

Capítulo 2

Vulnerabilidad del país al cambio climático

2.1 Vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos

Los eventos hidrometeorológicos extremos constituyen amenazas o peligros que pueden convertirse en factores desencadenantes de un desastre. El riesgo de que efectivamente se produzca un desastre está determinado también por la concurrencia de diversos factores de exposición y vulnerabilidad⁶, todos ellos de índole social y por ende susceptibles de modificarse mediante políticas públicas, en un sentido de mitigación o agravamiento. Estos factores de exposición y de vulnerabilidad son los que determinan que un mismo evento peligroso pueda ocurrir sin generar prácticamente daños o bien desencadenar un desastre de grandes proporciones.

En América Latina y el Caribe los daños totales por desastres de diverso origen ascendieron a 8,523 millones de dólares americanos entre 1972 y 1980, a 17,821 millones entre 1980 y 1990, y a 23,755 millones en el periodo de 1990 al 2000 (CEPAL-BID, 2000). México parece ser muy representativo de esta tendencia regional.

La situación geográfica del país, las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que México esté expuesto, en mayor medida que muchos otros países del continente, a eventos hidrometeorológicos que pueden llegar a situaciones de desastre y cuyos efectos se verán exacerbados por el calentamiento global. Por ejemplo,

como se vió en el capítulo precedente, el fenómeno El Niño es responsable de gran parte de la variabilidad climática interaunal. El Niño se asocia con la ocurrencia de sequías severas en el norte y centro del país. Este fenómeno se presentó con mayor intensidad a partir de los años ochentas, en comparación con periodos anteriores. Si los efectos de El Niño se incrementaran, el país se vería expuesto con más frecuencia a eventos extremos como la sequía, en los que la extraordinaria combinación de condiciones climáticas e hidrológicas representaría riesgo intolerable y desastre (Magaña et al, 1998; Magaña, 1999; IPCC, 2001).

Condiciones extremas en el clima, como sucede durante el El Niño o La Niña, parecen provocar que la población afectada aumente dramáticamente. El Niño de 1997 produjo importantes cambios en la ocurrencia y la abundancia de las lluvias, y esto ocasionó pérdidas por más de 2,000 millones de dólares por afectaciones en la producción de granos básicos, daños materiales por inundación y estragos por incendios forestales, entre otras. La severidad de la sequía fue tal, que cerca de 2 millones de hectáreas sembradas con diversos granos básicos se vieron afectadas (Magaña, 1999).

Los huracanes que se presentan principalmente durante la temporada de lluvias, así como las marejadas y los fuertes vientos que

⁶ La exposición está referida a la magnitud de la población, el valor de los bienes o la dimensión económica de los procesos productivos que pudieran verse afectados por el evento en cuestión; mientras que la vulnerabilidad consiste en la probabilidad de que, a raíz de su exposición a un peligro concreto, un sistema socioambiental padezca daño o desestructuración.

originan, se resienten, de manera fundamental, en las zonas costeras del océano Pacífico, del golfo de México y del mar Caribe; sin embargo, las lluvias intensas asociadas a estos fenómenos pueden causar inundaciones y deslaves, no sólo en las costas, sino también en el interior del territorio nacional. De los veinticinco ciclones que en promedio llegan cada año a los mares cercanos al país, cuatro o cinco pueden penetrar en el territorio y causar daños severos (Fig. 2.1).

En el cuadro 2.1 se aprecian algunos de los impactos registrados por eventos hidrometeorológicos presentados en México en los últimos años. Los registros recientes de estos eventos podrían ubicarse todavía en el límite de los rangos de probabilidad de ocurrencia determinados por la variabilidad natural del clima. Sin embargo, a mediano o largo plazo se espera que estos fenómenos experimenten un incremento paulatino en intensidad o frecuencia vinculado con los efectos del calentamiento global (IPCC, 2001; 2007).

En México, tanto los factores de exposición como los de vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos se han incrementado durante las últimas tres o cuatro décadas. En los últimos cinco años del siglo XX, estas pérdidas resultaron ser cinco veces mayores que el promedio correspondiente a la primera mitad de la década de los años sesentas. La Secretaría de Gobernación (Segob) reconoce que mientras el número de desastres de origen geofísico ha permanecido constante, la ocurrencia de desastres por eventos hidrometeorológicos se ha más que duplicado. Durante la década de los noventa más del 90% de las personas que fallecieron por los efectos de fenómenos naturales perdieron la vida en sequías, tormentas e inundaciones (Segob, 2001). Aunado a lo anterior, hoy en día fenómenos como El Niño afectan a un mayor número de personas, ya que el aumento desordenado y la falta de planeación en la ocupación territorial han llevado a establecer asentamientos en zonas altamente vulnerables a los impactos de estos eventos naturales (Magaña, 1999).



Figura 2.1 Principales huracanes que han impactado en México en el periodo 1980-2005.
Fuente: Carabias y Landa, 2005.

Evento	Fecha	Estados afectados	Impactos registrados	Costos
Huracán Gilberto	1988	Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Quintana Roo, Yucatán y Campeche	225 muertes, 46 heridos y 9,739 viviendas afectadas. 88,000 personas evacuadas y 5,000 damnificados. 364,000 hectáreas dañadas. Daños a la navegación, comunicaciones, servicios urbanos e infraestructura. Causó 50% de las pérdidas agrícolas del país.	76 millones de dólares
Huracán Ismael	1995	Sonora, Sinaloa y Baja California Sur	Guasave fue una de las ciudades más afectadas, entre 150 y 200 personas muertas en Sinaloa, 24,111 damnificados en Sonora y 21,500 ha de cultivo dañadas.	
Huracán Paulina	1997	Costas de Guerrero y Oaxaca	En Oaxaca 400 víctimas, más de 5,000 damnificados, más de 120,000 ha de cultivos dañados y 80,000 ha de bosques y selvas perdidos, inundaciones y daños en la infraestructura carretera.	
Lluvias intensas	1998	Chiapas, Distrito Federal y Baja California	En Chiapas 417 muertos, 353 poblaciones afectadas y cerca de 30,000 damnificados. En el D.F. lluvia de 57 mm en 50 minutos, la precipitación más intensa en los últimos 60 años, caída de árboles y postes de energía eléctrica. En Baja California se desalojaron Tijuana y Rosarito, casi 1,000 damnificados y 584 personas refugiadas, 14 muertos y más de 50 colonias inundadas.	
Bajas temperaturas	1998	Todos	241 muertos y numerosos casos de infecciones respiratorias. En el norte del país se presentaron cuantiosos daños, en Sonora se perdieron 17,000 ha en los Valles del Yaqui y El Mayo.	
Huracán Isidoro	2002	Yucatán y Campeche	En Yucatán 500,000 damnificados, 53,000 casas destruidas o dañadas, 1.2 millones de ha de cultivos perdidas. Costosas pérdidas en el sector salinero, en las plantaciones de coco y en la actividad ecoturística.	8,877.56 millones de pesos
Huracán Kenna	2002	Jalisco y Nayarit		1,244.84 millones de pesos
Lluvias intensas	2002	San Luís Potosí y Zacatecas	Rompimiento de dos presas pequeñas que dejaron varios muertos y graves estragos a las localidades cercanas a las infraestructuras colapsadas.	197.66 millones de pesos
Sequía	2002	Sonora, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz y San Luís Potosí	Pérdida de 11,600 cabezas de ganado y afectación de 145,000 ha de cultivos.	
Lluvias e inundaciones	2003	Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Zacatecas, Nayarit y Veracruz.	614,000 personas afectadas, 83,463 viviendas y 200,000 ha agrícolas dañadas y daños en infraestructura.	3,637.5 millones de pesos
Lluvias e inundaciones	2004	Coahuila, Quintana Roo, Chihuahua, Durango	125,000 personas afectadas, 19,624 viviendas y 200,000 ha agrícolas dañadas y daños en infraestructura.	437.9 millones de pesos
Huracanes Stan y Wilma	2005	Chiapas, Veracruz, Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Tabasco	El Huracán Stan ocasionó lluvias intensas que causaron deslaves y daños materiales importantes a los estados de Chiapas, Veracruz, Quintana Roo, y en menor medida en Yucatán, Campeche y Tabasco. El Huracán Wilma afectó el 80% de la infraestructura hotelera de Cancún, Cozumel, Isla Mujeres y Playa del Carmen.	30,000 millones de pesos
Lluvias intensas e inundaciones	2007	Chiapas y Tabasco	Las lluvias de más de 300 mm en un día ocasionaron graves inundaciones que cubrieron el 80% del territorio de Tabasco. 1,100,000 damnificados, 670 localidades afectadas, daños graves a la infraestructura urbana y carretera.	Entre 7,500 y 50,000 millones de pesos.

Cuadro 2.1: Principales impactos de algunos eventos hidrometeorológicos extremos que se presentaron en México en las últimas dos décadas.

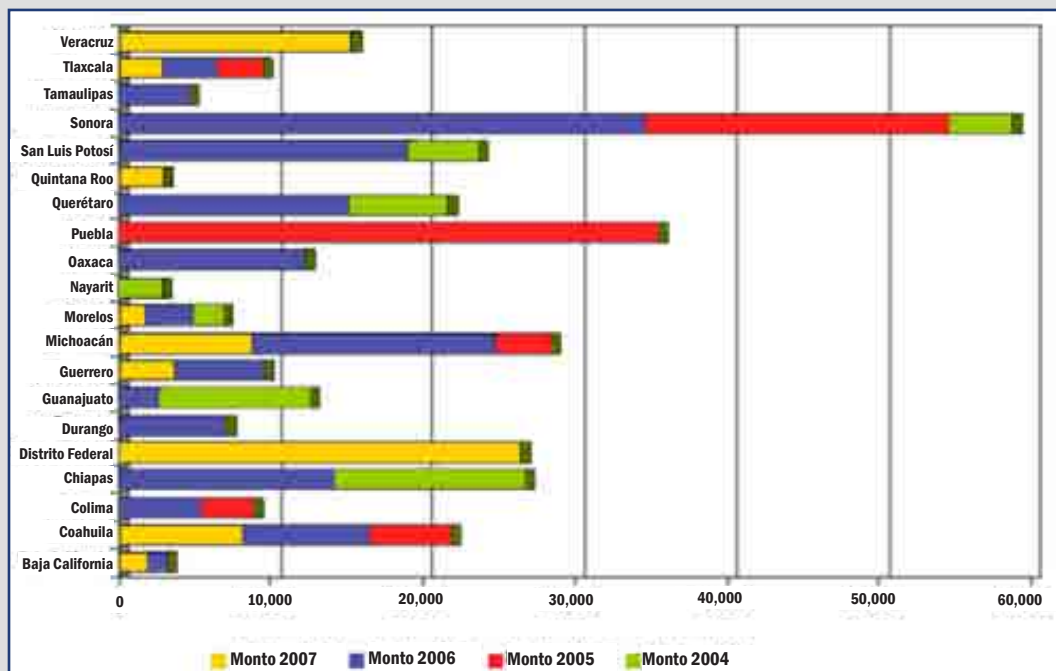
Fuente: CENAPRED (2001, 2002, 2003, 2004, 2005), Carabias y Landa (2005), Economía (2005).

Características de los apoyos históricos proporcionados por el Fondo de Prevención de Desastres Naturales

El Fondo de Prevención de Desastres Naturales (Fopreden) tiene como finalidad proporcionar recursos, tanto a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal como a las Entidades Federativas, destinados a la realización de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como a evitar o disminuir los efectos de fenómenos naturales sobre la vida y los bienes de la población, los servicios públicos y el medio ambiente.

Resumen de los apoyos históricos 2004-2007:

Con base en los expedientes que se encuentran bajo resguardo de la Secretaría Técnica del Consejo de Evaluación del Fopreden, se han aprobado un total de 46 proyectos, de los cuales 36 han sido solicitudes de entidades federativas y 10 de dependencias federales.

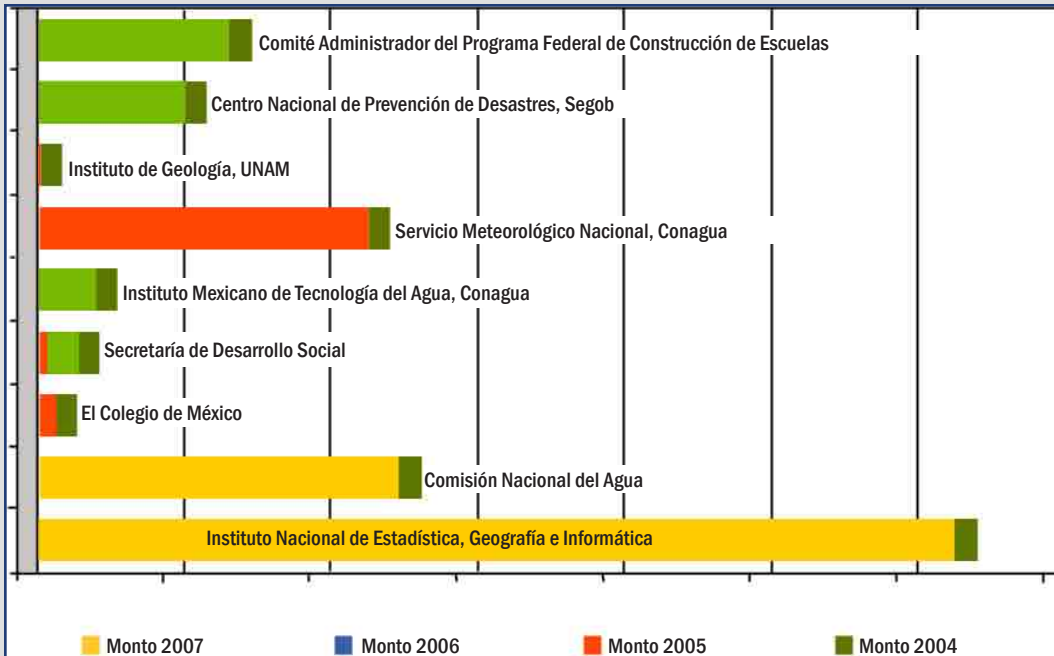


Entidades Federativas

En lo que respecta a proyectos aprobados a entidades federativas durante el periodo que se reporta, se observa que 5 estados han obtenido acceso a los recursos del Fopreden en tres ejercicios fiscales, 7 estados en dos, 6 en una ocasión y 14 entidades federativas no han tenido acceso a los recursos de este Fondo.

Entidades y Dependencias Federales

Respecto de las solicitudes aprobadas a dependencias federales, destacan el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).



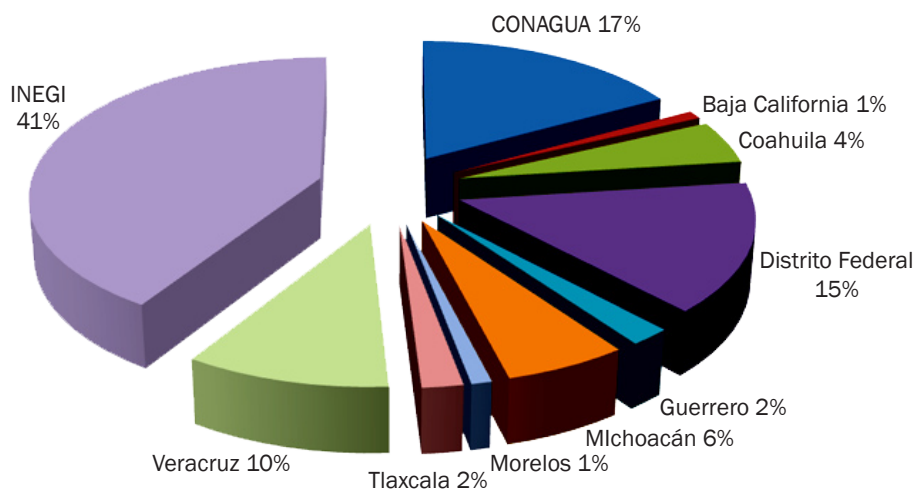
Procedencia de proyectos 2007

Ejercicio fiscal 2007

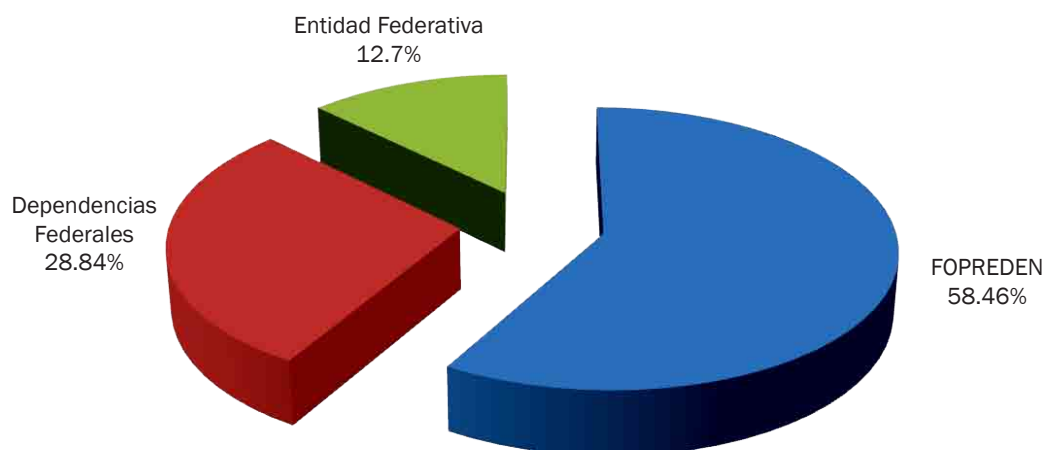
Solicitante	Nombre del Proyecto	Monto de Aportaciones		
		Total	FOPREDEN 70% o 50%	Coparticipación 30% o 50%
Baja California	Microzonificación de las áreas urbanas de Baja California	1,840,000.00	1,288,000.00	552,000.00
Coahuila	Sistema de monitoreo y alerta oportuna para zonas habitacionales	8,156,601.96	5,709,621.37	2,446,980.59
Comisión Nacional del Agua	Adquisición de un radar meteorológico Doppler para el monitoreo de eventos extremos en el estado de Chiapas	26,168,250.00	13,084,125.00	13,084,125.00
Gobierno del DF	Atlas de riesgos del Distrito Federal	23,212,344.00	16,248,640.80	6,963,703.20
Guerrero	Identificación geotécnica de laderas potencialmente inestables en las zonas urbanas de los municipios de Acapulco, Chilpancingo, Tlapa, Taxco y Zihuatanejo	3,714,800.00	2,600,360.00	1,114,440.00
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	Prevención de riesgos hidrometeorológicos en el territorio nacional, mediante tecnología Lidar	63,998,205.57	31,999,102.79	31,999,102.79
Michoacán	Sistema de Información de Riesgos (SIR) fase II	8,764,000.00	6,134,800.00	2,629,200.00
Morelos	Señalización y balización de las cinco rutas de evacuación de la zona de mayor riesgo del volcán Popocatepet en el estado de Morelos	1,825,748.76	1,278,024.13	547,724.63
Tlaxcala	Creación de un centro de capacitación teórico-práctico especializado en prevención de desastres y protección civil	3,317,901.79	2,322,531.25	995,370.54
Veracruz	Equipamiento y asesoría para la elaboración del atlas de peligros geológicos é hidrometeorológicos del estado de Veracruz	15,324,000.00	10,726,800.00	4,597,200.00
Total General		156,321,852.08	91,392,005.34	64,929,846.74

Ejercicio fiscal 2007

TOTALES	\$156,321,852.08	100.00%
Participación Fopreden	\$91,392,005.34	58.46%
Participación Estatal	\$19,846,618.95	12.70%
Participación Federal	\$45,083,227.79	28.84%



Solicitudes autorizadas 2007



Aportaciones 2007

2.2 Escenarios en condiciones de cambio climático

La evidencia de los efectos del cambio climático en México es altamente consistente con el calentamiento observado en décadas recientes a nivel mundial. Los avances en la investigación sobre el calentamiento global han permitido caracterizar la vulnerabilidad a este proceso, en un amplio rango de sistemas ecológicos y humanos y a cambios de mayor magnitud proyectados para el siglo XXI. El cambio esperado en la frecuencia, la intensidad y la persistencia de extremos climáticos, así como el cambio en la variabilidad climática natural (ENOS), son elementos determinantes del impacto y de la vulnerabilidad de los países en el futuro (IPCC, 2001; 2007). Los estudios más recientes señalan que la vulnerabilidad de México frente a los efectos climáticos muestra signos de incremento.

De acuerdo con los resultados del Primer Estudio de País frente al Cambio Climático (Gay, 2000), en las zonas costeras de mayor vulnerabilidad, la influencia de aumento del nivel del mar se manifiesta hasta 40 ó 50 km tierra adentro. Es el caso del río Mezcalapa-Usumacinta y los humedales de Centla en Tabasco. Se concluyó que el complejo deltaico Grijalva-Mezcalapa-Usumacinta es una de las áreas costeras más susceptibles a hundimientos, erosión de la playa y retroceso de la línea de costa. Este mismo estudio proyecta impactos significativos sobre los ecosistemas forestales, los recursos hidrológicos, la industria, la agricultura y los asentamientos humanos (Gay, 2000; Ortiz y Méndez, 2000).

En la agricultura las regiones más vulnerables son el norte y el centro del país; se proyecta una disminución de la producción para numerosos cultivos, aun con la implementación de medidas tecnológicas y de adaptación a tal cambio. Se espera que un incremento en la temperatura reduzca el ciclo productivo de los cultivos. Los

estudios de vulnerabilidad de la producción de maíz basados en escenarios de aptitud y rendimiento, muestran que la superficie no apta para el cultivo de maíz pasará de 60 a 75% del territorio nacional, la superficie medianamente apta para este cultivo se reducirá del 33% a entre 8 y 22% de la superficie del país.

De los diversos sectores sociales que se verían afectados por la intensificación de los efectos de la variabilidad climática, es sin duda el sector rural de subsistencia localizado en condiciones climáticas adversas, el más desprotegido (Landa y Neri, 2007). Se tendrá que considerar la adaptación como estrategia que permita a este sector hacerlo más viable. Algunas propuestas en este sentido han sido exploradas recientemente (INE-UNAM, 2006).



Foto: Brenda Ávila

Respecto a la desertificación⁷, el estudio de país muestra que prácticamente todo el territorio será vulnerable en grados bajo y alto. Las áreas de alta vulnerabilidad corresponden a las zonas áridas, semiáridas y secas subhúmedas, así como a diversos lugares del centro del país en donde se concentran gran cantidad de población y de actividades económicas. A nivel estatal, Baja California, Coahuila, Jalisco, Nayarit, Querétaro, Guanajuato, Michoacán, Sonora e Hidalgo tendrían más del 68% de su superficie con un alto grado de vulnerabilidad a la desertificación.

De acuerdo con los modelos predictivos más del 70% de la superficie nacional presentaría valores de vulnerabilidad a la sequía meteorológica en grados muy alto y alto, siendo más afectado el norte y prolongándose los efectos por toda la costa del Pacífico y el centro del país. Los estados más vulnerables a la sequía meteorológica serán: Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, afectados en casi 90% de su territorio; Campeche y Chiapas en el 75% y Quintana Roo en gran parte de su superficie.



Foto: Archivo Semarnat

2.3 Factores que incrementan la vulnerabilidad

Las posibilidades de adaptación al cambio climático varían considerablemente entre regiones, países y grupos socioeconómicos. Los países con recursos económicos limitados, bajos niveles tecnológicos, poca información, poca infraestructura, inestabilidad institucional, e inequidad en el acceso a los recursos tienen poca capacidad adaptativa y son altamente vulnerables (IPCC, 2001). Los impactos que se manifiestan por un evento extremo están en relación directa con lo que hace o deja de hacer la sociedad para enfrentarlos, dichos eventos hidrometeorológicos son sólo procesos naturales que forman parte de la dinámica del sistema

climático. Los fenómenos hidrometeorológicos no se pueden evitar ni modificar, pero sus impactos, pueden ser aminorados mediante medidas de adaptación.

Destacan como factores que incrementan la vulnerabilidad frente a los impactos de eventos extremos vinculados al clima, ciertas características de la dinámica y la distribución poblacional, las actividades económicas, así como las dificultades para lograr el manejo integral de riesgos en el marco de la gestión de los recursos hídricos en particular, y de la gestión ambiental en general.

⁷ Entendida como la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y secas subhúmedas resultado de un impacto humano adverso.

Algunas condiciones poblacionales que influyen en la vulnerabilidad del país

La vulnerabilidad frente a la variabilidad natural del clima y a los efectos del cambio climático está relacionada con factores como el crecimiento poblacional, la pobreza, las condiciones de salud pública, la proliferación de asentamientos en lugares de alto riesgo, la intensificación industrial, el deterioro y las carencias de infraestructura o equipamiento territorial; así como por los efectos locales acumulados por los procesos de deterioro ambiental (Semarnap, 2000; Tudela, 2004; Carabias y Landa, 2005).

Población en riesgo

El grado de exposición poblacional frente a los impactos de eventos extremos en México queda evidenciado con las siguientes cifras :

- 560 municipios rurales de las costas y próximos a éstas, con una población cercana a 7.7 millones de habitantes, se ven afectados por la ocurrencia de ciclones de diversa magnitud. Las zonas con mayor exposición a ciclones de gran intensidad son la península de Yucatán, la costa de Tamaulipas y el norte de Veracruz; también se ven afectadas las costas de Sinaloa, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero, así como la península de Baja California. Un total de 1.4 millones de personas con diversas carencias económicas son las más vulnerables a los impactos de huracanes.
- Cerca de 5.6 millones de pobladores rurales residen en municipios con incidencia de inundaciones, situados principalmente en el noroeste, Sinaloa, Durango, Nayarit y Jalisco, en el noreste, Tamaulipas y norte de Veracruz, así como en el sur-sureste, costas de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Tabasco. Un total de 3.7 millones de habitantes rurales presentan mayor vulnerabilidad ante situaciones de inundación.
- En las zonas susceptibles a sequías del norte y centro del país, donde la escasez de agua afecta las actividades humanas y productivas, habitan 7.6 millones de personas, de las cuales 4.6 millones se encuentran en condiciones de alta y muy alta marginación.
- De los 879 municipios ubicados en zonas de heladas, 49.6 por ciento son municipios rurales. En los últimos tres lustros se incrementó la población ubicada en zonas con presencia de heladas, el número de habitantes pasó de 39 millones en 1990 a 49.8 millones en 2005, de los cuales 5.8 millones (11.6%) residen en localidades rurales del centro y norte del país.

**Población total y tasa de crecimiento de la población ubicada en distintas zonas de riesgo,
1990 - 2005**

	1990	1995	2000	2005	Incremento ab. 1990-2005	TCMA (%) 1990-2005
En zona sísmica						
Total	69 656 247	78 094 979	83 516 846	87 757 034	18 100 787	1.49
Rurales	16 649 767	17 591 9886	18 518 382	18 365 268	1 715 501	0.63
Semiurbanos	6 524 982	7 391 479	7 930 599	8 282 708	1 757 726	1.54
Urbanos	46 481 498	53 111 512	57 067 865	61 109 058	14 627 560	1.77
En zonas de ciclones tropicales						
Total	27 413 155	31 016 021	33 282 887	35 462 987	8 049 832	1.66
Rurales	6 980 919	7 396 042	7 710 678	7 705 298	724 379	0.63
Semiurbanos	2 468 498	2 785 627	2 903 515	3 048 399	579 901	1.36
Urbanos	17 963 738	20 834 352	22 668 694	24 709 290	6 745 552	2.06
En zonas de inundación						
Total	29 108 673	31 914 261	33 683 158	34 921 773	5 813 100	1.17
Rurales	5 137 910	5 417 195	5 612 531	5 526 400	388 490	0.47
Semiurbanos	1 543 254	1 721 758	1 808 647	1 889 492	346 238	1.31
Urbanos	22 427 509	24 775 308	26 261 980	27 505 881	5 078 372	1.32
En zonas de sequía						
Total	31 810 146	36 205 044	39 073 325	42 130 688	10 320 542	1.82
Rurales	7 120 514	7 425 386	7 613 468	7 527 990	407 476	0.36
Semiurbanos	2 812 157	3 203 693	3 395 392	3 579 914	767 757	1.56
Urbanos	21 877 475	25 575 965	28 064 465	31 022 784	9 145 309	2.26
En zonas con presencia de heladas						
Total	39 015 762	43 942 580	47 131 539	49 806 037	10 790 275	1.58
Rurales	5 347 487	5 694 317	5 915 320	5 813 735	466 248	0.54
Semiurbanos	3 458 258	4 014 495	4 379 568	4 672 396	466 248	1.95
Urbanos	30 210 017	34 233 768	36 836 651	39 319 906	9 109 889	1.70

Fuente: CONAPO, 2006. Estimación a partir del INEGI, censos de población 1990-2000, conteos de población 1995-2005 y Dirección General de Protección Civil.

Adicionalmente durante el siglo XX, la población del país creció siete veces, pasando de 13.6 a 103 millones de habitantes, en este caso el simple crecimiento demográfico amplía la magnitud de la población expuesta a peligros asociados a las condiciones climáticas. Los efectos de este crecimiento se suman a los derivados de la consolidación de ciudades en las costas del país.

Estados más vulnerables y marginados

Los mexicanos que viven bajo condiciones de pobreza son particularmente susceptibles ante los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos*. Esta condición aumenta la vulnerabilidad en mayor proporción que el crecimiento poblacional, lo que obedece a varios factores, entre los que destacan:

- Los asentamientos precarios tienden a ubicarse en lugares de mayor exposición a eventos peligrosos y bajo condiciones de mayor fragilidad natural.
- La infraestructura de sectores con menos posibilidades económicas suele ser de mala calidad.
- La cobertura de servicios en dichos asentamientos es inadecuada y en muchos casos inexistente. Muchos de estos servicios, de funcionar correctamente, podrían haber mitigado los impactos de un evento climático extremo.
- Los bajos niveles de ingresos se afectan más por una merma temporal derivada de un desastre. Las economías familiares se desestabilizan.

Las proyecciones de los índices de marginación en México apuntan hacia su agravamiento relativo en estados como Guerrero, Veracruz, Oaxaca y Chiapas (Conapo, 2003; 2006). La concentración de la pobreza en estos estados y las tendencias esperadas en el nivel de marginación para los próximos años, incrementarán la vulnerabilidad de sus habitantes ante los efectos previsibles del cambio climático.



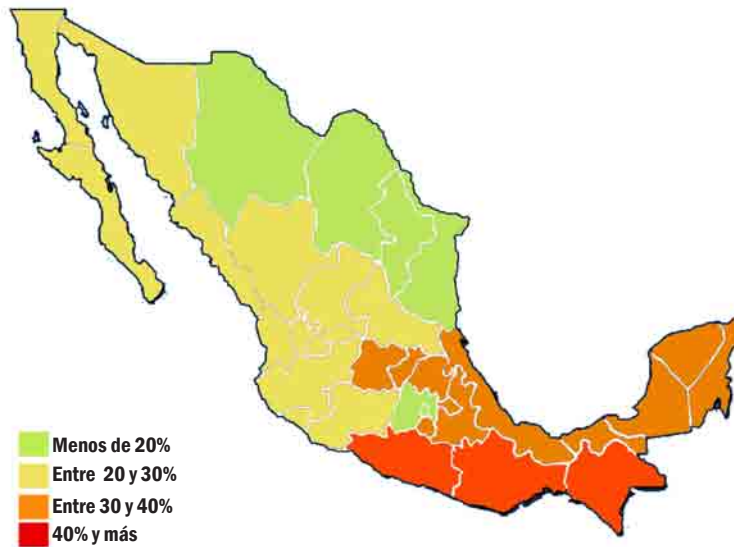
Foto: Carolina Neri

* A nivel global, en 1998 el 95% de las muertes por desastres de origen diverso tuvieron lugar en países en desarrollo, (CEPAL-BID, 2000).



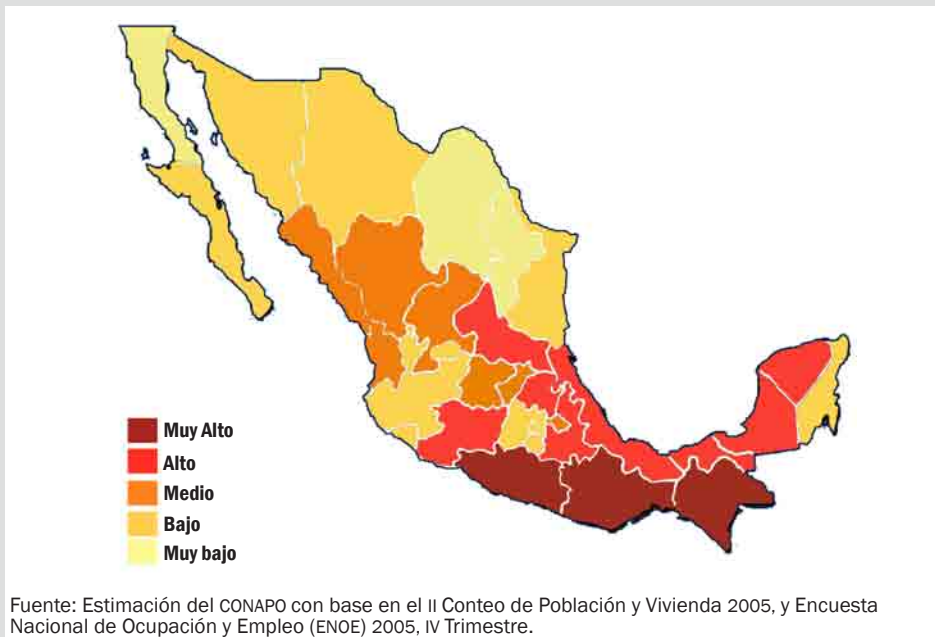
Fuente: Hernández, 2000.

Porcentaje de la población en situación de pobreza extrema en 1996.



Fuente: Hernández, 2000.

Porcentaje de la población en situación de pobreza extrema proyectada al 2015.



Grado de marginación por entidad federativa, 2005.

Ciudades y vulnerabilidad hídrica

Ciertas características de la actividad económica también incrementan la vulnerabilidad del país frente a los efectos de fenómenos hidrometeorológicos. Tanto la población como algunas actividades productivas tienden a concentrarse en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, donde la explotación de los recursos hídricos excede los límites de la sustentabilidad. Más de 70% de la población, un tercio de la superficie irrigada, y más de 60% de la industria dependen del uso de aguas subterráneas cuyas reservas disminuyen a una tasa aproximada de 6 km³/año, lo que ha llevado a registrar para 2006, 104 de los 653 acuíferos como sobreexplotados (Conagua, 2007). Esta situación cobra importancia frente a la ocurrencia de sequías, o a la disminución o retraso de las lluvias en diversas zonas del país.

Frente a un aumento en la temperatura, es de esperar que se agudicen las tendencias en la disminución de la disponibilidad natural de agua por habitante. Particularmente crítica es la disponibilidad en las zonas urbanas de las regiones centro, centro-norte, noreste y noroeste del país. Algunos escenarios de incremento en la demanda de agua al 2030 han sido desarrollados por la UNAM y por la Conagua. La disponibilidad disminuirá y la demanda crecerá sustancialmente.

Número de ciudades y población urbana por región, según disponibilidad natural de agua *per capita*, 2005

Región	Total	Muy baja	Baja	Media	Alta y muy alta
Total urbano					
Ciudades	363	110	108	82	63
Población	72 718 690	41 395 171	1 6 689 218	8 934 902	5 699 399
Porcentaje	100.0	56.9	23.0	12.3	7.8
I Noroeste					
Ciudades	37	7	18	12	---
Población	6 197 705	2 641 495	2 068 505	1 487 705	---
Porcentaje	100.0	42.6	33.4	24.0	---
II Norte					
Ciudades	29	20	6	3	---
Población	5 813 046	4 055 910	1 256 363	500 773	---
Porcentaje	100.0	69.8	21.6	8.6	---
III Noreste					
Ciudades	17	13	2	---	2
Población	6 610 490	5 417 289	885 080	---	308 121
Porcentaje	100.0	81.9	13.4	---	4.7
IV Occidente					
Ciudades	61	21	23	17	---
Población	8 594 925	1 922 643	5 601 877	1 070 405	---
Porcentaje	100.0	22.4	65.2	12.5	---
V Centro Norte					
Ciudades	47	31	15	1	---
Población	7 033 234	5 489 426	1 524 455	19 353	---
Porcentaje	100.0	78.0	21.7	0.3	---
VI Centro					
Ciudades	58	18	32	6	2
Población	27 163 449	21 868 408	4 790 596	225 017	279 428
Porcentaje	100.0	80.5	17.6	0.8	1.0
VII Sur					
Ciudades	52	---	11	8	33
Población	3 903 003	---	534 187	983 562	2 385 254
Porcentaje	100.0	---	13.7	25.2	61.1
VIII Golfo					
Ciudades	42	---	1	15	26
Población	4 889 218	---	28 155	2 134 467	2 726 596
Porcentaje	100.0	---	0.6	43.7	55.8
IX Península de Yucatán					
Ciudades	20	---	---	20	---
Población	2 513 620	---	---	2 513 620	---
Porcentaje	100.0	---	---	100.0	---

Fuente: Cálculos del CONAPO con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005, y Estadísticas del agua en México, 2006.

Aun si los parámetros poblacionales permanecieran constantes, la expansión económica es otro factor que expone a la acción de los eventos destructivos a un número creciente de procesos productivos, cada vez más complejos e interconectados.

Se estima que cada año en México son dragados aproximadamente 300 millones de metros cúbicos en ríos y puertos, se pierden 1.1 billones de metros cúbicos de capacidad en los embalses; se producen pérdidas por 270 millones de dólares con la erosión de las márgenes de los ríos; y los daños generados por fenómenos hidrometeorológicos en el periodo 1980-1999 ascendieron a 4,560 millones de dólares

y 2,800 decesos (Segob, 2001; CICC, 2007). El huracán Wilma que se presentó en octubre del 2005 en el Caribe mexicano hizo evidente la vulnerabilidad de una región en la que el 90% de los ingresos se derivan del turismo. Esta región quedó paralizada tras el paso del meteoro. El impacto económico de Stan y Wilma se calculó en poco más de 30,000 millones de pesos (Economía, 2005).

2.4 Marco institucional y el tema de cambio climático

El panorama de la administración y la gestión del agua en México tiene ciertas particularidades otorgadas por las diferencias climáticas, la distribución de la población y las actividades productivas. Las mayores demandas de agua existen en las zonas de menor disponibilidad y paradójicamente hay zonas con una gran riqueza de recursos que no se aprovechan plenamente (CNA, 2000; 2001; Castelán 2000; Carabias y Landa, 2005; Martínez, 2007). Dicha situación determina, en principio, problemas en la planeación para enfrentar la variabilidad climática.

Algunas de las acciones más importantes que se han puesto en marcha en México para la prevención de desastres de origen hidrometeorológico son las enfocadas al monitoreo de los fenómenos naturales, en cuyo caso participa el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), dependiente de la Comisión Nacional del Agua. El SMN es la instancia gubernamental encargada de generar información meteorológica y climática, y de mantener informado al Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) de las condiciones meteorológicas que puedan afectar a la población. El SMN ha desarrollado sus propios métodos de análisis y generación de información meteorológica.

En 1990 se creó el Consejo Nacional de Protección Civil como órgano consultivo de coordinación de acciones y de participación social en la planeación de la protección civil. Mientras que en mayo del año 2000 se promulgó la Ley General de Protección Civil (DOF, 2000) que estableció las bases de coordinación entre la federación, los estados y los municipios en materia de protección civil.

El Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana se publicó en 2001, apoyado en el Sistema de Información Geográfica para la Identificación de Riesgos (SIGIR), el cuál fue realizado por Dirección General de Protección Civil de la Segob en colaboración con la UNAM. Entre 2004 y 2005 se elaboraron diversos Atlas de Peligros Naturales para hacer compatible la información urbana entre las dependencias de la Administración Pública Federal.

Cabe destacar que en el año 2000 la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación creó el Sistema de Alerta Temprana (SIAT)⁸ frente a huracanes. Académicos del Centro de Ciencias de la Atmósfera, y de la UNAM en general, en combinación con autoridades gubernamentales diseñaron el Sistema.

⁸ El SIAT surge en el 2000 y se actualiza en el 2003 como una herramienta de coordinación en el alertamiento a la población y en la acción institucional, ante la amenaza ciclónica, que se sustenta en la interacción de los principales actores del Sistema Nacional de Protección Civil: la sociedad civil y sus organizaciones; las instituciones de investigación de los fenómenos hidrometeorológicos, los medios de comunicación y la estructura gubernamental del mismo sistema. Fuente: <http://www.empalme.gob.mx/siat.pdf>

Los resultados hasta la fecha han mostrado que el SIAT ha salvado cientos o quizá miles de vidas humanas (véase Cuadro 2.1).

Adicionalmente la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) en colaboración con gobiernos estatales, inició en 2005 la instalación de Estaciones Agroclimáticas. En tanto que para 2006 la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) creó el Programa de Prevención de Riesgos y Mejoramiento Ambiental (PROPRyMA), y avanzó significativamente en la elaboración de Atlas de Riesgos.

Algunos elementos jurídicos y de planeación en el sector ambiental. En cuanto a los documentos de planeación, que brindan bases para la gestión de riesgos en México, destaca El Programa Nacional Hidráulico del periodo 1995-2000 el cual contemplaba diferentes aspectos relacionados con la administración del agua y el uso de la información climática para el manejo de riesgos. Incluía aspectos de medición de precipitación y monitoreo de huracanes y sequías, a fin de acotar los criterios para el alertamiento temprano en situaciones de emergencia.

Estructura institucional y atención a emergencias de origen hidrometeorológico

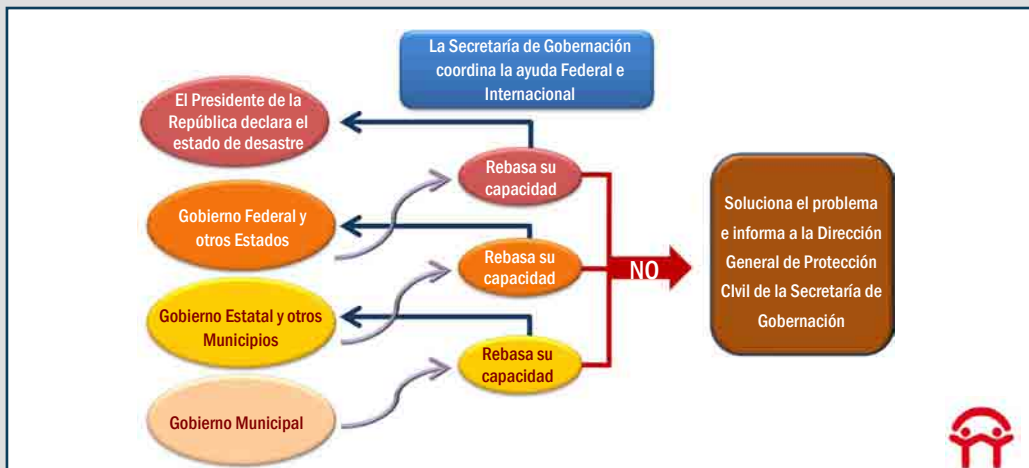
Ante la ocurrencia de un fenómeno hidrometeorológico, la Secretaría de Gobernación, por medio del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), como instancia de coordinación, es la encargada de salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno.

El SINAPROC fue creado en 1986 como un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y las entidades del sector público entre sí; con las organizaciones de los diversos grupos sociales y privados y con las autoridades de los estados y municipios, a fin de efectuar acciones de común acuerdo destinadas a la protección de los ciudadanos contra peligros y riesgos que se presentan en la eventualidad de un desastre.

Con el apoyo del gobierno de Japón y de la UNAM se creó en 1988 El **Centro Nacional de Prevención de Desastres** (CENAPRED) como órgano administrativo desconcentrado, jerárquicamente subordinado a la Secretaría de Gobernación, quién provee los recursos para su operación. La responsabilidad principal del CENAPRED consiste en dotar al SINAPROC de los requerimientos técnicos que su operación demande. El objetivo del Centro es: “Promover la aplicación de las tecnologías para la prevención y mitigación de desastres, impartir capacitación profesional y técnica sobre la materia y difundir medidas de preparación y autoprotección entre la sociedad mexicana expuesta a la contingencia de un desastre”.

Acciones de auxilio a la población ante una situación de emergencia:

- La primera autoridad que toma conocimiento de la situación de emergencia presta ayuda inmediata a la población e informa a las instancias especializadas de protección civil.
- La autoridad municipal o delegacional de protección civil (primera instancia de actuación especializada) auxilia a la población de acuerdo con su plan de emergencia.
- Si la autoridad municipal o delegacional de protección civil ve superada su capacidad de respuesta, pide apoyo a la instancia estatal o al gobierno del Distrito Federal, según corresponda.
- Las instancias estatales o del gobierno del Distrito Federal apoyan a la instancia municipal o delegacional en el auxilio a la población de acuerdo con sus planes de emergencia.
- Si la instancia estatal o del gobierno del Distrito Federal ve superada su capacidad de respuesta pide apoyo a la instancia federal.
- La instancia federal apoya a las entidades federativas, municipios o delegaciones en el auxilio a la población, de acuerdo con los programas y planes de emergencia establecidos para tal efecto.



Fuente: <http://www.segob.gob.mx>

De acuerdo al artículo 14 de la Ley General de Protección Civil (DOF, 12 de mayo 2000) el Presidente de la República, de forma directa o por intermedio de la Secretaría de Gobernación podrá emitir un llamado de ayuda internacional, a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores o de medios de comunicación.

Corresponde al Consejo Nacional de Protección, por conducto de la Secretaría de Relaciones Exteriores, determinar los criterios para el cumplimiento de los acuerdos internacionales en materia de protección civil, así como las modalidades de cooperación.

En el Programa Nacional de Protección Civil 2001-2006 (Segob, 2001) y en el Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2006 (CENAPRED-SINAPROC, 2001), se reconocía la urgencia de enfrentar la variabilidad climática y sus efectos exacerbados por el calentamiento global; sin embargo todavía el tema se trataba sectorialmente y sin la claridad requerida como para vincular el incremento de la vulnerabilidad frente al cambio climático con las políticas de desarrollo económico y regional.

- El **Programa Nacional de Protección Civil 2001-2006** (Segob, 2001) pretendía mejorar el conocimiento de las amenazas y los riesgos, así como promover la reducción de la vulnerabilidad física y desarrollar o mejorar la tecnología para la mitigación.
- El **Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2006** contenía los principales proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, difusión y capacitación que se consideraban necesarios para contribuir a la reducción del efecto de desastres sobre la población y su entorno (CENAPRED-SINAPROC, 2001). En lo relacionado con los efectos de eventos climáticos extremos, destacaban como objetivos estratégicos el desarrollo de mapas de riesgos de inundación, el desarrollo de investigación y tecnología, así como el establecimiento y la operación de sistemas de alerta hidrometeorológica en veinte ciudades.

Por otra parte, la atención a los efectos derivados de los fenómenos hidrometeorológicos extremos, como los huracanes, las sequías y las precipitaciones severas, constituye una línea de acción estratégica del sector hídrico. La Comisión Nacional del Agua (Conagua) tiene entre sus funciones impulsar acciones que permitan reducir los riesgos que éstos provocan, y atender sus efectos, disminuyendo las afectaciones en vidas humanas, bienes materiales y pérdidas económicas (CNA, 2001).

La Conagua, por medio del Servicio Meteorológico Nacional, reporta información meteorológica, climatológica e hidrométrica para prever sobre posibles amenazas a la población y se vincula con el SINAPROC para profundizar en el conocimiento del sistema hidrológico, la planeación y la administración del agua, así como para dar servicios de apoyo a la población.

No obstante las mejoras en la organización gubernamental y la comunicación en materia de cambio climático, las experiencias recientes han demostrado que los desastres han aumentado en los últimos años (Macías, 1999; Carabias y Landa, 2005; Provencio, 2006), lo que podría estar vinculado con la creciente complejidad del tema objeto de este libro, la que rebasa a la actual estructura institucional.

El Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (CNA, 2001) fue el instrumento rector de la política hidráulica en México hasta noviembre del 2006. Este Programa marcaba estrategias para la disminución de los riesgos y la atención a los efectos de inundaciones y sequías a través de: el desarrollo de medidas organizativas en la población, el uso de sistemas de información y alerta, la reubicación de población asentada en zonas de riesgo, el diseño de planes para el manejo de sequías; y la construcción de in-

fraestructura para el control de avenidas, almacenamiento o captación. Pese a que el tema climático no estaba claramente expreso en este Programa, si detallaba algunas estrategias ampliamente vinculadas con el mismo (Cuadro 2.2). Se planteaban diferentes acciones relacionadas con la prevención de los efectos de eventos extremos, generalmente más reactivas que preventivas, pero que marcaron un paso importante en el diseño y la implementación de medidas frente a cambios en el clima.

Consolidar los sistemas de información y alerta de fenómenos hidrometeorológicos

Para el desarrollo de esta función, las acciones por realizar incluían: instalar y consolidar los sistemas de monitoreo con base en las redes de observación y un sistema de información geográfica; contar con equipo suficiente y moderno en las redes hidrométricas, meteorológicas y climatológicas para elaborar modelos de predicción hidrológica y meteorológica; así como difundir a tiempo mediante la red de telecomunicaciones los pronósticos del estado del tiempo y el pronóstico a mediano y largo plazo.

En lo que concierne a los **Sistemas de Alerta Hidrometeorológica** se trabajaría en diferentes etapas en diecinueve sistemas, de los cuales cinco (Acapulco, Guerrero, Tijuana, Baja California, Motozintla y Tapachula, Chiapas; y Monterrey, Nuevo León) ya contaban con el equipo para recepción y procesamiento de datos. Se proyectó instalar redes de radiocomunicación nacional, para la obtención de información oportuna de estaciones hidroclimatológicas, coadyuvar con la seguridad física de las instalaciones hidráulicas, alertar a la población civil en caso de avenidas extraordinarias y atender situaciones de emergencia.

Apoyar la implementación de planes de prevención y atención de inundaciones a nivel de cuenca hidrológica

Se proyectó avanzar en la elaboración de planes para prevención y atención de emergencias hidroecológicas, documentando los eventos y desarrollando estadísticas que fueran la base para el desarrollo de nuevas medidas de prevención. Estos planes se integrarían con los gobiernos estatales y municipales para proceder a su puesta en marcha.

En lo sucesivo se promovería la participación de los Consejos de Cuenca en la identificación de áreas productivas y centros de población susceptibles de inundación para establecer prioridades en la formulación de planes en coordinación con los gobiernos estatales. En las acciones de tipo social se trabajaría con la población en riesgo y las autoridades de Protección Civil para organizar y planear las acciones por realizar antes y después de la emergencia.

Se apoyaría el desarrollo de Centros Regionales para Atención de Emergencias (CRAE), integrados por personal capacitado, maquinaria y equipo para la atención inmediata de inundaciones.



Foto: Mario Hernández

Coadyuvar con otras instancias de gobierno en la protección de los habitantes en zonas de alto riesgo de inundación

Las acciones estarían dirigidas a acordar con los municipios aspectos sobre administración, custodia, conservación y mantenimiento de cauces y zonas federales, así como a evitar los asentamientos humanos en esas zonas; promover la reubicación de población e instalar sistemas de alerta.

Implantar políticas de uso racional del agua que permitan enfrentar en mejores condiciones los periodos de sequía

Se elaborarían planes de preparación para afrontar sequías que se operarían desde los Consejos de Cuenca.

Cuadro 2.2 Estrategias programáticas para prevenir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías del Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (CNA, 2001).

Es importante destacar en este punto algunas referencias en la *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (LGEEPA; DOF 1988; 2003a) sobre el tema de cambio climático, dado que es el sustento jurídico de la política ambiental y de las acciones que se podrían vincular con la gestión de riesgos frente a eventos hidrometeorológicos. El sector ambiental tiene amplias atribuciones jurídicas para diseñar planes y acciones frente a la variabilidad climática. En la LGEEPA se considera que las situaciones de riesgo derivadas de fenómenos naturales, pueden ser catalogadas como contingencias ambientales o emergencias ecológicas, por lo que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) tiene facultades legales para actuar en consecuencia. En el capítulo II de esta ley, referido a distribución de competencias y coordinación se reafirman, en el artículo 14, las atribuciones de coordinación de la Secretaría para realizar acciones conducentes cuando exista peligro como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, y por caso fortuito o de fuerza mayor.

El aspecto jurídico de mayor relevancia en términos de posibilidades de implementar estrategias de adaptación frente al cambio climático, es la incorporación de la política ambiental y del ordenamiento ecológico en la planeación del desarrollo (Artículo 17), así como la formulación misma del Ordenamiento Ecológico Ge-

neral del Territorio (OEGT) en el que se deberán considerar los “desequilibrios existentes por efecto de ... fenómenos naturales” (Artículo 19, LGEEPA; DOF 1988; 2003a).

Cuando en dicha ley se trata la regulación ambiental de los asentamientos humanos, se menciona que los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los Programas de Ordenamiento Ecológico (Artículo 23). Respecto a la determinación de áreas para actividades altamente riesgosas, se precisa que se establecerán zonas intermedias de salvaguarda en las que no se permitirán los usos habitacionales u otros que pongan en riesgo a la población.

Quizá estos elementos no parezcan tan relevantes a simple vista para el tema en cuestión, pero en términos jurídicos la LGEEPA obliga a que el sector ambiental incorpore en el OEGT criterios de riesgos frente a eventos hidrometeorológicos. Aunque tratado incipientemente el tema climático, esta ley otorga atribuciones de gran valor frente al desarrollo de capacidades para la adaptación al cambio climático; al expedirse el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (DOF, 2003b) se detallan y fortalecen dichas atribuciones.

Así, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (DOF, 2003b) es sin duda el documento regulatorio que toca con más claridad los aspectos relacionados con la variabilidad del clima, y también del que más oportunidades se tienen para implementar medidas de adaptación frente al cambio climático. Las numerosas menciones a los efectos del cambio climático hacen de este documento un respaldo importante para que la implementación de estrategias tenga carácter obligatorio. En el artículo 12 de este reglamento se determinan los lineamientos y estrategias ecológicas aplicables al programa de Ordenamiento Ecológico, los cuales deberán considerar al cambio climático y a los “desastres naturales”. En el artículo 23 se estipula que las áreas de atención prioritaria se identificarán tomando en cuenta aquellas regiones en las que existan, al menos potencialmente, conflictos ambientales o limitaciones a las actividades humanas generadas por la susceptibilidad a “desastres naturales” y por los posibles efectos negativos del cambio climático.

Una vez decretado el Programa del OEGT, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene que iniciar la etapa de ejecución mediante la realización de diversas acciones, entre las que se encuentran aquellas orientadas a en-

frentar los efectos negativos del cambio climático (Artículo 31, DOF, 2003b). Este aspecto es de gran importancia ya que por mandato jurídico la implementación de medidas de adaptación y mitigación frente a la variabilidad del clima y el cambio climático adopta un carácter obligatorio (Artículo 19, DOF, 2003b).

En cuanto al Ordenamiento Ecológico Regional tratado en el capítulo cuarto del reglamento, se resalta la importancia de que en los estudios técnicos se tomen en cuenta de manera enunciativa, más no limitativa, los efectos del cambio climático en la etapa de pronóstico (Artículo 44, DOF, 2003b). En dicha etapa se examina la evolución de los conflictos ambientales a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas.

Por otra parte, en el documento sobre Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México (Semarnat, 2006) se reconoce la importancia de la conservación de los ecosistemas costeros, así como la vulnerabilidad a fenómenos extremos y la necesidad de generar información para el análisis de riesgos en el ámbito costero. Para reducir la vulnerabilidad se recomienda incorporar una visión de largo plazo para planear el desarrollo de océanos y costas.



Foto: Archivo Semarnat

En cuanto a los compromisos de México adquiridos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que entró en vigor en 1994, destaca la elaboración de Comunicaciones Nacionales. A finales del año 2006 se concluyó la Tercera Comunicación (INE, 2006), la cual pretende reforzar las capacidades institucionales y técnicas del país para impulsar la inclusión de temas concernientes al cambio climático en las prioridades nacionales y sectoriales de desarrollo⁹.

Otro avance reciente de México fue la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), publicada por la Comisión Intersecretarial de Cambio climático en mayo del 2007 (CICC, 2007). Este documento precisa po-

sibilidades y rangos de reducción de emisiones de GEI, propone los estudios necesarios para definir metas más precisas de mitigación, identifica las fortalezas y esboza las necesidades del país para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación. Los planteamientos de este documento en materia de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático son únicos en su tipo y se encuentran diseñados para las condiciones nacionales. La ENACC contribuye así a la consolidación de una política nacional en materia de cambio climático, propone líneas de acción y estrategias que servirán de base para diseñar un Programa Especial de Cambio Climático que se publicará durante 2008 y se impulsará por el Ejecutivo Federal.

Elementos para la adaptación contenidos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Retos de gestión

- Preservar y fortalecer las funciones de amortiguamiento que existen en las cuencas.
- Reforzar el conocimiento y la implementación de los sistemas de información y alerta temprana
- Ajustar las técnicas de tratamiento de agua a las nuevas condiciones climáticas.
- Fortalecer y revisar la implementación de instrumentos de gestión como la veda temporal, las áreas naturales protegidas (ANP) marinas y costeras y el pago por servicios hidrológicos, para adecuarlos a las nuevas necesidades que impone el cambio climático.
- Establecer corredores biológicos y evaluar la modificación de los actuales límites geográficos de algunas ANP y Regiones Prioritarias para la Conservación, para apoyar la capacidad de ajuste de los ecosistemas y especies.
- Revalorar la experiencia adquirida por grupos vulnerables frente a la variabilidad climática, para su aplicación en el planteamiento de políticas de adaptación al cambio climático.
- Conservar “in situ” la agrobiodiversidad mexicana.

⁹ Para detalles sobre instrumentos de gestión internacional en materia de cambio climático y avances de México véase INE 2006 y CICC 2007.

- Desarrollar e implementar un sistema de información y monitoreo del clima especialmente diseñado para productores agropecuarios.
- Fortalecer los sistemas de vigilancia epidemiológica.
Considerar una elevación del nivel medio del mar de 40 cm entre la actualidad y la última década del siglo, como línea base para la planeación y la construcción de infraestructura costera.
- Articular la política nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas con el fortalecimiento de capacidades nacionales frente al cambio climático.
- Fomentar sinergias entre el sector turístico, pesquero, hídrico y el SINAPROC.
- Inducir criterios de diseño ambiental en todos los ámbitos de planeación del desarrollo urbano.
- Incorporar el enfoque de manejo de cuencas hidrográficas en las acciones de protección y aprovechamiento de servicios ambientales de áreas periurbanas y rurales.
- Diseñar sistemas descentralizados de suministro de energía a nivel local.

Líneas de acción para la adaptación

- 1) Revisar la estructura institucional enfocada a la gestión del riesgo frente a amenazas hidrometeorológicas, para potenciar las capacidades instaladas.
- 2) Posicionar la actual capacidad de respuesta ante los impactos de la variabilidad climática, como plataforma para el desarrollo de capacidades de adaptación frente a los efectos del cambio climático.
- 3) Diseñar e implementar un Programa de Modelación del Clima como parte de un Sistema Nacional de Información Climática.
- 4) Potenciar los Ordenamientos Ecológico y Territorial como instrumentos preventivos frente a los impactos previsibles del cambio climático.
- 5) Promover acciones de reducción de la vulnerabilidad, disminución del riesgo y generación de estrategias de adaptación en los planes de desarrollo regional, estatal y municipal.
- 6) Promover el uso de seguros como instrumentos de disminución de la vulnerabilidad en diferentes sectores.
- 7) Diseñar una estrategia de comunicación y educación que difunda los resultados de las investigaciones, involucre a la sociedad y consolide su participación en el diseño de acciones preventivas y correctivas.
- 8) Promover la formación de recursos humanos en meteorología operativa y pronósticos.

Líneas prioritarias de investigación para la adaptación

Gestión de riesgos hidrometeorológicos y manejo de recursos hídricos

- Usos de la información climática para la toma de decisiones.
- Elaboración de pronósticos climáticos estacionales y desarrollo de escenarios regionales.
- Caracterización de la vulnerabilidad por tipo de amenaza y sector social.
- Evaluación de efectos del cambio climático en las distintas fases del ciclo hidrológico.
- Diseño de arquitectura bioclimática.

Biodiversidad y servicios ambientales

- Sistematización de información sobre afectaciones en los ecosistemas y sus componentes.
- Análisis de la capacidad de respuesta de especies clave en el funcionamiento de los ecosistemas.
- Evaluación de los efectos del cambio climático sobre especies en alguna categoría de riesgo.
- Desarrollo y aplicación de modelos de crecimiento forestal bajo distintos escenarios climáticos.
- Funcionamiento de corredores biológicos y delimitación de nuevas rutas para su establecimiento.
- Restauración ecológica en diferentes sistemas.
- Distribución potencial de áreas de refugio de los sistemas más vulnerables.
- Valoración económica de los servicios ambientales relacionados con la prevención de inundaciones y la mitigación de impactos en la zona costera y en las grandes urbes.

Agricultura y ganadería

- Afectaciones por zona agroclimática bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Comportamiento de agentes patógenos respecto a cambios en el clima.
- Posibilidades de reconversión productiva adecuada a cada escenario de cambio climático.
- Evaluación de las demandas de riego frente a distintos escenarios climáticos.
- Evaluación de opciones de adaptación al cambio climático en el sector ganadero.

Zona costera

- Cartografía de riesgos y vulnerabilidad costero-marina frente al ascenso del nivel medio del mar.
- Modelación de distribución y abundancia de especies marinas y costeras bajo diferentes escenarios climáticos.
- Modelación de afectaciones a las pesquerías.
- Valoración económica de medidas preventivas y de impactos derivados de eventos extremos.
- Rehabilitación posdesastre en ecosistemas costeros.

Asentamientos humanos

- Diseño de ciudades sustentables bajo diferentes escenarios de cambio climático.
- Identificación de reservas territoriales para el crecimiento urbano.
- Evaluación del potencial de desarrollo de localidades pequeñas bajo criterios de sustentabilidad, autosuficiencia, cogeneración, cooperación en redes y otras opciones que aumenten la capacidad adaptativa de distintos grupos sociales.
- Movilidad urbana sustentable.

Generación y uso de energía

- Afectaciones a la infraestructura del sector energético.
- Potencial para el aprovechamiento de energías renovables en distintos escenarios climáticos
- Impactos de cambios en el clima sobre la generación hidroeléctrica.
- Impactos en la demanda energética por incremento en extracción y transporte de recursos hídricos.
- Impactos en la demanda de energía eléctrica en casas habitación y edificios en relación con el inicio temprano y el final tardío de la época de calor.

Salud humana

- Evaluación de los efectos de cambios en el clima sobre la salud de distintos grupos sociales.
- Fortalecimiento de los planes de actuación en salud pública a partir de sistemas de alerta temprana.
- Fortalecimiento de los programas de vigilancia y control de enfermedades de transmisión vectorial.

FUENTE: CICC, 2007

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 coloca a la sustentabilidad ambiental como uno de los ejes transversales de las políticas públicas en México. En este documento destacan dos objetivos relacionados con la mitigación de emisiones de GEI y la adaptación a los efectos previsibles del cambio climático (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, 2007). De igual forma, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 incorpora al cambio climático como tema prioritario en la agenda de transversalidad que la Semarnat lleva a cabo con otras instancias de la Administración Pública Federal. Se plantean metas concretas vinculadas con la instrumentación de la ENACC, la realización de acciones para el desarrollo de capacidades de adaptación a distintas escalas y la prevención de riesgos de origen hidrometeorológico (Semarnat, 2007). Estos compromisos se refuerzan con los planteamientos del Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (Conagua, 2008).

La plataforma programática desarrollada para el presente periodo administrativo marca fuertes diferencias con el pasado reciente en cuanto al tratamiento y la jerarquía del tema de cambio climático, y definitivamente lo coloca como un eje de acción de la mayor relevancia nacional. El momento institucional y político por el que atraviesa el país brinda oportunidades claras para incidir fuertemente en la construcción de capacidades para la adaptación.

Instrumentos de gestión ambiental frente a la variabilidad climática. El incremento en la vulnerabilidad está frecuentemente determinado por la indebida ubicación de asentamientos o sistemas productivos en zonas con particular exposición a amenazas. Como se mencionó, el instrumento que puede prevenir este tipo de problemas es el Ordenamiento Ecológico General del Territorio (OEGT, promulgado, y de

carácter obligatorio, desde las últimas modificaciones a la LGEEPA en 1997). Esta herramienta esencial de planeación y gestión ambiental, posibilita orientar la ubicación de asentamientos y procesos productivos en función de las características de cada zona, incluyendo su exposición a eventos peligrosos; por lo que sería fundamental revalorarla en su aplicación para la prevención de impactos frente a cambio climático. Adicionalmente al OEGT, existen los ordenamientos ecológicos regionales, locales y marinos, los cuales son complementarios y se han diseñado para diferentes escalas.



Foto: Mario Hernández

De cumplirse con las disposiciones que marcan los ordenamientos se esperaría que se reubicaran asentamientos, que no se realizaran construcciones en zonas de cauces de ríos, vertientes, alrededores de antiguos cuerpos de agua, o bien, en partes bajas de cuencas en las que se han desviado corrientes al construir infraestructura hidráulica. Igualmente, de respetarse plenamente las declaratorias de áreas naturales protegidas (ANP) y el uso de suelo que se define en cada caso, o de cumplirse en su totalidad con la aplicación de acciones de mitigación recomendadas en los estudios de impacto ambiental, se podrían prevenir desastres ocurridos en buena parte por la deforestación, que a su vez da origen a la erosión, los deslizamientos, los azolves y el aumento de la escorrentía.

Condiciones de imposibilidad en la aplicación de instrumentos de gestión ambiental, podrían estar asociadas con desastres como los ocurridos en diversas localidades del sureste mexicano a consecuencia del huracán Stan, que en octubre del 2005 ocasionó lluvias intensas, deslaves y daños materiales importantes en los estados de Chiapas, Veracruz, Quintana Roo, y en menor medida en Yucatán, Campeche y Tabasco. Varios días después el huracán Wilma provocó lluvias intensas; en 12 horas 1,082 mm de precipitación en Isla Mujeres, Quintana Roo (INEGI, 2005) y afectó el 80% de la infraestructura hotelera de Cancún, Cozumel, Isla Mujeres y Playa del Carmen (Economía, 2005).

Las inundaciones de octubre del 2007 en el estado de Tabasco provocadas por lluvias intensas son, sin duda, un augurio de lo que se espera bajo condiciones de cambio climático y una manifestación de la falta de preparación ante eventos extremos (véase apartado 3.6 sobre inundaciones en Tabasco).

En otros casos, algunas obras de infraestructura hidráulica permiten disminuir la vulnera-

bilidad ante eventos extremos, regulando el caudal de un río o evitando que precipitaciones intensas en la cuenca alta provoquen inundaciones en la cuenca baja. En el caso de las sequías, aún no funciona un programa institucional que prevenga o enfrente los impactos sistemáticamente; se declaran estados de emergencia y generalmente se actúa ante efectos inminentes. El cambio de uso del suelo en discordancia con las características del medio natural, ha alterado la recarga de acuíferos muy importantes para el abastecimiento de centros de población y para la producción de alimentos en el centro del país, en que la mayoría de los acuíferos se registran como sobreexplotados (CONAGUA, 2005; 2007).

Además de la urgente necesidad de articular instrumentos de la gestión ambiental para prevenir desastres, otro gran reto es indudablemente el de incorporar a la sociedad en la planeación de la prevención, la atención y la recuperación luego de un desastre. Aunque hay mecanismos enfocados en este sentido, como es el Sistema de Alerta Temprana ante ciclones tropicales, aún no existe una estructura para organizar a las comunidades frente a los impactos. La población regularmente no participa en el diseño de los sistemas de alerta y no tiene confianza en las instituciones, lo que se suma al hecho de que no existen mecanismos para asimilar la experiencia de desastres que permitan preservar la conciencia colectiva y fortalecer la acción social frente a posibles recurrencias.



Foto: Archivo Semarnat

2.5 Algunas limitantes en la gestión del riesgo

Aunque la estructura institucional y los instrumentos de gestión que se han descrito brevemente en este apartado, representan avances para la adaptación al cambio climático, en México aún existen serias limitantes para enfrentar la gestión de riesgos de origen hidrometeorológico con una visión integral.

Faltan acuerdos conceptuales y prácticos en los términos de vulnerabilidad, desastre, riesgo, prevención, mitigación y adaptación, entre otros. Los desacuerdos conceptuales se traducen en el insuficiente uso de la información climática y en la falta de confianza de parte de autoridades respecto a la precisión de los pronósticos del tiempo; lo que lleva a que se tomen decisiones poco informadas.

En cuanto al conocimiento climático, se tienen aún serias limitaciones para producir información de calidad. Muchas de las herramientas de predicción del tiempo y clima que se emplean en la toma de decisiones carecen de elementos científicamente sustentados. Ante ello, no se ha generado un terreno de trabajo que se base en el conocimiento del nivel de confianza que se puede tener en los pronósticos del SMN.

La falta de una visión unificada que permita actuar coordinada y preventivamente frente a un evento extremo desarticula a las instituciones, dificulta la distribución y el manejo de la información, así como el tratamiento y la solución de problemas complejos como son los efectos de eventos climáticos que terminan en desastres. Se debe entender que la vulnerabilidad es un proceso dinámico que va más allá de los impactos y no existe cultura suficiente para la prevención de los mismos.

El Sistema Nacional de Protección Civil ha

mostrado notables mejorías en las etapas de alerta ante emergencias, en la reacción y en los programas de apoyo económico para la rehabilitación posdesastre (Provencio, 2006), pero faltan aún avances en la planeación preventiva y en la articulación entre el ordenamiento ecológico y territorial con la protección civil.

Al parecer, los cambios institucionales y jurídicos necesarios para enfrentar impactos derivados de eventos extremos, no van a la par con las alteraciones observadas en el sistema climático asociadas al calentamiento global. La evolución que han tenido en las últimas dos décadas el diseño y la implementación de acciones e iniciativas en materia de protección civil y cambio climático en el país (Fig. 2.2) muestran que los avances no se han dado con la velocidad requerida. Se precisan profundos arreglos sociales e institucionales para articular acciones dispersas y acelerar la transición de esquemas reactivos a preventivos en la gestión de riesgos hidrometeorológicos.

Los efectos derivados de las insuficientes acciones preventivas frente a los impactos de extremos climáticos, se suman a los ocasionados por un confuso escenario normativo, a la inadecuación institucional y a ciertas condiciones sociodemográficas de la población que la colocan en desventaja frente a la variabilidad climática. Otras de las limitantes de las instancias gubernamentales encargadas de la gestión de riesgos hidrometeorológicos son la falta de permanencia del personal, la insuficiente modernización de la infraestructura, y la escasa formación de personal especializado.

La vulnerabilidad de las regiones rurales en particular, y del país en general, frente a la ocurrencia de eventos extremos está ampliamente relacionada con los procesos actuales de

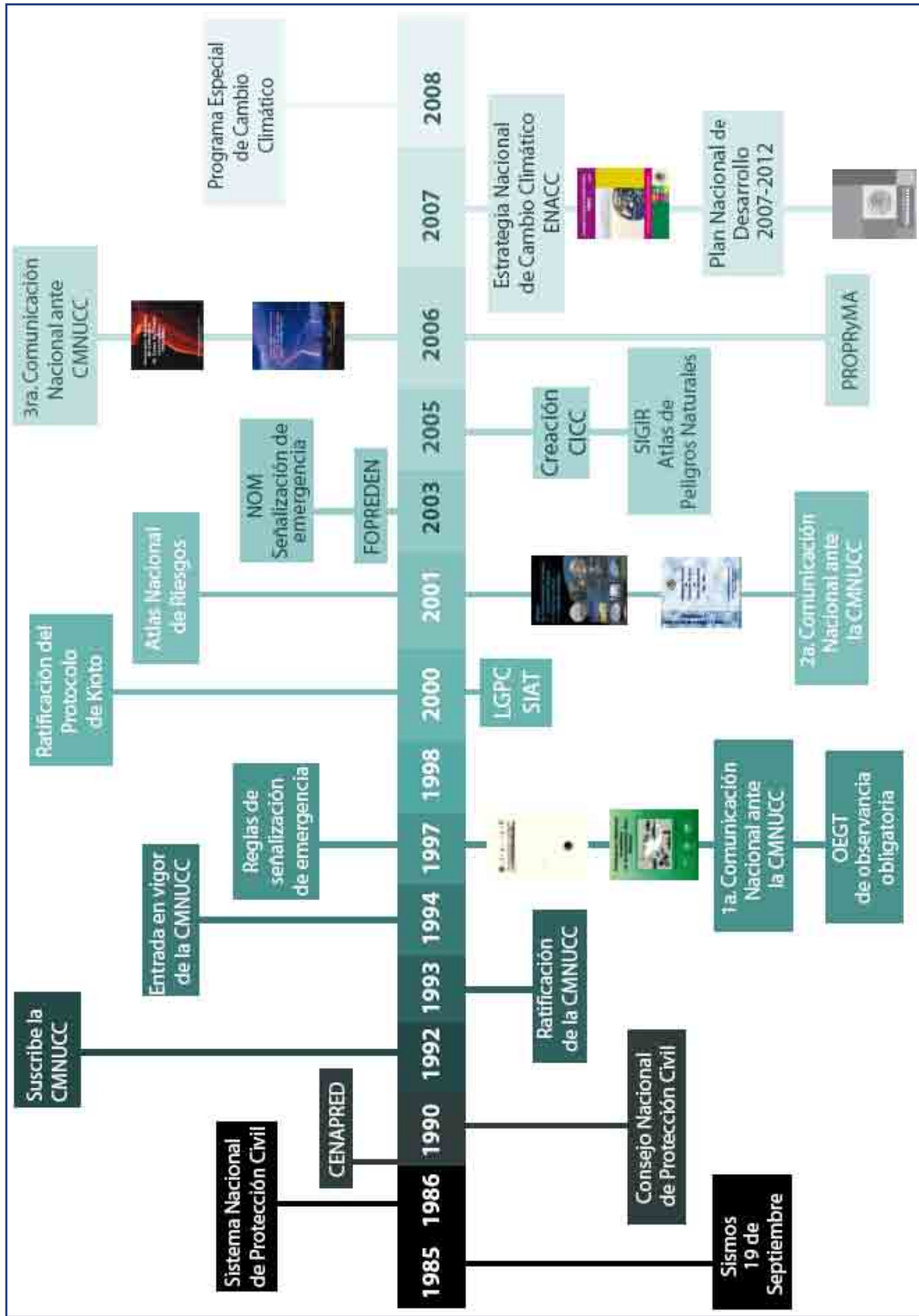


Figura 2.2. Evolución de acciones e iniciativas en materia de protección civil y cambio climático en México.

SIAT: Sistema de Alerta temprana; CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático; CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres; OEGT: Ordenamiento Ecológico General del Territorio; LGPC: Ley General de Protección Civil; SIGIR: Sistema de Información Geográfica para la identificación de riesgos; CICC: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático; PROPRyMA: Programa de prevención de riesgos y mejoramiento ambiental; FOPREDEN: Fondo para la prevención de desastres naturales; NOM: Norma Oficial Mexicana; PECC: Programa Especial de Cambio Climático.

deterioro de sus recursos naturales -no sólo los del agua-. Esta condición puede agravarse de no integrar la política ambiental con una visión estratégica para la gestión de riesgos ante cambio climático. La pérdida y la fragmentación de las superficies de vegetación primaria y la disminución de las zonas de recarga de los acuíferos, en combinación con cambios en las lluvias; han hecho de la deforestación y del cambio de uso del suelo, dos de los factores mayormente determinantes del aumento de la vulnerabilidad del país ante los impactos previsibles del cambio climático. Es necesario incrementar los alcances del sector ambiental a partir de su transversalidad en los diferentes órdenes de gobierno.

El tema de los riesgos hidrometeorológicos y su gestión se debe elevar aún más en la agenda

política y darle la prioridad que amerita a que el país cuente con estrategias preventivas adoptadas conjuntamente entre sociedad y gobierno. Lo anterior permitiría transitar al desarrollo de una sociedad mejor preparada a las condiciones variantes del clima.

La gestión integral de riesgos frente a la variabilidad y el cambio climático y su vinculación con el manejo de los recursos hídricos, como tema de seguridad del país, no se debe quedar en el discurso. El atinado ajuste del tema de riesgos asociados al clima en el sector ambiental, podría contribuir significativamente a modificar las condiciones de vulnerabilidad del país frente a eventos hidrometeorológicos extremos.



Foto: Archivo Semarnat

