

riesgo como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

Vulnerabilidad son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

$$\text{Riesgo} = \text{amenaza} \times \text{vulnerabilidad}$$

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{exposición} \times \text{susceptibilidad} / \text{resiliencia}$$

Exposición es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

Susceptibilidad es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

Resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

[&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=111&lang=es](#)

Martin Coy de la Universidad de Innsbruck Australia, en su artículo "Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina", manifiesta que la vulnerabilidad es considerada como una "estructura doble", con dos partes que se corresponden entre sí, siendo la exposición o amenaza el lado "externo" y la forma de dominio o asimilación el lado "interno". Depende, por un lado, de la medida de la amenaza y, por el otro, de las estrategias y capacidades de superación de los afectados, con todos los factores que influyen sobre ellas.

Bajo el concepto de vulnerabilidad interna del individuo de Martin Coy y la susceptibilidad y resiliencia del CIIFEN, se unificaron criterios y se elaboró un análisis de variables de INEGI en su *Conteo de Población y Vivienda de 2010, 2010, Principales resultados por localidad (ITER)*, (ITER), para obtener una índice de vulnerabilidad socioeconómico⁷ definido como la capacidad de la población para hacer frente a diversos fenómenos naturales (

Figura 4.2 y Anexo 4). Se tomaron en cuenta variables como número de habitantes, grado de escolaridad, acceso a servicios de comunicación, servicios de agua, luz y energía eléctrica, materiales de las viviendas, número de habitantes con capacidades diferentes, derechohabencia de servicios médicos, cantidad de menores a 5 años y mayores a 60 años de edad y población económicamente activa.

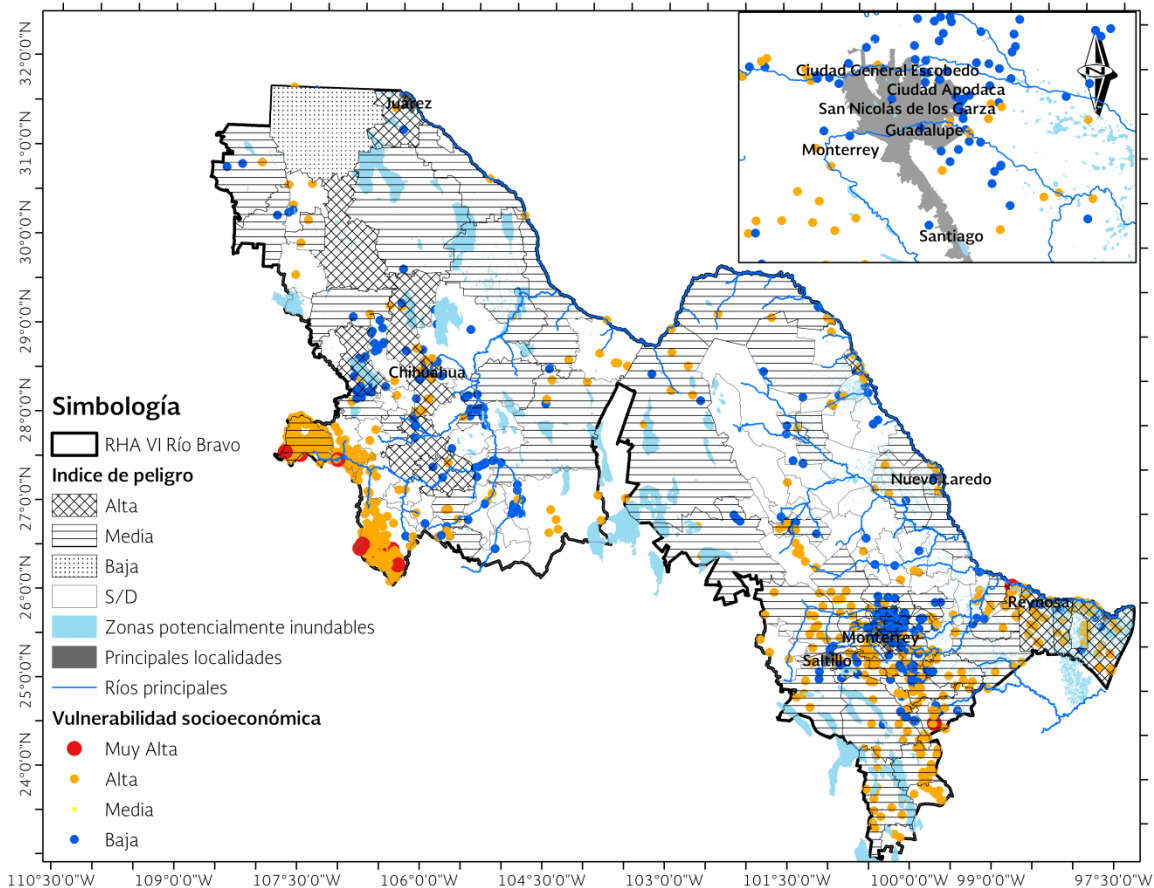
Los resultados del estudio muestran que para la Región las localidades con muy alta y alta vulnerabilidad se encuentran principalmente sobre la sierra Tarahumara, en donde las inundaciones son de poca o nula probabilidad de ocurrencia. En donde sí requiere especial atención son en las localidades con alta vulnerabilidad asentadas sobre el Río Salinas, Río Pesquerías y Río Santa Catarina dentro de los Estados de Coahuila y Nuevo León. Además sobre el Río Parral en

⁷ Bravo-Astudillo, 2013. Memorias XX Reunión Nacional 2013 SELPER – MÉXICO San Luís Potosí.

Chihuahua, Río Salado en Nuevo León y a lo largo del Río Bravo se localizan una serie de localidades con alta vulnerabilidad socioeco-

nómica, que podrían tener deficiencias en cuanto a la organización y resistencia a un evento de inundación.

Figura 4.2 Vulnerabilidad socioeconómica



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI 2010

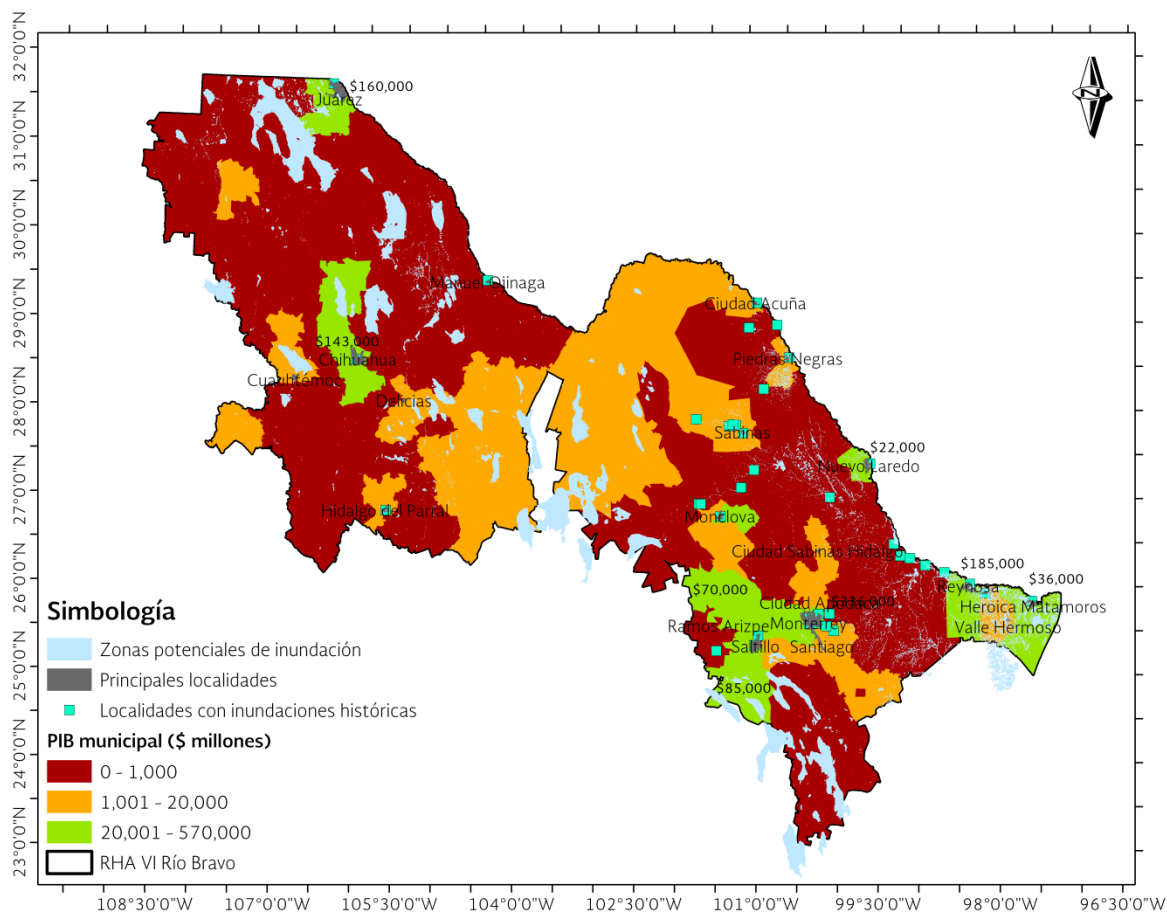
Además del análisis de la vulnerabilidad socioeconómica también se elaboró un análisis de la economía en riesgo basada en el Producto Interno Bruto (PIB). Los resultados reflejan que la mayor economía en riesgo, determinada por el Producto Interno Bruto (PIB) municipal al 2009 (Tabla 4.3), para la

Región está dada en los municipios de Monterrey en Nuevo León, Reynosa en Tamaulipas, Juárez en Chihuahua y Saltillo en Coahuila. Todos ubicados en zonas potencialmente inundables e históricamente con daños por este fenómeno (Figura 4.3).

Tabla 4.3 Producto Interno Bruto de la RHA por municipio

Estado	Municipio	PIB municipal (\$millones)
Nuevo León	Monterrey	336,417
Tamaulipas	Reynosa	185,465
Chihuahua	Juárez	159,497
Chihuahua	Chihuahua	142,620
Nuevo León	Apodaca	100,365
Nuevo León	San Nicolás de los Garza	99,614
Nuevo León	Santa Catarina	87,839
Coahuila de Zaragoza	Saltillo	85,059
Coahuila de Zaragoza	Ramos Arizpe	71,191
Nuevo León	Guadalupe	65,238
Nuevo León	San Pedro Garza García	52,757
Tamaulipas	Matamoros	36,060
Coahuila de Zaragoza	Monclova	34,192
Nuevo León	Gral. Escobedo	27,128
Nuevo León	García	23,576
Tamaulipas	Nuevo Laredo	22,276

Figura 4.3 Producto Interno Bruto municipal 2009



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



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)).

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

- Riesgo = Amenaza x 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, así como velocidad y severidad, 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 , ΔP_i es el intervalo de probabilidad entre las probabilidades de excedencia de ambos eventos.

En el Anexo 5 se describe la metodología de manera más amplia.

5.1 Aplicación de la metodología a nivel nacional

Para aplicar la metodología, son necesarios los siguientes insumos:

- a. *Polígono que delimita la zona de inundación.* Es el área donde se estimarán los daños.
- b. *Modelo digital de elevaciones* 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.
- c. *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.
- d. *Tirante y velocidad,* estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster para diferentes probabilidades.
- e. *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.

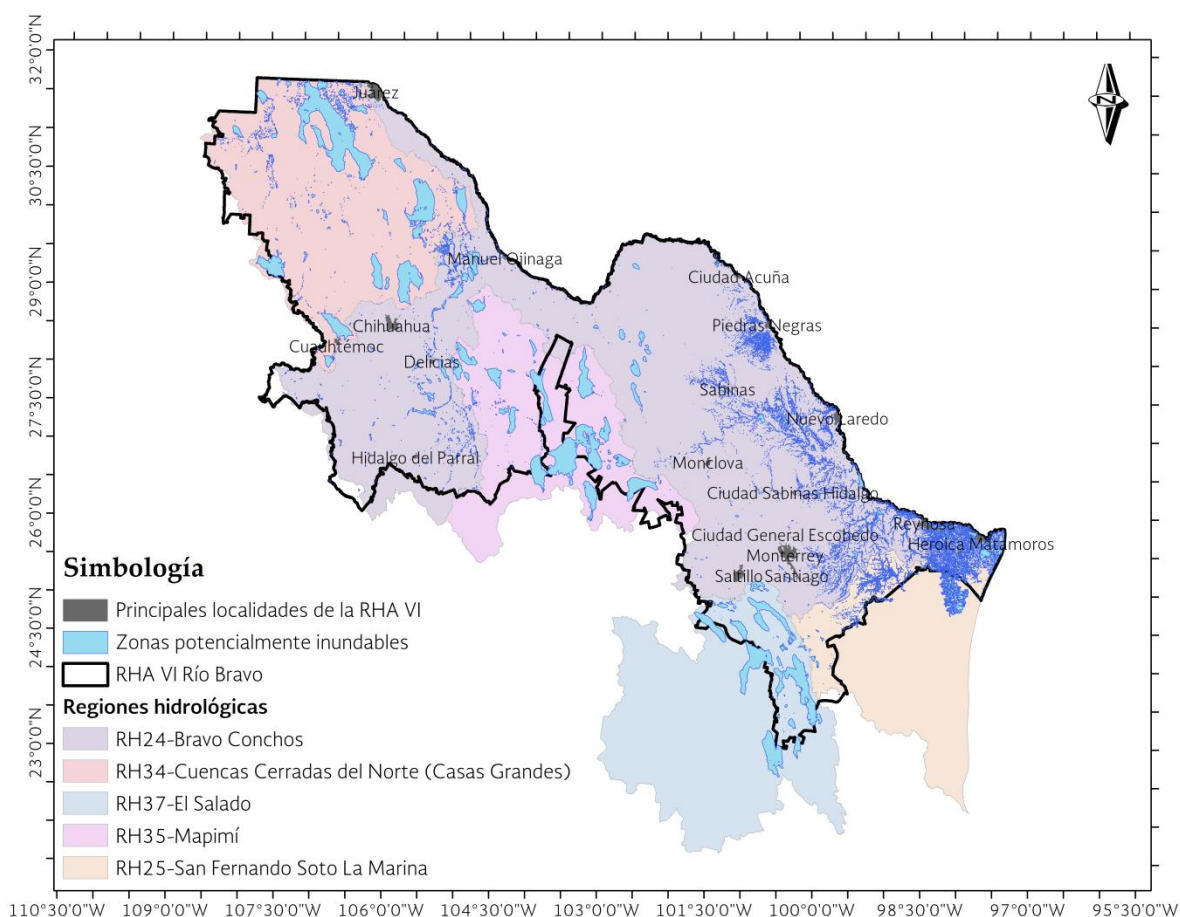
5.2 Cálculo del DAE en la RHA VI

Para la RHA VI se cuenta con los polígonos de inundación determinados por Agroasemex con un periodo de retorno de 40 años, este único TR sólo permite determinar el daño para este evento de lluvia. A continuación se muestran los resultados para estos polígonos (Tabla 5.1 y Figura 5.1). En la sección siguiente se tiene la caracterización, diagnóstico, y el DAE de la cuenca piloto del río Sabinas, perteneciente a la RHA VI, en la cual se calcularon puntos de inundación para cinco periodos de retorno (2, 5, 10, 50 y 100 años).

Las zonas potenciales de inundación⁸ determinadas por Agroasemex, dentro de la RHA VI ocupan una superficie de 38,293 km² (9.85% del total de la RHA). Son 485 localidades urbanas que están potencialmente dentro de estas áreas. En cuanto a la parte agrícola 5,687.7 km² podrían tener problemas de inundación de los 36,834.9 km² de superficie total agrícola.

⁸Uribe-Alcántara, Edgar Misael, *et al.* Mapa Nacional de Índice de Inundación. Agroasemex, S. A., Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 2, abril-junio de 2010, pp. 73-85.

Figura 5.1 Mapa Nacional de Índice de Inundación, RHA VI



Con la aplicación ANRI-PC, previamente descrita, se determinó el daño para el periodo de retorno de 40 años. El daño provocado por una tormenta con Tr de 40 años, se supone, sucedido en el mismo instante en toda la Región, puede provocar pérdidas económicas

en menaje hasta por 3,642 millones de pesos (2% del total a nivel nacional), sin embargo es casi nula la probabilidad de que se presente un evento al mismo tiempo en toda la RHA, por lo tanto se presentan los daños por municipio.

Tabla 5.1 Daños por municipio de la RHA VI

Estado/municipio	AGEBS (km ²)	Viviendas afectadas	Población afectada	Daño probable (millones de pesos)
Chihuahua				
Ahumada	87.7	1,484	5,515	94.5
Aldama	0.0	3	13	0.0
Ascensión	32.3	565	2,068	33.1
Balleza	2.7	126	445	6.5
Bocoyna	159.7	1,079	4,180	34.5
Buenaventura	0.6	2	5	0.0
Camargo	0.1	1	2	0.0
Coyame del Sotol	6.5	59	186	0.0
Cauhtémoc	133.4	1,814	6,095	207.1

Estado/municipio	AGEBS (km ²)	Viviendas afectadas	Población afectada	Daño probable (millones de pesos)
Delicias	49.5	2,597	9,782	224.8
Gómez Farías	335.3	797	2,761	69.7
Hidalgo del Parral	23.5	979	3,206	92.3
Jiménez	5.3	207	822	7.4
Juárez	659.1	5,570	20,754	594.1
Julimes	0.6	24	79	0.4
Meoqui	0.1	26	101	0.0
Namiquipa	0.3	12	34	0.3
Nonoava	0.1	3	13	0.0
Nuevo Casas Grandes	10.1	326	1,181	14.4
Ojinaga	0.0	3	9	0.0
Rosales	0.0	3	12	0.0
San Francisco de Borja	1.3	30	97	1.1
San Francisco de Conchos	0.1	10	33	0.0
Santa Isabel	80.3	118	416	10.1
Saucillo	58.5	1,370	5,073	80.9
Total Chihuahua	1,647.1	17,209	62,880	1,471.3
Coahuila de Zaragoza				
Abasolo	0.0	2	8	0.0
Acuna	35.4	734	2,525	40.7
Allende	0.4	32	122	0.0
Castaños	0.1	5	16	0.0
Frontera	0.0	26	102	0.0
Hidalgo	6.8	31	119	0.4
Jiménez	4.2	46	178	0.8
Juárez	2.0	12	45	0.0
Morelos	0.2	18	65	0.2
Mizquiz	0.1	45	169	0.0
Nava	5.8	161	650	7.7
Ocampo	247.4	400	1,586	43.3
Piedras Negras	115.8	3,415	13,095	201.5
Progreso	0.0	1	5	0.0
Sabinas	46.4	1,328	4,884	62.4
Saltillo	1.6	4	18	0.1
San Buenaventura	0.1	14	49	1.1
San Juan de Sabinas	9.1	217	817	8.5
Zaragoza	0.7	35	122	0.0
Total Coahuila de Zaragoza	476.1	6,525	24,574	366.5
Nuevo León				
Anáhuac	1.4	106	416	2.6
Apodaca	0.5	85	356	3.1
Aramberri	84.9	545	2,132	28.9
Cadereyta Jiménez	1.8	112	414	4.3
China	7.2	99	341	6.8
Gral. Bravo	4.1	64	231	2.2
Gral. Escobedo	8.9	1,441	6,092	40.4
Gral. Terán	6.9	101	358	11.7

Estado/municipio	AGEBS (km ²)	Viviendas afectadas	Población afectada	Daño probable (millones de pesos)
Gral. Treviño	0.0	4	14	0.0
Guadalupe	0.0	3	13	0.0
Linares	4.3	411	1,542	25.0
Los Aldamas	0.8	22	64	0.2
Los Herreras	8.7	17	64	0.4
Montemorelos	0.5	7	26	0.1
Monterrey	21.2	1,703	7,944	55.9
Paras	0.0	2	5	0.0
Sabinas Hidalgo	9.0	147	539	1.2
Salinas Victoria	0.1	13	55	0.0
San Nicolás de los Garza	0.3	107	413	3.3
Santiago	11.9	126	430	2.0
Villaldama	6.5	38	131	0.9
Total Nuevo León	179.0	5,154	21,580	188.9
Tamaulipas				
Camargo	1.6	135	498	3.5
Guerrero	0.0	2	7	0.0
Gustavo Díaz Ordaz	8.8	162	579	0.7
Matamoros	244.8	9,776	36,894	546.4
Miguel Alemán	19.4	451	1,713	23.3
Nuevo Laredo	106.7	2,847	10,667	137.2
Reynosa	811.7	12,191	48,780	663.2
Río Bravo	95.5	2,429	10,015	79.8
Valle Hermoso	245.8	3,090	12,095	162.0
Total Tamaulipas	1,534.3	31,083	121,249	1,616.1
Total general	3,836.5	59,971	230,283	3,642.7

5.3 Diagnóstico de la cuenca piloto, Río Sabinas

La cuenca del Río Sabinas se ubica aproximadamente a 90 km al norte de Monterrey, Nuevo León y tiene una extensión cercana a los 6,000 km² (

Figura 5.2). El río Sabinas es el afluente más importante del río Salado que baja de la sierra de la Garia, situada cerca de los límites entre los estados de Coahuila y Nuevo León; recibe las aportaciones importantes del arroyo Huizache y desemboca finalmente en el río Salado. Este río corre hacia el este atravesando la sierra de Gomas y la sierra de Sabinas por estrechos cañones, pasando junto a la población de Sabinas Hidalgo, situada al pie de la sierra de Sabinas. A la altura del cerro Belcebú, situado a unos 35 km arriba de su confluencia con el río Salado, cambia la dirección de su curso para correr

aproximadamente hacia el norte, hasta confluir con el río Salado. La longitud total recorrida por este río es de aproximadamente 195 kilómetros⁹ con escurrimientos intermitentes o escasos durante el año pero ha llegado a presentar caudales máximos de hasta 979m³/s en el año de 1967 y 144 m³/s en 1975¹⁰. El río Sabinas confluye con el Río Salado aproximadamente 50 km aguas arriba de la confluencia de este último con el Río Bravo en el estado de Tamaulipas.

En la cuenca se concentran 58 localidades con una población total de 43,954 habitantes, tres localidades urbanas mayores a

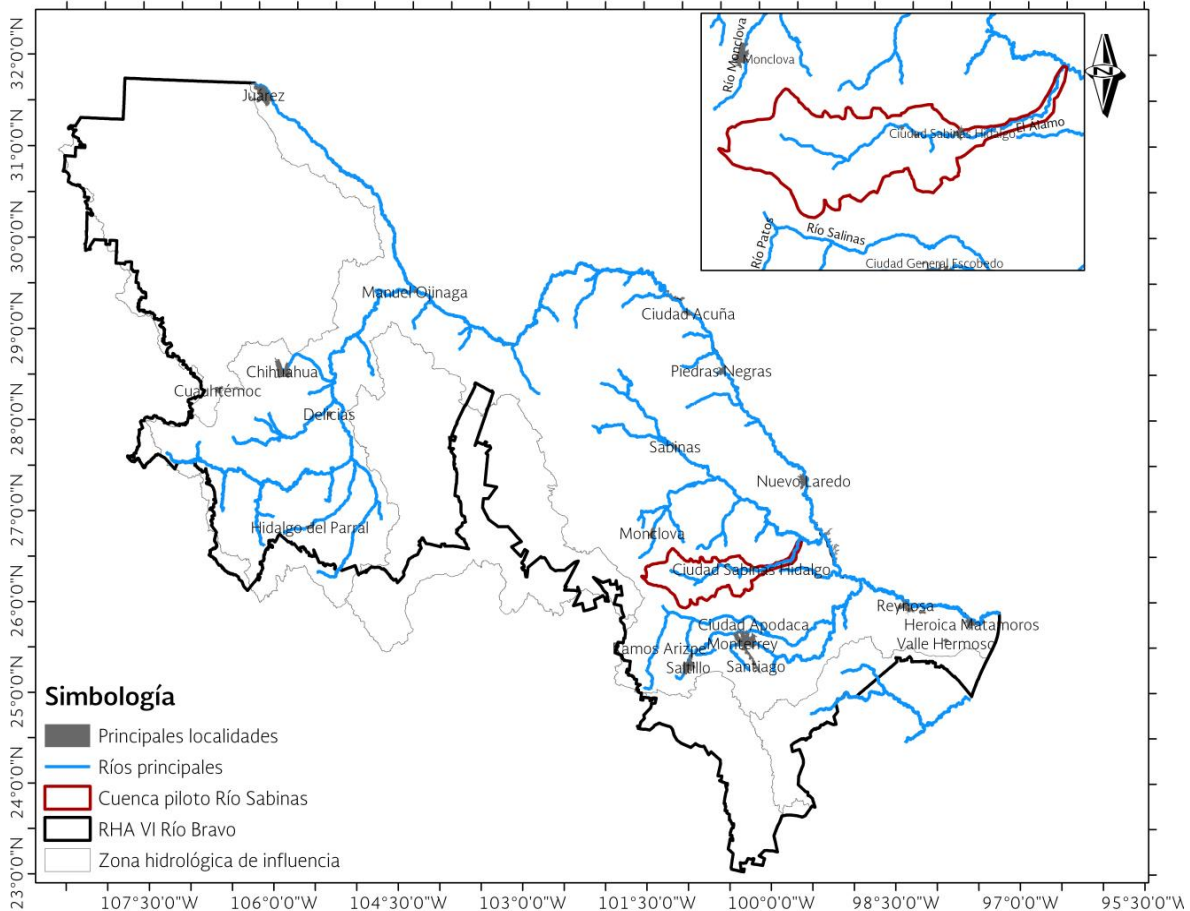
⁹ Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, BANDAS, 2002.

¹⁰ Sistema de Información de Aguas Superficiales, SIAS, 2011.

2,500 habitantes y 55 rurales. Las localidades urbanas son Bustamante, Ciudad Sabinas Hidalgo y Ciudad Villaldama con una

población de 39,620 habitantes (90% del total).

Figura 5.2 Ubicación cuenca Río Sabinas

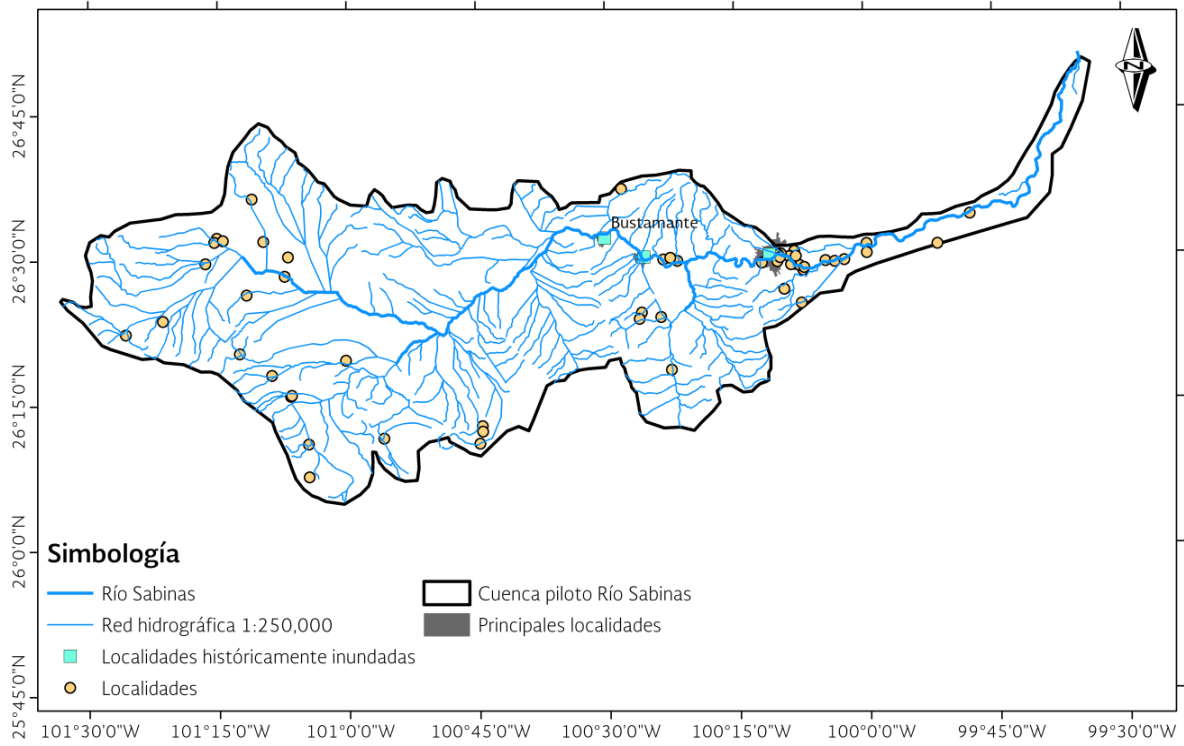


Fuente: SINA 2012 y Cuenca Río Sabinas del Instituto de Ingeniería de la UNAM

En las márgenes del cauce del río Sabinas (Figura 5.3) se ubican poblaciones como Acámbaro del municipio de Castaños en Coahuila con un tamaño de población de 7 habitantes y una alta vulnerabilidad socio-económica, esta localidad se localiza en la parte alta de la cuenca y no se tiene registro de inundación. En el otro sentido, Ciudad de Villaldama, Bustamante y Ciudad Sabinas

Hidalgo han presentado problemas de inundación, son localidades urbanas siendo Sabinas la de mayor tamaño con 33,068 habitantes. Estas tres localidades tienen una vulnerabilidad socioeconómica de 0.22 (media) suficientemente adaptables y organizables si adoptaran un esquema de prevención, reducción y mitigación de daños por inundación (Tabla 5.2).

Figura 5.3 Localidades sobre las márgenes del Río Sabinas



Fuente: SINA 2012 y Cuenca Río Sabinas del Instituto de Ingeniería de la UNAM. INEGI 2010

Tabla 5.2 Localidades expuestas a inundaciones e índice de vulnerabilidad

Municipio	Localidades	A	B	C	D	E	F*	G	H	I	J**	K	L	M	N
Coahuila de Zaragoza															
Castaños	Acámbaro (Acámbaro Viejo)	790	7	4	5	1	1	4	2	0	0	0	0.422	Alta	No
Nuevo León															
Sabinas Hidalgo	Santa Elena	276	3	3	2	1	1	3	1	1	1	0	0.397	Media	No
Sabinas Hidalgo	Los Corrales de Luis González	300	26	6	6	0	5	10	10	1	0	1	0.358	Media	No
Villaldama	El Salto	400	13	5	3	2	4	8	8	1	5	0	0.299	Media	No
Sabinas Hidalgo	Constitución	278	164	40	46	1	6	51	24	1	7	0	0.297	Media	No
Vallecillo	San Carlos	176	140	49	52	35	6	59	13	0	37	0	0.290	Media	No
Sabinas Hidalgo	Las Compuertas (Arturo Ancira)	295	22	6	3	0	7	11	10	0	1	0	0.281	Media	No
Vallecillo	La Aurora	239	13	6	3	2	6	4	2	0	4	0	0.279	Media	No
Sabinas Hidalgo	La Enramada	290	9	2	5	0	8	1	0	0	2	0	0.277	Media	No
Sabinas Hidalgo	Graciano Bortoni	283	141	34	22	2	7	55	48	0	12	0	0.273	Media	No
Sabinas Hidalgo	Oriente [Zona Industrial]	295	18	4	2	1	9	10	9	0	1	0	0.269	Media	No
Vallecillo	Matatenas	250	14	6	7	1	5	5	0	0	6	0	0.261	Media	No
Sabinas Hidalgo	El Tepeyac	290	11	3	1	0	6	4	1	0	0	0	0.261	Media	No
Sabinas Hidalgo	Las Pachangas	280	17	4	4	0	6	7	1	0	1	0	0.255	Media	No
Sabinas Hidalgo	Garza Ayala	255	406	133	116	5	6	152	92	1	101	1	0.252	Media	No
Sabinas Hidalgo	Carboneras	259	130	42	39	2	7	47	21	0	31	0	0.248	Media	No
Villaldama	Ciudad de Villaldama	418	2,912	897	703	199	9	1,052	576	40	766	7	0.238	Media	Si
Villaldama	Hacienda Santa Fe	400	145	52	55	5	7	63	16	1	47	0	0.234	Media	No
Sabinas Hidalgo	San Gerardo	280	28	4	4	1	5	10	1	0	2	0	0.232	Media	No
Sabinas Hidalgo	Mario Ancira (Sabinas) [Granja]	279	16	4	0	0	5	5	1	0	1	0	0.230	Media	No
Bustamante	Bustamante	460	3,640	1,066	882	215	8	1,277	710	16	1,032	5	0.228	Media	Si
Sabinas Hidalgo	Valle Escondido (Colonia Lozano)	317	31	6	2	1	8	13	2	0	1	0	0.225	Media	No
Sabinas Hidalgo	Luis Rodríguez Treviño	250	10	3	2	0	6	4	1	0	2	0	0.220	Media	No
Sabinas Hidalgo	La Rosita	296	28	9	9	0	10	13	7	0	9	0	0.208	Media	No
Sabinas Hidalgo	Ciudad Sabinas Hidalgo	301	33,068	9,493	6,782	1,174	9	13,062	5,735	88	8,963	24	0.205	Media	Si
Sabinas Hidalgo	Víctor Garza	280	11	3	2	0	5	5	2	0	3	0	0.198	Baja	No
Villaldama	Santa Isabel	399	178	55	26	3	8	51	0	0	47	0	0.192	Baja	No

Fuente: Elaborado a partir de: Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010

Nota: Del análisis se eliminaron las localidades de una o dos viviendas y las localidades que no cuentan con información en las variables mostradas en la tabla.

*Grado promedio de escolaridad: Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Excluye a las personas que no especificaron los grados aprobados.

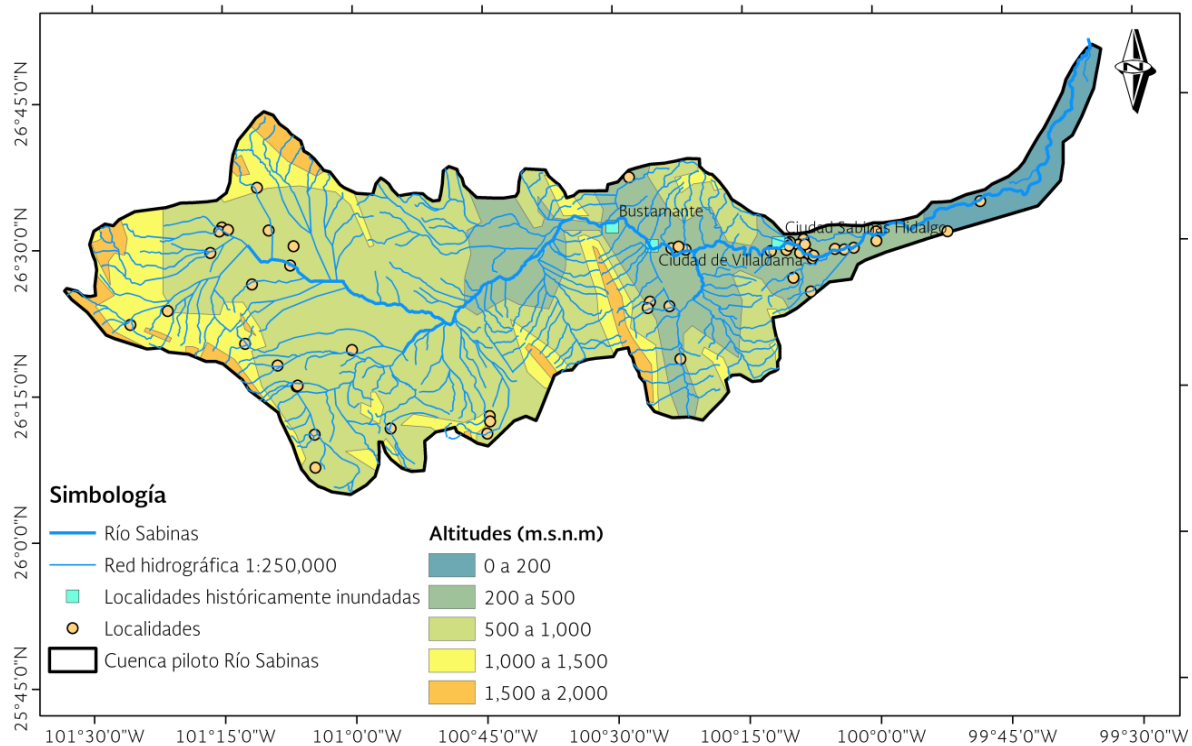
**Viviendas particulares habitadas que tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.

- A = Número de localidades
- B = Población total
- C = Viviendas
- D = Población menor a 5 años y mayor a 60
- E = Población con limitaciones
- F = Grado promedio de escolaridad
- G = Población económicamente activa
- H = Población sin derechohabencia
- I = Viviendas con piso de tierra
- J = Viviendas con servicios
- K = Viviendas sin bienes
- L = Índice de vulnerabilidad

- M = Vulnerabilidad
- N = Registro de inundación

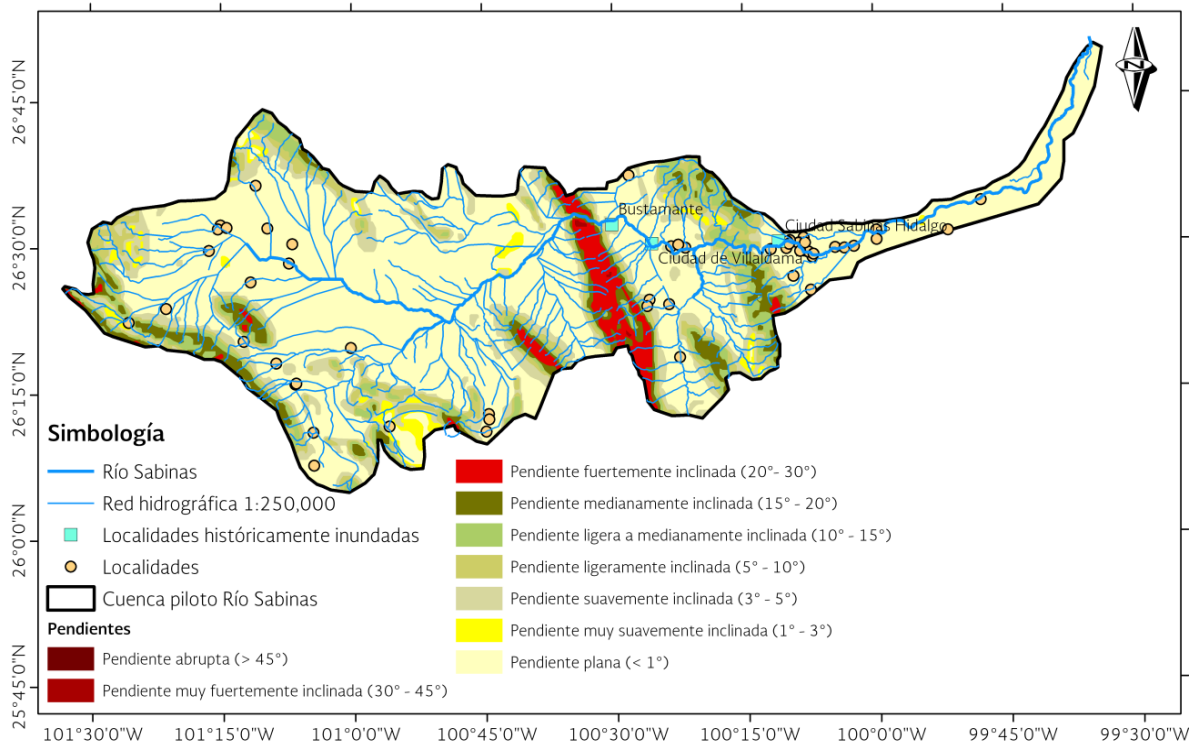
Las partes más altas de la cuenca están aproximadamente a 2,000 m.s.n.m dentro del estado de Coahuila (Figura 5-4), además en la parte central de la cuenca en el estado de Nuevo León muy cerca de las localidades de Bustamante y Villaldama en donde se tienen pendientes abruptas provocando tiempos de concentración de los arroyos ubicados en esta zona muy cortos (Figura 5.4, Figura 5.5, Figura 5.6, Figura 5.7 y Figura 5.8).

Figura 5.4 Altitudes



Fuente: INEGI, Información de Relieve (Hipsobatimetría), 2002.

Figura 5.5 Pendientes



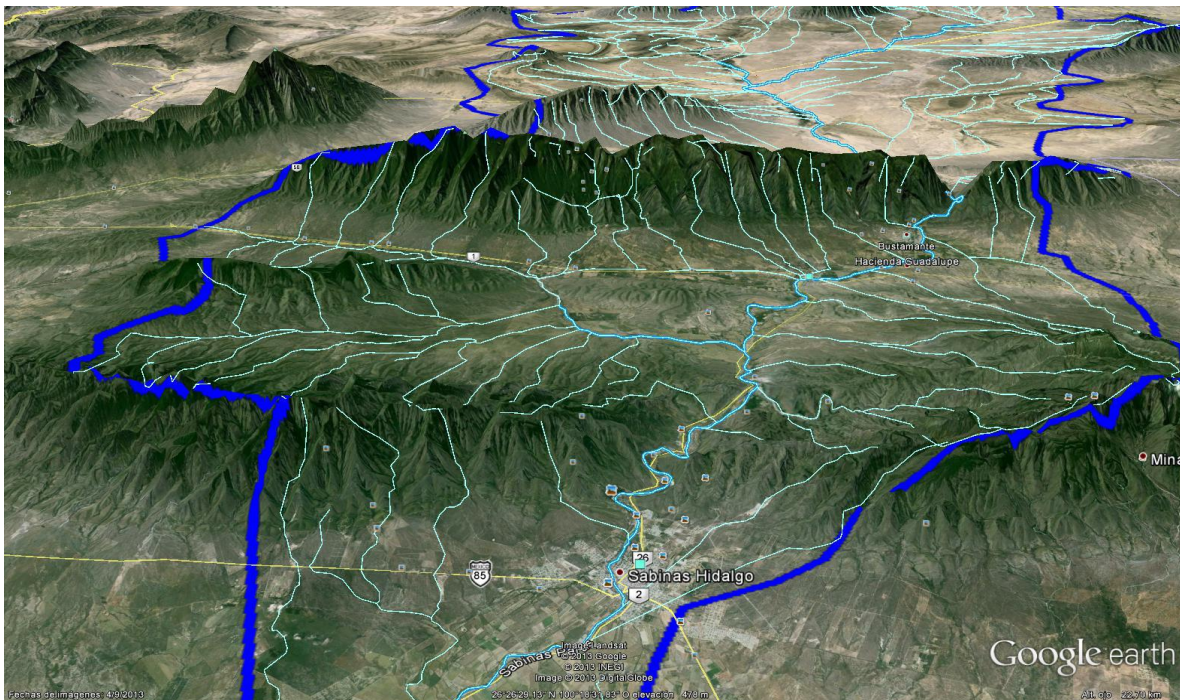
Fuente: Semarnat. Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. (ed.), Fecha de publicación: Junio de 2003.
<http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadataexplorer/explorer.jsp> (Ángulos de inclinación).

Figura 5.6 Cuenca Sabinas parte alta



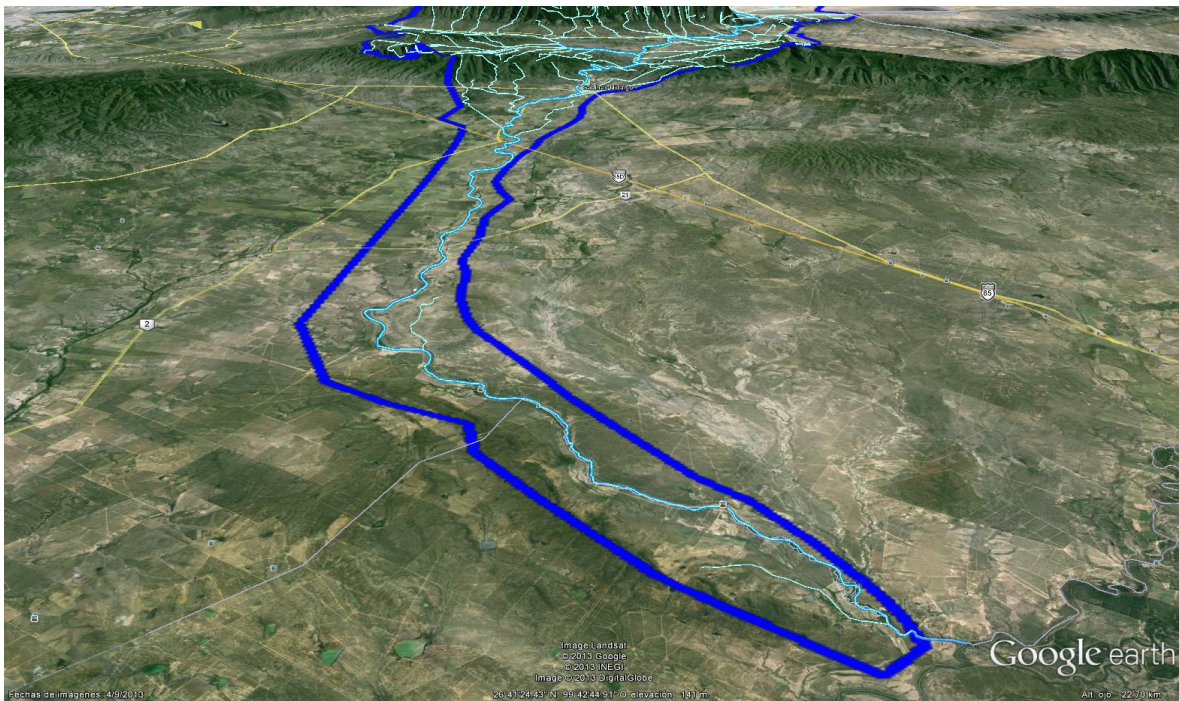
Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012. IIUNAM-GASIR, 2013 y Google earth

Figura 5.7 Cuenca Sabinas parte media



Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012. IIUNAM-GASIR, 2013 y Google earth

Figura 5.8 Cuenca Sabinas parte baja

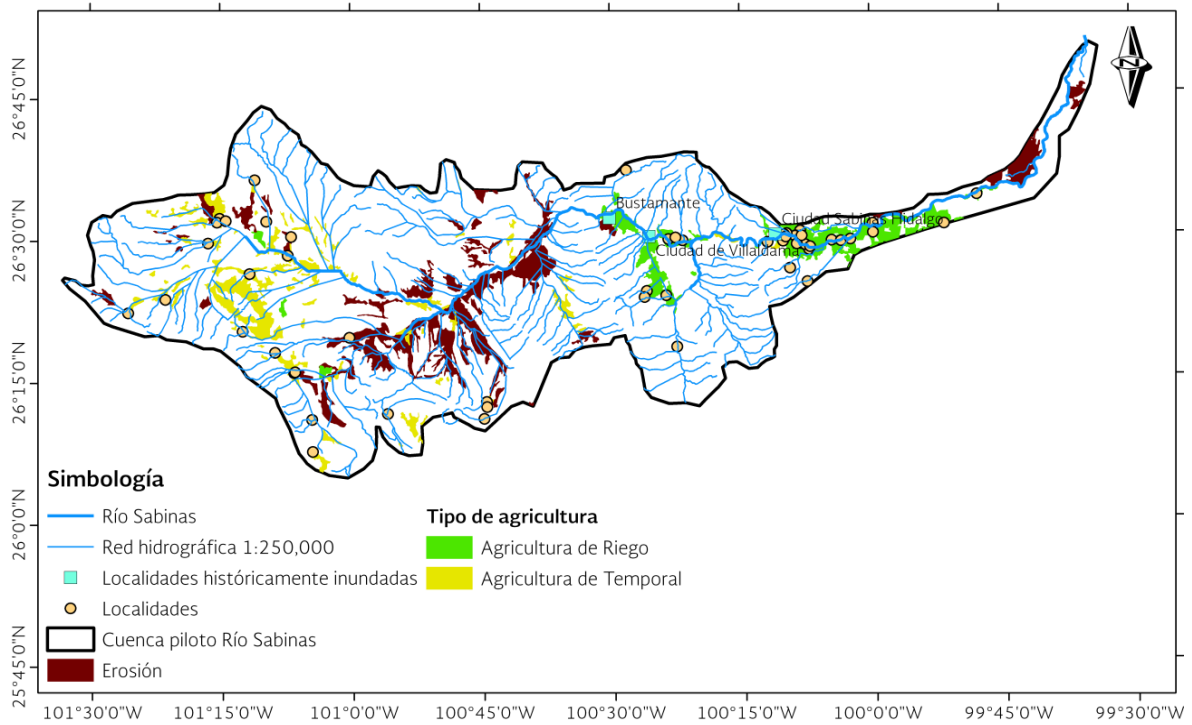


Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012. IIUNAM-GASIR, 2013 y Google earth

En la zona muestra 455 km² de erosión aplicable principalmente en la parte central de la cuenca (Figura 5.9). En cuanto a agricultura de riego se localiza en las partes bajas en los

alrededores de Bustamante, Villaldama y Sabinas con una extensión de 225 km². De agricultura de temporal ubicada en la parte alta se tienen cerca de 250 km².

Figura 5.9 Agricultura y erosión

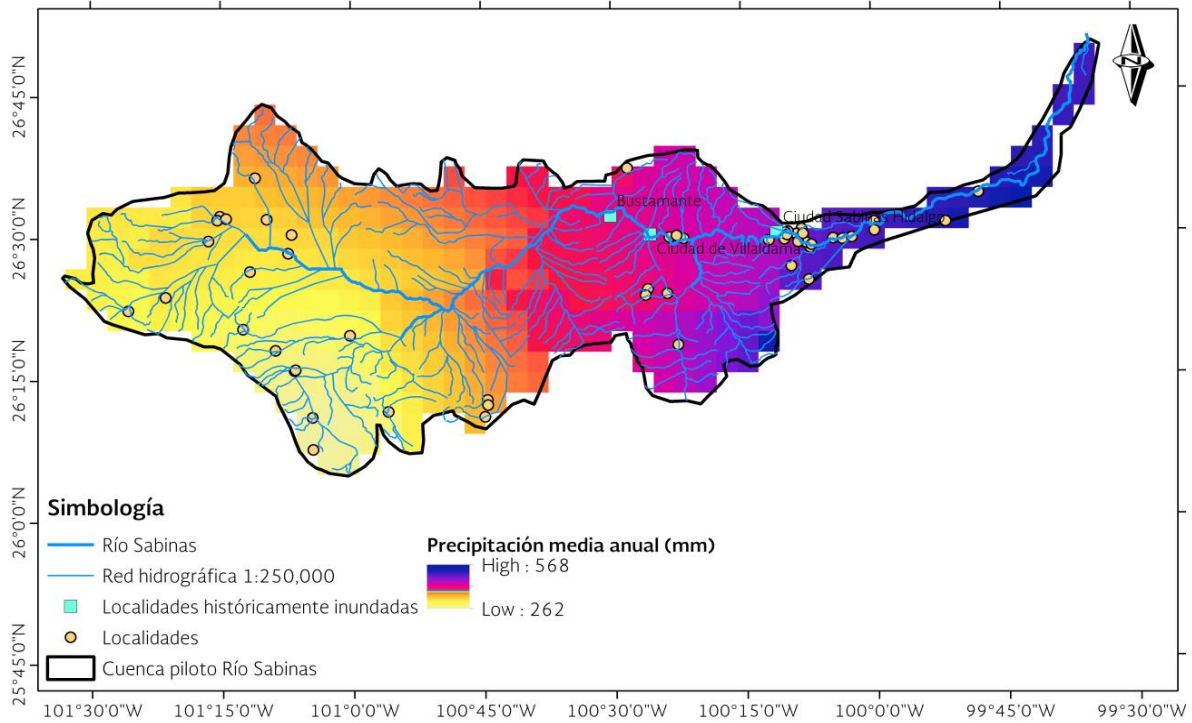


Fuente: INEGI, uso de suelo y vegetación, serie III y uso de suelo serie IV

La precipitación media anual es de 390 mm incrementándose hacia la parte baja alcan-

zando los 500 mm y en la parte alta 300 mm (Figura 5.10).

Figura 5.10 Precipitación

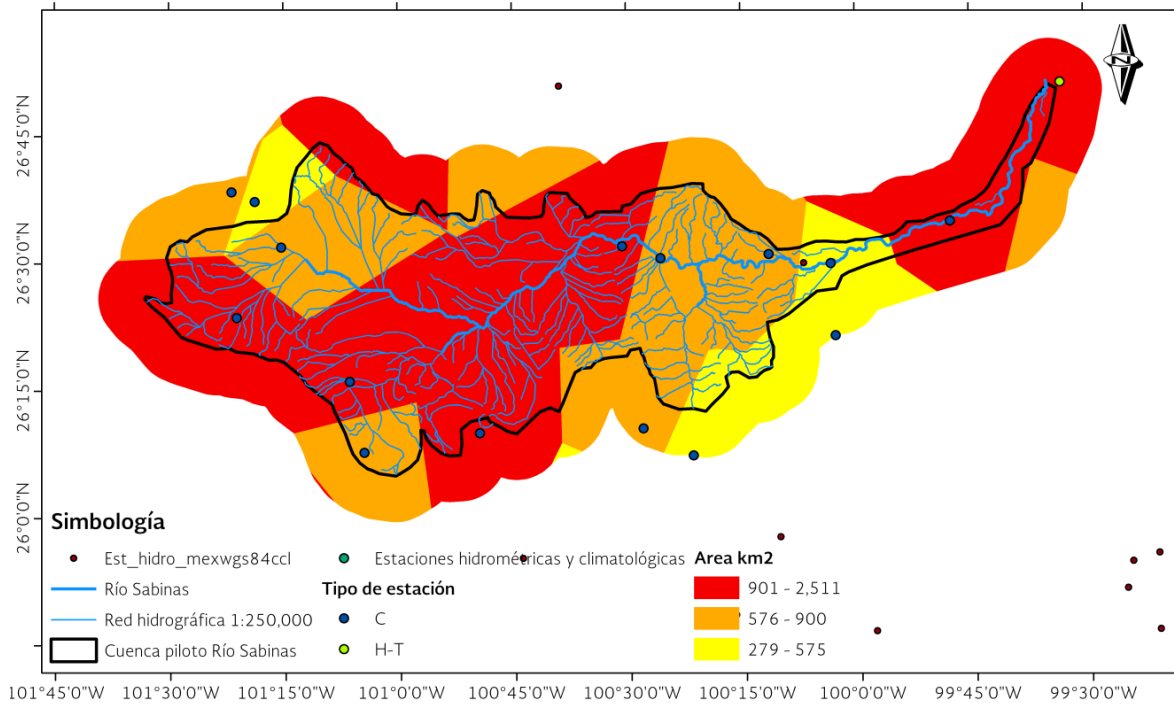


Fuente: CLICOM 2009

Se localizan sobre la cuenca, todas operando, 15 estaciones climatológicas convencionales y una estación hidrométrica automática ubicada a la salida de la cuenca en la confluencia con el río Salado (Figura 5.11). De acuerdo a las recomendaciones de la OMM la cobertura de las estaciones climatológicas

no son suficientes, el área mínima de cobertura (279 km²) está dada por la estación El Tanquito en el municipio de Coahuila, parte alta de la cuenca caracterizada por montes y ondulaciones que requiere una cobertura mínima de 575 km².

Figura 5.11 Estaciones hidrométricas y climatológicas



Fuente: Estaciones climatológicas e hidrométricas Dirección Técnica, Organismo de Cuenca Río Bravo

Las afectaciones causadas por las inundaciones se deben principalmente a que al ser una zona con clima seco y bajas precipitaciones, la población e infraestructura de comunicaciones han invadido los cauces y llanuras de inundación. Al momento de presentarse lluvias severas, sumado a los bajos tiempos de concentración de escurrimientos en las zonas montañosas con pendientes abruptas, los cauces incrementan su nivel y velocidad provocando daños a las poblaciones, infraestructura y algunas zonas agrícolas.

Sumado a los daños de inundaciones por causas fisiográficas, se han detectado otras causas que de implementarse o mejorarse pudieran reducir las afectaciones. Tales causas son:

- No se cuenta con buena cobertura de medición climatológica e hidrométrica.
- No se tienen modelos de pronósticos de avenidas y sistema de alerta temprana para la cuenca.

- Hay muy poca o nula infraestructura para el control de avenidas.
- Falta delimitación y señalamiento de la zona federal.
- Falta de educación en materia de riesgos por inundación.
- No hay un ordenamiento territorial.
- Falta de coordinación y unificación interinstitucional.
- No se prevé la cultura de autoprotección en materia de protección civil.
- En las leyes no se prevé la reubicación viviendas asentados en zonas de alto riesgo de inundación.
- Falta de balance entre medidas estructurales y no estructurales.
- Falta vigilancia de aplicación de la Ley de Aguas

- Falta un área específica que atienda técnicamente el problema integral de los fenómenos extremos.
- Insuficiencia de recursos económicos, una buena parte es asignada a la reconstrucción y atención de emergencias.
- Falta incrementar el personal profesional y especializado.

5.4 Evaluación del DAE de la cuenca piloto

Para la evaluación del riesgo se utilizó la aplicación ANRI que usa las funciones de vulnerabilidad publicadas por Baró-Suarez (2011), relativas a la estimación de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales de México, en dicho artículo se calcula 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 provocada por inundaciones.

El resultado de la aplicación ANRI muestra que el daño anual esperado para la cuenca piloto asciende a 9.7 millones de pesos

(Tabla 5.3 y Figura 5.13). La población afectada va desde 339 personas para el Tr de 2 años hasta las 865 personas para el Tr de 100 años. Viéndose afectadas principalmente las localidades de Ciudad de Villaldama, Bustamante y Ciudad Sabinas Hidalgo.

También se determinó el daño anual esperado por tipo de zona afectada, es decir, por severidad (Figura 5.12 y Tabla 5.4).

Figura 5.12 Clasificación de la severidad

Severidad	Velocidad m/s	Tirante m
■ A	$V > 2$	$Y > 2$
■ B	$V \leq 2$	$1 < Y \leq 2$
■ C	$V \leq 2$	$0.8 \leq Y \leq 1$
■ D	$V \leq 2$	$0.3 \leq Y \leq 0.8$
■ E	$V \leq 2$	$Y \leq 0.3$

Para cada periodo de retorno se determinaron las zonas de inundación (Figura 5.14, Figura 5.15, Figura 5.16, Figura 5.17 y Figura 5.18).

Tabla 5.3 Daño anual esperado

Período de retorno (Tr)	Daño Estimado (millones de pesos)	No. de puntos evaluados	Área (km ²)	Población	Probabilidad	Daños (millones de pesos)
100	29.87	1,380	1,229,868.7	865	0.01	
50	28.32	1,355	1,207,642.8	833	0.02	\$0.3
10	26.08	1,215	1,083,583.1	730	0.10	\$2.2
5	21.85	1,111	990,076.9	659	0.20	\$2.4
2	10.69	572	510,230.7	339	0.50	\$4.9
					DAE	\$9.7

Tabla 5.4 Daño anual esperado por severidad y población afectada por periodo de retorno

Tr (años)	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Total
2	165	35	37	41	61	339
5	340	55	28	115	121	659
10	386	60	41	122	121	730
50	470	53	60	118	132	833
100	498	66	60	107	134	865
DAE (millones de pesos)	\$6.9	\$0.9	\$0.5	\$0.90	\$0.5	\$9.7

Figura 5.13 Curva de daños, Río Sabinas

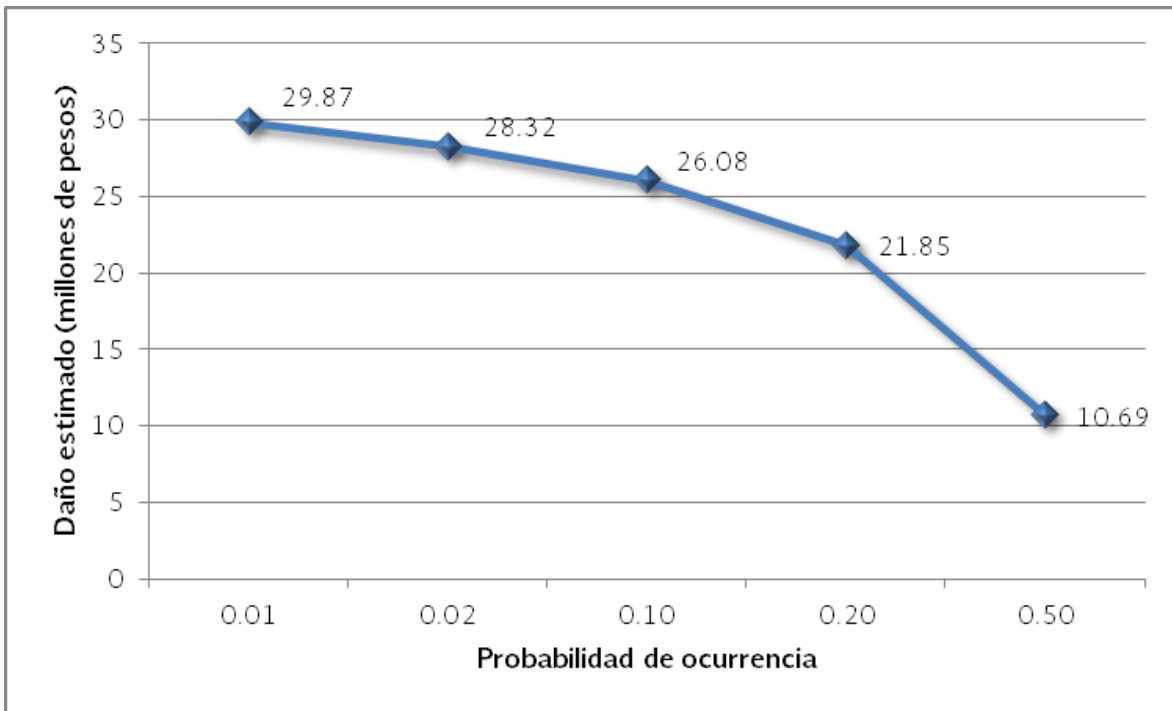


Figura 5.14 Periodo de retorno de 2 años



Figura 5.15 Periodo de retorno de 5 años

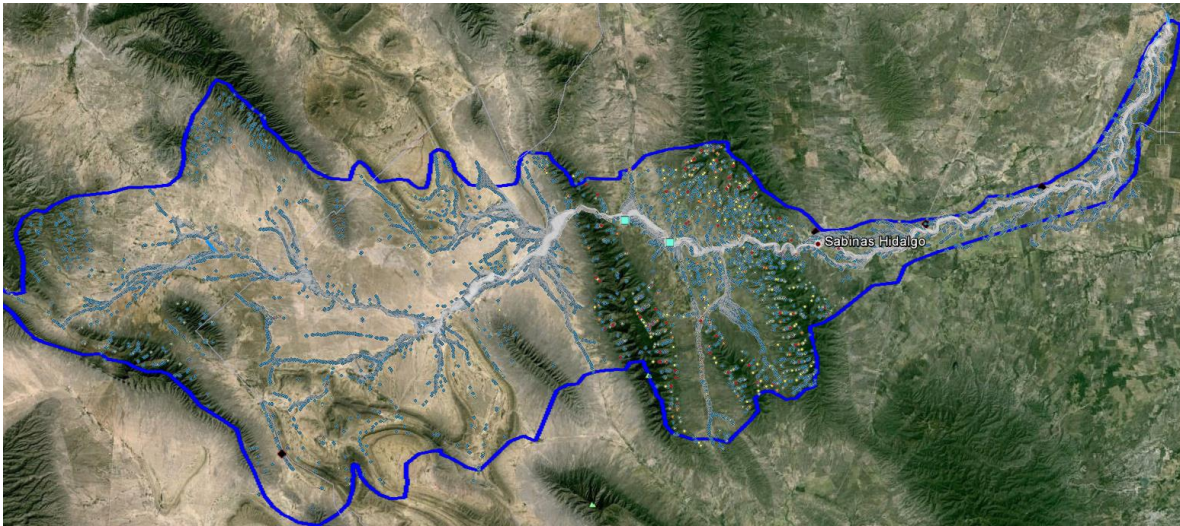


Figura 5.16 Periodo de retorno de 10 años

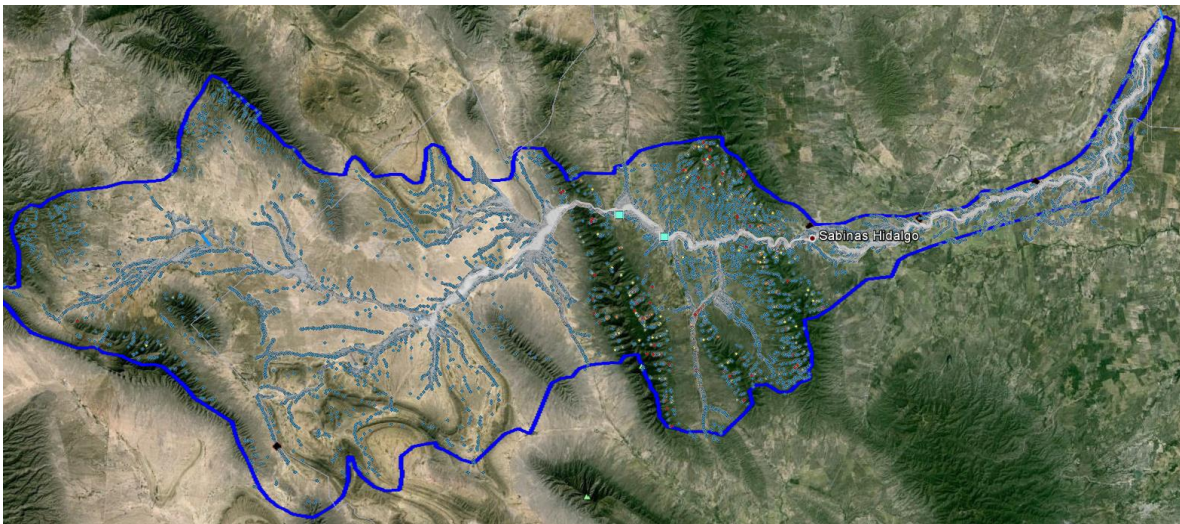


Figura 5.17 Periodo de retorno de 50 años

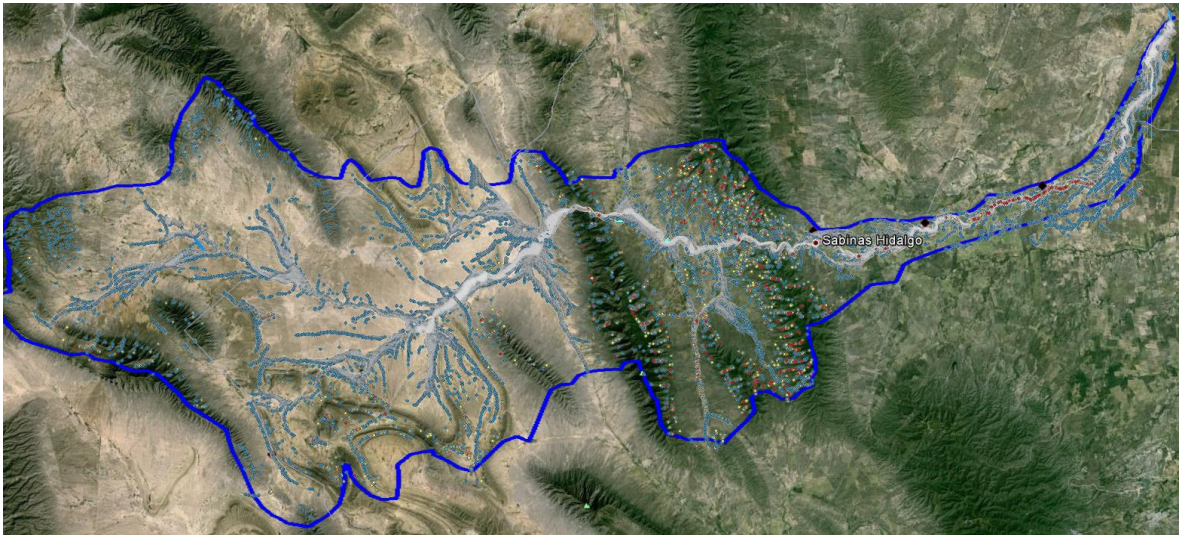
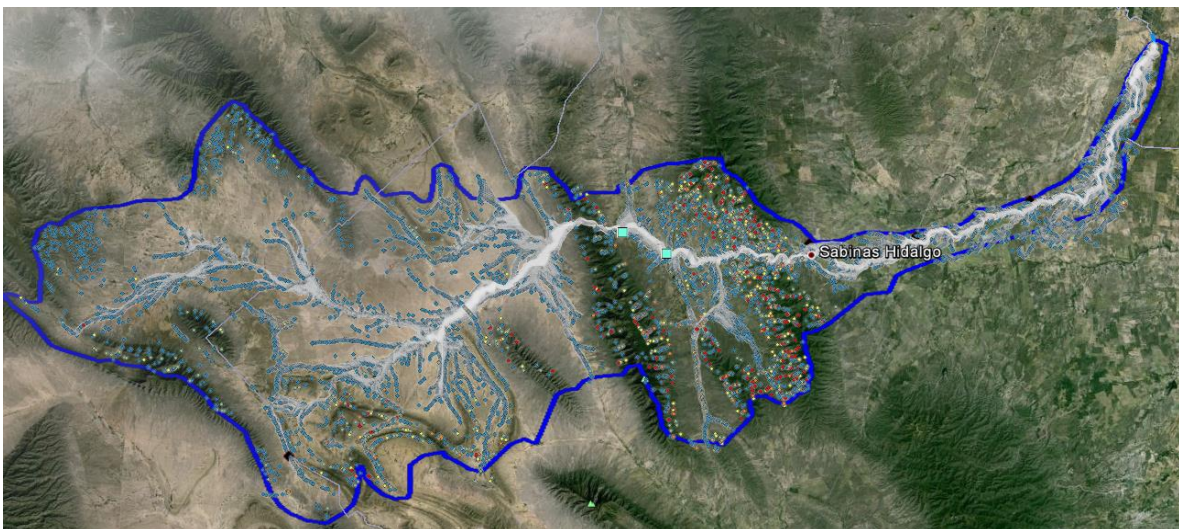


Figura 5.18 Periodo de retorno de 100 años





6. Propuesta de medidas para disminuir los daños

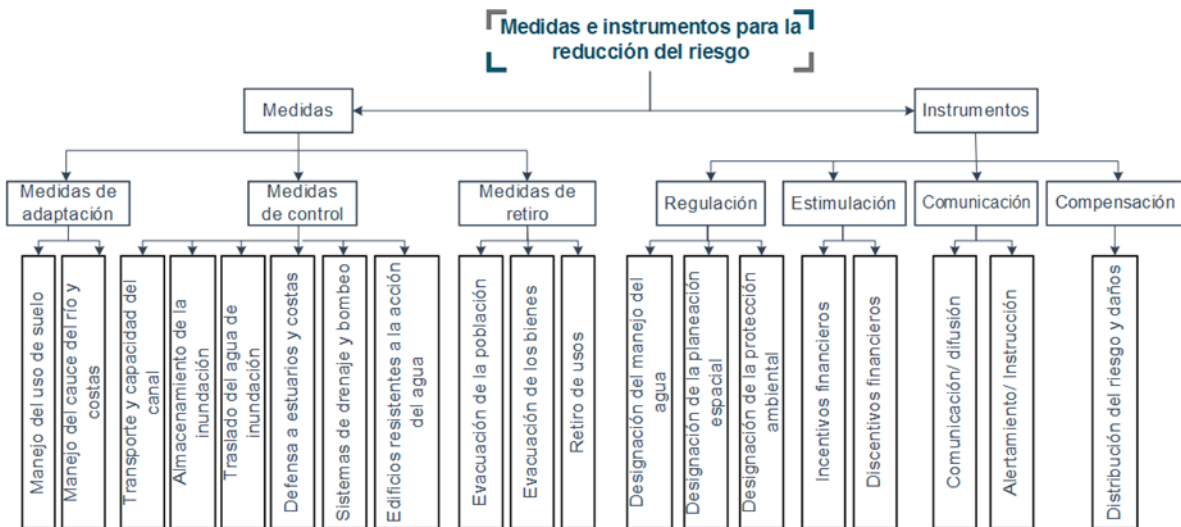
Las medidas para mitigar el riesgo incluyen medidas estructurales y no estructurales. En Schanze J. et al (2008) se define a las medidas estructurales (MS) como intervenciones basadas en obras de ingeniería hidráulica y a las medidas no-estructurales (MNS) al resto de intervenciones.

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).

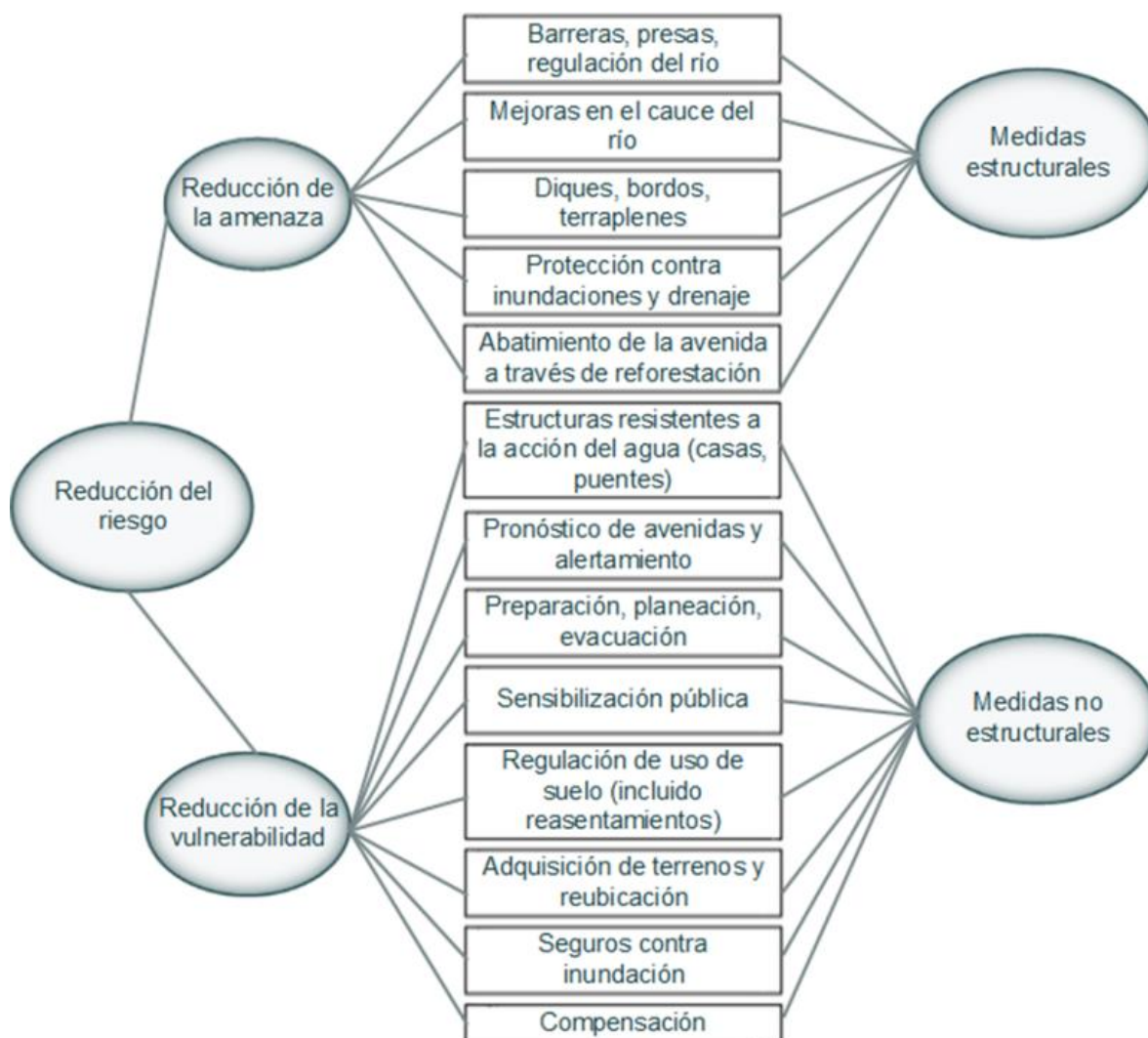
A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas (Figura 6.1 y Figura 6.2), en donde se observa, por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos.

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)

Con base en el resultado de la evaluación del daño anual esperado en la cuenca del Río Sabinas y el diagnóstico determinado en el capítulo 5.3, se proponen medidas no estructurales que permitirán reducir los daños ocasionados por inundaciones.

6.1 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales (MNS) 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 efec-

to 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:

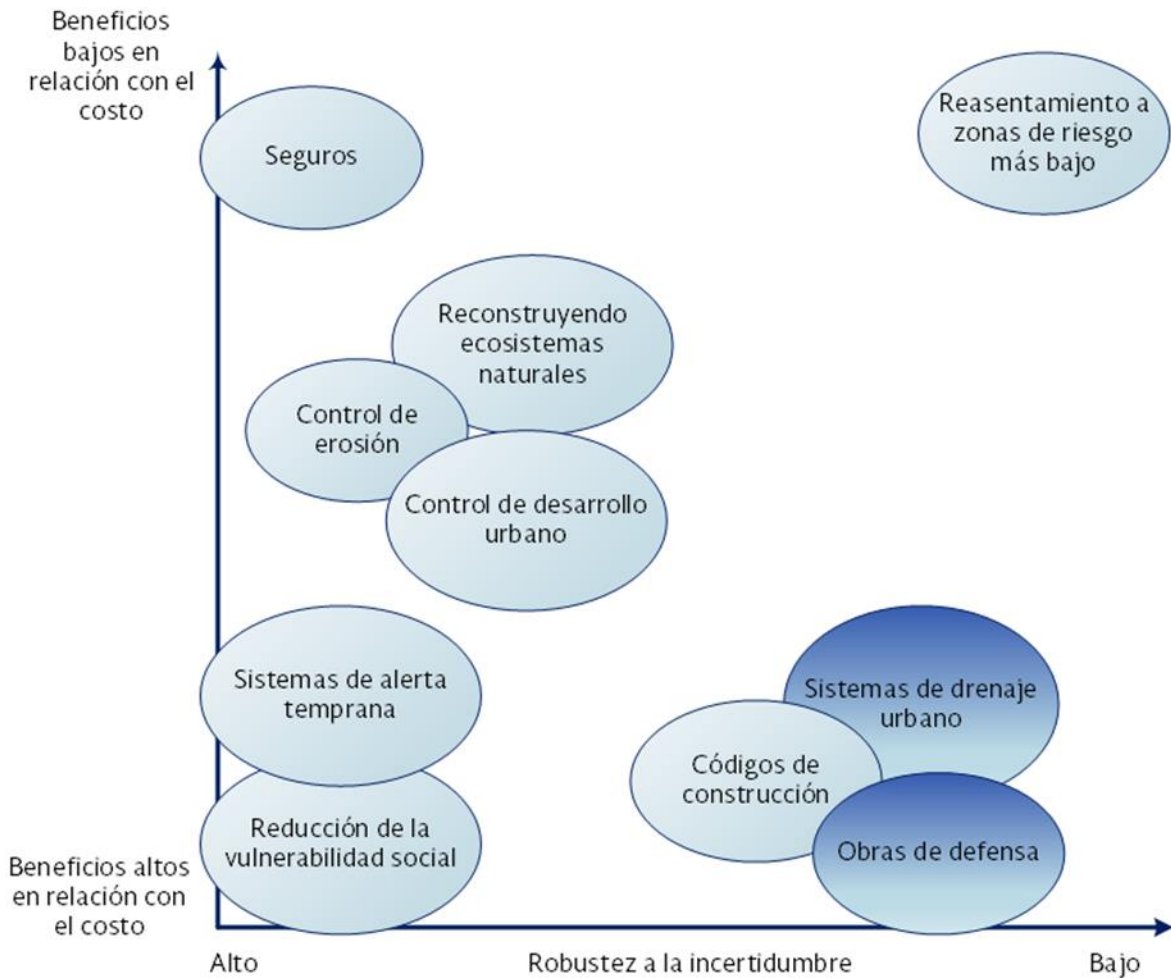
- Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas
- Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana
- Medidas de protección civil (programas o acciones gubernamentales)
- Medidas de ordenación territorial y urbanismo (control del desarrollo urbano)
- Medidas para propiciar la participación 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 (Figura 6.3), mis-

ma que fue tomada en cuenta para proponer el factor de reducción de daños que se detallará en el capítulo 6.1.9.

La figura 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)

6.1.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

La cobertura de estaciones climatológicas, de acuerdo a las recomendaciones de la OMM no se cumple con las áreas mínimas. Se propone duplicar el número de estaciones climatológicas actuales para cubrir las áreas mínimas recomendadas, además de colocar una estación hidrométrica aguas arriba de las localidades afectadas por inundaciones.

15 estaciones climatológicas convencionales

1 estación hidrométrica automática

Además, se propone lo siguiente:

Estaciones convencionales

- Actualizar el inventario de estaciones, incluyendo información de las diversas dependencias.
- La semiautomatización de las mismas, esto con la finalidad que la transmisión de datos se realice vía GPRS (radiofrecuencia a través de celulares, dispositivos móviles, antenas satelitales).
- Realizar un programa de mantenimiento en donde se definan los periodos de revisión de las estaciones, implementando el uso de hojas de control que especifiquen si existe algún problema, la solicitud de la corrección del mismo y el reporte de resultados, esto con el fin de dar segui-

miento a las acciones realizadas en todas las estaciones y generar un historial.

- Realizar un programa de asignación del recurso enfocado al monitoreo que tenga relación directa con el programa de mantenimiento.
- Establecer programas de renovación de personal y capacitación continua del mismo para asegurar una continua recolección de información.

Estaciones hidrométricas

- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Realizar un programa para la asignación de recursos para la actualización del equipo
- Implementar un programa de capacitación al personal así como la renovación del mismo para asegurar la obtención continua de datos.

6.1.2 Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

En la cuenca no se tiene un modelo de pronóstico de avenidas ni sistema de alerta temprana. Es importante que la cuenca cuente con el sistema de alerta para prevenir, en horas e inclusive días, los daños económicos y pérdida de vidas humanas al suscitarse algún evento catastrófico.

Se propone implementar un sistema de alerta temprana como el instalado en la zona metropolitana de Monterrey descrito en la sección 3.6.2. Este sistema debe contener un modelo de pronóstico de avenidas para procesar la información de lluvia y determinar posibles zonas de afectación en las localidades.

Se propone el modelo de simulación bidimensional de flujos en ríos y estuarios IBER (<http://iberaula.es/modelo-iber/modelo>).

6.1.3 Medidas de protección civil

La cuenca del Río Sabinas, prácticamente se encuentra dentro del Estado de Nuevo León, principalmente las localidades que mayormente se han visto afectadas se ubican en esta entidad. El estado cuenta con su plan de contingencias y su propia dirección de Protección Civil, sin embargo se recomienda realizar una revisión de los municipios de esta cuenca para verificar que cuenten con el plan de contingencias local.

El plan de contingencias debe contener:

- Mapas de zonas inundables
- Rutas de evacuación de cada una de las zonas inundables
- Listas de albergues existentes en la zona
- Mapa de instalaciones particularmente sensibles o vulnerables (escuelas, hospitales, asilos, etc.).
- Directorio de autoridades locales, señalando su función.
- Directorio de personas que coordinan los grupos formados para la atención de inundaciones (Ejército, municipales, sociales, etc.) y su principal función.
- Boletines para alerta de emergencia.

6.1.4 Medidas de ordenación territorial y urbanismo

El eficiente ordenamiento y planeación urbana, contribuyen a reducir la vulnerabilidad de centros de población ante inundaciones, por lo que resulta prioritario llevar a cabo las siguientes acciones:

- Aplicar los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y de Uso de Suelo donde existan, especialmente en los municipios que presentan mayor vulnerabilidad, ya que son los que presentan mayor población asentada en zonas de alto riesgo.
- Crear un reglamento para ordenamiento urbano y de usos de suelo en los municipios donde no se cuente con él.
- Crear un reglamento para ordenamiento urbano y de usos de suelo en los municipios donde no se cuente con él.

- Reubicar en zonas altas a la población asentada en los cauces de ríos y arroyos.
- Verificar que todos los proyectos ejecutivos de obras garanticen su correcto funcionamiento, con la finalidad de apoyar la planeación del uso del suelo, de obras viales y habitacionales.
- No otorgar permiso para nuevos fraccionamientos o urbanizaciones en zonas consideradas de alto riesgo de inundación sin un estudio previo y sin que cuenten con un adecuado sistema de drenaje.

6.1.5 Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones

Si se comunica el riesgo a la población adecuadamente la consecuencia de la inundación puede reducirse notablemente (principalmente en número de víctimas) gracias a la consecución eficaz de los procedimientos de evacuación (Escuder et al., 2010).

Escuder et al. (2010), considera dos grupos de medidas de comunicación: 1) Comunicación general a la población en materia de riesgo de inundación y 2) Comunicación durante el evento de inundación. El primer grupo consiste en proporcionarle a la población información necesaria para un mejor entendimiento del riesgo existente; es decir, proporcionarle a través de programas de capacitación, conocimiento claro para aumentar el nivel de concientización con el objetivo de alcanzar un mayor grado de responsabilidad pública. El segundo grupo, se centra en el aviso a la población sobre la amenaza de carácter inminente, puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza (por ejemplo, por un aumento del nivel del agua en el cauce), o bien indirectamente a partir de otras fuentes como medios de comunicación (radio, televisión, internet, etc.), sistemas de alerta (altavoces, sirenas, etc.), u otros sistemas. Asimismo, la población debe conocer los procesos de evacuación.

Para transferir la información mencionada anteriormente, se deben desarrollar programas de capacitación dirigidos a dos grupos de población: uno que incluye a la población con marginación alta y el otro considerando marginación media y baja.

Pero además, para que un plan de comunicación resulte eficaz se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Hacer de la comunicación una herramienta de educación, concientización y generación de capacidades de la población para la GIC.
- Establecer mecanismos para manejar la información, incluyendo a todos los actores involucrados, generando confianza y credibilidad entre la población mediante la transmisión de información veraz, constante y oportuna.
- Generar canales de comunicación multidireccional.
- Apoyar la coordinación interinstitucional y de otros actores.
- Hacer del proceso de comunicación una herramienta de retroalimentación y aprendizaje continuo.

El plan de comunicación (Tabla 6.1) debe ser de acuerdo a las fases de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC) para establecer con claridad el tipo y detalle de información que se va a proporcionar.

Tabla 6.1 Contenidos distribuidos por etapas

Previsión	Prevención	Respuesta	Recuperación
Información sobre estudios climatológicos	Condiciones del clima en época de ciclones (mayo a noviembre)	Ocurrencia y evolución de eventos severos	Evaluación de daños
Sistemas de consulta de atlas y mapas de riesgo	Planes, programas y guías de la GIC	Rutas de evacuación, albergues, servicios de emergencia	Declaratoria de desastres y condiciones de acceso al FONDEN

Se presenta una propuesta de contenidos, fuentes de información (emisores-transmisores) y audiencia como un instrumento de planeación para el diseño del plan de comunicación dirigido a los organismos de cuenca o a cualquier otro actor interesado

en participar en la GIC. Se presenta por fase y cumpliendo con los objetivos planteados (Tabla 6.2, Tabla 6.3, Tabla 6.4 y

Tabla 6.5).

Tabla 6.2 Propuesta de contenidos durante la previsión

Previsión Análisis de contexto Evaluación de riesgo		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Público objetivo
Información, investigaciones y estudios climatológicos y meteorológicos	Servicio Meteorológico Nacional Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)-SEGOB Instituto Mexicano del Transporte (IMT)-SCT Universidades y centros de investigación Redes de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESclim) - CONACYT Red Universitaria para la Prevención y Atención de Desastres (UNIRED)	Organismos gubernamentales que conforman el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Organismos de Cuenca Organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas Medios masivos de comunicación (fuentes que cubren temas hídricos, de protección civil) Público en general
Sistemas de consulta de atlas y mapas de riesgos y vulnerabilidad.	CONAGUA - IMTA Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Referencia: Programa Habitat-SEDESOL	Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas (REDESclim) UNIRED
Métodos para el diagnóstico de riesgos y vulnerabilidades	CENAPRED SINAPROC SEDESOL	Asociaciones ciudadanas en zonas de riesgo
Protocolos para la realización de simulacros	SEDENA CENAPRED	
Buenas prácticas en el manejo integral de riesgos hídricos	Referencia: Manuales internacionales REDESclim – CONACYT UNIRED	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones no gubernamentales especializadas
Lecciones aprendidas sobre proceso comunicativo en el manejo	Evaluación de la propia experien-	Organizaciones y comités ciuda-

Previsión Análisis de contexto Evaluación de riesgo		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Público objetivo
Integral de riesgos hídricos	cia	danos

Tabla 6.3 Propuesta de contenidos durante la prevención

Prevención Difusión de programas y planes Educación Desarrollo de capacidades		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Público objetivo
Condiciones del clima, especialmente durante la época de ciclones (mayo a noviembre) Ocurrencia y evolución de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos	Servicio Meteorológico Nacional Subdirección de Meteorología de SEGOB CONAGUA CENAPRED	SINAPROC Medios masivos de comunicación Público en general Población en zonas de riesgo
Alertas tempranas	Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (SAH)	Población en zonas de riesgo
Mapas de riesgo por estado, región, municipio y comunidad, en su caso. Planes, programas, protocolos y guías sobre manejo de riesgos y contingencias hídricas Información de medidas, infraestructura, instalaciones para el manejo de riesgos para la fase de respuesta por estado, región, municipio y comunidad y por sector (salud, educación, vivienda, comunicaciones, alimentación)	CONAGUA – IMTA – Organismos de Cuenca CENAPRED Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales	Autoridades locales en zonas de riesgo Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas Población en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general
Cursos y materiales de capacitación para el manejo integral de riesgos hídricos	CENAPRED SINAPROC ONGs especializadas en MIRH Manuales internacionales	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones y comités ciudadanos
Ventajas y beneficios de las medidas y acciones de prevención y mitigación de riesgos en el futuro	Referencia: Manuales internacionales	Asociaciones y organizaciones de actividades económicas Organizaciones no gubernamentales especializadas Responsables de programación de radio, radios comunitarias, prensa y revistas de medios de comunicación locales de zonas de riesgo. Periodistas y reporteros de medios de comunicación en zonas de riesgo
Cultura de prevención y autoprotección frente a los riesgos hídricos.	CONAGUA CENAPRED SINAPROC ONGs especializadas en MIRH Ref: Manuales internacionales	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de

Prevenición Difusión de programas y planes Educación Desarrollo de capacidades		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Publico objetivo
		actividades económicas Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas Población abierta en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general
Reglas y códigos de ética asociados a la GIRH Código de comportamiento ético en el manejo y divulgación de información en situación de riesgos hídricos.	Ref:Manuales internacionales	Público en general Medios de comunicación
Guía de recursos para la MIRH y sus medios de acceso	Ref.: Manuales internacionales Este documento	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil ONGs especializadas en la MIRH
Percepción de la población en zonas de riesgo sobre los programas de prevención y recuperación <i>(Metodología y canales de comunicación)</i>	Población en zonas en riesgo	SINAPROC y otros organismos que desarrollan programas CENAPRED Unidades Estatales y Municipales Autoridades locales

Tabla 6.4 Propuesta de contenidos durante la respuesta

Respuesta Preparación Respuesta Rehabilitación		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Publico objetivo
Ocurrencia y evolución de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos Evolución de las alertas (semáforo)	Servicio Meteorológico Nacional CONAGUA Subdirección de Meteorología (SEGOB) CENAPRED Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (SAH)	Organismos del SINAPROC Coordinaciones y Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales Medios masivos de comunicación Población en zonas de riesgo Público en general
Rutas de evacuación y ubicación de instalaciones y servicios de emergencia. Medidas para salvaguardar: la vida y la salud, el patrimonio familiar, productivo y comunitario. Mecanismos de seguridad esta-	Unidades Municipales de Protección Civil Autoridades locales SEDENA (Plan DNIII-E) SINAPROC Jurisdicciones sanitarias de la Secretaría de Salud Centros de Salud	Población en zonas siniestradas Organizaciones y comités en zonas afectadas Asociaciones y organizaciones de actividades económicas Medios de comunicación locales y comunitarios Medios masivos de comunicación

Respuesta Preparación Respuesta Rehabilitación		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Publico objetivo
<p>blecidos. Zonas siniestradas y de riesgo inminente.</p> <p>Estado de la infraestructura (vías de comunicación) y servicios básicos (agua entubada y potable, alcantarillado, energía eléctrica) afectadas por el evento hidrometeorológico.</p> <p>Condiciones sanitarias y riesgos de epidemias, enfermedades y condiciones de riesgo ambiental.</p>		
<p>Medidas de autoprotección personal, familiar y comunitaria</p> <p>Valores de tranquilidad, solidaridad, acción colectiva y honestidad</p>	<p>CENAPRED Unidades Municipales de Protección Civil</p>	<p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Población abierta en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general Medios de comunicación locales y comunitarios Medios de comunicación masiva</p>
<p>Mecanismos y fuentes de información confiable.</p>	<p>Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales SEDENA – PLAN DNIIE Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil</p>	<p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Público en general Población en zonas siniestradas Medios de comunicación locales y comunitarios Medios masivos de comunicación</p>
<p>Mecanismos y redes de comunicación operando y alternativos en caso de interrupción eléctrica, telefónica, etc.</p>	<p>Autoridades locales Organizaciones no gubernamentales especializadas</p>	<p>Población en zonas siniestradas Medios de comunicación locales y comunitarios</p>
<p>Necesidades y requerimientos de la población en zonas siniestradas <i>Metodología y canales de comunicación.</i></p>	<p>Población en zonas siniestradas</p>	<p>Unidades Municipales y Estatales de Protección Civil zonas siniestradas. Gobierno del Estado de zonas siniestradas Gobierno Municipal de zonas siniestradas</p>

Tabla 6.5 Propuesta de contenidos durante la recuperación

Recuperación Recuperación Reducción del riesgo Mejora de políticas de desarrollo		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores –Público objetivo
Declaratoria de desastres y condiciones de acceso a los recursos del FONDEN y del FOPREDEN	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Diario Oficial de la Federación. Reglas de Operación del FONDEN y del FOPREDEN	Gobernadores de los Estados Presidentes Municipales Población en zonas siniestradas Medios de comunicación
Evaluación de daños y necesidades de corto, mediano y largo plazo para la recuperación y reducción del riesgo	SINAPROC Coordinaciones y Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil SEDENA – PLAN DN-III-E	Gobernadores de los Estados Presidentes Municipales Población en zonas siniestradas Medios de comunicación
Fondos para la prevención de riesgos y reducción de vulnerabilidad	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Referencia: FONDEN y FOPREDEN	Gobiernos Estatales y Municipales Organizaciones y comités ciudadanos
Programas para la reconversión productiva y la adquisición de seguros agrícolas (aseguramiento)	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Gobiernos Estatales y Municipales Asociaciones y organizaciones ligadas a actividades productivas agropecuarias y pesqueras
Programas de restauración y preservación de las cuencas, a fin de reducir los riesgos y posibles afectaciones	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR – SEMARNAT)	Gobiernos Estatales y Municipales Organizaciones y comités ciudadanos ONG especializadas en temas ambientales Asociaciones y organizaciones ligadas a actividades productivas forestales y agrícolas.
Programas para la disminución de riesgos y/o reubicación de asentamientos humanos, ubicados en zonas de riesgo	Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (SEDESOL)	Gobiernos Municipales Organizaciones y comités ciudadanos Población en zonas de riesgo
Medidas de recuperación que evitan reproducir el riesgo por contingencias hídricas. Medidas para la asimilación de los daños y aceptación de los cambios necesarios.	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Referencia: FONDEN y FOPREDEN Organismos de Cuenca (CONAGUA)	Gobiernos Municipales Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Población en zonas siniestradas
Percepción de la población sobre los mecanismos y contenidos de la comunicación en el manejo integral de riesgos hídricos Evaluación del proceso comunicativo	Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo y en zonas siniestradas Población de zonas en riesgo y en zonas siniestradas	SINAPROC CENAPRED Organismos de cuenca Unidades Municipales y Estatales de Protección Civil zonas siniestradas. Organizaciones no gubernamentales especializadas

Una vez que se han definido los objetivos, la población destinataria y los contenidos, es necesario determinar cómo se va a comuni-

car la información y/o los mensajes seleccionados (Tabla 6.6).

Tabla 6.6 Propuesta de contenidos durante la recuperación

Medios	Recursos
Televisión: cadenas nacionales y estatales	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cortometrajes Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Telenovelas
Radiodifusoras: cadenas nacionales, estatales y radio comunitaria	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Radionovelas
Prensa: periódicos nacionales, estatales y locales	Boletines informativos Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Suplementos científicos y culturales Cartones y otros gráficos (fotografías)
Revistas: Temáticas (culturales, científicas, de instituciones públicas)	Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Historietas y otros materiales gráficos
Medios electrónicos: páginas, portales, redes sociales, blogs, twitter, facebook	Boletines informativos Ligas a recursos sobre el GIC de: instituciones públicas, universidades, centros de investigación, organismos civiles especializados Cápsulas informativas y educativas (auditivas, visuales, audiovisuales y gráficas) Medios interactivos para intercambio de información y opiniones (instituciones-sociedad) Comunicación interinstitucional vía correo electrónico (grupos y redes)
Telefonía fija y celular	Centros informativos y líneas de emergencia Redes de comunicación interpersonal en momentos de emergencia Mensajes de texto (informativos y educativos) dirigidos a usuarios de la telefonía celular
Espectaculares, vallas y carteles fijos y móviles	Mensajes informativos y educativos Campañas y lemas
Impresos: folletos, carteles, trípticos, manuales, guías, calcomanías, artículos promocionales, papelería en documentos públicos y privados (facturas, recibos, etc.)	Difusión de información específica (programas institucionales asociados a el GIC) Materiales educativos y de generación de capacidades Campañas y lemas
Perifoneo, pizarrones informativos, vocería, mensajería, comunicación interpersonal	Boletines informativos Intercambio de información en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal
Radios de onda corta, intercomunicadores, mensajería	Mensajes orales en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal

6.1.6 Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes

Debido a la recurrencia de afectaciones identificadas en la zona, se considera una acción pertinente el uso de seguros para la protección de bienes y vidas que están en riesgo debido a los fenómenos meteorológicos. Por lo cual se propone realizar campañas de difusión de las posibles pérdidas que se producirían en la zona así como los beneficios que se tienen al tener los bienes asegurados. Por lo tanto es importante:

- Realizar estudios sociales que den una pauta del grado de aceptación de la población con respecto al tema.
- Realizar material de difusión que dé a conocer la lista de seguros disponibles que existen en la zona así como los datos básicos que se requieren para la contratación de un seguro.
- Establecer mecanismos de difusión a través de los cuales se le haga llegar a la población el material correspondiente al uso de seguros.

Por otra parte, las indemnizaciones se emplean para compensar las pérdidas no cubiertas por los seguros. El sistema para la asignación de indemnizaciones se basa en la contribución solidaria y el voluntariado, así como en la asistencia procedente del gobierno central y de la ayuda internacional (Escuder et al., 2010).

Ambos mecanismos deben planearse con anterioridad a la inundación para facilitar el restablecimiento del empleo, ayudar a las víctimas a reparar los daños producidos y recuperar su vida normal tras la inundación (Escuder et al., 2010).

En esta medida también se propone manejar dos grupos de población: uno que incluye a la población con marginación alta y el otro considerando marginación media y baja. Asimismo, se propone que el seguro para el

primer grupo lo absorba el gobierno estatal y para el segundo, la población en general. El tipo de seguro que puede resultar atrayente es aquel que permita recuperar en lo posible y de manera rápida los bienes materiales (menaje de casa) perdidos durante la inundación.

6.1.7 Medidas de operación de embalses aguas arriba

Una buena política de operación de embalses ayuda a minimizar los daños producidos por inundaciones en localidades ubicadas aguas debajo de estas. Para el caso de la cuenca piloto no existen presas de importancia que se requiera optimizar su operación.

6.1.8 Medias para mejorar la gestión de crecidas

Este tipo de medidas intenta lograr una mejora en la comunicación que existe entre diferentes organizaciones y actores con un papel de relevancia en la gestión del riesgo de inundación, permitiendo que la participación de los actores sea eficaz y efectiva respetando la sustentabilidad del medio ambiente.

Para el caso de la región, es importante establecer las funciones que le corresponden a cada actor involucrado antes, durante y después de una inundación, para ello se debe:

- Implementar una coordinación permanente de instituciones: sectorial (Secretarías), jurisdiccional (Federal, Estatal y Municipal) e institucional (CONAGUA, CENAPRED, Academia, etc.).
- Asegurar la participación activa de todos los actores sociales involucrados.
- Definir responsabilidades de las instituciones y de la sociedad, evitando la duplicidad de recursos humanos y financieros.
- Definir procedimientos para la toma de decisiones.
- Hacer cumplir las leyes y reglamentos en cuanto a lo establecido para ordena-

miento territorial y la ocupación de zonas inundables.

- Establecer códigos de construcción apropiados.
- Definir políticas públicas que no favorezcan la ocupación de sitios inundables.
- Utilizar sitios inundables en actividades turísticas, productivas (agrícolas, acuícolas, etc.).

6.1.9 Reducción del DAE de la cuenca piloto del Río Sabinas

A continuación, se tiene para cada una de las medidas presentadas con anterioridad, el factor de reducción del daño con su correspondiente argumentación (Tabla 6.7), este factor es un porcentaje que la medida no estructural reduce el DAE calculado en la sección 5.4.

Tabla 6.7 Propuesta de Factores de reducción del Daño Anual Esperado

Medida	FRD (Valor o rango), %	Explicación y/o fuente
Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	35-45	De acuerdo con Jhöbstl C. 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. 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
Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana (medida para contrarrestar el riesgo)		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 16.6 % si se tiene éxito en persuadir a más personas a responder y responder efectivamente a los avisos. Schanze et al (2008). 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. De acuerdo con Jhöbstl C. 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. El pronóstico de avenidas y alertamiento, con un tiempo de