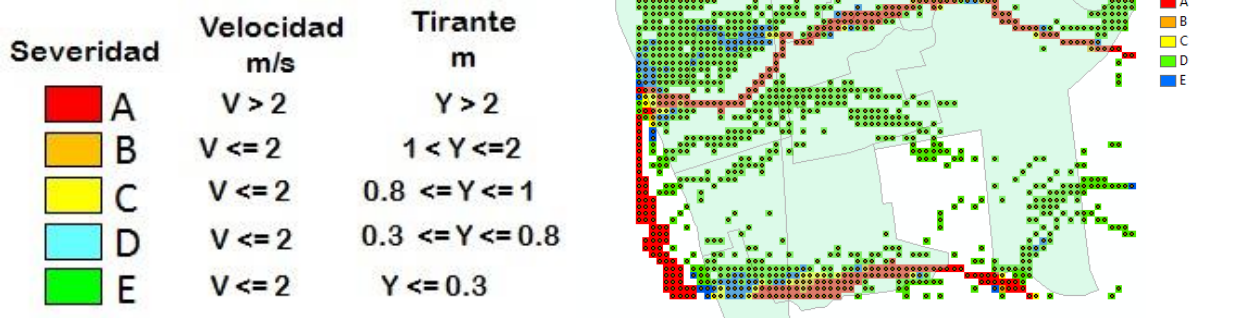
### 5.1.2. Aplicación de la metodología en la cuenca piloto

Para aplicar la metodología, es necesario hacer las siguientes precisiones relacionadas con los insumos y cálculos:

- El polígono que delimita la zona de inundación corresponde a la zona piloto.

- Es importante señalar que en caso de encontrar zonas de inundación que no crucen con AGEB, se llevará a cabo la estimación considerando información a nivel localidad.
- El tirante, velocidad y severidad de la zona de inundación son proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster. La severidad sigue los criterios establecidos en la denominada curva de Dorrigo, en la cual se tiene la siguiente clasificación de severidad del daño, asociada a letras y colores:

Figura 5.2 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación



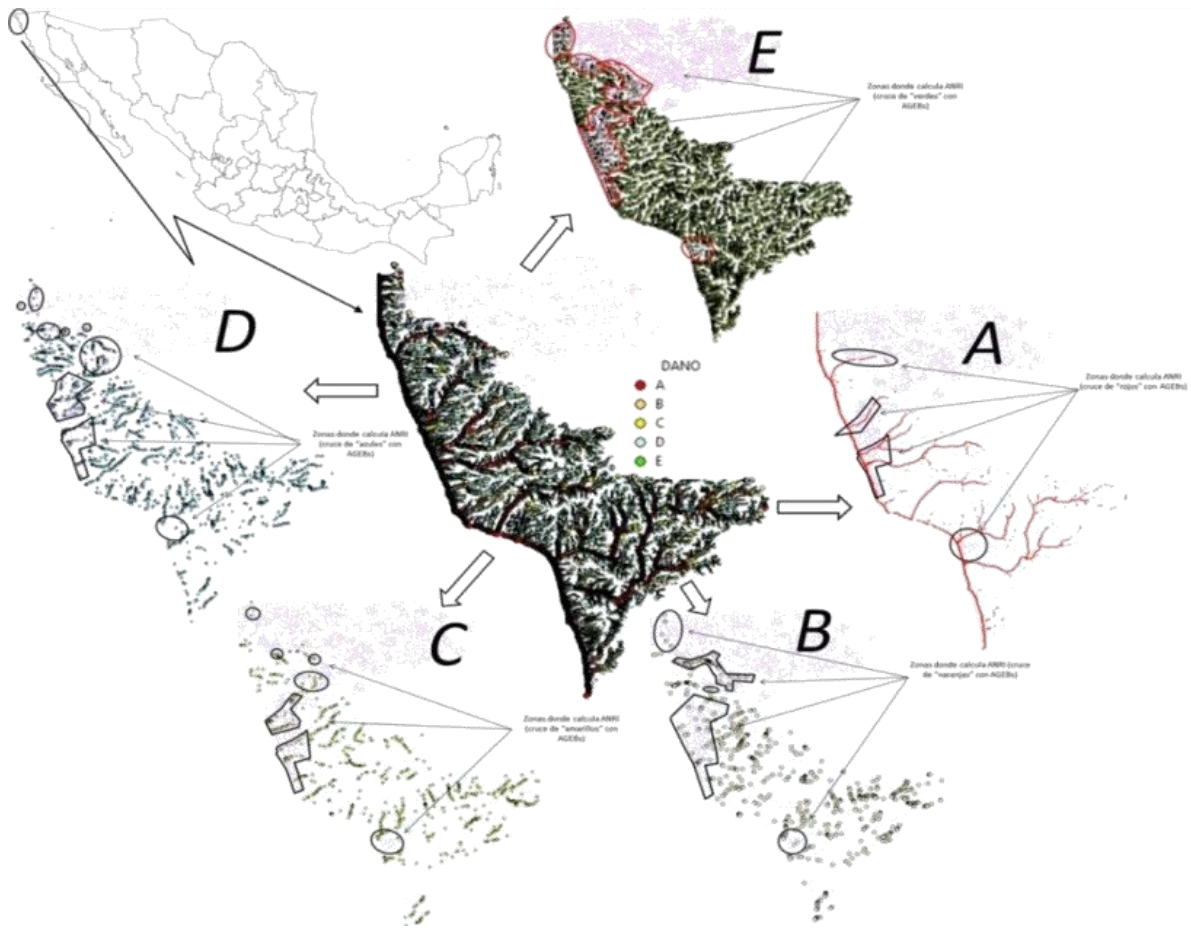
Fuente. Elaborada con información del II-UNAM.

El valor económico de los daños se calcula para dos grupos de datos; el primero sin tomar en cuenta la severidad para cada uno de los cinco periodos de retorno considerados por el estudio (2, 5, 10, 50 y 100 años); y el segundo, separando cada una de las severidades (A, B, C, D, E)

para estimar el daño por severidad (Figura 5.3). Para este segundo grupo, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de marginación presente en la zona de inundación.



Figura 5.3 Ejemplo de separación de severidades, aplicado a la zona piloto Rosarito-Huahuatay.



Fuente. Elaborado con información del II-UNAM.

Tabla 5.2 DAE por Índice de Marginación Urbana para: Mátape

Tr	Daño Estimado (mill\$)	Puntos evaluados	Área	Población	DAE (mill\$)
100	2,856.034	2,504	20,659,650	71,211	
50	2,600.530	2,228	18,257,801	65,761	27.283
10	2,586.453	2,440	20,048,245	65,881	207.479
5	2,420.989	2,122	17,551,367	63,469	250.372
2	2,277.782	2,062	17,012,908	61,665	704.816
	<b>DAE</b>				<b>1,189.950</b>

Fuente: Cálculos generados con ANRI-PC: Tirantes y AGEb.



## 6. Propuesta de medidas para disminuir los daños

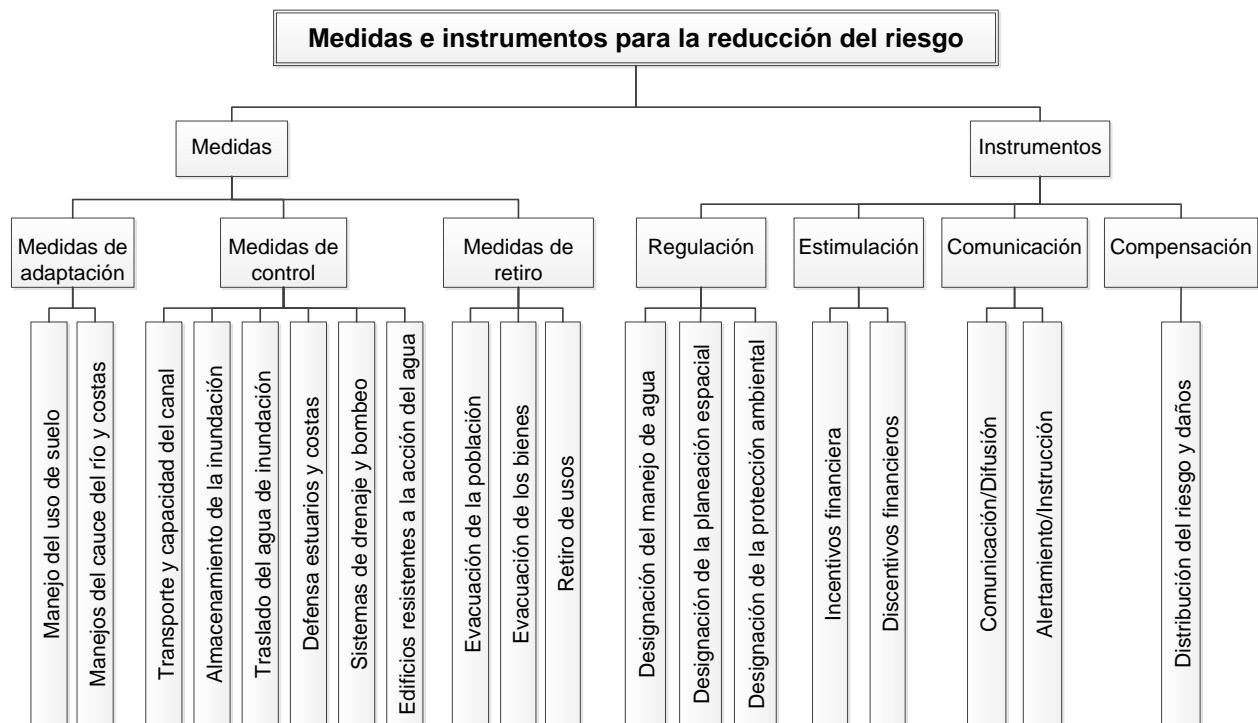
Las medidas para mitigar el riesgo incluyen medidas estructurales y no estructurales. En Schanze J. et al (2008) se define a las medidas estructurales (MS) como intervenciones basadas en obras de ingeniería hidráulica y a las medidas no-estructurales (MNS) al resto de intervenciones.

Es importante señalar, que el nuevo paradigma del manejo de gestión de riesgo de inundación (FRM por sus siglas en inglés) intenta mitigar riesgos no solamente con MS si no también considerando MNS, Meyer et al (2012).

A pesar de que el nuevo concepto es ampliamente promovido en Europa y existen políticas de inundaciones nacionales y regionales, en la práctica aún hay una inclinación fuerte sobre las MS. Un factor importante que genera la subutilización de las MNS es la escasez de técnicas usadas para evaluar, comparar y priorizar las diferentes clases de medidas, Meyer et al (2012).

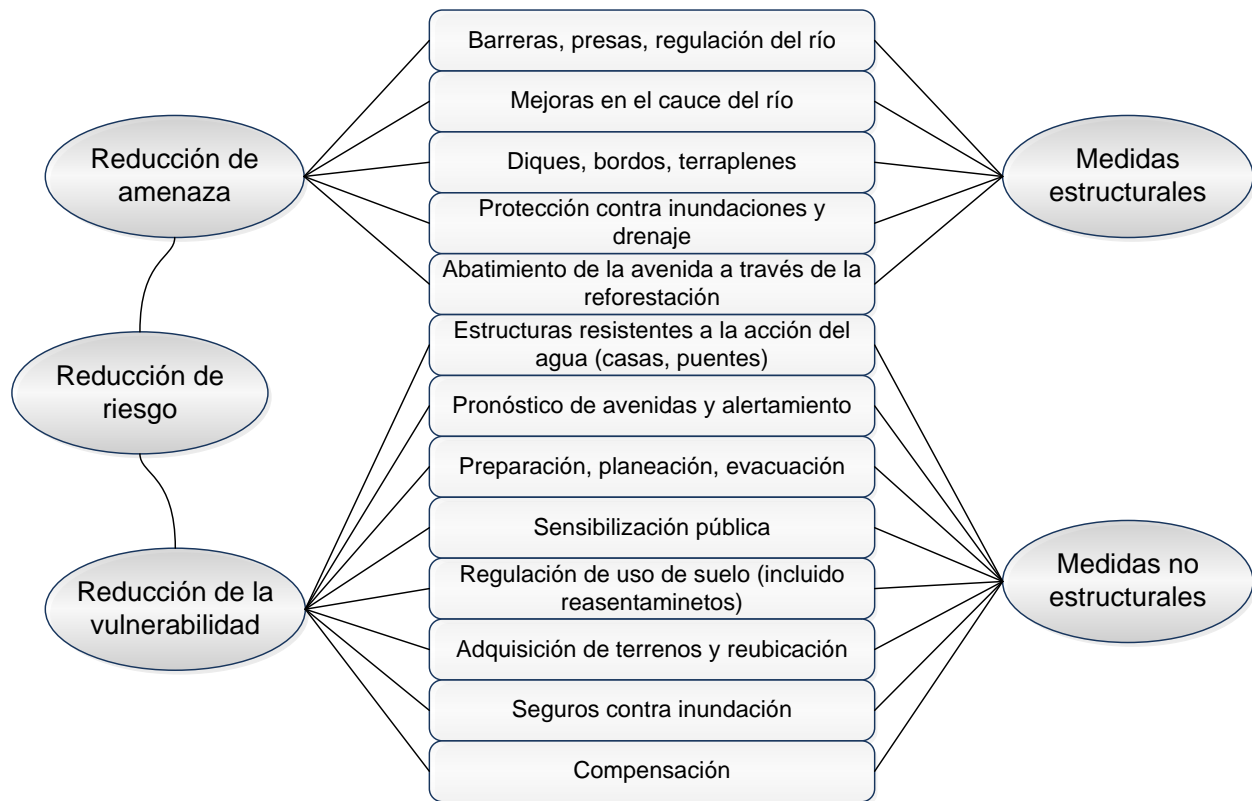
A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas, en donde se observa, por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos.

Figura 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008)

Figura 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008)

### 6.1. Medidas no estructurales

De acuerdo con el documento SUFRI, 2010, las medidas no estructurales permiten reducir las consecuencias de la inundación, específicamente la pérdida de vidas humanas, además buscan disminuir la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir de las acciones llevadas a cabo antes, durante y después de la catástrofe.

Las medidas no estructurales engloban todas aquellas acciones que tienen relación con políticas, concientización, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, mecanismos de participación pública e información a la población con el fin de reducir el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación así como la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo antes, durante y después de la catástrofe, todo esto al menor costo.

Las MNS cubren todas las intervenciones que no pertenecen a obras estructurales, como se mencionó anteriormente.

En nuestro país se empieza a adoptar y poner en práctica el nuevo enfoque de la gestión del riesgo y que se traduce, entre otras cosas, en proponer MNS y visualizar su efecto en la reducción de daños. Debido a la poca experiencia que existe en México y el nivel de este Programa (gran visión) como propuesta preliminar se propone la utilización de factores de reducción de daños (FRD) basados en estudios de caso principalmente en Europa (Italia, Alemania, España, Inglaterra, Escocia, Austria) y así poder percibir los beneficios esperados al implementar las medidas.

Las MNS que se van a analizar y a las que se les va a asociar un FRD, son las siguientes:

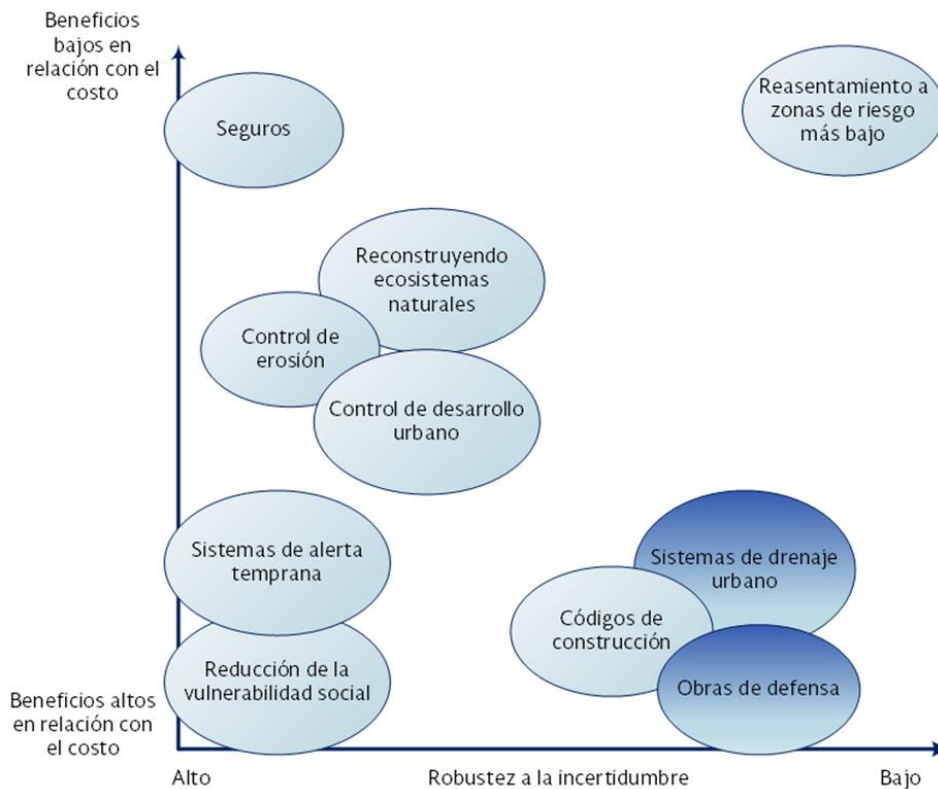
- Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas
- Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana
- Medidas de protección civil (programas o acciones gubernamentales)
- Medidas de ordenación territorial y urbanismo (control del desarrollo urbano)

- Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones
- Promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes
- Medidas para mejorar la gestión de crecidas

Debido a que es difícil estimar los beneficios en términos económicos que se obtendrían de una MNS, la decisión de su selección no es fácil. Ante esta situación se muestra una figura que resulta de gran utilidad para orientar la toma de decisiones, misma que fue tomada en cuenta para proponer el factor de reducción de daños (FRD) mostrados en la Tabla 6.1. La Figura 6.3 muestra la relación costo-beneficio en el eje vertical y se observa que las medidas ubicadas en la parte baja de la figura tienen los beneficios más altos en relación al costo y aquellas en la parte alta tienen los beneficios más bajos. La relación costo-beneficio es solamente un factor importante en la toma de decisiones, pero otro

factor importante es la robustez de las medidas de adaptación a las incertidumbres acerca del clima futuro, y esto es mostrado en el eje horizontal de la figura. La robustez mide el grado para el cual los beneficios varían considerando un cambio futuro y su unidad de medida es conocida como “remordimiento”, ya que la incertidumbre puede llevar a la indecisión, ésta cuantifica la diferencia en desempeño de una estrategia comparada con el mejor desempeño de la estrategia a lo largo de un rango de posibles escenarios de clima futuro. Por ejemplo, en el lado izquierdo de la figura se encuentran las opciones “sin-remordimiento” (robustez alta) tales como sistemas de alerta, mejoramiento de la educación y atención a la salud las cuales tienen beneficios fuertes para cualquier variación de clima. En el lado derecho están las opciones de “alto-remordimiento” (robustez baja) tales como mantenimiento y modernización de sistemas de drenaje y obras de control, Ranger y Garbet-Sheils (2011).

Figura 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones



Fuente: Jha et al (2011)

Tabla 6.1 Propuesta de Factores de reducción del Daño Anual Esperado

Medida	FRD (Valor o rango), %	Explicación y/o fuente
Monitoreo y vigilancia de variables hidro-meteorológicas		<p>De acuerdo con Jhöbs et al (2011), es útil establecer ciertos niveles de agua (umbrales) y diferentes fases de alarma en los ríos aforados, para definir el grado de la inundación e implementar acciones.</p> <p>En la misma referencia, se recomienda que en ríos con área de captación pequeña se defina solamente una o dos fases de alarma, debido al tiempo tan corto que puede haber entre un nivel de alarma y otro. Además las fases de alarma deben estar vinculadas con registros de lluvia o pronósticos.</p>
Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana (medida para contrarrestar el riesgo)	35-45	<p>El pronóstico de avenidas y alertamiento (como base para la evacuación de “inventario”) analizado en Inglaterra en la parte baja del río Thames, de acuerdo con la Agencia Ambiental, se reduce en una cantidad pequeña (8.5% si avisa con un tiempo de anticipación menor a 8 horas y 11% mayor a 8 horas) con respecto al Daño Anual Esperado, sin embargo estima que los beneficios de un alertamiento podrían aumentar a <b>16.6 %</b> si se tiene éxito en persuadir a más personas a responder y responder efectivamente a los avisos. Schanze et al (2008).</p> <p>El enfoque de esta medida es alertar a la población para que pueda mover sus bienes, sin embargo también permite al personal de emergencia prepararse para el manejo del evento, e incluye la operación de estructuras de control y de derivación para reducir los picos de la avenida.</p> <p>De acuerdo con Jhöbs et al (2011), los beneficios de un sistema de alerta temprana (SAT) son: proporcionar el tiempo suficiente para la evacuación. La información sistemática con anticipación y durante el evento, permite a los habitantes minimizar el volumen de agua que entra a su propiedad y reducir costos de daños significativamente en particular de su propio hogar y pertenencias. El SAT brinda la posibilidad de transferir las responsabilidades del estado a los individuos. También se señala que un SAT no logra mover o evacuar a toda la gente.</p> <p>El pronóstico de avenidas y alertamiento, con un tiempo de aviso de 8 horas y duración de la inundación menor a 12 horas, puede reducir los daños potenciales entre un <b>38 a 48%</b> en función de la altura de agua (cinco niveles de tirante: 0.1, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 m). Se recomienda no reducir daños en alturas superiores a 1.2 m. Escuder et al (2010).</p> <p>La reducción de daños económicos en Benaguasil, España, aplicando dos medidas no-estructurales: <b>SAT más un Programa de educación a la población</b> alcanza <b>32%</b> para un periodo de retorno de 100 años, Jhöbs et al (2011).</p> <p>En una localidad del norte de España, se considera un porcen-</p>

Medida	FRD (Valor o rango), %	Explicación y/o fuente
		taje de reducción de daños de <b>25%</b> al implantar un <b>programa de formación a la población</b> , con la finalidad de que tenga la capacidad de actuar ante la inundación impidiendo la entrada de agua en viviendas y locales, Escuder et al (2010).
Medidas de protección civil (labores de rescate, evacuación-movilización de gente)		
Medidas ordenación territorial (considera re-aseñamientos) y urbanismo (considera normas de construcción)	50-75	<p>Los beneficios de una norma de construcción son más grandes donde el riesgo de inundación es más alto. Ranger y Garbett-Shiels (2011)</p> <p>Comparando dos medidas: <b>Normas de construcción</b> con modernización de sistemas de drenaje, la primera tendría una <b>reducción de daños más grande</b> que la segunda. Ranger y Garbet-Sheils (2011).</p> <p>Con respecto a la medida de re-aseñamientos tiene beneficios bajos con respecto al costo y baja robustez a la incertidumbre, Jha et al (2011).</p> <p>En Saxony, Alemania, se evaluó en términos de eficiencia un caso hipotético y se obtuvo una relación beneficio-costos menor de uno. El principal costo para una reubicación es el pago de indemnización a los propietarios de las tierras, Schanze et al (2008).</p> <p>A pesar de su poca eficiencia económica, en algunos casos se deberá aplicar.</p>
Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones (educar, comunicar, informar, sensibilizar)		<p>En Jha et al (2011) la medida de reducción de la vulnerabilidad social (mejorando la comunicación, educación, y sensibilización) es una opción “sin remordimiento” y alta robustez a la incertidumbre, por lo tanto <b>tiene beneficios muy altos</b>.</p> <p>En Colombia la estrategia de socialización de la prevención y la mitigación de riesgos y desastres que incluye capacitación y formación a funcionarios y comunidades, comunicación e información para la toma de decisiones y concientización ciudadana, sólo alcanza el <b>13%</b> de eficacia. Incluso, existe una desigualdad en el avance de la implementación. Campos et al (2012).</p>
Marginación Alta	15-30	Propuesta IMTA.
Marginación Media y Baja	60-70	La reducción de daños económicos en Lodi, Italia, aplicando una medida un programa de educación a la población fue de