

Derechos reservados de El Colegio de Sonora, ISSN 1870-3925

## Adaptación al cambio climático como elemento de combate a la pobreza

María Eugenia Ibararán \*

Miguel Reyes \*

Aniel Altamirano \*\*

**Resumen:**<sup>1</sup> en este artículo se analiza la relación entre pobreza y vulnerabilidad, mediante índices calculados, ante desastres específicos para los estados de México. Una vez definida la distribución geográfica de la vulnerabilidad, se identificaron los principales factores que la ocasionan, y después se analizaron los programas existentes para atender aspectos relacionados con la mitigación de daños de desastres y el fortalecimiento de la capacidad económica y social. Asimismo, se propuso cómo redirigir estos programas para reforzar su efectividad, y se sugirieron otros que pudieran emplearse conjuntamente para lograr el mismo objetivo.

**Palabras clave:** vulnerabilidad regional, desastres, cambio climático, capacidad económica, política social, México.

\* Universidad Iberoamericana, Puebla, Departamento de Ciencias Sociales. Teléfono: (222) 229 0700, extensión: 12800. Correos electrónicos: mariaeugenia.ibarraran@iberopuebla.mx / miguel.reyes@iberopuebla.mx

Agradecemos la colaboración de María del Carmen Santillán, Miguel López y Cristina Pas-trana, como asistentes de investigación, así como los comentarios de los revisores anónimos de este trabajo.

\*\* Universidad de Sussex. Correo electrónico: aniel.altamirano@gmail.com

<sup>1</sup> Este artículo se basa en el proyecto de investigación presentado ante el Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC), financiado a partir de la convocatoria 2012 (Ibararán et al. 2013).

**Abstract:** this article analyzes the complex relationship between poverty and vulnerability through disaster-specific vulnerability indexes for all Mexican states. The geographic distribution of vulnerability by disaster was mapped, and the main factors that caused it were identified. Taking the most relevant factors as guidelines, the existing public programs that address the mitigation of disaster-related damage and that strengthen the economic and social capabilities of the population were analyzed. Furthermore, suggestions were made to implement these programs jointly to benefit from their synergies in such a way as to address and reduce disaster-related damage and to strengthen economic and social capacity.

**Key words:** regional vulnerability, disasters, climate change, economic capabilities, social policy, Mexico.

## Introducción

El cambio climático es un problema inminente, que puede producir efectos diferenciados en las distintas zonas del país; algunos pueden estar ligados a la variabilidad climática de corto plazo, que se define como modificaciones en la temperatura y la precipitación, que causan inundaciones, sequías o heladas. En el largo plazo puede haber efectos profundos sobre los ecosistemas y la sociedad, y una parte de los que incidan en la población dependerá de la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos, pero otra de la forma en que una comunidad determinada esté lista para enfrentarlos. Ante desastres similares, se espera que mientras menos preparada esté la población, mayores serán los efectos negativos. Esta incapacidad de respuesta o vulnerabilidad está íntimamente ligada con algunas de las características socioeconómicas intrínsecas de la comunidad, que reflejan el nivel de desarrollo y de bienestar en el que vive su población. Analizar esto es importante, porque puede dar una idea más clara de los aspectos socioeconómicos que se deben considerar en las re-

giones del país, y con ello se podrán realizar propuestas de política pública focalizadas, acordes a las condiciones específicas de ellas. De ese modo, serán factibles mejoras en las condiciones de vida de la población, que contribuyan a reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático (Kelly y Adger 2000; Birkmann 2006), ya que ésta es una de las implicaciones de ser pobre (Swift 1989).

El objetivo del presente estudio es analizar la relación entre pobreza y vulnerabilidad a los desastres en México, para proponer estrategias de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad ante el cambio climático en el largo plazo y a la variabilidad climática en el corto y mediano. Este documento está dividido en cuatro partes; la primera discute la vulnerabilidad y su relación con la pobreza, y explica cómo estos dos aspectos inciden en los hogares y en las comunidades cuando se ven perturbados por desastres. En vista de lo anterior, es necesario medir qué tan vulnerables son ante estos eventos. Por ello, la segunda parte plantea una propuesta para la medición de dicha vulnerabilidad, donde una de las variables que contribuye es la pobreza. Esto se hace mediante la construcción de índices estatales de vulnerabilidad a inundaciones, sequías, heladas y granizadas (Ibarrarán et al. 2013). Además, en esta sección se discute la importancia del rezago en la capacidad socioeconómica en los índices de vulnerabilidad para cada tipo de desastre. También se revisa la distribución geográfica de sus componentes, por ejemplo la pobreza y la desigualdad en la distribución del ingreso, entre otros. Estos ejercicios permiten identificar la incidencia de distintos elementos en la vulnerabilidad, que una vez identificados en la tercera sección se analizan las políticas públicas existentes ligadas a ellos, y en qué medida éstas podrían contribuir a reducir la vulnerabilidad de la población. Asimismo, se proponen diversas maneras de potenciar las políticas públicas para permitirle a la población adaptarse mejor a las variaciones climáticas en el mediano y largo plazo.

## Pobreza y vulnerabilidad

La pobreza se puede definir como la falta de medios para lograr una vida digna (Ministry of Foreign Affairs, MFA 2002). Esto implica

que no se cuenta con recursos suficientes, y por ello el individuo u hogar no tiene la capacidad de satisfacer sus necesidades materiales, como el acceso a salud y educación, los derechos a una vivienda, seguridad, empoderamiento y la afiliación social y cultural. La pobreza se caracteriza por el bajo consumo, derivado de ingresos y riqueza escasos, condición que, a su vez, puede aumentar la probabilidad de que las personas sean vulnerables, porque limita sus recursos disponibles para enfrentar el estrés climático, entre muchas otras contingencias, ya sea durante o después del desastre. Aunque el acceso a los recursos no es garantía para hacerle frente a estos eventos, es un elemento importante encaminado a lograr ese objetivo.

La vulnerabilidad se puede definir como el “potencial de pérdida” (Cutter et al. 2003, 242), así como “la capacidad de ser dañado” (Rayner y Malone 2001, 176) y es, quizá, una combinación de “exposición a contingencias y tensión y la dificultad para lidiar con ellas” (Chambers 1989, 33). También se puede entender como “la falta de capacidad de prever, enfrentar, resistir y recuperarse del impacto de un peligro natural” (Blaikie et al. 1994, 11).<sup>2</sup>

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) define vulnerabilidad ante el cambio climático como el “grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación” (2007, 89). De igual forma, “la vulnerabilidad al cambio climático está en función de la exposición, de la sensibilidad y de la capacidad adaptativa. La adaptación puede reducir la sensibilidad al cambio climático, mientras que la mitigación puede reducir la exposición a él, y en particular su rapidez y extensión” (2007, 64).

La vulnerabilidad muchas veces está asociada a la pobreza, y la conjunción de estos dos factores da lugar a que un evento natural se vuelva un desastre por la falta de capacidad de la población para

<sup>2</sup> Aquí el objetivo no es hacer una revisión exhaustiva de los conceptos de vulnerabilidad (y de pobreza en la siguiente sección), que se han discutido ampliamente en la literatura. Sólo se trata de plantear una definición de trabajo, entre muchas disponibles, para entender la relación entre éstos.

enfrentarlo.<sup>3</sup> El objetivo de la política pública deberá ser identificar las causas de la vulnerabilidad ligada a la pobreza, y las políticas que puedan ayudar a los hogares y a las comunidades a ser menos vulnerables ante el cambio climático.

Vulnerabilidad colectiva e individual

El concepto de vulnerabilidad tiene varias dimensiones; Adger (1999) establece que tiene aspectos individuales y colectivos, como se observa en la figura 1. Derivado de ello, la vulnerabilidad individual o de los hogares se relaciona con la pobreza (tanto absoluta como relativa, de acuerdo con el ingreso), su derecho y acceso a los recursos y la medida en que este acceso está protegido a través del tiempo, y su dependencia de los recursos como una fuente de ingreso. Otras causas surgen de las características del jefe del hogar (edad, sexo,

Figura 1

Vulnerabilidad colectiva e individual ante el cambio climático:  
causas e indicadores

| Tipo de vulnerabilidad | Origen (datos extremos climáticos)                                                                                        | Indicadores de vulnerabilidad                                                                                           |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Individual             | Pobreza relativa y absoluta; pérdida de derechos sobre recursos; dependencia                                              | Índices de pobreza; proporción de dependencia de ingresos provenientes de recursos en riesgo; dependencia y estabilidad |
| Colectiva              | Desarrollo absoluto en infraestructura; factores institucionales y políticos-seguros y seguridad social formal e informal | Producto interno bruto (PIB) per cápita; desigualdad relativa; indicadores cualitativos de arreglos institucionales     |

Fuente: Adger (1999).

<sup>3</sup> Además, la vulnerabilidad puede verse desde varias perspectivas (Deressa et al. 2009): la epidemiológica y de riesgos naturales, de la de pobreza y la literatura de desarrollo, desde la comunidad de científicos sociales y naturales, que estudian desastres, y desde una de vulnerabilidad social. Estas definiciones son complementarias e integran diferentes aspectos de este concepto.

estado civil, nivel de escolaridad, participación en el sector formal o informal, tipo de actividad económica y ocupación); la estructura (en cuanto al número de miembros y edades, en especial los menores de 15 años); su ubicación (por ejemplo, si está en un área propensa a riesgo) y el estado de mantenimiento físico de la vivienda.

La vulnerabilidad colectiva tiene que ver con las características de la comunidad a la cual pertenecen los individuos o los hogares, ya que esto influye en la forma en que pueden enfrentar diversos problemas; proviene de la infraestructura y desarrollo absolutos de la comunidad, además de factores institucionales y políticos, como la existencia de seguros y seguridad social formal e informal disponible para ellos. Muchas veces, la vulnerabilidad colectiva tiene que ser abatida mediante políticas para reducir la individual.

### Relación entre pobreza y vulnerabilidad

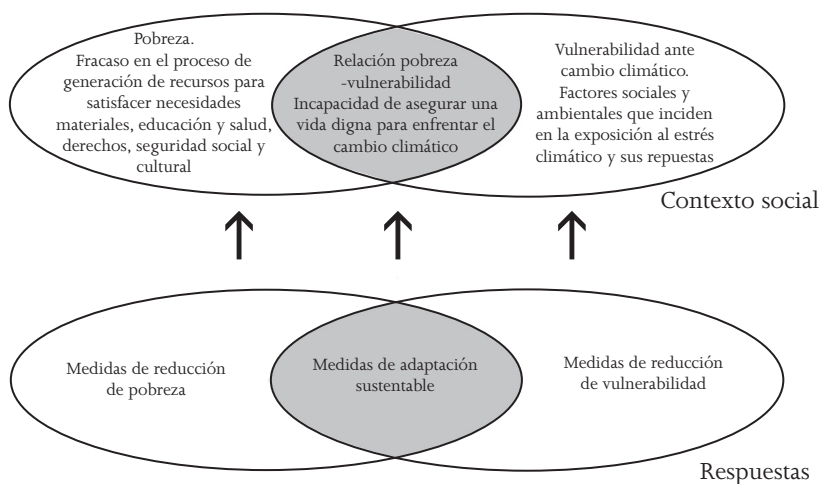
La pobreza y la vulnerabilidad tienen efectos de retroalimentación muy fuertes (Eriksen et al. 2007), en donde la fragilidad ante el cambio climático puede incrementar la pobreza y esto, a su vez, aumenta la debilidad de las personas ante nuevos cambios en el clima o cualquier otro tipo de choque externo.

Sin embargo, es fundamental aclarar que la vulnerabilidad y la pobreza pueden estar estrechamente relacionadas, pero de ninguna manera son lo mismo, ya que no todos los vulnerables son pobres y no todos los pobres son vulnerables (Tol et al. 2004). Por ejemplo, pueden existir casos donde, por su localización geográfica o por la condición de su infraestructura, la gente sea vulnerable a diferentes tipos de perturbaciones. Esto significa que, mientras algunos pueden serlo a la sequía, otros a inundaciones y deslizamientos de tierra dependiendo del lugar donde vivan. Por otra parte, hogares de altos ingresos pueden ser vulnerables a temblores que dañen los edificios donde habitan. Así, la vulnerabilidad puede no estar relacionada con el nivel de ingresos o riqueza. Sin embargo, con frecuencia, la pobreza es un elemento central e inherente a la vulnerabilidad. Existen diversos estudios que reconocen que los riesgos ante desastres están estrechamente relacionados con la pobreza (International Strategy for Disaster Reduction, ISDR 2009; World Bank 2010). Eriksen et al.

(2007, 7 y 8), discuten la relación entre pobreza y vulnerabilidad en un escenario de cambio climático. Así, encuentran que el contexto social genera un vínculo entre pobreza y vulnerabilidad (véase área sombreada en la figura 2), caracterizado por el hecho de que: a) el cambio climático puede imponer riesgos adicionales, capaces de intervenir en la manera de asegurar el bienestar; b) puede incidir en estrategias particulares o capacidad de adaptación de los pobres y c) pueden existir causas particulares o factores y condiciones que hacen a los pobres más vulnerables.

Figura 2

Relación pobreza-vulnerabilidad y adaptación sustentable



Fuente: Eriksen et al. (2007).

Por lo tanto, la identificación de las causas de la pobreza y la vulnerabilidad permite diseñar respuestas para hacerles frente, sobre todo a través de medidas para el combate a la primera y reducción de la segunda, cuya conjunción podrá llevar a la conformación de paquetes de medidas de adaptación de largo plazo. Éstas tienen sentido porque atacan las causas de la pobreza y de la vulnerabilidad

generando así mejores condiciones de vida para la población, sobre todo para la más desprotegida.

### Impacto de los desastres en pobreza y desigualdad

Existe también evidencia de que la pobreza aumenta cuando las crisis económicas tienen repercusiones (Skoufias 2003; Wisner et al. 2004; Benson et al. 2001; Charveriat 2000). Al analizar los indicadores macroeconómicos agregados, Lustig (2000) estima que por cada punto porcentual de reducción del PIB de América Latina como consecuencia de la crisis, hay un aumento de 2 por ciento en la pobreza y, por lo general, también crece el ingreso de 10 por ciento de población con más riqueza. Deininger y Squire (1996) también estudian este incremento en la desigualdad del ingreso. Por otra parte, en estos casos el incremento en la pobreza aumentó la vulnerabilidad de la población.

Los desastres relacionados con la naturaleza actúan como una crisis. Así, se puede establecer que ante desastres futuros la pobreza y la vulnerabilidad también aumentan, cuando éstos golpean una región debido a los efectos de interacción y de retroalimentación contemplados por Eriksen et al. (2007). En cambio, Jovel (2000) muestra que los desastres en América Central para el periodo 1972-2001 impusieron anualmente un costo de 2 por ciento del PIB regional. Sin embargo, eventos individuales han sido mucho más costosos. Por ejemplo, el daño causado por el huracán Mitch, en 1998, redujo en 80 por ciento el PIB en Honduras y 40 en Nicaragua (Martine y Guzmán 2002). En México, el costo de los impactos de desastres naturales desde 1985 a 2007 fue de 0.66 por ciento del PIB anual, pero para eventos extremos entre 1985 y 1999, fue alrededor de 1.8 por ciento por año (Zapata 2009). De acuerdo con las cifras de Lustig, para el caso de los desastres, se muestra que la pobreza creció en la región afectada y eso generó un aumento en la desigualdad. Un ejemplo concreto de esto es el de Reardon y Taylor (1996), quienes encontraron evidencia empírica de este fenómeno en Burkina Faso, donde las sequías condujeron a más ventas de ganado, lo que hizo a esta población más vulnerable a la siguiente sequía, porque tenía menos activos para enfrentar crisis futuras.



## Vulnerabilidad ante desastres específicos

Los desastres tienden a aumentar la vulnerabilidad de las personas a los cambios en su entorno por las pérdidas de vida, de salud y de activos físicos y ambientales que conllevan. Esto hace que la población esté cada vez más propensa a caer en condiciones de pobreza ante nuevos choques económicos y ambientales; condición observada tanto en países en desarrollo como en los industrializados (Skoufias 2003; Ibarrarán 2010a). Para evitar que siga esta retroalimentación entre vulnerabilidad ante desastres y pobreza, es crucial estudiar y comprender cómo se relacionan estos conceptos, para idear políticas públicas más eficaces. Existen varias metodologías para medir la vulnerabilidad ante desastres. Deressa et al. (2009) resumen dos categorías principales: la que agrega diferentes variables en los índices, y la que estudia la relación entre diversas variables y una métrica particular de vulnerabilidad. Hay otras que toman en consideración medidas de vulnerabilidad física. En este trabajo se siguen los dos primeros caminos, se definen índices de vulnerabilidad ante desastres particulares, a partir de la agregación de indicadores, y se establece la relación entre distintos elementos de la pobreza y de la vulnerabilidad.

De igual forma, en esta sección se muestran los resultados obtenidos a partir de un índice de vulnerabilidad estatal ante inundaciones, sequías, granizadas y heladas. En cada caso se presentan mapas donde se agrupan los estados de acuerdo con su grado de vulnerabilidad frente a determinado desastre, y después se destaca la contribución de las características socioeconómicas para explicar esta vulnerabilidad y su distribución espacial.

### Cálculo de los índices

Son diversos los factores que originan la gestación y ocurrencia de los eventos naturales, así como lo son sus efectos sobre los ecosistemas y los asentamientos humanos y, por ende, también es distinto el grado de vulnerabilidad de estos últimos ante un evento natural en particular. Al considerar la heterogeneidad de causas y efectos de los eventos naturales, se plantea la construcción, por separado, de

un índice de vulnerabilidad para inundaciones, sequías, heladas y granizadas.

Para calcular un índice compuesto de vulnerabilidad estatal ante desastres, asociado a cada uno de los eventos propuestos, primero se seleccionaron variables de ocurrencia de los eventos naturales, de los daños relacionados a éstos, variables geográficas, naturales, económicas, sociales, de capacidad de respuesta institucional, así como las que capturan los efectos proyectados del cambio climático. Después se agruparon las variables en nueve subíndices, en seis grupos de características (véase figura 3). Se plantearon 15 variables para medir los daños; 24 indicadores sobre la ocurrencia de los eventos; 8 variables de las condiciones geográficas; 12 formas de medir características naturales y las alteraciones antropogénicas; 8 variables para reflejar las características socioeconómicas, entre ellas, el ingreso, la pobreza y la densidad poblacional; 2 indicadores sobre el rezago en la capacidad institucional de respuesta a un evento natural y 5 indicadores prospectivos de los efectos del cambio climático.

Figura 3

Componentes del índice de vulnerabilidad

| Características         | Subíndice                                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|
| Eventos y daños         | Ocurrencia de eventos                               |
|                         | Daños                                               |
| Geográficas             | Condiciones geográficas                             |
| Naturales               | Anomalías en la temperatura y precipitación pluvial |
|                         | Uso de suelo en actividades antropogénicas          |
|                         | Degradación de suelos                               |
| Socioeconómicas         | Rezago en capacidad económica y social              |
| Capacidad institucional | Rezago en capacidad de respuesta institucional      |
| Cambio climático        | Efectos adversos del cambio climático               |

Fuente: elaboración propia.

En el anexo metodológico hay una descripción de las variables que integran cada subíndice y su efecto respecto a la vulnerabilidad.<sup>4</sup>

Es importante subrayar que, independientemente de los indicadores considerados, un índice no puede capturar toda la complejidad que abarca la vulnerabilidad ante un desastre de origen climático. Como se observa a partir de la figura 3 y de la descripción de los elementos que conforman el índice, existen variables de vulnerabilidad individual y colectiva, además de estructurales intrínsecas en el concepto de vulnerabilidad que no se pueden incluir.

Un ejemplo concreto de otras variables importantes, que no están reflejadas en el índice, es el del subíndice de rezago en la capacidad de respuesta institucional, que sólo se evalúa con la cobertura del Programa Municipio Seguro. Este indicador gubernamental es insuficiente para dar cuenta del rezago institucional, pues hay muchas otras incapacidades que no se reflejan en este programa, como la gestión hídrica ante eventos climáticos adversos. Sin embargo, no se encontraron datos estatales sistematizados que pudieran incluirse en este subíndice, y lo mismo ocurre para otros. Por consiguiente, tanto para el índice propuesto en este trabajo, como para cualquier otro índice es una agregación parcial de indicadores existentes, y que se consideraron relevantes.

Una vez definidas las variables, y siguiendo a Brenkert y Malone (2005) se utilizan dos procesos para la generación del índice de vulnerabilidad: a) la normalización de los rangos de las variables y b) su agregación, a través de los subíndices. Los componentes del índice de vulnerabilidad a menudo se miden en escalas diferentes, por lo que su agregación a partir de una simple sumatoria no sería válida (Briguglio 2003). Sin embargo, los datos se pueden estandarizar o normalizar para permitir su agregación aditiva (promedio simple) o multiplicativa (promedio geométrico). La normalización permite eliminar la heterogeneidad de las unidades de medidas, así como obtener un valor que varía entre 0 y 1. En cuanto a la agregación, se eligen los promedios multiplicativos, ya que acentúan los valores

<sup>4</sup> No se incluyen las tablas con los resultados numéricos del índice para cada desastre, que sirven para la construcción de los mapas y algunos ejercicios de sensibilidad realizados, pero se pueden solicitar a los autores.

extremos de las variables estandarizadas. La figura 4 muestra la estandarización de las variables de acuerdo con su efecto (positivo o negativo) dentro del índice.

Una vez realizada la estandarización de las variables se agregan los indicadores a cada subíndice, a través del cálculo de la media geométrica, dicho proceso genera una autoponderación de los indicadores para determinar la vulnerabilidad. El cálculo final es para encontrar las medias geométricas entre los nueve componentes para cada estado, y el valor resultante es una medida de vulnerabilidad comparable de éstos.

Figura 4

Normalización de las variables

| Efectos positivos sobre la vulnerabilidad                                                                                                                              | Efectos negativos sobre la vulnerabilidad  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $Z = C + \frac{(P - Pmin)}{(Pmax - Pmin)}$                                                                                                                             | $Z = C + \frac{(Pmax - P)}{(Pmax - Pmin)}$ |
| donde:                                                                                                                                                                 |                                            |
| Z es la variable estandarizada                                                                                                                                         |                                            |
| C es un valor que se debe utilizar para evitar que la media geométrica se indefina para variables con medias cercanas a cero. En este caso se utilizó un valor de 0.01 |                                            |
| P es el valor para cada uno de los estados de la variable proxy a ser estandarizada                                                                                    |                                            |
| Pmin es el valor mínimo registrado entre todos los estados en la variable proxy (P)                                                                                    |                                            |
| Pmax es el valor máximo registrado entre todos los estados en la variable proxy (P)                                                                                    |                                            |

Fuente: Brenkert y Malone (2005).

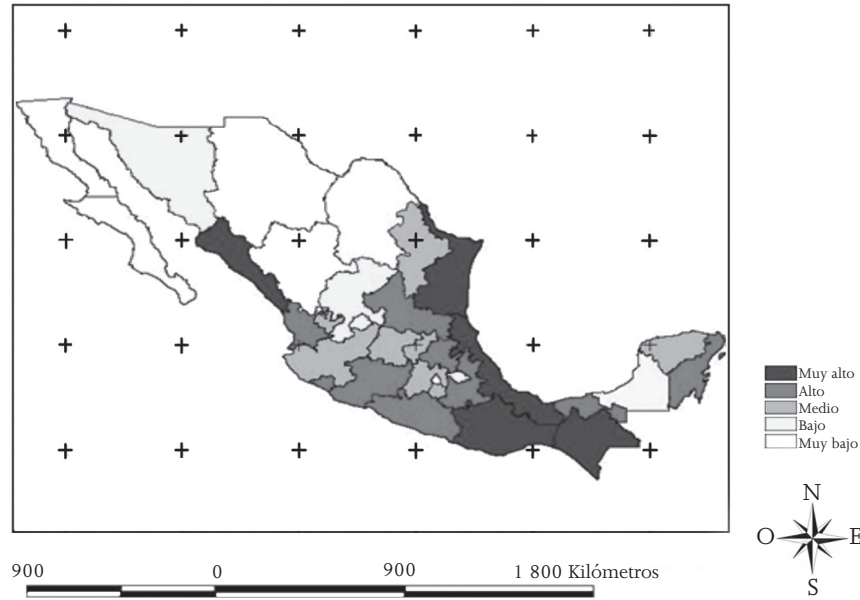
Por último, aun cuando se reconoce que la unidad de análisis del índice estatal es muy grande en términos geográficos, estos resultados dan indicios sobre la focalización territorial de la vulnerabilidad. Este ejercicio se podría reproducir a escala municipal o de localidad, para tener resultados más refinados para la toma de decisiones. Sin embargo, la disponibilidad de información para áreas geográficas más pequeñas puede limitar la cobertura de variables en el índice de vulnerabilidad.

Inundaciones

Los resultados se muestran en mapas que indican cinco niveles de vulnerabilidad ante un desastre en particular. Para el caso de inundaciones y eventos relacionados, Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca y Sinaloa, en promedio, son dos veces más vulnerables que el Distrito Federal, Campeche, Baja California, Baja California Sur y Durango, que son menos (véase figura 5).

Figura 5

Vulnerabilidad ante inundaciones<sup>5</sup>



Fuente: elaboración propia.

<sup>5</sup> La clasificación de los estados por grado de vulnerabilidad (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) se realizó a través del método de estratificación óptima propuesta por Dalenius y Hodges (1959).

Para las 32 entidades federativas, el rezago en la capacidad institucional para actuar de manera preventiva, durante y después de un evento natural es el principal factor de la vulnerabilidad ante inundaciones. En tanto que los cambios (las anomalías) en las temperaturas y en la precipitación pluvial son el segundo; la exposición al cambio climático es el tercero y la capacidad económica y social de los estados es el cuarto, detrás de la vulnerabilidad.

Para los cinco estados más vulnerables a las inundaciones, además de los factores anteriores, también contribuye el componente de uso de suelo que integra indicadores de las actividades antropogénicas y su efecto sobre la reducción de las áreas naturales. Por otro lado, se encontró que entre los cinco con mayor porcentaje de población en condición de pobreza (Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Tlaxcala),<sup>6</sup> los principales elementos de la vulnerabilidad son la falta de capacidad institucional; exposición al cambio climático; cambio en la temperatura y precipitación; capacidad económica y social y el uso de suelo. En Campeche los resultados fueron particulares, pues se ubica como el cuarto con menor vulnerabilidad ante inundaciones. Este hecho se explica principalmente por su alta participación en el Programa Municipio Seguro de la Secretaría de Gobernación (SEGOB), mediante el cual se evalúa la respuesta institucional. Y lo que clasifica a Campeche como la primera entidad con cobertura total en el país es el avance, en la consecución en todos sus municipios, de los objetivos planteados por el programa<sup>7</sup> —de manera resumida, la coordinación entre gobiernos municipales, iniciativa privada y sociedad y la adopción de medidas de prevención y mitigación de riesgos asociados a desastres. Sin embargo, como lo expone el índice, persisten retos relacionados con los efectos futuros, derivados del cambio climático, que se centran en el impacto de los ciclones y la precipitación en la época ciclónica, así como los daños potenciales por incrementos en el nivel del mar.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Estados con mayor porcentaje de población en pobreza multidimensional en 2008, de acuerdo con estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL 2008).

<sup>7</sup> [http://municipioseguro.segob.gob.mx/es/MunicipioSeguro/Objetivos\\_del\\_Programa](http://municipioseguro.segob.gob.mx/es/MunicipioSeguro/Objetivos_del_Programa)

<sup>8</sup> Para una imagen del impacto en el estado del incremento de 1 a 2 metros en el nivel del mar, consultar: [http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/estados/amenaza\\_campeche.html](http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/amenaza_campeche.html)

El subíndice de daños no aparece entre los principales factores de la vulnerabilidad en los estados. Sin embargo, en Quintana Roo, Campeche y Yucatán éste hace su mayor aportación al índice. Situación similar se identificó para el subíndice de la ocurrencia de eventos relacionados con las inundaciones; en Guerrero, Veracruz y el Estado de México es donde dicho subíndice aporta más al índice.

Por último, se realizó el cálculo del índice sin el componente de la capacidad institucional. El cambio principal fue en Campeche, pues al subir siete posiciones, se volvió más vulnerable. Al eliminar la capacidad institucional, los cinco estados más vulnerables a las inundaciones se mantienen en dicha clasificación.

### Sequía

Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo y Yucatán son los más vulnerables a eventos asociados a sequía. La capacidad institucional persiste como uno de los principales factores detrás de la vulnerabilidad. Esto es porque, en promedio, 18 por ciento de la población de estas entidades cuenta con el distintivo Municipio Seguro Nivel Uno.

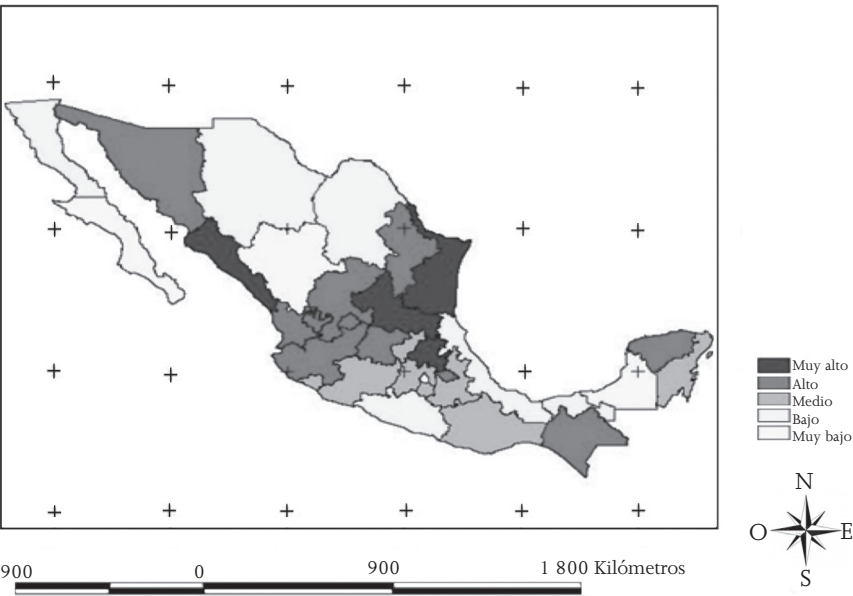
Como segundo factor aparecen los cambios en temperatura y precipitación de lluvias. En 2006, los cinco estados experimentaron en promedio una anomalía de 1.2°C por encima de sus promedios durante los 35 años anteriores. Como consecuencia, la temperatura promedio disminuyó al igual que su lámina de lluvia. Además, derivado del cambio climático, el pronóstico es un incremento de 3.1°C en su temperatura promedio y una reducción de 15 por ciento de la lámina de lluvia. El tipo de relieve acentúa la vulnerabilidad de las cinco entidades mencionadas, ya que están conformados principalmente por un sistema cárstico, que favorece la filtración del agua a ríos subterráneos guardando poca humedad en la superficie.

Por otro lado, dos de los estados con altos porcentajes de población en pobreza están dentro de los diez más vulnerables a la sequía. Hidalgo, séptimo con mayor pobreza, se clasifica con vulnerabilidad muy alta ante la sequía, al ocupar el cuarto sitio en el ordenamiento. La falta de capacidad institucional, las anomalías en las temperaturas y lluvias, así como los efectos futuros del cambio climático generan

64 por ciento de su vulnerabilidad. Situación similar experimenta Tlaxcala, quinto con mayor proporción de población; ocupa la décima posición respecto a la vulnerabilidad ante la sequía. Y también presenta retos importantes en el rezago en la capacidad institucional y en los efectos futuros del cambio climático, todo acentuado por la frecuencia de ocurrencia de eventos de sequía. En Hidalgo se pronostica un incremento de 3.35°C en su temperatura media (18.9°C) y una reducción de 13 por ciento en la lámina de lluvia. Y para Tlaxcala de 3.1°C la temperatura media (14.2°C) y reducción en 12.4 por ciento de la lámina de lluvia.

Figura 6

Índice de vulnerabilidad ante sequía



Fuente: elaboración propia.

Dentro del subíndice de ocurrencia de eventos, Sonora, el Distrito Federal, Veracruz y Baja California tienen las contribuciones más altas



al valor del índice. La vulnerabilidad de Campeche se debe a su tipo de relieve (cárstico), seguido por Quintana Roo, Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes.<sup>9</sup>

Respecto al cambio en las temperaturas y precipitación pluvial, en 2006 en Baja California hubo una disminución de 46 por ciento en la lámina de lluvia, respecto a los 65 años anteriores, seguido de San Luis Potosí, Estado de México y Oaxaca con 24, 18 y 16 por ciento respectivamente, mientras que Nuevo León y Oaxaca registraron los mayores incrementos en la temperatura media, en 3.1 y 2.5°C. La degradación de los suelos aparece como factor por considerar en Zacatecas y Aguascalientes.

### Heladas

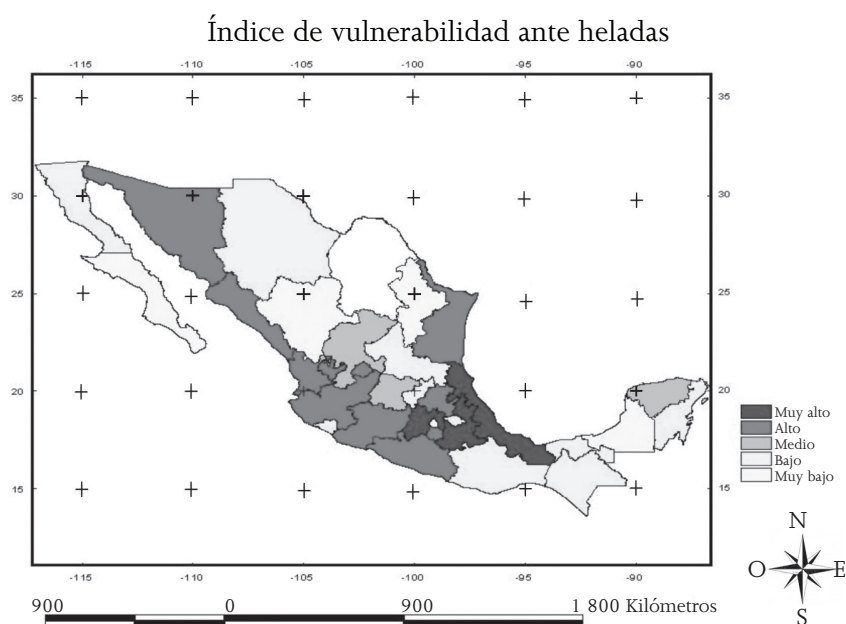
Los resultados muestran que, a diferencia de las inundaciones y sequías, las anomalías en las temperaturas y su intensificación, derivadas del cambio climático, son las que están detrás de la vulnerabilidad generada por las heladas. Más de cuatro de los diez puntos del nivel de vulnerabilidad se deben a los cambios en las temperaturas y los que se esperan por el cambio climático. La falta de capacidad institucional se mantiene como uno de los factores importantes al contribuir con cerca de 35 por ciento de la composición del índice, que muestra que los cinco estados más vulnerables a las heladas lo son, en promedio, 50 por ciento más que la media nacional. En tanto que los cinco con mayor porcentaje de población en pobreza son 12 por ciento más vulnerables que el promedio nacional y 40 más que los cinco con menos pobreza.

Para reducir la vulnerabilidad se pueden usar los programas de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) y el de Apoyo a Vecinados en Condiciones de Pobreza Patrimonial para Regularizar Asentamientos Humanos Irregulares (PASPRAH). Por otra parte, el Fondo para la Inducción de Inversión en Localidades de

<sup>9</sup> El bajo nivel de vulnerabilidad de Baja California Sur se explica porque sólo se tienen registrados tres eventos (dos de sequías y un incendio forestal), y se reportan daños para dos de ellos y relativamente bajos, con respecto a los demás estados. Lo anterior es reforzado por un bajo porcentaje de extensión territorial utilizado en actividades agrícolas y, por ende, con menor propensión a registrar daños derivados de las sequías.

Media, Alta y Muy Alta Marginación, así como el Programa de Desarrollo de Zonas Prioritarias pueden contribuir a la adaptación mediante el fortalecimiento de las capacidades de los municipios en la construcción de resiliencia. Por su parte, los programas Hábitat, el de Opciones Productivas, el de Empleo Temporal y el 3x1 para Migrantes pueden favorecer un aumento en los ingresos de la población sentando así las bases para la adaptación.

Figura 7



Fuente: elaboración propia.

Al analizar la distribución de los componentes a través de los estados se identifican elementos importantes, que pueden delinear acciones para su mitigación. En Chihuahua, Sonora, el Distrito Federal y Baja California la ocurrencia de heladas alcanza la mayor contribución a la vulnerabilidad.

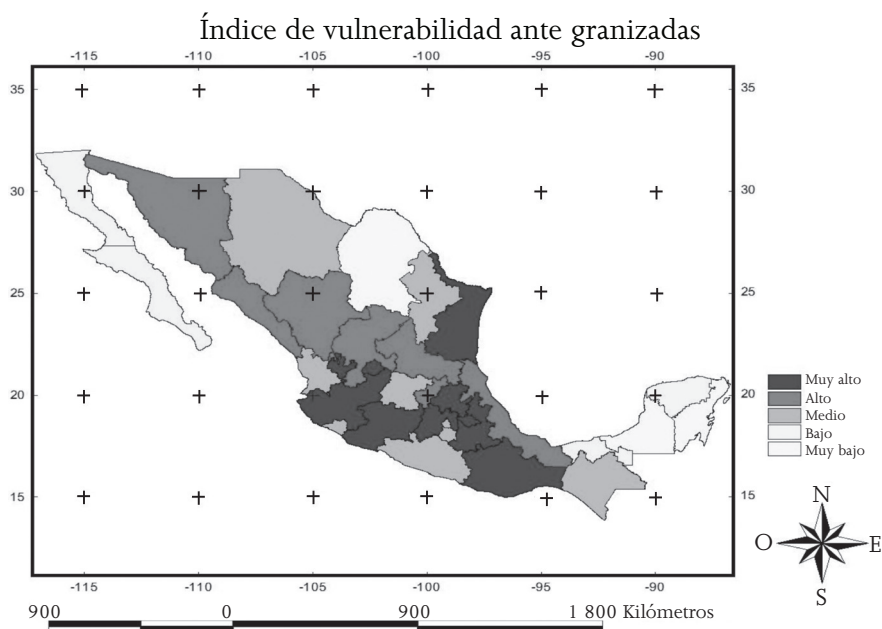
En las heladas, los daños tienen una aportación mínima a la vulnerabilidad, ya que son principalmente económicos, a diferencia de

las inundaciones, en las que se identifican pérdidas humanas y económicas. En Querétaro, Tamaulipas y Aguascalientes los daños contribuyen más a la vulnerabilidad. Respecto al uso de suelo, Colima y Veracruz aportan más a la vulnerabilidad, puesto que 35 por ciento de su extensión es de uso agrícola. El Estado de México y Puebla hacen su mayor aportación a la vulnerabilidad en cuanto al tipo de relieve; el primero se caracteriza porque la mitad de su territorio es relieve volcánico y sistemas de pie de monte, en tanto que el segundo se constituye en 40 por ciento por montañas de plegamiento y relieve volcánico (Instituto de Geografía-Instituto Nacional de Ecología, IG-INE 2003).

### Granizadas

Debido a que sus principales efectos se concentran en la agricultura se presenta un ejercicio para granizadas (Bitran 2001), pues están

Figura 8



Fuente: elaboración propia.

asociadas a los cambios bruscos en la temperatura de distintas capas de nubes y, en consecuencia, a las tormentas eléctricas. En México, el rezago en la capacidad institucional genera cuatro de cada diez puntos del índice de vulnerabilidad ante granizadas, mientras que tres de cada diez puntos provienen de los cambios en la temperatura ya experimentados, y de los esperados, derivados del cambio climático. En el Distrito Federal, la ocurrencia de granizadas alcanza su mayor aportación al índice, con 33 por ciento, seguido por el Estado de México, con 26, e Hidalgo con 23. Asimismo, cabe resaltar los efectos esperados del cambio climático sobre Sonora, Durango y Sinaloa, ya que este componente aporta 34, 23 y 19 por ciento respectivamente a su vulnerabilidad.

Los cinco estados con mayor porcentaje de pobreza son, en promedio, 35 por ciento más vulnerables que los cinco que tienen menos. En tanto, los clasificados con un grado muy alto de vulnerabilidad a las granizadas son 154 por ciento más vulnerables que aquéllos catalogados con un grado muy bajo de ésta.

### Vulnerabilidad socioeconómica

La falta de capacidad económica y social contribuye, de manera importante, a incrementar la vulnerabilidad ante cada desastre. Este subíndice puede ser marginal a ésta o contribuir en forma significativa dependiendo del nivel de desarrollo del estado. Un aspecto por resaltar de esta capacidad económica y social es que se puede incidir en algunos de sus componentes a partir de políticas específicas, por ejemplo, el aumento de la capacidad de la población para generar ingresos mediante políticas redistributivas o con programas de combate a la pobreza, entre otros. De ahí la importancia de esta sección.

#### Contribución de la capacidad económica y social al índice de vulnerabilidad ante desastres

A partir de la capacidad económica y social, se analizó el peso que tiene este componente agregado en el índice de vulnerabilidad ante cada desastre (véase figura 9).

Figura 9

Contribución del rezago en capacidad económica y social  
al índice de vulnerabilidad

| Rezago en la capacidad económica y social |          | Inundaciones | Sequías | Heladas | Granizadas |
|-------------------------------------------|----------|--------------|---------|---------|------------|
| Nacional                                  |          | 8.7          | 7.0     | 7.2     | 8.2        |
| Cinco estados más vulnerables             |          | 8.3          | 6.5     | 7.2     | 10.0       |
| Cinco estados más pobres                  |          | 11.9         | 11.4    | 11.2    | 11.9       |
| Cinco estados menos pobres                |          | 4.2          | 3.1     | 3.5     | 3.8        |
| Grado de vulnerabilidad                   | Muy alto | 8.3          | 6.4     | 8.0     | 8.2        |
|                                           | Alto     | 10.3         | 6.6     | 7.8     | 10.0       |
|                                           | Medio    | 9.6          | 9.2     | 7.3     | 11.9       |
|                                           | Bajo     | 9.2          | 7.1     | 7.8     | 3.8        |
|                                           | Muy bajo | 5.1          | 3.8     | 3.8     | 8.2        |

Fuente: cálculos propios. Las cifras corresponden al peso del rezago en la capacidad económica y social respecto a la suma de los componentes del índice.

Figura 10

Contribución del rezago en capacidad económica y social  
al índice de vulnerabilidad

|                                            | Inundaciones                                                      | Sequías                                                 | Heladas                                                  | Granizadas                                          |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Cinco estados más vulnerables <sup>a</sup> | Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca y Sinaloa                   | Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo y Yucatán | Estado de México, Puebla, Veracruz, Tamaulipas y Nayarit | Tlaxcala, Hidalgo, Puebla, Aguascalientes y Jalisco |
| Cinco estados más pobres <sup>b</sup>      | Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Tlaxcala                      |                                                         |                                                          |                                                     |
| Cinco estados menos pobres <sup>b</sup>    | Colima, Sonora, Baja California, Nuevo León y Baja California Sur |                                                         |                                                          |                                                     |

Fuente: elaboración propia.  
<sup>a</sup> Clasificación de acuerdo con los índices estatales de vulnerabilidad calculados; <sup>b</sup> clasificación con base en las cifras estatales de la pobreza multidimensional elaboradas por el CONEVAL (2008).

El rezago en la capacidad económica y social es, en promedio, de 8.4 puntos del valor final del índice de vulnerabilidad nacional. Sin embargo, su contribución es mayor en las inundaciones y las

granizadas, y menor en las heladas y sequías. El efecto del rezago en esta capacidad económica y social sobre la vulnerabilidad es mayor en los estados más pobres que en los más vulnerables, independientemente del tipo de desastre. Al combinar esta información con la de la figura 10 se observan los grupos de estados más afectados por cada desastre, clasificados en tres grupos; el primero lo integran los cinco más vulnerables, que varían dependiendo del desastre analizado, y se muestran en el segundo renglón de la figura 10. El segundo grupo está constituido por los cinco estados más pobres y, por último, está el que comprende a los cinco menos pobres. Puesto que el nivel de pobreza no cambia en función del desastre, los últimos dos grupos se repiten, independientemente del desastre analizado.

Desagregación de la capacidad económica y social

El subíndice de capacidad económica y social está integrado por ocho indicadores, que se muestran en la figura 11. Los mapas presentados en la figura 12 agregan estos subcomponentes en cuatro grupos, y cada mapa refleja su distribución geográfica, de acuerdo con la segunda columna de la figura 11.

Figura 11

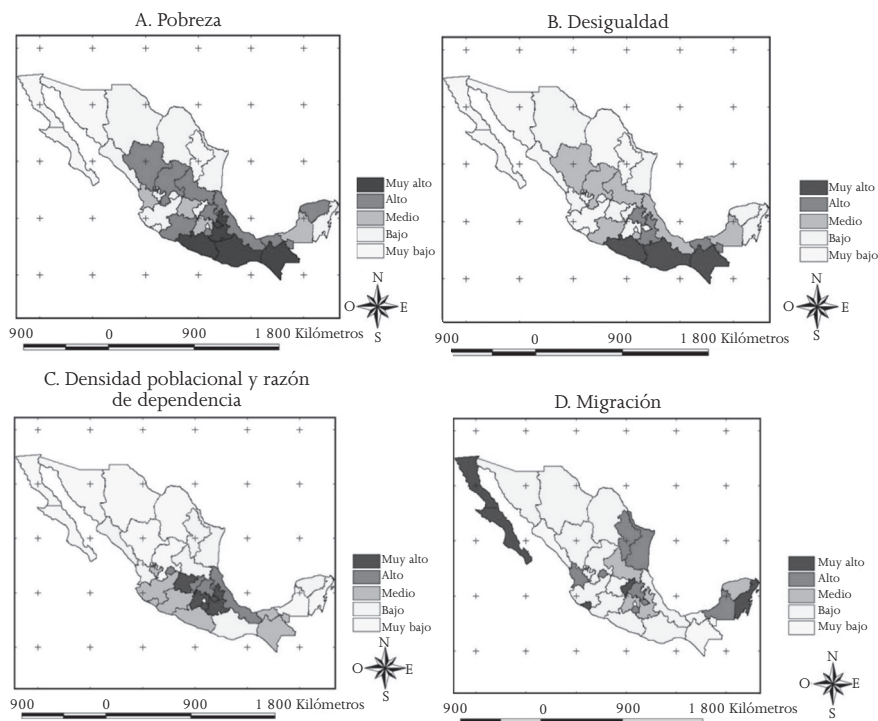
Componentes de la capacidad económica y social

| Componentes                                                                                                      | Agregación                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| PIB per cápita                                                                                                   | Mayor pobreza              |
| Porcentaje de población en condición de pobreza multidimensional                                                 |                            |
| Coefficiente de Gini                                                                                             | Mayor desigualdad          |
| Razón del ingreso entre la población en pobreza multidimensional extrema y la población no pobre y no vulnerable |                            |
| Densidad de población urbana                                                                                     | Mayor densidad poblacional |
| Densidad de población rural                                                                                      |                            |
| Porcentaje de la población menor de 15 y mayores de 64 años de edad (razón de dependencia)                       |                            |
| Tasa de migración neta interestatal                                                                              | Mayor migración            |

Fuente: elaboración propia.

Figura 12

## Distribución geográfica de componentes de capacidad económica y social



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en los paneles de la figura 12, los estados con mayor rezago en el ingreso y en donde hay más pobreza se concentran en el centro y sur del país. Eso puede aumentar la vulnerabilidad de la población, ya que no cuenta con recursos suficientes para hacerle frente a los desastres, como se muestra en el panel A. En el B aparece la distribución geográfica de la concentración espacial de la desigualdad. Por tanto, en donde hay mayor desigualdad la vulnerabilidad también tiende a aumentar. Lo anterior se mide a través del índice de Gini, pues entre más grande sea, habrá más desigualdad lo que refleja mayor brecha de ingresos entre ricos y pobres.

Como se ve en el panel C, la vulnerabilidad ante desastres se relaciona con una mayor densidad poblacional (tanto urbana como rural) y con más razón de dependencia, que se concentra en la parte central del país. Las variables poblacionales contribuyen a determinar el grado de vulnerabilidad de una localidad ante desastres, dado que la afectación puede ser elevada por la concentración de la población. Por último, en el panel D se describe cómo se distribuye la migración, que parece tener poca relación con la vulnerabilidad a los desastres, como se verá más adelante.

Una vez analizada la distribución geográfica de los componentes de la capacidad poblacional, se comparó la distribución de los de la capacidad económica y social con la distribución geográfica de la vulnerabilidad (se utilizaron las figuras 5 a 8 y se compararon con la 12). El objetivo fue encontrar la relación entre estos indicadores, que variaron según el desastre analizado.

Para el caso de inundaciones, parece haber una fuerte relación entre los estados con vulnerabilidad muy alta y alta y los componentes de mayor pobreza y desigualdad en el ingreso. La estructura de la población y la migración parecen no jugar un papel importante.

En cuanto a la sequía, la asociación entre los componentes de la capacidad económica y social y el índice de vulnerabilidad es menos clara. Eso indica que hay otros, distintos al socioeconómico, que lo explican, al igual que en heladas y granizadas.

## La política pública como elemento de adaptación y reducción de vulnerabilidad

Esta sección describe las posibles formas en la que estos resultados se pueden usar para esbozar políticas para reducir la vulnerabilidad ante los desastres estudiados. Para ello se plantean las políticas públicas existentes con las que pudiera lograrse, y se propone cómo pueden crearse sinergias entre ellas, para mejorar la capacidad de adaptación de la población, tanto en los hogares como en las comunidades.

Así, los daños constituyen uno de los elementos más sobresalientes, por su peso relativo sobre la vulnerabilidad, ante cualquier



desastre; lo que está íntimamente ligado con la variable de rezago en la capacidad de respuesta institucional, que explica una parte muy importante de la vulnerabilidad ante desastres. En concreto, se recomienda hacer mapas de riesgo por comunidad, en función de los riesgos identificados, así como diseñar programas con medidas concretas para reducir la exposición al riesgo, y elaborar planes de contingencia, con medidas específicas para cada comunidad, para contener los efectos de un evento natural en caso de que se presente.

La degradación del suelo es otro elemento importante, de acuerdo con el análisis realizado, en inundaciones, sequías y granizadas. Las inundaciones perjudican sobre todo a los estados más pobres y vulnerables, mucho más allá que al índice nacional. En las sequías el efecto es menor, pero es de los tres factores fundamentales, al igual que las granizadas. La cobertura de la tierra es importante para facilitar la absorción de agua y para proteger los cultivos, así que se deben buscar opciones productivas que la fomenten.

El uso de suelo en actividades antropogénicas es común en varios de los desastres, está ligado a la protección del suelo, y es uno de los principales factores de vulnerabilidad a las sequías. Esta variable incorpora el porcentaje del suelo usado para fines agropecuarios (agricultura y pastizales) en asentamientos humanos y el porcentaje de bosques y selvas afectados, de 1997 a la fecha. En resumen, refleja cambios significativos en el uso del suelo, porque deja de ser una barrera de protección para otros ecosistemas. Es fundamental diseñar políticas ex profeso para mantener la tierra en usos naturales y de conservación, para proteger así a las comunidades.

Los rezagos en la capacidad económica y social también pueden incidir en la vulnerabilidad ante desastres y la resiliencia frente a ellos. Dicha capacidad, a su vez, puede estar determinada por la política social. En años recientes, ésta se ha enfocado en el combate a la pobreza, mediante una estrategia de focalización combinada con la generación de programas específicos para poblaciones vulnerables o en probabilidad de caer en condiciones de pobreza. Entre los más relevantes se encuentran Progreso-Oportunidades, que se ha mantenido a lo largo de varias administraciones presidenciales. Sin embargo, a pesar de la instrumentación de estas políticas, el rezago en la capacidad socioeconómica es un componente importante de la vulnerabilidad. En el caso de las inundaciones, en México existen

nueve factores que lo explican, y este rezago constituye el cuarto elemento; el de la sequía es el quinto; para heladas es el tercero y para granizadas es el cuarto. Además, los ejercicios de simulación mostraron que los cambios en este componente contribuyen de manera significativa a reducir la vulnerabilidad, principalmente para las sequías, inundaciones y granizadas. Por ello es prioritario atenderlo, con el fomento de opciones productivas que incidan en mayor ingreso y mejores condiciones de vida de la población, a través de infraestructura productiva o de mejores viviendas y servicios.

Por tanto, es crucial enfatizar políticas que reduzcan los daños esperados, sobre todo a través de la construcción y el fortalecimiento de la capacidad de respuesta institucional. De igual forma, se busca que dichas políticas fomenten la protección de recursos naturales, como el suelo, evitando su degradación. Asimismo, deben contrarrestar los rezagos en la capacidad económica y social. La combinación de algunas políticas ya existentes pueden contribuir de manera muy importante a la reducción de la vulnerabilidad.

### Programas existentes

Una vez identificados los principales elementos que contribuyen a la vulnerabilidad ante los diversos tipos de desastres, se hizo un análisis minucioso sobre los programas existentes que pudieran ser útiles para atacar a cada uno; la búsqueda se realizó en los ámbitos federal, estatal y municipal. Los programas encontrados, agrupados de acuerdo con la secretaría encargada de su implementación, se describen de manera sintetizada en la figura 13; la primera columna indica la secretaría responsable, y entre paréntesis el número de programas identificados que tiene a su cargo, que son relevantes para el presente estudio, y en la segunda aparece el objetivo resumido de éstos. Los programas identificados son operados por las secretarías de Desarrollo Social (SEDESOL), de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), SEGOB y de la Defensa Nacional (SEDENA).<sup>10</sup> Como se puede ver en los objetivos generales planteados en la figu-

<sup>10</sup> Algunos programas han pasado de la SEDESOL a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).

ra, estos programas ya atienden algunos aspectos de los desastres, tanto preventivos como de remediación. De igual forma, también tocan otros de productividad, de diversificación de riesgo, de construcción de infraestructura y de combate a la pobreza.

Sin embargo, es importante destacar que los programas identificados son federales. Existen algunos estatales y municipales, pero no cuentan con reglas claras de operación ni con un presupuesto establecido, lo que dificulta su aplicación. Por tanto, los estados dependen de recursos federales para la operación de ellos, que benefician a su entidad y municipios. Eso limita el desarrollo de capacidades y medidas de adaptación acordes a las necesidades locales. Lo que

Figura 13

Programas federales relevantes

| Dependencias | Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SEDESOL (9)  | Contribuir a la prevención de riesgos, a través de obras y acciones que reduzcan la vulnerabilidad de la población ante el impacto de fenómenos naturales. Contribuir a la protección social de la población afectada por baja demanda de mano de obra o por una emergencia. Tránsferencias condicionadas para fomentar la formación de capital humano. Multiplicar los esfuerzos de los migrantes mexicanos radicados en el extranjero |
| SAGARPA (9)  | Fortalecer la cadena productiva y comercial agroalimentaria dando certidumbre de ingreso a los productos. Apoyar ante afectaciones por desastres naturales a las actividades agropecuarias, acuícola y pesquera. Inducir el financiamiento para la inversión en equipamiento e infraestructura                                                                                                                                          |
| SEMARNAT (2) | Proteger, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos en bosques, selvas y zonas áridas de México, y fortalecer la capacidad de atención a la población en caso de desastre                                                                                                                                                                                                                                    |
| SEGOB (2)    | Atender los efectos de los desastres naturales cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias, entidades paraestatales y federativas. Reducir el riesgo de desastre en cada municipio del país vinculando los esfuerzos de la sociedad, la iniciativa privada y el gobierno local                                                                                                                        |
| SEDENA (1)   | Fortalecer la capacidad de atención a la población en caso de desastre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Fuente: elaboración propia, con base en SAGARPA (2012); SEMARNAT (2012); SEGOB (2012) y SEDESOL (2012).

se requiere en los estados como en los municipios es el impulso de programas preventivos y de fortalecimiento de las condiciones de vida de la localidad, con mecanismos concretos para operarlos. Para ello se necesita la participación de los tres órdenes de gobierno, tanto para la implementación, como para la programación y la aportación de recursos, así como de los sectores y población involucrada.

### Elementos para el diseño de una política pública sectorial

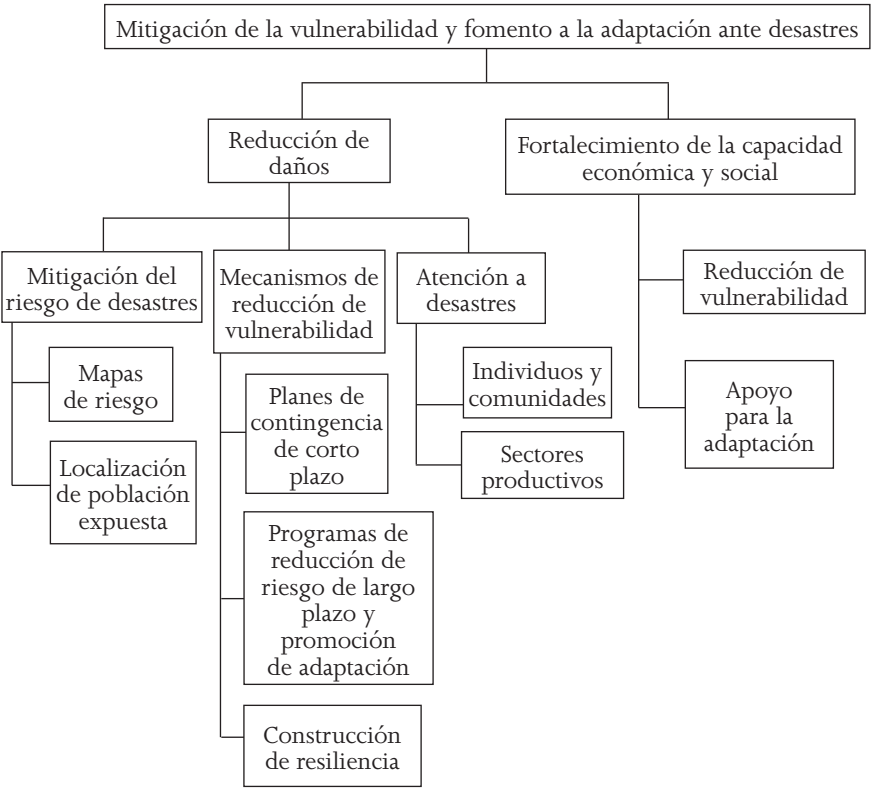
A partir de la identificación del problema, en esta sección se proponen algunos elementos que pueden contribuir en el diseño de una política pública sectorial. En principio, su conformación puede basarse en los programas sectoriales existentes, que se podrían operar de forma transversal, de tal manera que incidan sobre los factores descritos en el análisis de índices de vulnerabilidad. Con ello se lograría promover, por un lado, que la población esté mejor preparada para enfrentar los eventos naturales y, por el otro, que éstos no se vuelvan desastres. También es crucial que en el mediano y largo plazo la población esté mejor adaptada a los cambios que puedan ocurrir, tanto en el ámbito individual como en el colectivo. La figura 14 muestra una propuesta de cómo se pueden plantear los lineamientos para reducir la vulnerabilidad ante desastres, e incrementar la capacidad de adaptación de la población.

Como punto de partida, los impactos de la ocurrencia de eventos naturales pueden ser mitigados mediante la reducción de daños o del fortalecimiento de la capacidad económica y social de las regiones y de los hogares (véase figura 14).

Por el lado de la reducción de daños, hay que empezar con la disminución de los riesgos; primero, es necesario saber cuáles y dónde se enfrentan. Para ello se requieren mapas de riesgos por localidad o al menos por municipio. El segundo paso es el planteamiento de mecanismos de reducción de vulnerabilidad, para mitigar el impacto de los riesgos identificados. Para ello tendrán que diseñarse planes de contingencia de corto plazo, en caso de ocurrencia de eventos, y programas de reducción de riesgo a más largo plazo, que reduzcan la vulnerabilidad de la región mediante la adaptación. Estos últimos deberán sentar las bases para blindar al municipio o

Figura 14

Propuesta de política pública



Fuente: elaboración propia.

a la localidad de los efectos de eventos naturales fortaleciendo así la capacidad de respuesta institucional, en la comunidad y en los hogares. Por último, el esfuerzo para aumentar la resiliencia de una región deberá ser cada vez mayor, principalmente a través de la conservación y de una producción consciente de su impacto ambiental. No se puede dejar de lado la atención a los desastres ya ocurridos.

La otra forma de aumentar la capacidad de adaptación y de reducir la vulnerabilidad ante desastres es a través del fortalecimiento de la capacidad económica y social. Esto puede lograrse de manera

simultánea a la de reducción de riesgos, y empleando muchos de los programas ya existentes de manera conjunta.<sup>11</sup>

### Reducción de daños

Existen programas que pueden aplicarse para la mitigación del riesgo antes de la ocurrencia de los desastres. Cabe destacar que, con el diseño de estos mecanismos de reducción de vulnerabilidad de corto, mediano y largo plazo, se logrará generar la construcción de resiliencia para la prevención de contingencias futuras. Muchos programas pueden servir simultáneamente para atender estos tres ejes de la política pública aquí discutida. También los mecanismos de atención de desastres ya ocurridos.

### *Mitigación del riesgo de desastres*

Entre los programas que quizá sirvan para la prevención de desastres está el PRAH, que puede implementarse conjuntamente con el PASPRAH. La combinación de ambos permite identificar la ocurrencia de riesgos y a la población en pobreza, que habita en las zonas peligrosas. Estos mapas serán cruciales para la zonificación del territorio y la autorización de ubicación de nuevas viviendas e infraestructura. A partir de esta información, el siguiente paso es hacer planes de contingencia para los lugares más expuestos a sufrir desastres.

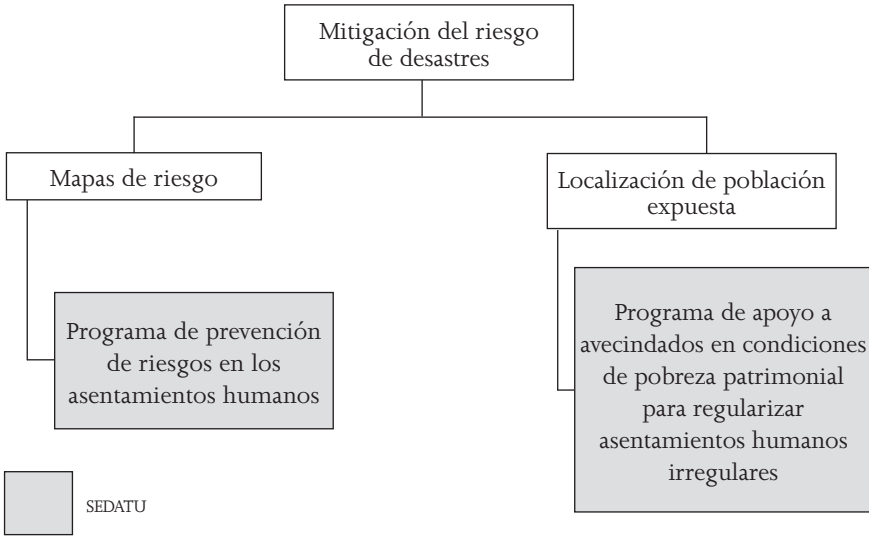
### *Mecanismos de reducción de vulnerabilidad*

Una vez identificadas las zonas de riesgo y la población susceptible de ser afectada, es necesario dar el siguiente paso para reducir la vulnerabilidad más allá del plazo inmediato, a través de mecanismos se pueden dividir en dos grupos: el de corto plazo y el de mediano-largo plazo.

<sup>11</sup> La descripción de estos programas no se incluye por cuestión de espacio, pero puede encontrarse en las páginas de las secretarías correspondientes.

Figura 15

Mitigación de riesgos de desastres



Fuente: elaboración propia.

Corto plazo

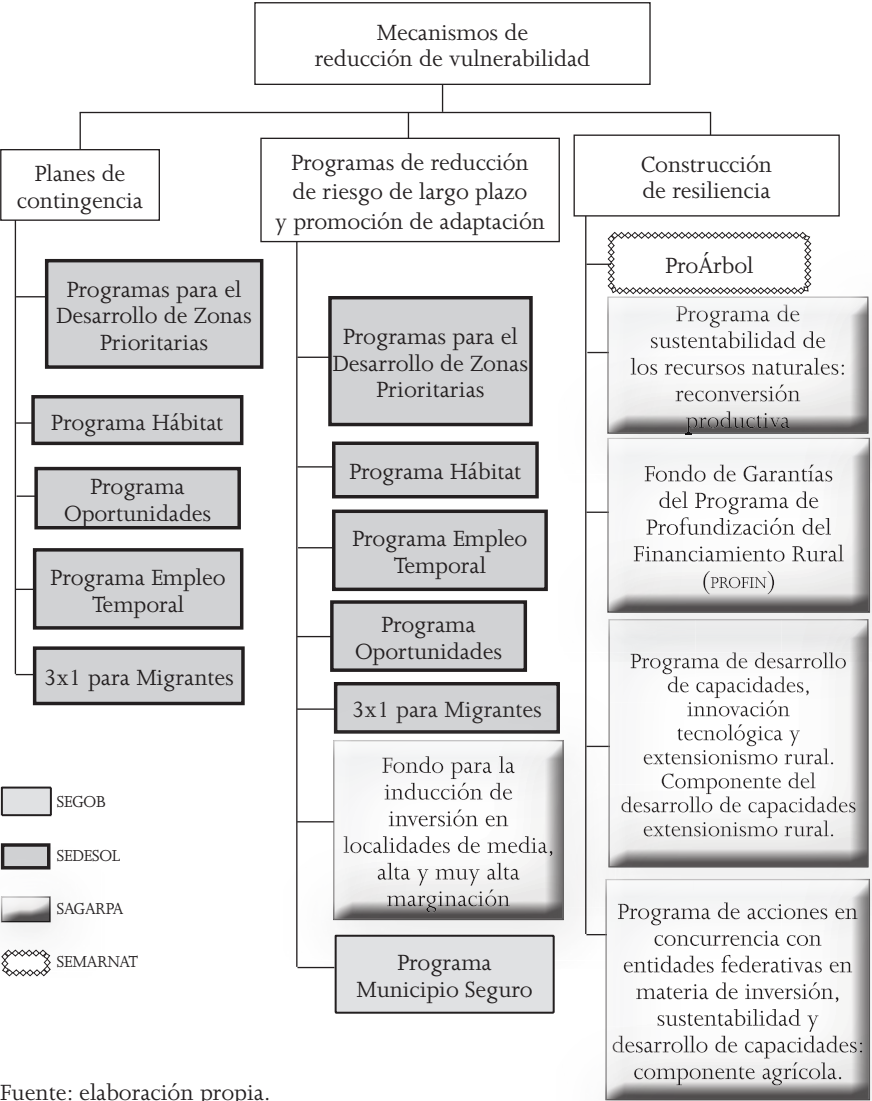
El Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP) podría incluir la construcción de infraestructura para la mitigación de riesgos, y que ésta sea a prueba de los desastres de la región mediante el Programa Hábitat.<sup>12</sup> También se puede usar el Programa Oportunidades, tanto en el corto como en el mediano y largo plazo, para la prevención de riesgos. Éste podría ampliarse en el corto plazo para añadir un módulo, en donde se obligue a los beneficiarios a participar en sesiones informativas y de acciones preventivas y de emergencias en caso de desastres. El módulo podría condicionar el apoyo económico que percibe el beneficiario, pues se le solicitaría la asistencia de, al menos, un miembro de la familia a cada sesión

<sup>12</sup> Al elaborar el presente estudio, este era de SEDESOL. Ahora pertenece a la SEDATU.

mensual, durante la cual el moderador deberá proporcionarle información útil. Los demás efectos de Oportunidades, en conjunto con los de este módulo de información sobre desastres, incidirán en el largo plazo.

Figura 16

Mecanismos de reducción de vulnerabilidad



Fuente: elaboración propia.



### *Mediano y largo plazo*

Muchos de los programas mencionados, como el de Desarrollo de Zonas Prioritarias, Hábitat y Oportunidades, también pueden utilizarse para sentar bases de reducción de la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo, ya que promueven el fortalecimiento de la capacidad económica y social. Por otra parte, el Programa de Empleo Temporal (PET) permitiría que comunidades expuestas a desastres o que los hayan sufrido puedan contar con recursos para pagar a sus propios habitantes para la construcción de infraestructura que reduzca su vulnerabilidad, o para que se resuelvan los problemas generados por los desastres. Con su aplicación, será evidente que la inversión en infraestructura de manera preventiva reducirá significativamente los desastres y aumentará la productividad y, por tanto, los ingresos de la población en el largo plazo. Por último, el Programa 3x1 para Migrantes también es importante porque podría usar parte de esos recursos para invertir en infraestructura, que los prepare de mejor manera ante los desastres. Eso se lograría mediante la mitigación del riesgo y medidas de adaptación y de fortalecimiento del ingreso, de manera que sean menos vulnerables a los sucesos climatológicos futuros. Con los fondos del 3x1 para Migrantes se podría financiar el pago de los salarios del PET al aumentar sus recursos. Estos programas, combinados con otros como el Fondo para la Inducción de Inversión en Localidades de Media, Alta y Muy Alta Marginación, darían mejores elementos para la adaptación. Por último, para garantizar la preparación de los municipios y de las entidades federativas a largo plazo, se podría ampliar la cobertura del Programa Municipio Seguro de la SEGOB o alguno de ese corte. Esto sucederá una vez evaluada su efectividad y, en su caso, deberá sistematizarse y ampliarse a otros municipios.

### *Construcción de resiliencia*

Dentro de los planes de mediano y largo plazo aquí discutidos, deberá abordarse de manera concreta la forma en que se revertirá la erosión del suelo y el cambio en su uso hacia actividades productivas, para conservarlo. Aquí podrían entrar programas como ProÁr-

bol y el de Sustentabilidad de los Recursos Naturales, quizá expandiéndolo para que se defina la reconversión hacia la conservación y no sólo hacia la productividad. Esta protección a los ecosistemas también se fortalecería con los programas de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola y el de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural. Todos ellos se podrían ampliar para incluir opciones de conservación del suelo. También sería posible utilizar el Programa de Acciones en Concurrencia con Entidades Federativas en Materia de Inversión, Sustentabilidad y Desarrollo de Capacidades, en su componente agrícola y el fondo de garantías del Programa para la Profundización del Financiamiento Rural.

#### *Atención a desastres*

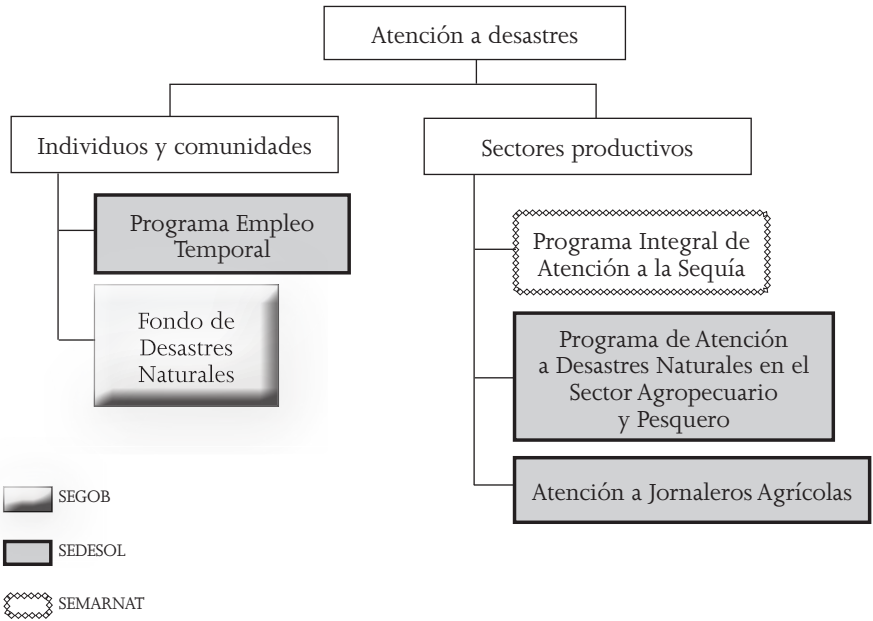
Puesto que los eventos naturales son inminentes y seguirán ocurriendo a pesar de que se hagan mejoras en la forma de enfrentarlos, se debe contar con programas adecuados para su atención, y aquí se propone dividirlos en dos grupos; en el primero estarán los que sirvan para atender a los individuos y a las comunidades, y en el segundo los que ayuden a grupos de productores en distintos sectores productivos. Para estos últimos ya existe el Plan Integral de Atención a la Sequía (operado por SEMARNAT, con apoyo de SAGARPA, SEDESOL, SEDENA, Comisión Nacional del Agua y Secretaría de Comunicaciones y Transportes). Por otro lado, el Programa de Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero (CADENA), antes PACC, y todos los anteriores, podrían verse reforzados por el Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas. Para aliviar la situación de los individuos y de sus comunidades, se propone el PET y el Fondo de Desastres Naturales.

#### *Fortalecimiento de la capacidad económica y social*

El otro gran eje de acción es la reducción de la vulnerabilidad y el apoyo para la adaptación, mediante programas que mejoren las condiciones de vida de la población. Para este fin existen varios, algunos ya se han planteado como elementos importantes para la

Figura 17

Atención a desastres

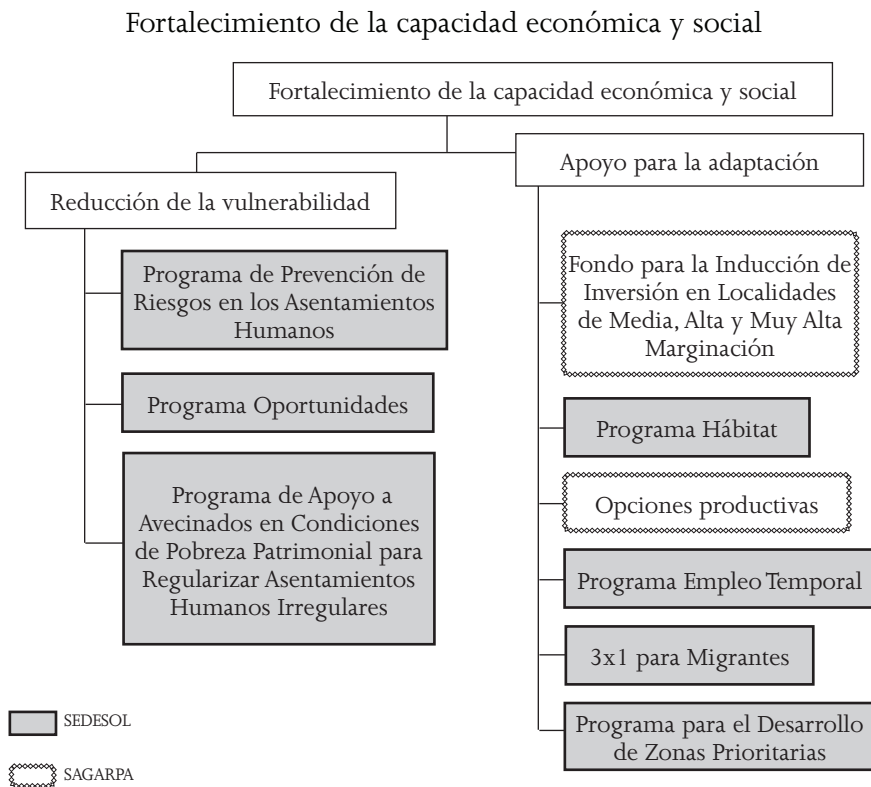


Fuente: elaboración propia.

reducción de riesgos, pero al mismo tiempo contribuyen a aumentar el ingreso de las familias y a mejorar su desempeño en el largo plazo (véase figura 18).

Para reducir la vulnerabilidad se puede usar el PRAH y el PASPRAH. Por otra parte, el Fondo para la Inducción de Inversión en Locales de Media, Alta y Muy Alta Marginación, así como el PDZP, pueden contribuir a la adaptación mediante el fortalecimiento de las capacidades de los municipios en la construcción de resiliencia. Los programas Hábitat, el de Opciones Productivas, el PET y 3x1 para Migrantes pueden favorecer un aumento en los ingresos de la población, y sentar así las bases para la adaptación.

Figura 18



Fuente: elaboración propia.

Un punto muy importante a favor de la política pública, descrita en los programas anteriores, es que éstos ya cuentan con reglas de operación y con recursos asegurados. Si bien es cierto que quizá habría manera de mejorarlos, existen bases sólidas sobre las que se puede trabajar. También es importante destacar que aun cuando los programas existentes debieran permitir la disminución de desigualdades, mitigar riesgos de los desastres y sus efectos, y por tanto la pobreza y vulnerabilidad, no han sido efectivos para lograrlo. Eso se debe, en ocasiones, a fallas en su diseño o implementación, así como a las dificultades en la focalización, o porque gran parte del gasto dirigido a mejorar las condiciones de vida de la población

está fraccionado en una multitud de programas pequeños, cuya información, impacto y focalización son escasos, y carecen de un padrón común y esquemas de coordinación entre ellos y, en muchos casos, con efectos regresivos.<sup>13</sup> Entonces, es fundamental coordinar la forma en la que los programas interactúan para que puedan ser más efectivos. Eso queda fuera del alcance del presente estudio, pero aquí se indican algunos de los programas que se pudieran revisar para mejorar su funcionamiento individual y crear sinergias con otros.

## Conclusiones

La primera conclusión obtenida del presente trabajo indica que la distribución geográfica de la vulnerabilidad ante distintos tipos de desastres es diferente; por ello es crucial que cada estado, municipio y localidad diseñe sus propios planes para reducirla en la forma más apropiada. Esto implica considerar a qué desastres son más susceptibles y cuáles son los factores específicos que los hacen más vulnerables. Y, sobre éstos se tendrán que diseñar planes y programas para mejorar su adaptación; los nacionales tendrían poco impacto en la reducción de la vulnerabilidad de comunidades particulares.

Una segunda conclusión es que existen programas sociales que por sus objetivos y diseño pudieran fortalecer las capacidades humanas e institucionales, reactivar las actividades económicas, localizar los riesgos y monitorear los asentamientos humanos. Sin embargo, no lo han logrado aun cuando éstos debieran aumentar la resiliencia o disminuir la vulnerabilidad, al menos ante algunos de los desastres expuestos. Por ello sería conveniente replantear los programas existentes, y ampliarlos para que atiendan aspectos específicos de los desastres, así como pensar en formas de aplicación conjuntas para crear sinergias entre ellos, que permitan reducir la vulnerabilidad y la pobreza, y aumentar la capacidad de adaptación de lugares afectados o susceptibles a estarlo.

<sup>13</sup> Véase el caso de la regresividad de los programas “Opciones productivas” y “Subsidios agrícolas” (Scott 2011).

Es importante destacar que los programas descritos son de índole federal, entonces esta conclusión pudiera parecer que contraviene a la primera, pero lo principal sería construir elementos regionales para que pudieran usarse de manera distinta en las regiones, de acuerdo con sus necesidades específicas.

El diseño e implementación de una nueva política social debe considerar una transformación en el papel que desempeña en la redistribución social, en donde los instrumentos y objetivos específicos deben estar subordinados a los fundamentales de reducir las brechas sociales, aminorar la desigualdad, generar condiciones para salir de la situación de pobreza y de vulnerabilidad. Ello no se logrará sin unidad en la política y sin considerar que el objetivo central debería ser combatir las causas de la desigualdad intergeneracional. Esfuerzos en este sentido, tanto de las instituciones como de la comunidad y de los distintos órdenes de gobierno, pueden llevar a reducir la vulnerabilidad ante desastres y, en último caso, frente al cambio climático. Esto, a su vez, permitirá mejores condiciones iniciales para la adaptación al cambio climático, el cual es el siguiente paso importante de la agenda tanto ambiental como de seguridad nacional de México.

Recibido en julio de 2013

Aceptado en noviembre de 2013

## Bibliografía

- Adger W., Neil. 1999. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. *World Development* 27 (2): 249-269.
- Benson, Charlotte, Edward J. Clay, Franklyn V. Michael y Alastair W. Robertson. 2001. *Dominican natural disasters and economic development in a small island state*. Washington: World Bank.
- Birkmann, Jörn. 2006. *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies*. Nueva York: United Nations University.
- Bitran, Ricardo. 2001. *Paying Health Providers through Capitation in Argentina, Nicaragua, and Thailand: Output, Spending, Organizational Impact, and Mar-*

- ket Structure. Washington: Agency for International Development. Partners for Health Reform Project.
- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian Davis y Ben Wisner. 1994. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Londres: Routledge.
- Brenkert, A. L., y E. L. Malone. 2005. Modeling Vulnerability and Resilience to Climate Change: A Case Study of India and Indian States. *Climatic Change* 72: 57-102.
- Briguglio, L. 2003. *The Vulnerability Index and Small Island Developing States. A Review of Conceptual and Methodological Issues*. Paper prepared for the AIMS Regional Preparatory Meeting on the BPoA+10 Review, Praia, Cabo Verde.
- Chambers, Robert. 1989. Vulnerability, Coping and Policy-introduction. *IDS Bulletin, Institute of Development Studies* 20 (2): 1-7.
- Charvériat, Céline. 2000. *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk*. Washington: Inter-American Development Bank.
- CONEVAL. 2008. Pobreza por entidad federativa. México: CONEVAL.
- Cutter, Susan, Bryan Boruff, Lynn W. Shirley. 2003. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly* 84 (2): 242-261.
- Dalenius, T., y J. L. Hodges. 1959. Minimum Variance Stratification. *Journal of the American Statistical Association* 54: 88-101.
- Deininger, Klaus y Lyn Squire. 1996. A New Dataset Measuring Income Inequality. *World Bank Economic Review* 10: 565-591.
- Deressa, Temesgen, Rashid Hassan y Claudia Ringler. 2009. *Assessing Household Vulnerability to Climate Change: The Case of Farmers in the Nile Basin of Ethiopia*. Washington: International Food Policy Research Institute.

- Eriksen, Siri, Richard Klein, Kirsten Ulsrud, Otto Næss Lars y Karen O'Brien. 2007. *Climate Change Adaptation and Poverty Reduction: Key Interactions and Critical Measures*. Noruega: Norwegian Agency for Development and Cooperation (Norad) y University of Oslo.
- Ibarrarán, María Eugenia. 2010a. The Distribution of the Costs of Policy Inaction in OCDE Countries. Organization for Economic Cooperation and Development. París: Organización Europea para la Cooperación Económica, mimeo.
- , Elizabeth Malone y Antoinette Brenkert. 2010b. Climate Change Vulnerability and Resilience: Current Status and Trends for Mexico. *Environment, Development and Sustainability* 12 (3): 365-388. DOI: 10.1007/s10668-009-9201-8.
- , Miguel Reyes, Aniel Altamirano y María del Carmen Santillán. 2013. Adaptación al cambio climático como elemento de combate a la pobreza. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-PINCC, mimeo.
- IG-INE. 2003. Sistema clasificatorio del relieve de México. México: Instituto de Geografía, UNAM, INE y SEMARNAT.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007-The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ISDR. 2009. *Risk and Poverty in a Changing Climate: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Ginebra: Organización de las Naciones Unidas.
- Jovel, R. 2000. El impacto socioeconómico de El Niño en Costa Rica durante 1997-1998. Coronado: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Centro Nacional de Investigación Atmosférica, Organización Meteorológica Mundial y Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales.



- Kelly P., Mick y Neil W. Adger. 2000. Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation. *Climatic Change* 47: 325-352.
- López Calva, Luis, Cristina Rodríguez G., y Roberto Vélez. 2003. Estimación del IDH estatal en México, análisis de sensibilidad a distintas decisiones metodológicas y comparaciones internacionales. *Estudios sobre Desarrollo Humano*, 2003-2, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-México.
- Lustig, Nora. 2000. Crisis and the Poor: Socially Responsible Macroeconomics. *Economía* 1 (1): 1-30.
- Martine, George y José Miguel Guzmán. 2002. Population, Poverty, and Vulnerability: Mitigating the Effects of Natural Disasters. *Environmental Change and Security Project Report* 8: 45-68.
- MFA. 2002. *Fighting Poverty*. Oslo: The Norwegian Ministry of Foreign Affairs.
- Rayner, Steve y Elizabeth Malone. 2001. Climate Change, Poverty, and Intragenerational Equity: The National Level. *International Journal of Global Environmental Issues* 1 (2): 175-202.
- Reardon, Thomas y Edward Taylor. 1996. Agroclimatic Shock, Income Inequality, and Poverty: Evidence from Burkina Faso. *World Development* 24 (5): 901-914.
- Scott, John. 2011. Gasto público y desarrollo humano en México: análisis de incidencia y equidad. Documento de trabajo para el informe sobre desarrollo humano México.
- SAGARPA. 2012. Programas de apoyo de SAGARPA. México: SAGARPA.
- SEDESOL. 2012. Programas sociales. México: SEDESOL.
- SEGOB. 2012. FONDEN y Programa Municipio Seguro. México: SEGOB.

SEMARNAT. 2012. ProÁrbol. México: SEMARNAT.

Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar). 1980-2008. Declaratoria de desastres. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Skoufias, Emmanuel. 2003. Economic Crises and Natural Disasters: Coping Strategies and Policy Implications. *World Development* 32 (7): 1087-1102.

Swift, Jeremy. 1989. Why are Rural People Vulnerable to Famine? *IDS Bulletin* 20 (2): 8-15.

Tol, Richard S. J., Thomas E. Downing, Onno J. Kuiky y J. B. Smith. 2004. Distributional Aspects of Climate Change Impacts. *Global Environmental Change* 14 (3): 259-272.

Wisner, Ben, Piers Blaikie, Terry Cannon e Ian Davids. 2004. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Nueva York: Routledge.

World Bank. 2010. *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. Washington: World Bank.

Zapata, Ricardo. 2009. *Economic Impact of Disasters: Evidence from DALA Assessments by ECLAC in Latin American and the Caribbean*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

## Anexo metodológico

Aquí se presentan los indicadores usados para calcular los subíndices para cada desastre.

*Variables sobre la frecuencia*<sup>14</sup> *de eventos y daños*

a) Subíndice de ocurrencia de eventos

- *Inundaciones*: alud, aluvión, avenida torrencial, cambio de línea de costa, deslizamiento, granizada, huracanes (de 1970 a 2006), inundaciones, lluvias, marejada, sedimentación, tempestad, tormenta eléctrica, tornado, tsunami y vendaval
- *Sequías*: incendio forestal, ola de calor, plaga, índice de precipitación estandarizado<sup>15</sup>
- *Heladas*: helada, nevada, onda fría
- *Granizadas*: granizadas

b) Subíndice de daños

Para construir el subíndice de daños a través de los cuatro tipos de eventos se utilizan las mismas variables. La distinción radica en que el reporte de daños humanos, materiales y económicos son relacionados a cada uno de los eventos por las inundaciones, sequías, heladas y granizadas.<sup>16</sup>

Variables utilizadas:

- Pérdidas humanas y desaparecidas por cada cien mil habitantes
- Personas damnificadas,<sup>17</sup> afectadas,<sup>18</sup> heridas o enfermas, evacuadas y reubicadas/cien mil habitantes.

<sup>14</sup> La frecuencia de los eventos se calculó con base en los ocurridos entre 1980 y 2006.

<sup>15</sup> Promedio del índice entre 1920 a 2006.

<sup>16</sup> El reporte de los daños asociados a cada evento se recogen de la base de datos de DesInventar 1980-2008, <http://online.desinventar.org/> (2 de junio de 2009).

<sup>17</sup> Personas que sufren daños directamente asociados al evento en sus bienes o servicios individuales o colectivos. Por ejemplo la destrucción parcial o total de su vivienda y sus bienes; pérdidas en cultivos, etcétera.

<sup>18</sup> Personas que sufren efectos indirectos o secundarios asociados a un desastre. Por ejemplo deficiencias en la prestación de servicios públicos; en el comercio; en el trabajo o por aislamiento.

- Viviendas afectadas o destruidas por cada veinticinco mil viviendas
- Vías afectadas como porcentaje de las carreteras pavimentadas
- Cultivos afectados como porcentaje del área agrícola
- Ganado afectado como porcentaje de las existencias de ganado bovino
- Centros hospitalarios afectados como porcentaje del total de unidades médicas
- Pérdidas económicas como porcentaje del PIB estatal

#### *Variables geográficas*

##### c) Subíndice de condiciones geográficas

- % de extensión con relieve de alta montaña
- % de extensión con relieve volcánico
- % de extensión con relieve de sierras
- % de extensión con relieve de pie de monte
- % de extensión con relieve de planicies
- % de extensión con relieve de llanuras lacustres y eólicas
- % de extensión con relieve de sistema costero

#### *Variables naturales*

##### d) Subíndice de anomalías en la temperatura y precipitación pluvial

- Anomalía en la temperatura mínima, en grados centígrados
- Anomalía en la temperatura media, en grados centígrados
- Anomalía en la temperatura máxima, en grados centígrados
- Anomalía en la precipitación anual (como % de la media histórica)

##### e) Subíndice de uso de suelo en actividades antropogénicas

- % de superficie utilizada en la agricultura
- % de superficie utilizada en asentamientos humanos
- % de superficie utilizada en pastizales
- Suelo forestal y de selva afectado como % del total de suelo afectado desde 1997

## f) Subíndice de degradación de suelo

- % de la superficie afectada por procesos de degradación física severa y extrema
- % de la superficie afectada por procesos de degradación química severa y extrema
- % de la superficie afectada por procesos de degradación erosión eólica severa y extrema
- % de la superficie afectada por procesos de degradación erosión hídrica severa y extrema

*Variables económicas y sociales*

## g) Subíndice de rezago en capacidad económica y social

- PIB per cápita (ajustado según López Calva et al. 2003)
- % de pobreza multidimensional
- Coeficiente de Gini
- Razón de ingreso entre población en pobreza multidimensional extrema y población no pobre multidimensional y no vulnerable
- Densidad poblacional urbana
- Densidad poblacional rural
- Saldo migratorio (tasa de migración neta interestatal)
- % de la población menor de 15 y mayores de 64 años de edad

*Variables de capacidad institucional*

## h) Subíndice de rezago en capacidad de respuesta institucional

- % de la extensión territorial que cubre el Programa Municipio Seguro
- % de la población que cubre el Programa Municipio Seguro

*Variables prospectivas del cambio climático*

## i) Subíndice de efectos adversos del cambio climático

- Cambio en la precipitación promedio, cambio proyectado para 2061-2090 (%)
- Cambio en la temperatura promedio, cambio proyectado para 2061-90 (%)

- Precipitación promedio durante la temporada ciclónica (mayo-noviembre)
- Impacto de ciclones ocurridos entre 1970 y 2008 (índice)
- Impacto del incremento del nivel del mar (variable dicotómica).