

Medición de la vulnerabilidad ante desastres hidrometeorológicos extremos

Ibarrarán Viniegra, María Eugenia

2014

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/1071>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

Medición de la vulnerabilidad ante desastres hidrometeorológicos extremos

María Eugenia Ibararán, Miguel Reyes y Aniel Altamirano

Resumen. En este artículo los autores proponen una manera de medir la vulnerabilidad ante desastres, en particular a inundaciones y sequías. Calculan índices de vulnerabilidad a estos desastres a nivel estatal a partir de diversos factores como la ocurrencia de eventos, los daños que han causado, las condiciones orográficas, las anomalías en temperatura y precipitación, el uso del suelo y su condición de degradación, los rezagos en la capacidad económica y social, el rezago en la capacidad institucional y las posibles afectaciones del cambio climático, que tienden, a su vez, a aumentar la frecuencia y la intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos en el largo plazo. A partir de esto se analizan posibles políticas a seguir en un futuro.

Introducción

Los desastres resultantes del efecto de eventos naturales son constantes en la historia. Entre 1980 y 2004 dos millones de personas murieron y cinco mil millones fueron afectados en aproximadamente 7,000 desastres ligados a eventos naturales (Strömberg 2007). La sequía, los huracanes, las lluvias que provocan inundaciones o deslaves, los movimientos telúricos de gran magnitud que dan lugar a terremotos, y las erupciones volcánicas cobran vidas e imponen pérdidas económicas y de calidad de vida, principalmente a los grupos más vulnerables.

Cualquier tipo de evento natural puede ocasionar un desastre, dependiendo de la vulnerabilidad de la población debido a múltiples factores, entre ellos geográficos, sociales, económicos y al entorno natural. Los eventos naturales son shocks provocados por la naturaleza que afectan en distintos momentos a todo el planeta por igual y de forma aleatoria (Kahn 2005). Sin embargo las consecuencias no se distribuyen de igual manera, teniendo un efecto devastador sobre todo en los países de menores ingresos, donde causan

el mayor número de muertes y daños. Por ejemplo, entre 1985 y 1999, el 65% de las muertes ligadas a desastres de origen natural se dieron en países con un ingreso menor a \$760 dólares per cápita (Strömberg 2007, Khan 2005). Si el impacto de los desastres se mide por las pérdidas económicas, es posible que los mayores efectos se vean en los países industrializados, como el caso del tsunami que destruyó instalaciones de plantas nucleares en Japón en 2011 o el huracán Katrina en 2005.

Por otra parte, la literatura desarrollada en torno al cambio climático ha establecido una relación positiva entre aumentos en la temperatura promedio de la tierra y la intensidad y frecuencia de eventos extremos de origen hidrometeorológico, esto es sequías, tormentas y huracanes, y olas de frío y de calor (Webster et al. 2005, Emanuel 2005, Trenberth 2005). El cambio climático tiende a aumentar el riesgo que enfrentará la población por verse expuesta a más eventos extremos intensos.

México no ha sido ajeno a los desastres ante los que su población es vulnerable por distintas causas. Se han observado sequías intensas en el norte del país e inundaciones y temblores en casi todos los estados. Muchos de estos eventos han causado muertes y pérdidas económicas significativas, a veces empobreciendo de la población y, como resultado de esto, volviéndola aún más vulnerable.

Este capítulo define la vulnerabilidad a desastres siguiendo la línea de pensamiento de Blaikie *et. al.* (1996), que postula la *construcción social del desastre*. Esta visión de la vulnerabilidad se refiere a que las características sociales, institucionales y económicas de un lugar condicionan la forma de reaccionar de una sociedad ante una amenaza sobre su sistema de subsistencia. La vulnerabilidad depende de la falta de "capacidad de anticipar,

sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural" (Blaikie et al. 1996), y está determinada en función del acceso a recursos materiales, de información, de participación política y económica¹. En general, cuanto mayor sea la carencia de recursos mayor será el impacto de las amenazas naturales, pudiendo generar más pobreza y a la vez mayor vulnerabilidad. Por tanto, la medición de la vulnerabilidad es un punto de partida para el diseño de la política social que permita fortalecer a la población a enfrentar estas amenazas naturales.

La relevancia de este capítulo radica en que no se ha encontrado evidencia de una verdadera política pública integral desarrollada *ex profeso* para el manejo de desastres más allá del Fondo Nacional para la Atención de Desastres de la Secretaría de Gobernación, algunos programas de la CONAGUA (CONAGUA 2008), de SAGARPA y esfuerzos de la SEMARNAT y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (INE-SEMARNAT 2009). Se espera contribuir al planteamiento de algunos elementos básicos para analizar la vulnerabilidad antes de que se sufran las afectaciones, y a distinguir el efecto de cambios en algunos de sus indicadores para poder pensar en una política pública capaz de reducir dicha vulnerabilidad.

El capítulo se concentra en el estudio de desastres hidrometeorológicos, es decir, aquellos relacionados con la acción violenta de agentes atmosféricos como lluvias, granizadas, nevadas, heladas y sequías. En concreto se estudian las inundaciones y las sequías. Está estructurado en tres secciones. La primera parte discute el concepto de vulnerabilidad y presenta algunos datos sobre los principales desastres hidrometeorológicos que se han

¹ La vulnerabilidad no es sinónimo de pobreza, ya que un individuo con gran capacidad económica puede encontrarse en situación vulnerable por falta de información o por simple elección voluntaria del riesgo.

reportado en México y los costos que estos han tenido. La segunda parte muestra un ejercicio de medición de la vulnerabilidad estatal ante desastres, en concreto a inundaciones y sequías. También se analiza el impacto esperado de mejoras o deterioro en algunos de los indicadores sobre la vulnerabilidad. Por último, la tercera sección describe posibles formas en la que estos resultados pueden contribuir a la elaboración y adaptación de la política social para la reducción de la vulnerabilidad ante los desastres estudiados.

I. Vulnerabilidad y desastres en México

El planteamiento de la *construcción social del desastre* propone que un desastre se gesta a partir de una serie de condiciones como la pobreza, la exclusión, la falta de planeación y la debilidad institucional, entre otros factores, que hacen vulnerable a una comunidad ante fenómenos naturales (García 2005, Vera 2005). Así, un desastre tiene una multiplicidad de causas, que van desde fallas institucionales (como los cacicazgos y la concentración y la degradación de la tierra), hasta causas de índole socio-ambiental (como la deforestación y a la erosión), y socio-económicas (como la distribución desigual de los recursos y de servicios de salud, educación, agua y electricidad, malnutrición, pobreza extrema y desigualdad en la distribución del ingreso). El desastre se puede entender entonces como un proceso social resultado del riesgo y de la vulnerabilidad (Villegas 2005) y como producto del impacto de eventos extremos en la población pasiva (Hewitt 1995).

Factores de vulnerabilidad

Una población humana o un ecosistema es vulnerable si pudiera verse afectado, o al menos amenazado, ante los embates de eventos extremos como huracanes, tormentas, sequías, heladas, granizadas, sismos y erupciones volcánicas, entre otros, o ante sus efectos (Ávila

2007). Entre los factores que pueden contribuir a la vulnerabilidad de una población o de un ecosistema están el tipo de infraestructura con la que cuenta, mecanismos de protección de los que dispone la población, la organización de las instituciones tanto formales como informales y su grado de preparación para protegerse del evento natural y posteriormente afrontar las consecuencias de sus efectos.

Sin embargo, los factores de vulnerabilidad pueden variar entre sectores. En el ámbito rural, Florescano (1980), por ejemplo, planteaba que “los efectos más desastrosos de la sequía se concentran en la agricultura de temporal, practicada por los ejidatarios y campesinos más pobres, que carecen de acceso al crédito, fertilizantes y semillas mejoradas”. Liverman (1990, 1994), que define la vulnerabilidad ante un evento natural como “las características de lugares o personas que es probable que se vean afectadas por eventos meteorológicos y geofísicos”, explica que México ha incrementado su vulnerabilidad ante la sequía en años recientes debido a la expansión de la agricultura comercial y la reforma agraria, que ha creado un grupo de pobres rurales con acceso limitado e incierto a la tierra. Destaca que la tecnología aplicada a la irrigación, el mejoramiento de semillas y de fertilizantes puede reducir esta vulnerabilidad, pero que la sustitución de prácticas tradicionales como cultivos mixtos por monocultivos expande la frontera agrícola a zonas de alto riesgo como montañas, zonas costeras y a zonas tropicales húmedas más susceptibles de enfermedades. Así mismo, estas tecnologías generalmente se transfieren dependencia de importaciones y mayor deterioro ambiental. Por ende, la combinación de gente sin tierra, suelos pobres, la debilidad política y las tecnologías inapropiadas hace que algunas personas y regiones sean más vulnerables a la sequía que otras. Además la vulnerabilidad social de los campesinos se incrementa ante la prevalencia de propiedades grandes de monocultivo (Gay et al. 2006).

En México, la falta de diversificación en las fuentes de ingreso, de acceso al mercado financiero y de recursos para el campo ha aumentado su vulnerabilidad y disminuido su capacidad de adaptación aún ante la variabilidad climática, entendida como variaciones de temperatura y precipitación con respecto al promedio observado en una determinada región.

La vulnerabilidad urbana, por su parte, se percibe como resultado de la falta de infraestructura o de mantenimiento de la misma, la debilidad institucional y la prevalencia de condiciones de pobreza, siendo ésta una situación más recurrente en países de ingresos bajos y medios donde se cuenta con poca infraestructura y recursos para resistir los embates de cambios en el clima (Satterwaite et al. 2007). Además la conducta humana en torno al consumo, el cambio en el uso del suelo y de la cobertura de vegetación y el crecimiento poblacional incrementan la vulnerabilidad en una región ante condiciones de cambio climático (Sánchez et al. 2005). El principal reto para las zonas urbanas ante una perspectiva de cambios ambientales, es la creación de un nuevo marco conceptual y de metodologías para estudiar estos aspectos, que contenga elementos de sustentabilidad, descentralización y del uso de políticas públicas para reducir la vulnerabilidad urbana (Sánchez-Rodríguez 2002).

Además de que los desastres tienden a incrementar la vulnerabilidad en las zonas urbanas y rurales, afectan la actividad económica local (Burrus et al. 2002). Esto puede llevar a migración (Saldaña y Sandberg 2009), menor crecimiento económico (Noy 2009, Yamano et al. 2007), y efectos diferenciados para distintos grupos poblacionales (Guarcello et al. 2007). En todos los casos puede tener efectos sobre los mercados laborales (Belasen y Polachek 2009) y llevar a trampas de pobreza difíciles de romper (Rodríguez-Oreggia 2010, Carter et al. 2007, De Janvry et al. 2006).

Desastres hidrometeorológicos en México

Los fenómenos extremos pueden convertirse en desastres si ocurren donde hay poblaciones vulnerables, altos niveles de actividad económica susceptible de ser afectada por eventos naturales o condiciones climáticas, e infraestructura o ecosistemas frágiles. Los desastres pueden llevar a altos costos económicos y humanos que podrían afectar de manera importante a México, donde una de cada diez personas vive en una zona donde el riesgo de mortalidad por factores ambientales es alto (EM-DAT 2014). Además, dado que la mayor capacidad productiva en México se localiza en zonas vulnerables a la sequía y a lluvias torrenciales, las pérdidas económicas potenciales debido a tales desastres son significativas.

El Banco Mundial, a través de su Unidad de Gestión de Riesgos (que analiza el potencial de ocurrencia de terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías y ciclones), determinó que México ocupa el lugar 32 entre los 60 países afectados por dos o más peligros potenciales (Dilley et al. 2005). En México al menos cuatro de los cinco peligros mencionados pueden suceder y los desastres de mayor riesgo son aquellos asociados a causas hidrometeorológicas y geofísicas.

En términos generales, los peligros hidrometeorológicos son más frecuentes en la costa oriental de México, mientras que las sequías ocurren en las regiones semiáridas del norte. Algunas zonas del sureste de México sufren desastres geofísicos e hidrometeorológicos. La región central del país es vulnerable a los riesgos relacionados con eventos hidrometeorológicos. Por otra parte, el suroeste es más susceptible a eventos geofísicos. Debido a la naturaleza de este tipo de eventos y a la concentración de población y actividad económica dentro de estas áreas, es probable que México enfrente reiteradas pérdidas tanto

en vidas humanas como económicas relacionadas con desastres, llevando a recurrentes requerimientos de ayuda financiera para las regiones afectadas.

Cuadro 1. Resumen de Desastres en México, 1929-2013

	Número de eventos	Pérdidas humanas	Total de afectados (miles)	Daños (miles de millones de dólares)
Inundación	61	4,299	5,909	4,549.4
Promedio por evento		414	361	372
Huracanes/Tormentas	90	5,373	8,428	27,978.5
Promedio por evento		160	220	386
Sequía	7	-	2,565	1,610.0
Promedio por evento			366	230
Ola de Calor	3	470	-	-
Promedio por evento		157	-	-
Incendios Forestales	2	50	-	91.2
Promedio por evento		25	-	46

Fuente: "EM-DAT: OFDA/CRED International Disaster Database, www.em-dat.net - Université Catholique de Louvain, Bélgica. Los eventos de la tabla corresponden a los reportados en CRED EM-DAT. Primer evento en mayo de 1929, último evento en septiembre de 2013.

Los fenómenos naturales pueden tener distintos efectos físicos, así como afectar a personas directamente o mediante perturbaciones a la economía y por tanto alterar su fuente de ingresos. El Cuadro 1 presenta los desastres hidrometeorológicos más importantes que México ha enfrentado en los últimos 30 años, desde 1929 al 2013. Para registrar un evento natural como un desastre debe cumplir con una de las siguientes condiciones: al menos 10 personas deben haberse reportado como muertas, al menos 100 personas deben haberse reportado como afectadas, debe haber habido un llamado solicitando asistencia internacional, o se debe haber emitido una declaratoria de emergencia. Como puede verse, los huracanes y las tormentas son por mucho los desastres más perjudiciales de acuerdo al daño total que causan medido en dólares, seguido por inundaciones y las sequías, tanto en valor absoluto como en efectos promedio por evento.

México es particularmente vulnerable a los desastres naturales porque su propia ubicación está asociada con una probabilidad relativamente alta de verse afectado por huracanes y tormentas tropicales, así como por sequías y eventos geofísicos como temblores y erupciones volcánicas. Además, a pesar de ser un país con indicadores de desarrollo medio, las afectaciones que recibe una y otra vez son muy importantes. Esto puede deberse a que aún carece de las inversiones necesarias para protegerse de estos fenómenos meteorológicos. Un caso evidente es Tabasco, que casi año con año se inunda implicando pérdidas económicas importantes. Además, la presencia de pobreza a gran escala y una gran concentración en la distribución de ingreso agrava la situación y aumentan la vulnerabilidad de algunas zonas.

Por otra parte, si bien en principio los eventos hidrometeorológicos extremos pueden deberse a variaciones naturales, el cambio climático está amplificado por emisiones de origen antropogénico de gases de efecto invernadero que modifican la temperatura del planeta y los patrones de precipitación. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) ha documentado que es probable que aumente la frecuencia y la intensidad de los huracanes y eventos de precipitación extrema y se observen mayores temperaturas promedio y reduzcan la precipitación y por ende los episodios de sequía, aumentando la vulnerabilidad de países como México (IPCC 2007).

Cualquier tipo de evento natural puede tener un alto impacto social (medido en número de muertes y pérdidas económicas, por ejemplo). Este efecto aumentará mientras más desigual sea la distribución de la riqueza o mayor proporción de la población se encuentra en condiciones de pobreza. La vulnerabilidad ante un desastre dependerá, por tanto, de las condiciones naturales de un lugar, de la capacidad institucional para prevenir y atender los

efectos de los desastres, y de la capacidad de las políticas públicas existentes para contrarrestar la pobreza y de los mecanismos de política para redistribuir la riqueza. Dado lo anterior, las políticas públicas deben considerar de manera integral los factores que inciden sobre la vulnerabilidad de una región ante desastres. El ejercicio que se presenta en la siguiente sección tiene como objetivo identificar esos factores y analizar el efecto de su deterioro o mejora sobre la vulnerabilidad.

II. Índice de Vulnerabilidad Estatal ante Desastres

El objetivo es construir un índice de vulnerabilidad ante desastres en los distintos estados con el fin de proveer mayor información para la elaboración de políticas públicas que permitan proteger a su población. El índice de vulnerabilidad que aquí se presenta tiene como fin mostrar de manera cuantitativa y agregada, a partir de variables a nivel estatal, las condiciones actuales de cada estado ante distintos eventos naturales. Por otra parte se discute la condición de vulnerabilidad a partir de los datos observados de manera que se puedan elaborar políticas públicas de corto, mediano y largo plazo. Así mismo, este índice y el modelo tras él, permitirán hacer ejercicios de simulación y por ende de propuestas de políticas públicas que podrán ayudar a reducir la vulnerabilidad, mejorando las condiciones de vida de los grupos vulnerables, muchos de ellos en condición de pobreza y exclusión.

II.1 Planteamiento del índice

La ocurrencia de los eventos naturales tiene efectos sobre los ecosistemas y los asentamientos humanos, y los efectos a su vez varían en su intensidad dependiendo de una serie de factores de vulnerabilidad de la población. Considerando la heterogeneidad de los

efectos de los diferentes eventos naturales y de las razones de vulnerabilidad de la población, se construye un índice de vulnerabilidad para inundaciones y otro para sequías².

Cuadro 2. Indicadores para la construcción del Índice de Vulnerabilidad

Indicador	Subíndice	Descripción
Eventos y Daños	Ocurrencia de eventos	Número de eventos asociados al desastre en cuestión ocurridos entre 1970 y 2006; precipitación estandarizada
	Daños	Pérdidas humanas y desaparecidos; personas damnificadas por cada 100 mil habitantes; viviendas afectadas, afectación a carreteras y hospitales con respecto a los construidos; cultivos y ganado afectados con respecto al total; pérdidas económicas como porcentaje del PIB
Geográficas	Tipo de relieve	Alta montaña, sierras, planicie, costero y fluvial; cárstico
Naturales	Anomalías en temperatura y precipitación	Anomalía de temperatura mínima, media y máxima así como de precipitación anua con respecto a media histórica
	Uso de suelo en actividades antropogénicas	Porcentaje de superficie dedicada a agricultura, pastizales, asentamientos humanos; porcentaje de suelo forestal y de selva afectado con respecto a 1997
	Degradación de suelos	Porcentaje de superficie afectada por degradación física, química, eólica e hídrica
Socioeconómicas	Rezago en capacidad económica y social	PIB per cápita ajustado, pobreza multidimensional, brecha de pobreza, Gini, densidad poblacional urbana y rural, razón de dependencia
Capacidad Institucional	Rezago en capacidad de respuesta institucional	Porcentaje de población y municipios no cubiertos por Programa Municipio Seguro
Cambio Climático	Efectos adversos esperados del cambio climático	Cambio esperado en precipitación y temperatura promedio, precipitación promedio en temporada ciclónica, aumento esperado en nivel del mar

Fuente: Elaboración propia.

² Es importante destacar que se calcularon índices para inundaciones, sequías, heladas, granizadas y sismos. Por cuestión de espacio y para atender a los dos eventos más característicos en México, aquí solamente se discuten los resultados para inundaciones y sequías. Los demás resultados se pueden solicitar a los autores.

Para calcular un índice de vulnerabilidad estatal ante desastres asociado a cada uno de los eventos propuestos, primero se seleccionaron indicadores de ocurrencia de los eventos naturales, de los daños relacionados a éstos, variables geográficas y naturales, económicas, sociales, de capacidad de respuesta institucional, así como variables que capturan los efectos proyectados del cambio climático en cada estado. Las variables se agruparon a través de nueve subíndices dentro de seis indicadores, como se muestra en el Cuadro 2.

II.2 Normalización y agregación de los componentes del índice

Siguiendo a Brenkert and Malone (2005), se siguieron dos pasos para la generación del índice de vulnerabilidad: la normalización de los rangos de las variables y su agregación en indicadores. Los componentes del índice de vulnerabilidad a menudo son medidos en diferentes escalas, por lo que su agregación a partir de una simple sumatoria no sería válida (Briguglio 2003). Sin embargo, los datos pueden ser estandarizados o normalizados para permitir su agregación aditiva (promedio simple) o multiplicativa (promedio geométrico). La normalización permite eliminar la heterogeneidad de las unidades de medidas, asimismo, permite obtener un índice que varía entre 0 y 1. En cuanto a la agregación, se eligen los promedios multiplicativos, ya que acentúan los valores extremos de las variables estandarizadas. Ello, a su vez, a la hora de analizar la contribución de cada factor, permite identificar los principales generadores de la vulnerabilidad³.

³ En el caso de que la variable tenga un efecto positivo en la vulnerabilidad, la ecuación para transformar la variable es $Z = C + \frac{(P-Pmin)}{(Pmax-Pmin)}$, donde Z es la variable estandarizada; C es un valor que debe ser utilizado 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) y $Pmax$ es el valor máximo registrado entre todos los estados en la variable proxy (P). En el caso de que la variable tenga un efecto negativo sobre la vulnerabilidad, la variable se estandariza de acuerdo a esta otra ecuación, $Z = C + \frac{(Pmax-P)}{(Pmax-Pmin)}$.

Una vez realizada la estandarización de las variables, se lleva a cabo la agregación de los indicadores dentro de cada uno de los subíndices a través del cálculo de la media geométrica. Por último se obtuvo la suma de las medias geométricas de todos los indicadores. Dicho proceso genera una auto-ponderación de los indicadores para determinar la vulnerabilidad. El valor resultante es una medida de vulnerabilidad ante inundaciones por un lado y ante sequía por otro, comparables para todos los estados.

II.3 Resultados para las entidades federativas

A continuación se presentan los resultados del índice de vulnerabilidad ante inundaciones y posteriormente el de sequías. Al final de esta sección se simula el efecto de mejoras y deterioros en los indicadores sobre la vulnerabilidad.

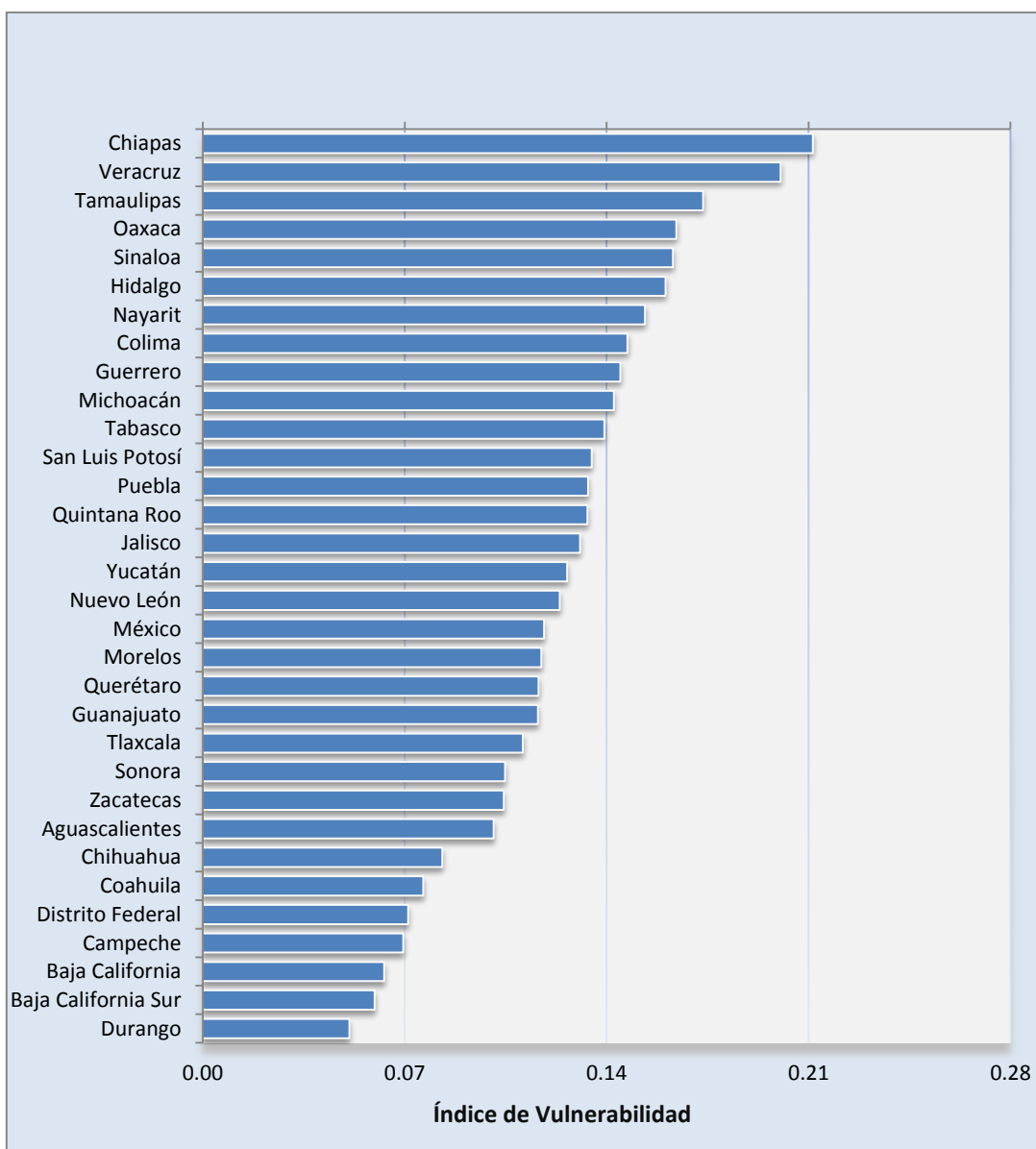
II.3.1 Resultados para inundaciones

Los resultados de la Gráfica 1 y 2 muestran el ordenamiento de los estados de acuerdo al índice de vulnerabilidad propuesto que va de 0 a 1, en donde a mayor índice mayor el nivel de vulnerabilidad. Para los eventos asociados a inundaciones, mostrados en la Gráfica 1, los cinco estados más vulnerables (Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca y Sinaloa) son en promedio dos veces más vulnerables que los cinco estados menos vulnerables (Distrito Federal, Campeche, Baja California, Baja California Sur y Durango), 0.18 contra 0.06 puntos del índice, respectivamente.

Analizando los componentes del índice se puede observar con mayor detalle los factores que conducen a los estados a clasificarse dentro de los más vulnerables. Como lo muestra el Cuadro 3, a nivel nacional se encuentra que el rezago en la capacidad institucional para actuar de manera preventiva, durante y después de un evento natural es el principal factor (con una aportación de 42.1%) de la vulnerabilidad ante inundaciones. En tanto que los

cambios (las anomalías) en las temperaturas y en la precipitación son el segundo factor (con una aportación de 16.2%); los efectos adversos del cambio climático como tercer factor (15.1%); y el rezago en la capacidad económica y social como el cuarto factor (8.7%) que explican la vulnerabilidad.

Gráfica 1. Índice de vulnerabilidad ante inundaciones



Fuente: Elaboración propia.

Para los cinco estados más vulnerables a las inundaciones, dicha vulnerabilidad proviene del rezago en la capacidad de respuesta institucional (36%); de los efectos del cambio climático (21%); de las anomalías en la temperatura y precipitación pluvial (15.7%); del rezago en la capacidad económica y social (8%); y del componente de uso de suelo en actividades antropogénicas (7%) que integra indicadores de las actividades antropogénicas y su efecto sobre la reducción de las áreas naturales.

Cuadro 3. Contribución de indicadores a índice de vulnerabilidad ante inundaciones

		Ocurrencia de eventos	Daños	Tipo de relieve	Anomalías en temperatura y precipitación	Uso de suelo en actividades antropogénicas	Degradación de suelos	Rezago en la capacidad económica y social	Rezago en capacidad de respuesta institucional	Efectos adversos del cambio climático
Nacional		3.5	1.5	3.9	16.2	4.8	4.2	8.7	42.1	15.1
Cinco estados más vulnerables*		4.8	1.8	3.4	15.7	6.7	2.7	8.3	35.7	20.9
Cinco estados más pobres**		4.9	1.1	4.1	15.7	5.4	2.3	11.9	37.8	16.8
Cinco estados menos pobres***		2.6	1.0	6.4	19.8	3.5	3.0	4.2	45.9	13.7
Grado de vulnerabilidad	Muy Alto	4.8	1.8	3.4	15.7	6.7	2.7	8.3	35.7	20.9
	Alto	3.7	1.6	3.1	13.9	5.8	3.2	10.3	39.5	19.0
	Medio	3.1	1.5	3.9	16.7	5.7	5.0	9.6	45.5	9.0
	Bajo	2.1	0.5	4.9	12.6	2.6	10.6	9.2	48.9	8.5
	Muy Bajo	3.2	1.3	5.0	22.4	1.4	2.7	5.1	45.4	13.4

* Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca y Sinaloa; ** Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala; *** Colima, Sonora, Baja California, Nuevo León y Baja California Sur.
Fuente: Elaboración propia.

Entre los cinco estados con mayor porcentaje de población en condición de pobreza (Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Tlaxcala)⁴, los principales elementos de la vulnerabilidad son el rezago en la capacidad de respuesta institucional (37.8%); efectos del cambio climático (16.8%); anomalías en la temperatura y precipitación (15.7%); rezago en la capacidad económica y social (11.9%); y el componente de uso de suelo (5.4%).

⁴ Estados con mayor porcentaje de población en pobreza multidimensional en 2008 de acuerdo a las estimaciones del CONEVAL.

Respecto a los estados que consistentemente han sido afectados por inundaciones en las últimas décadas se encuentran resultados importantes. Para el caso de Chiapas, el estado con mayor vulnerabilidad ante inundaciones, se tiene que los principales vehículos de la vulnerabilidad se centran en su rezago en la capacidad de respuesta institucional a los desastres naturales (32.7%); su exposición a los efectos futuros del cambio climático (22.3%), las anomalías en los niveles de temperatura y precipitación, así como su rezago en la capacidad económica (10.9%). Resultados similares son encontrados para los estados de Veracruz con un grado de vulnerabilidad muy alto y Tabasco con alto grado de vulnerabilidad, donde los factores que contribuyen en mayor medida son el rezago en la capacidad institucional, su exposición al cambio climático, el rezago en la capacidad económica y el uso del suelo, 35.9%, 20.7%, 9.9% y 10.9% para el caso de Veracruz y 43.7%, 19.5%, 11.3% y 8.6% en Tabasco.

Uno de los estados con resultados particulares es el caso de Campeche, que se ubica como el cuarto estado con menor nivel de vulnerabilidad ante inundaciones a pesar de su ubicación y de su orografía. Este hecho se explica principalmente por su alta participación dentro del Programa Municipio Seguro de la Secretaría de Gobernación, mediante el cual se evalúa la capacidad de respuesta institucional ante desastres naturales. El avance en la consecución de los objetivos en todos sus municipios planteados por el programa⁵-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—lo clasifican como la primera entidad con cobertura total en el país. Sin embargo, persisten retos relacionados a los efectos futuros derivados del cambio climático.

⁵ http://municipioseguro.segob.gob.mx/es/MunicipioSeguro/Objetivos_del_Programa

Dichos retos se centran en el nivel de impacto de los ciclones y la precipitación de lluvia en la época ciclónica (durante los meses de mayo a noviembre), así como las afectaciones potenciales por incrementos en el nivel del mar⁶.

Para el Distrito Federal, con un grado de vulnerabilidad muy bajo, 75% de su vulnerabilidad se centra en dos factores: en su rezago de capacidad de respuesta institucional (51.4%) y en las anomalías en las temperaturas y precipitación (alrededor del 24%). En 2006 la lámina de lluvia se incrementó alrededor del 23% respecto a la observada entre 1941 y 2005, mientras que se espera un incremento en 3° C en la temperatura promedio (que actualmente es de 13.7°C), en los próximos 50 años derivados del cambio climático.

Finalmente, el subíndice de daños no aparece dentro de los principales factores de la vulnerabilidad en los estados. Sin embargo, en los estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán la contribución de los daños a la vulnerabilidad presenta su mayor aportación al índice con 7.7%, 7.2% y 5.8%, respectivamente. Situación similar se identificó para el subíndice de la ocurrencia de eventos relacionados a las inundaciones. Los estados donde el subíndice de ocurrencia de eventos experimenta su mayor aportación al índice son Guerrero (10.1%), Veracruz (8.1%) y el Estado de México (8%).

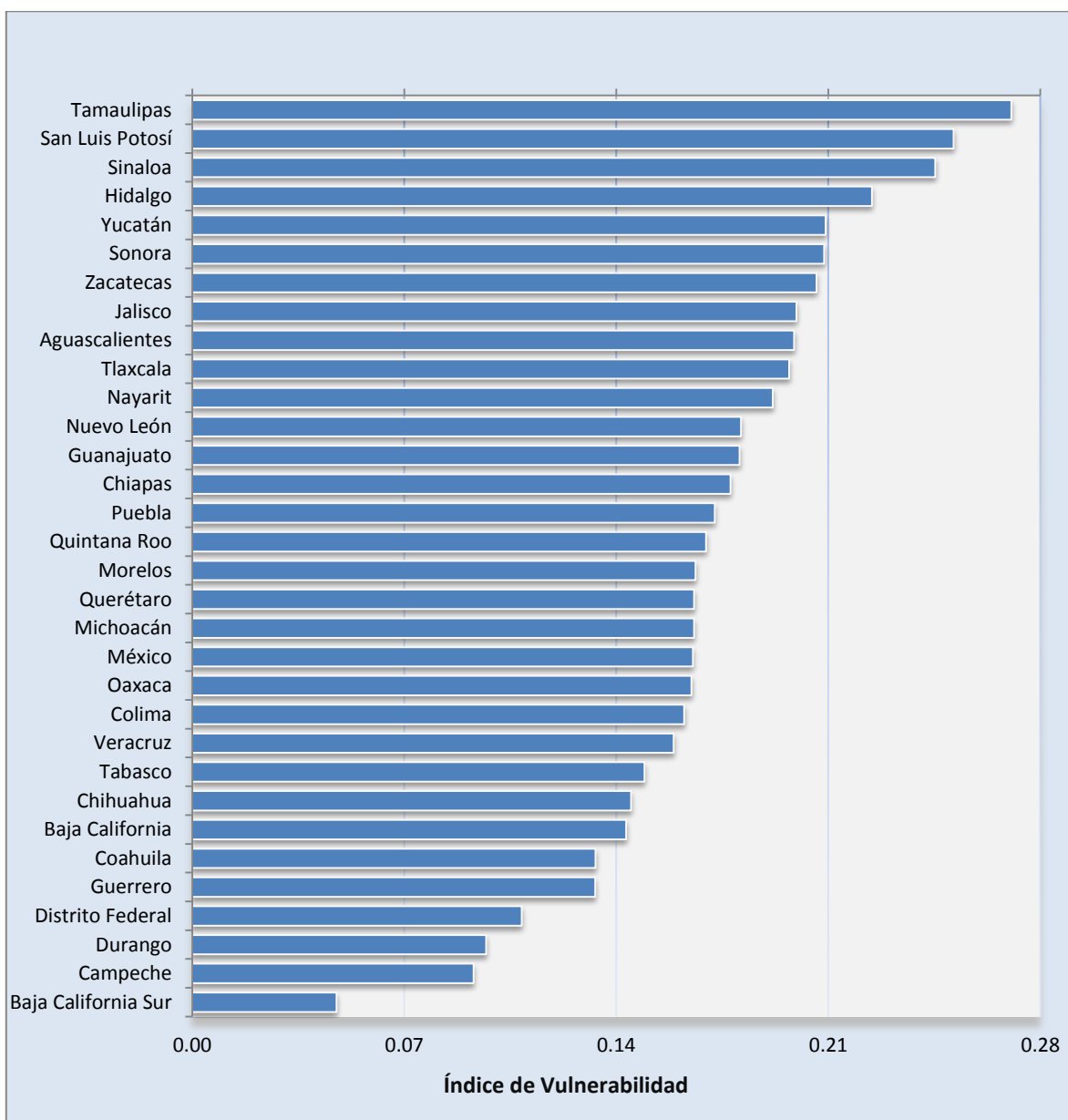
II.3.2 Resultados para sequías

Los estados con mayor nivel de vulnerabilidad para eventos asociados a sequías son Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo y Yucatán, como lo muestra la Gráfica 2. El rezago en la capacidad institucional para actuar ante los desastres naturales persiste como

⁶ Para una imagen del impacto esperado 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

uno de los principales factores que inciden en la vulnerabilidad, donde tan solo el 18% de la población de estos estados cuenta con las condiciones mínimas necesarias de protección y de sus bienes frente a emergencias.

Gráfica 2. Índice de vulnerabilidad ante sequías



Fuente: Elaboración propia.

Como segundo factor aparecen los cambios en temperatura y precipitación de lluvias (véase Cuadro 4). En 2006 los cinco estados más vulnerables experimentaron en promedio una anomalía de 1.2°C por encima de su temperatura media de los 35 años anteriores y una disminución en su lámina de lluvia de 14.7% con respecto al promedio. Además, se tiene pronosticado que derivado del cambio climático estos estados incrementen en 3.1°C su temperatura promedio y experimenten una reducción media del 15% de la lámina de lluvia.

El tipo de relieve acentúa la vulnerabilidad. Los cinco estados más vulnerables ante la sequía están conformados principalmente por relieve 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 se sitúan dentro de los diez estados con mayor vulnerabilidad a las sequías. Hidalgo, séptimo estado con mayor nivel de pobreza, se clasifica como un estado con vulnerabilidad muy alta ante las sequías al ocupar el cuarto sitio en el ordenamiento. El rezago en la capacidad institucional, las anomalías en las temperaturas y lluvias, así como los efectos futuros del cambio climático generan 64% de la vulnerabilidad del estado. Situación similar experimenta Tlaxcala, quinto estado con mayor proporción de población en situación de pobreza, al situarse en la décima posición respecto a la vulnerabilidad ante las sequías. Tlaxcala presenta retos importantes en el subcomponente de rezago en la capacidad institucional que contribuye con el 37% del índice, los efectos futuros del cambio climático con 14.6% en la participación del índice, acentuado por la frecuencia de ocurrencia de eventos de sequía (13% de su vulnerabilidad). En el caso de Hidalgo se pronostica un incremento de 3.35°C en temperatura media (18.9°C) y una reducción del 13% en la lámina

de lluvia, en tanto que para Tlaxcala el incremento se espera de 3.1°C y se reduzca 12.4% la lámina de lluvia.

Cuadro 4. Contribución de los subíndices al índice de vulnerabilidad ante sequías

		Ocurrencia de eventos	Daños	Tipo de relieve	Anomalías en temperatura y precipitación	Uso de suelo en actividades antropogénicas	Degradación de suelos	Rezago en la capacidad económica y social	Rezago en la capacidad institucional	Efectos adversos del cambio climático
Nacional		11.4	1.0	11.6	14.2	3.9	3.4	7.0	33.8	13.9
Cinco estados más vulnerables*		13.6	1.3	15.4	14.9	4.5	4.1	6.5	28.7	10.9
Cinco estados más pobres**		10.2	0.7	7.6	16.5	5.2	2.2	11.4	36.1	10.2
Cinco estados menos pobres***		10.4	0.9	12.1	15.4	2.6	2.2	3.1	34.2	19.2
Grado de vulnerabilidad	Muy Alto	12.9	1.2	15.0	15.8	4.1	4.3	6.4	28.6	11.7
	Alto	10.6	1.3	12.6	13.0	3.3	5.1	6.6	33.3	14.4
	Medio	6.9	0.6	10.0	15.0	5.4	2.3	9.2	37.6	13.0
	Bajo	17.3	0.9	6.6	15.3	4.1	1.4	7.1	34.6	12.7
	Muy Bajo	11.7	0.9	16.0	11.7	1.5	2.5	3.8	32.5	19.4

* Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo y Yucatán; ** Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala; *** Colima, Sonora, Baja California, Nuevo León y Baja California Sur.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del subíndice de ocurrencia de eventos se encuentra que los estados de Sonora, Distrito Federal, Veracruz y Baja California experimentan las contribuciones más altas al valor del índice, con una participación promedio de 18%. Por otro lado, se tiene que 37% de la vulnerabilidad del estado de Campeche se debe al tipo de relieve (cárstico) existente en el estado, seguido por el estado de Quintana Roo (24%), Zacatecas (23.7%), San Luis Potosí (23%) y Aguascalientes (21%).

En cuanto al cambio en la precipitación, Baja California experimentó en 2006 una disminución del 46% en la lámina de lluvia respecto a los 65 años anteriores, seguido de San Luis Potos, Estado de México y Oaxaca con 24, 18 y 16% respectivamente, mientras

que Nuevo León y Oaxaca fueron los estados que registraron los mayores incrementos en la temperatura media en 3.1 y 2.5°C. La degradación de los suelos aparece como otro de los factores a considerar en los estados de Zacatecas y Aguascalientes, con una aportación del 10% y 8.6% al índice.

Los efectos esperados del cambio climático contribuyen de manera importante a los episodios de sequía. Por ejemplo, 25% del índice de vulnerabilidad del estado de Sonora se debe a los efectos del cambio climático. Se espera una reducción del 21% en la precipitación promedio y un incremento del 3.6°C en la temperatura promedio, que actualmente es ya de 20.1°C.

II.3.3 Simulación de cambios en los componentes del índice de vulnerabilidad

El ejercicio de simulación tiene por objeto calcular el cambio en el índice de vulnerabilidad ante un cambio en cada uno de sus componentes. Tales resultados son relevantes para el análisis de las políticas públicas y su fortalecimiento al identificar los rendimientos de una mejora en las variables claves causantes de la vulnerabilidad ante los eventos naturales. La cuantificación de dichos rendimientos es útil para identificar aquellos componentes en donde las políticas encaminadas al fortalecimiento de la resiliencia de los estados puedan generar mayores impactos.

Sea G el índice de vulnerabilidad (calculado a través de la media geométrica):

$$G(x_j) = (x_1 * x_2 * \dots * x_j)^{1/n}$$

donde X_j representa el j -ésimo componente (subíndice) y n representa el número de componentes utilizados en el cálculo del índice de vulnerabilidad.

Como primer paso se define el componente x_j al cual se le aplica una reducción en su valor observado⁷ (mejora) para cada una de las 32 entidades federativas, manteniendo constante el valor del resto de los componentes. A partir de lo anterior se aplica la función de la media geométrica para obtener el índice de vulnerabilidad resultado del deterioro o mejora en uno de sus componentes. A manera de ejemplo para el primer componente la forma funcional se expresa de la siguiente forma:

$$G'(x'_j) = (x'_1 * x_2 * \dots * x_j)^{1/n}$$

donde X'_j representa el valor del primer componente (subíndice) después de aplicarse el cambio (mejora). En tanto la expresión “ $x_2 * \dots * x_j$ ” se refiere al resto de los componentes con sus valores originales. El mismo procedimiento es aplicado de manera separada para cada uno de los componentes de los índices de vulnerabilidad ante inundaciones y sequías.

El Cuadro 5 muestra los resultados para diferentes grupos de estados ante el cambio en el índice de vulnerabilidad ante inundaciones ante una mejora en los componentes. Se tiene que los estados con mayor porcentaje de pobreza multidimensional experimentan la mayor reducción en la vulnerabilidad, de 2.3%.

Cuadro 5. Cambio en componentes del índice de vulnerabilidad ante inundaciones: simulación de una mejora en los componentes (promedios por grupo)

	Nacional	Cinco estados más vulnerables*	Cinco estados más pobres**	Cinco estados menos pobres***	Grado de vulnerabilidad				
					Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Índice de vulnerabilidad ante inundaciones†	0.123	0.183	0.153	0.100	0.183	0.143	0.121	0.105	0.068
Cambio porcentual en el índice	-1.9	-1.9	-2.3	-1.8	-1.9	-2.2	-2.0	-2.2	-1.0

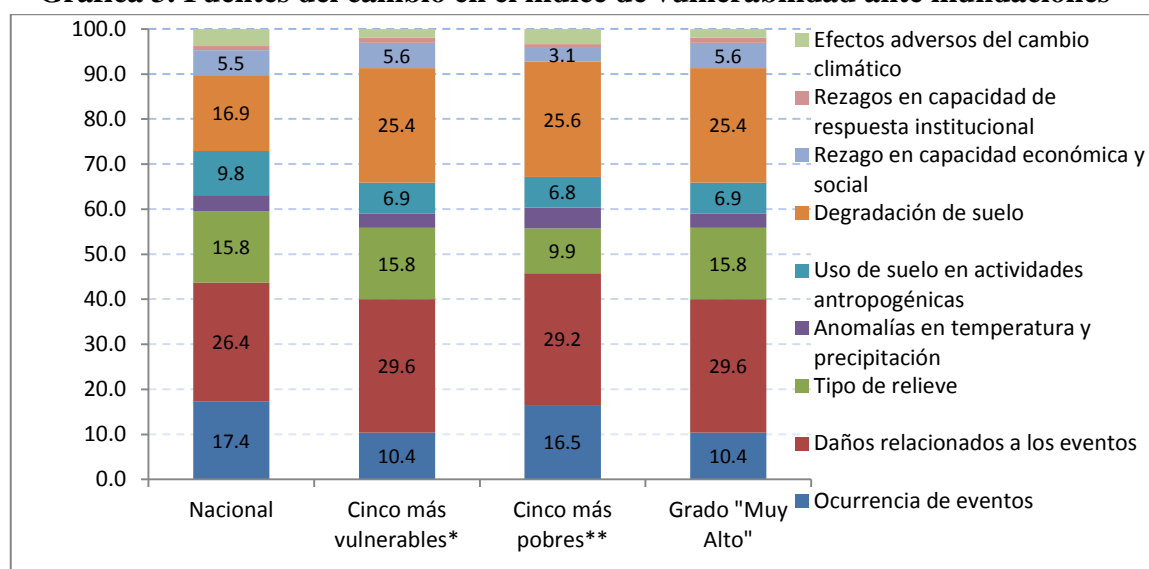
† Valor del índice antes de la simulación; * Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca y Sinaloa; ** Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala; *** Colima, Sonora, Baja California, Nuevo León y Baja California Sur.

Fuente: Elaboración propia.

⁷ El cambio se aplica a los valores estandarizados de los componentes.

La Gráfica 3 presenta la distribución de la reducción de la vulnerabilidad ante inundaciones a raíz de una mejora en los componentes. De la disminución de 2.3 puntos porcentuales en el índice de los cinco estados más pobres, por ejemplo, cerca del 30% se debe a la baja de los daños provocados por las inundaciones. Asimismo, la menor degradación de los suelos en dichos estados aportaría alrededor del 26% de la reducción en la vulnerabilidad.

Gráfica 3. Fuentes del cambio en el índice de vulnerabilidad ante inundaciones



* Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Oaxaca y Sinaloa; ** Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala.

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 6 muestra los resultados en el índice de vulnerabilidad ante sequías. Ante una mejoría en los componentes, los estados con un grado medio de vulnerabilidad y los más pobres presentan la mayor disminución del índice, de 3.5 y 3.3% respectivamente.

Cuadro 6. Cambio en los componentes del índice de vulnerabilidad ante sequías: simulación de una mejora en los componentes (promedios por grupo)

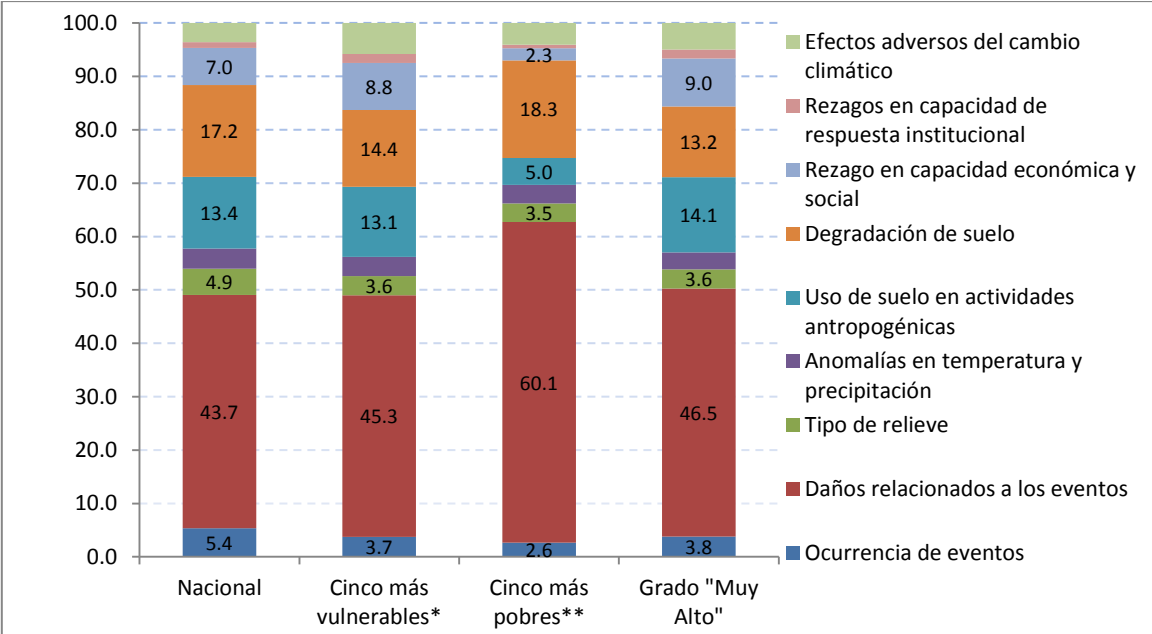
	Nacional	Cinco estados más vulnerables*	Cinco estados más pobres**	Cinco estados menos pobres***	Grado de vulnerabilidad				
					Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Índice de vulnerabilidad ante sequías †	0.171	0.240	0.169	0.149	0.248	0.195	0.167	0.144	0.087
Cambio porcentual en el índice	-2.2	-1.8	-3.3	-2.1	-1.8	-2.0	-3.5	-2.1	-0.8

† Valor del índice antes de la simulación; * Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo y Yucatán; ** Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala; *** Colima, Sonora, Baja California, Nuevo León y Baja California Sur.

Fuente: Elaboración propia.

La reducción de la vulnerabilidad a nivel nacional, principalmente en los estados más pobres, puede obtener los mejores rendimientos al disminuir los daños relacionados a las sequías y atender la degradación de los suelos. Adicionalmente, se debe hacer una adecuada planeación sobre el uso del suelo en actividades antropogénicas (uso de la tierra para vivienda o para actividades económicas, etc.) que minimice las áreas expuestas a los efectos de las sequías, como indica la Gráfica 4.

Gráfica 4. Fuentes del cambio en el índice de vulnerabilidad ante sequías: simulación de una mejora en los componentes



* Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo y Yucatán; ** Chiapas, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala.
Fuente: Elaboración propia.

Este mismo análisis se puede hacer para distintos grupos de estados. En concreto lo importante de este análisis es determinar sobre qué indicadores se puede actuar para tener una mayor incidencia en la reducción de la vulnerabilidad. En concreto, tanto en el caso de inundaciones como de sequías, las acciones se deben concentrar en la reducción de los daños, que de alguna manera muestran la vulnerabilidad anterior, misma que da origen a que los daños sean altos. Esto implica, entre otras cosas, mejorar la capacidad de respuesta

tanto individual como colectiva. La capacidad de respuesta individual puede incrementarse reduciendo el rezago económico y social, mientras que la respuesta colectiva mediante el fortalecimiento de la capacidad institucional, ya sea mediante una mayor participación en el programa de Municipio Seguro o alguna otra forma de atención antes y después de los desastres.

En el caso de sequías salta a la luz la necesidad de hacer una mayor planeación de las actividades antropocéntricas para reducir la vulnerabilidad. Esto a su vez permitirá atender la degradación del suelo. Por el lado de las inundaciones también es importante evitar la degradación del suelo. Esto le permitirá tener mayor absorción de agua, reduciendo el impacto de mayores lluvias o la falta de precipitación y por tanto los efectos de inundaciones o sequías. Esta planeación del uso del suelo y la reducción en la degradación del suelo llevará a los estados a mejores condiciones para enfrentar los efectos futuros del cambio climático. Esto se puede lograr a través de programas de política pública que incidan en la vulnerabilidad. Algunos de estos programas se discutirán en la última sección de este capítulo.

II.3.5 Análisis de sensibilidad

La definición de un índice de este tipo es de alguna manera un ejercicio *ad hoc*, donde el modelo se construye a partir de fundamentos teóricos y de la disponibilidad de datos. Así, hay muchas posibles definiciones del índice en cuanto a las variables a utilizar y en cuanto a la definición de dichas variables. Esto hace necesario llevar a cabo ejercicios de sensibilidad para ver qué tan robustos son los resultados ante cambios en las variables utilizadas.

En este análisis se realizaron básicamente tres ejercicios de sensibilidad. En primer lugar, dado que algunos estados son productores de petróleo, se hizo el ejercicio tomando el PIB per cápita y después utilizando el PIB ajustado por el componente petrolero. La razón para ello es que el valor de la producción petrolera no se queda realmente en el estado, sino que se entrega a la federación. Es decir, en este caso se le restó el PIB petrolero al PIB total del estado, resultando así el PIB no petrolero. A partir de eso se obtuvo el PIB ajustado per cápita. Los resultados de los distintos índices varían poco tanto en el valor absoluto como en el ordenamiento de los estados y en la importancia relativa de sus componentes.

Un segundo ejercicio consistió en la redefinición del subíndice de daños. Se pasó de 15 categorías a solamente 5. Para ello se agregaron las personas muertas y desaparecidas en una, los afectados (personas heridas o enfermas, damnificadas, afectadas, evacuadas o reubicadas) en otra, una categoría más para pérdidas económicas, otra para infraestructura vial y una más para infraestructura hospitalaria. En este caso los resultados de los distintos índices cambiaron un poco su ordenamiento, pero mostraron bastante estabilidad. En el caso de inundaciones, los 10 estados menos vulnerables no cambian su ordenamiento aun cuando se observan pequeñas variaciones en algunos de los demás estados. A pesar de esto, estos resultados son robustos ante ambas especificaciones de la variable de daños.

Por último, se analizó qué tanto variaba el ordenamiento al incluir la variable de capacidad institucional. Este subíndice tiene dos indicadores: el porcentaje de los municipios que pertenecen tienen la certificación de Municipio Seguro y el porcentaje de la población estatal cubierta por este programa. Es importante destacar que solamente Campeche tiene a todos sus municipios y a toda su población cubierta. El programa de Municipio Seguro es una certificación de que se cumple con una serie de requisitos:

- Operar la Unidad Municipal de Protección Civil; contar con un Reglamento Municipal de Protección Civil, que se recomienda incluya, entre otros elementos, la integración del Consejo Municipal de Protección Civil, el Programa Municipal de Protección Civil y el Atlas Municipal de Riesgos
- Mantener coordinación con autoridades estatales y federales de protección civil
- Tener al menos un plan básico de respuesta a emergencias

Sin embargo, tener cobertura de este programa no muestra la efectividad en la prevención y/o en la resolución de desastres. En este sentido solo muestra una parte de la capacidad institucional *ex ante* y se espera que el cumplimiento de los requisitos lleve a mejor preparación real ante desastres. No muestra su efectividad *ex post*. Se hizo el ejercicio con y sin este subíndice y los resultados tampoco variaron substancialmente. Solamente Campeche aumenta su vulnerabilidad pasando de lugar 29 al incluir la capacidad institucional al lugar 22 sin incluirla. Algunos otros estados varían su posición de manera marginal, subiendo o bajando hasta dos lugares. Resalta que los cinco estados más vulnerables ante inundaciones se mantienen en dicha clasificación al eliminar el componente del rezago en la capacidad de respuesta institucional a los desastres.

El caso de Campeche es interesante porque muestra cómo contar para todo el estado y para la totalidad de su población con ese programa puede reducir su vulnerabilidad, de ahí la importancia de que haya programas efectivos que ayuden a la población a estar mejor preparados para enfrentar desastres.

III.Efecto de la política social en la reducción de la vulnerabilidad ante desastres

La vulnerabilidad ante desastres y la resiliencia ante los mismos se ven indiscutiblemente afectadas por la política social que se ha venido aplicando en México, donde ésta se identificó con 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 producto del profundo ajuste estructural llevado a cabo⁸. Tales reformas tuvieron cierta justificación en función de que la política social desarrollada en el período de la industrialización estaba dirigida fundamentalmente al sector formal de la economía y dejó de lado a los sectores más pobres que se localizaban principalmente en las zonas rurales, donde era difícil alcanzarlos.

La ocurrencia de eventos y sus daños pueden verse mitigados al mejorar la capacidad económica, social e institucional de las regiones, incidiendo particularmente en las variables de daños, uso de suelo, degradación de suelo y prevención ante los efectos esperados del cambio climático. En concreto, la progresividad de los programas sociales permitiría entonces, a la par de disminuir desigualdades, mitigar la pobreza y la vulnerabilidad.

Existen además programas sociales que por sus objetivos y diseño pudieran fortalecer las capacidades humanas e institucionales, reactivar las actividades económicas, y monitorear los riesgos en los asentamientos humanos. Entre ellos se encuentran Prospera, Hábitat, Procampo, Programa de Empleo Temporal, Seguro Popular, el FONDEN, Programa para el desarrollo de zonas prioritarias, Programa de apoyo a los vecindados en condiciones de

⁸ Entre los programas insignia de la focalización en México se encuentran Progres-a-Oportunidades, hoy PROSPERA.

pobreza patrimonial para regularizar asentamientos humanos irregulares y el Programa 3 por 1 para migrantes, entre otros.

Aun cuando estos programas debieran aumentar la resiliencia o disminuir la vulnerabilidad ante al menos algunos de los desastres expuestos anteriormente (inundaciones y sequías en concreto, pero también granizadas, heladas y sismos, por ejemplo), no han logrado contribuir significativamente a nivel de familias, hogares o regiones para fortalecer las capacidades necesarias para reducir su vulnerabilidad. En ocasiones hay fallas en el diseño o en la implementación de los programas, dificultades en la focalización y mucho del gasto dirigido a mejorar las condiciones de vida de la población está fraccionado en una multitud de programas pequeños, con escasa información de impacto y focalización, sin padrón común, sin esquemas de coordinación entre programas y, en muchos casos, con impactos regresivos.

El diseño e implementación de una nueva política social, debe considerar una transformación en el papel que ésta desempeña en la mitigación de riesgos y daños, y en la redistribución social donde los instrumentos y objetivos particulares deben estar subordinados al objetivo fundamental de reducir 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 lo central es combatir las causas de la vulnerabilidad y de la desigualdad no presente, sino intergeneracional. El triángulo vicioso de políticas excluyentes, alta desigualdad persistente a través de las generaciones y bajo crecimiento económico que da lugar a mayor pobreza y vulnerabilidad social, a mayor vulnerabilidad de los pobres a las crisis, a desastres y al cambio climático, requiere de una reforma global del conjunto de instrumentos redistributivos y de un rediseño de la política

social con unidad en objetivos generales y particulares entre los diferentes niveles de gobierno que tengan una incidencia real en la construcción de capacidad institucional para afrontar desastres y, como consecuencia, en la reducción de daños a la población.

Referencias

- Ávila, P. (2007). “Las cuencas hidrológicas de México y su vulnerabilidad socio ambiental por el agua”, *Sustentabilidad y Desarrollo ambiental. Agenda para el Desarrollo* 14, 133-161.
- Belasen, A. R. and Polachek, S. W. (2009). “How disasters affect local labor markets: The effects of hurricanes in Florida”. *The Journal of Human Resources*, 44(1), 251-276.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. y Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad: el Entorno Social, Político y Económico de los Desastres*. LA RED/ITDG, Perú. Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- Brenkert, A. L. and Malone, E. L. (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, Cape Verde.
- Burrus, R., Duman, C. F., Farrell, C. H., and Hall, W. W. (2002). “Impact of low intensity hurricanes on regional economic activity”. *Natural Hazard Review*, 3(3), 118-125.
- Carter, M. R., Little, P., and Mogues, T. (2007). “Poverty traps and natural disasters in Ethiopia and Honduras”. *World Development*, 35(5), 835-856.
- CONAGUA, 2008. Lineamientos de acciones electromecánicas contra fenómenos hidrometeorológicos. Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. México D.F. Consulta en línea 8 de octubre de 2014.
<http://www.conagua.gob.mx/conagua07/Publicaciones/Publicaciones/LAECFH.PDF>
- CONEVAL. 2008. Pobreza por entidad federativa. México: CONEVAL.
- De Janvry, A., Sadoulet, E., Salomón, P., and Vakis, R. (2006), “Uninsured risk and asset protection: can conditional cash transfer programs serve as safety nets?” SP Discussion Paper No. 0604. Washington D.C.: World Bank.
- Dilley, M., Chen, R.S., Deichmann, U., Learner-Lam, A.L., Arnold, M., (2005). *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis, Disaster Risk Management Series No. 5*. Washington D.C.: World Bank.
- Emergency Events Database (EM-DAT): The OFDA/CRED International Disaster Database. www.emdat.be Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium. Consulta en línea 9 de octubre de 2014. Data version: v12.07.
- Emanuel, K. (2005). “Increasing Destructiveness of Tropical Cyclones over the past 30 years”. *Nature*, 436, 686-688.
- Florescano, E. (1980). "Una historia olvidada: la sequía en México". *Nexos* 32, 9-18.

- García, V. (coord.) (2005). *Construcción Social de Riesgos y el Huracán Paulina*, Publicaciones de la Casa Chata. México: CIESAS.
- Gay, C., Conde, C. , Eakin, H., Seiler, R., Vinocur, M., and Wehbe, M. (2006). *Vulnerability and Adaptation to Climate Change: The Case of Farmers in Mexico and Argentina*. Final Report Project No. LA 29. <http://www.aiaccproject.org>.
- Guarcello, L., Kovrova, I. and Rosati, F.C. (2007). *Child labour as response to shocks: Evidence form Cambodian villages*. UCW Working Paper. Rome: UCW.
- Hewitt, K. (1995). "Excluded perspectives in the social construction of disaster". *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 13, 317-39.
- INE - SEMARNAT (2009). Diálogos de Políticas de Cambio Climático. *Perspectivas Sectoriales y Adaptación: Ciencia, Vulnerabilidad e Impactos y Relevancia para la Política Pública*. México: INE-SEMARNAT.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahn, M. (2005). "The Death Toll from Natural Disasters: The Role of Income, Geography and Institutions". *Review of Economics and Statistics*, 87(2), 271-284.
- Liverman, D.M. (1990). "Drought and Agriculture in Mexico: The case of Sonora and Puebla in 1970". *Annals of the Association of American Geographers*, 80(1), 49-72.
- Liverman, D.M. (1994). Vulnerability to Global Environmental Change, in S. Cutter, (ed.), *Environmental Risks and Hazards*. U.S.A.: Prentice Hall.
- Noy, I. (2009). "The macroeconomic consequences of disasters". *Journal of Development Economics*, 88, 221-231.
- Rodríguez-Oreggia, E. de la Torre, R. de la Fuente, A. y Moreno, H. (2010). *The Impact of Natural Disasters on Human Development and Poverty at the Municipal Level in Mexico*, mimeo. EGAP-ITESM, Campus State of Mexico.
- Saldaña, S. and Sandberg, K. (2009). "Impact of climate related disasters on human migration in Mexico: a spatial model". *Climatic Change*, 96, 97-118.
- Sánchez-Rodríguez, R. (2002). "Cities and Global Environmental Change: Challenges and Opportunities for a Human Dimension Perspective". *Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, 3.
- Sánchez-Rodríguez, R. Seto, K. C. Simon, D. Solecki, W. D. Kraas, F. and Laumann, G. (2005). "Science plan urbanization and global environmental change". *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, 15.
- Satterthwaite, D. Ha, S. Pelling, M. Reid, H. and Romero, P. (2007). *Adapting to Climate Change in Urban Areas: The possibilities and constraints in low- and middle-income*

nations. IIED-Human Settlements Discussion Paper Series: Climate Change and Cities. Volume 1. London: International Institute for Environment and Development.

Strömberg, D. (2007). “Natural Disasters, economic development, and human aid”. *Journal of Economic Perspectives*, 21(3), 199-222.

Trenberth, K.E. (2005). “Uncertainty in Hurricanes and Global Warming”. *Science*, 308, 1036-1039.

Vera, G. (2005). Vulnerabilidad social y expresiones del desastre en el distrito de Pochutla, Oaxaca, en V. García Acosta (coord.) (2005), *Construcción Social de Riesgos y el Huracán Paulina*. Publicaciones de la Casa Chata, México: CIESAS.

Villegas, C. (2005). Recuperando el paraíso perdido: el proceso de reconstrucción de la ciudad de Acapulco, en V. García Acosta (coord.) (2005), *Construcción Social de Riesgos y el Huracán Paulina*. Publicaciones de la Casa Chata, México: CIESAS.

Webster, P.J, G.J Holland, J.A. Curry and Chang, H.R. (2005). “[Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment](#)”. *Science*, 309(5742), 1844 – 1846.

Yamano, N., Kajitani, Y. and Shumuta, Y. (2007). “Modelling the regional economic loss of natural disasters: The search for economic hotspots”. *Economic System Research*, 19(2), 163-181.