



RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS, UNA MIRADA DESDE EL MANEJO DE CUENCAS



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Cuadernos de divulgación ambiental

Riesgos hidrometeorológicos, una mirada desde el manejo de cuencas

DR © **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**
Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU)
Av. Ejército Nacional 223, colonia Anáhuac, Alcaldía Miguel Hidalgo, 11320, Ciudad de México.
www.gob.mx/semarnat

DR © **Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas**
<http://www.remexcu.org/>

WWF México
Av. México 51, colonia Hipódromo, Alcaldía Cuauhtémoc, 06100, Ciudad de México.
www.wwf.org.mx

Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.
Boulevard Adolfo López Mateos 2009, piso 1, Colonia Los Alpes, Alcaldía Álvaro Obregón, 01010, Ciudad de México. www.fgra.org.mx/

Comisión Nacional del Agua
Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca
Calzada México-Xochimilco 4985, colonia Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, 14388, Ciudad de México.
www.gob.mx/conagua

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines 4209, colonia Jardines en la Montaña, Alcaldía Tlalpan, 14210, Ciudad de México.
www.gob.mx/inecc

Red de Socioecosistemas y Sustentabilidad
www.redsocioecos.org/

Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional (CIIEMAD-IPN)
Calle 30 de junio de 1520 s/n, colonia La Laguna Ticomán, Alcaldía Gustavo A. Madero, 07340, Ciudad de México.
www.ciiemad.ipn.mx

Universidad Autónoma de Querétaro Campus Aeropuerto
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales
Carretera a Chichimequillas s/n, Ejido Bolaños, 76140, Querétaro, Qro.
<http://fcn.uaq.mx/>

Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia.
Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, colonia Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190, Morelia, Michoacán.
www.enesmorelia.unam.mx

Coordinación del proyecto: Helio Manuel García Campos, Javier Lara Arzate (CECADESU).

Coordinación de contenidos de la serie "Manejo de cuencas": Eduardo Ríos Patrón e Ignacio Daniel González Mora.

Investigación y textos: Eduardo Ríos Patrón, Ignacio Daniel González Mora, Raúl Vera Alejandre, Raúl Francisco Pineda López, Daniel Iura González Terrazas, Juan Alfredo Hernández Guerrero, Anaís Vermonden Thibodeau, Yusif Nava, Margarita Caso Chávez, Ana Peña del Valle, Matthew Hare, Omar Gómez Ruiz, José Alfredo Galindo Sosa, Alba Ortega Gómez, Fernando Rosete Vergés, Ana Lilia Peña Díaz.

Diseño: Oswaldo Daniel Ortigoza Espejel (CECADESU).

Foto portada: Paso del huracán Patricia en 2015 en Barra de Nexpa (arriba) y campamento tortuguero de Ixtapilla (abajo) en la costa de Michoacán (Serafín Delgado Magaña).

Primera edición: 2019.

ISBN: 978-607-626-058-6



RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS, UNA MIRADA DESDE EL MANEJO DE CUENCAS



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Directorio

Gobierno de la República
Lic. Andrés Manuel López Obrador
Presidente de México

Dr. Víctor Manuel Toledo Manzur
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Helio Manuel García Campos
Coordinador General del Centro de Educación y Capacitación
para el Desarrollo Sustentable

Soc. Javier Lara Arzate
Director de Comunicación Educativa

Red de Mexicana de Cuencas Hidrográficas
M.C. Eduardo Ríos Patrón
Co-coordinador

Biól. Ignacio Daniel González Mora
Co-coordinador

M.C. Raúl Vera Alejandre
Co-coordinador

Ciudad de México, México.
Diciembre, 2019.

Índice

7	Presentación
9	Introducción
11	1. Peligros, la construcción social del riesgo
17	2. Fenómenos hidrometeorológicos, generalidades
23	3. Vulnerabilidad al cambio climático
29	4. Prevención y gestión de riesgos hidrometeorológicos
33	5. Gestión del riesgo en cuencas hidrográficas
39	Conclusiones
41	Fuentes
43	Referencias

Presentación

El Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) cuenta con una larga trayectoria editorial que se remonta a sus propios orígenes en 1994. Su importancia radica en la necesidad de impulsar procesos educativos, de formación y de comunicación, así como de participación ciudadana y social que contribuyan al fortalecimiento de una cultura ambiental traducida en valores, actitudes, conocimientos, habilidades y competencias para cuidar, conservar y proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida. Su relevancia estriba, también, en la exigencia de disponer de herramientas de calidad, con información comprensible y actualizada para el análisis de las realidades socio-ambientales, dirigidas a diferentes públicos meta.

En ese marco, el CECADESU ha diseñado la colección de los Cuadernos de Divulgación Ambiental, que constituyen un acercamiento inicial a tópicos ambientales de nuestro tiempo, abordados con una visión amplia y considerando diferentes ópticas. Con rigor académico, pretenden contribuir al conocimiento y la difusión de situaciones y problemáticas socio-ambientales, así como al entendimiento de sus dilemas, retos y oportunidades.

En coordinación con instituciones del gobierno federal, de educación superior y de la sociedad civil se han puesto a disposición de un público amplio los siguientes títulos:

1. Huella ecológica: datos y rostros. CECADESU.
2. Educación ambiental y cine debate. CECADESU.
3. Calidad del aire: una práctica de vida. SEMARNAT.
4. Tráfico ilegal de vida silvestre. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
5. Consumo sustentable: un enfoque integral. Procuraduría Federal del Consumidor.
6. Consumo saludable: hacia nuevos hábitos de consumo. Procuraduría Federal del Consumidor.
7. Riqueza lingüística y biológica de México. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.
8. Los humedales en México. Oportunidades para la sociedad. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
9. El agua en México. Comisión Nacional del Agua.
10. En un mar de residuos: el cambio necesario. Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad-Universidad Nacional Autónoma de México.

11. Humanos y biodiversidad. Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad-Universidad Nacional Autónoma de México.
12. Movilidad sustentable. Universidad Iberoamericana Ciudad de México.
13. Costas y mares de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad / Universidad Autónoma de Baja California.
14. Turismo sustentable en México. Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia / Universidad de Occidente. Unidad Mazatlán.
15. Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Red Mexicana de Cuencas.
16. Ríos libres y vivos, introducción al caudal ecológico y las reservas de agua. Red Mexicana de Cuencas / WWF-México / Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.
17. Suelos, bases para su manejo y conservación. Red Mexicana de Cuencas / WWF-México / Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. / FIRA-Banco de México.
18. Adaptación al cambio climático. Fundamentos desde el manejo de cuencas y del proceso de fortalecimiento de capacidades. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas / CECADESU / WWF México / Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático / Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.
19. Economía y medio ambiente. Reflexiones desde el manejo de cuencas. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas / Red de Socioecosistemas y Sustentabilidad / WWF México / Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo / Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.
20. Servicios ecosistémicos. Fundamentos desde el manejo de cuencas. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas / Red de Socioecosistemas y Sustentabilidad / WWF México / Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático / Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.
21. Experiencias de agroforestería en México. Red Temática de Sistemas Agroforestales de México del CONACYT.
22. “Lagos y sus cuencas, construyendo la gobernanza” Red Mexicana de Cuencas (Grupo de Trabajo “Lagos y sus Cuencas”) http://remexcu.org/documentos/cuadernos/CD-2018-10-09-Cuencas_y_sus_lagos.pdf

Cabe destacar que la importancia y variedad de los temas mencionados, así como el prestigio de las instancias participantes han nutrido y fortalecido esta colección editorial.

En esta edición, y bajo la coordinación de la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas, se presenta “Riesgos hidrometeorológicos, una mirada desde el manejo de cuencas” dentro de la serie “Manejo de cuencas”.

Introducción

El aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos constituye un reto mayúsculo en materia de prevención y gestión del riesgo. Es también un área de oportunidad para fortalecer la adaptación al cambio climático y reducir la vulnerabilidad en las cuencas de México.

Tan sólo entre 2001 y 2013, los afectados por los fenómenos hidrometeorológicos en México ascendieron a cerca de 2.5 millones de personas y los costos económicos sumaron 338 mil millones de pesos (INECC, 2015). Este impacto en los modos de vida de las comunidades obliga a tomar medidas y desarrollar políticas integrales que consideren las particularidades del manejo del territorio y la conexión funcional de las cuencas. Para reducir daños y enfrentar con eficacia los riesgos hidrometeorológicos se requiere la participación activa de los habitantes y los sectores económico, social, gubernamental y académico, integrando localmente las políticas de cambio climático, hídrica y de gestión del riesgo, coordinada y efectivamente.

La comunicación y divulgación de los conceptos básicos en materia de riesgos hidrometeorológicos, que promueva la reflexión sobre el manejo y gestión integral de cuencas, es un primer escalón para construir una visión común del territorio a partir de la participación activa. Esta nueva publicación de los Cuadernos de Divulgación Ambiental, que se suma a otras siete de esta misma serie procura el fomento y difusión del manejo y gestión integral de cuencas: I) *Cuencas hidrográficas, fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*, II) *Ríos libres y vivos, introducción al caudal ecológico y reservas de agua*, III) *Suelos, bases para su manejo y conservación*, IV) *Adaptación al cambio climático, fundamentos desde el manejo de cuencas y el fortalecimiento de capacidades*, V) *Economía y medio ambiente, reflexiones desde el manejo de cuencas*, VI) *Servicios ecosistémicos, fundamentos desde el manejo de cuencas* y VII) *Lagos y sus cuencas, construyendo la gobernanza*.

Riesgos hidrometeorológicos, una mirada desde el manejo de cuencas, explora al riesgo como una construcción social que implica el fortalecimiento de capacidades individuales, colectivas e institucionales a nivel nacional y local. El efectivo diseño e implementación de sistemas de alerta temprana, así como la prevención y el fomento del manejo integral del territorio a través de las cuencas, disminuye la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos extremos en un contexto de cambio climático.

Reconocer la importancia de la efectiva coordinación, el desarrollo de sistemas de información y la participación en todos los niveles, son condiciones necesarias para responder a los retos climáticos y de desarrollo sostenible. Promover la reflexión sobre el reto climático y ambiental a partir de un enfoque local es la intención de esta nueva publicación que impulsan la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas y el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable.

1. PELIGROS, LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL RIESGO

La pobreza, la rápida urbanización, la debilidad de la gobernanza, el declive de los sistemas ecológicos y el cambio climático están incrementando el riesgo de desastres en todo el mundo.

António Manuel de Oliveira Guterres,
Secretario General de la ONU

Los peligros o amenazas se definen a partir de la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural o causado por el hombre, de cierta intensidad, potencialmente dañino para la población, infraestructura o actividades humanas, durante un periodo y en un lugar determinado. Los fenómenos naturales se pueden entender como cualquier manifestación de la naturaleza, es decir, cualquier expresión de los procesos que caracterizan el funcionamiento interno de nuestro planeta. Existen los que se presentan con una frecuencia regular y aquellos que aparecen de manera extraordinaria entre periodos más amplios.

Un ejemplo de los primeros son las lluvias que llegan en los meses cálidos y secos al inicio de la primavera. Por su parte, los fenómenos naturales que ocurren de manera extraordinaria no presentan un ciclo bien definido y hasta cierto punto pueden ser previsibles, dependiendo del conocimiento que se tenga sobre el funcionamiento de la naturaleza. Por ejemplo, una erupción volcánica se puede prever a partir del monitoreo de la actividad volcánica, pero no se puede determinar la hora, el día y la magnitud exactas de la erupción. Los peligros causados por el hombre están relacionados con las actividades que realiza o las tecnologías que utiliza en diferentes procesos (industriales, de construcción, generación de energía, extracción de minerales e hidrocarburos, conducción de electricidad, transporte y distribución de hidrocarburos, entre otros).

El aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos constituye un reto mayúsculo en materia de prevención y gestión del riesgo debido al cambio climático ya que este fenómeno también está cambiando estos peligros.

Los atlas de riesgo en México establecen una clasificación de los peligros a partir de su origen y del sitio adonde ocurren. De esta forma podemos identificar peligros asociados a la corteza y la capa de rocas subterráneas que

existen en nuestro planeta (litósfera), a la atmósfera o capa gaseosa que rodea nuestro planeta (atmósfera), al ciclo del agua (hidrósfera), a los organismos que viven en el planeta (biósfera) o a las actividades realizadas por los hombres (noósfera).

Tabla 1. Tipos de peligro agrupados por origen y lugar de desarrollo.

LITOSFÉRICOS	ATMOSFÉRICOS	HIDROSFÉRICOS	BIOSFÉRICOS	NOOSFÉRICOS
Sismos Vulcanismo Maremotos o tsunamis Aludes Deslizamientos Derrumbes	Huracanes Ciclones Tornados Sequías Granizadas Nevadas Tormentas de arena	Inundaciones fluviales, pluviales o costeras Torrentes de lodo Oleaje de tormenta Penetraciones marinas	Epidemias Epizootias ^a Epifitias ^b	Deforestación Incendios Erosión del suelo Salinización del suelo Traslados Extracción de agua Rotura de embalses Contaminación del ambiente Derrames químicos Accidentes mineros Accidentes terrestres, aéreos, marítimos y fluviales Explosiones Roturas

Elaboración propia a partir de León *et al.*, (2016).

^a Enfermedad que acomete a una o varias especies de animales por una causa general y transitoria, y que equivale a la epidemia en el ser humano. (Real Academia Española).

^b Enfermedad de las plantas que aparece de improviso en una región o que aumenta su incidencia con respecto a la habitual. Puede deberse a agentes químicos, físicos o biológicos. (En: <http://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=12452>).

De acuerdo con su origen, en México se reconocen los siguientes agentes perturbadores¹:

- Fenómenos astronómicos (tormentas magnéticas, impacto de meteoritos).
- Fenómenos geológicos (sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos).
- Fenómenos hidrometeorológicos (ciclones tropicales, lluvias extremas, tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad, heladas, sequías, tornados y ondas cálidas o gélidas). Algunos de estos fenómenos hidrometeorológicos o su combinación pueden provocar inundaciones pluviales, fluviales, costeras o lacustres consideradas en la Ley General de Protección Civil como agentes perturbadores.

¹ Artículo 2. Fracciones XX a XXVII de la Ley General de Protección Civil.

- Fenómenos químico-tecnológicos (incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames).
- Fenómenos sanitario-ecológicos (epidemias, epizootias, epifitias). La contaminación del aire, agua, suelo y alimentos también entra en esta clasificación.
- Fenómenos socio-organizativos (concentración masiva de la población y demostraciones de inconformidad social, terrorismo y sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos, marítimos o terrestres y la interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica).

El que suceda un fenómeno natural no necesariamente provoca un desastre. Estos fenómenos deben de considerarse como elementos activos de los procesos propios de nuestro planeta; son situaciones que podríamos enfrentar y tomar las medidas para aminorar sus efectos en la población, la infraestructura y las actividades que realizamos. La diferencia entre la existencia o no de un desastre radica justamente en la consideración de los peligros naturales a los que estamos expuestos como grupo humano, como grupo social, con las medidas de prevención para enfrentar sus efectos. La relación entre peligros naturales (como sismos, huracanes o tsunamis) y las condiciones de vulnerabilidad definidas a partir de las características socioeconómicas y físicas específicas de una población o lugar (una situación económica precaria, viviendas mal construidas o ubicadas en sitios no adecuados, con materiales de baja resistencia, entre otras condiciones) es lo que definirá la existencia o no de un desastre.

Eso quiere decir que buena parte de la responsabilidad de los desastres la tenemos nosotros, ya que las condiciones de vulnerabilidad que presenta una población en particular no se establecieron independientemente de las personas; por el contrario, somos nosotros mismos quienes las creamos. Si el hombre no planea sus asentamientos, infraestructura y actividades considerando los peligros que pueden presentarse, se incrementan progresivamente las condiciones de vulnerabilidad y puede generarse una situación de riesgo.



Inundación en Monterrey en 2010 tras el paso del huracán Alex. Foto: banco de imágenes CONAGUA.

El proceso de incremento de la temperatura en el planeta está modificando los patrones del clima en todo el mundo; existe una correlación entre el aumento de los gases de efecto invernadero producto de la actividad humana y el cambio climático. Actualmente la ONU reconoce que éste es una amenaza apremiante con efectos potencialmente irreversibles para el planeta y la humanidad. Los peligros relacionados con el clima (fenómenos hidrometeorológicos) han modificado los cálculos históricos sobre su frecuencia y magnitud; cada vez son más impredecibles, difícilmente controlables y destruyen los pilares del cálculo convencional sobre riesgo y seguridad.

Las evidencias observadas por los científicos indican que buena parte de los cambios a nivel regional, principalmente aquellos relacionados con la temperatura, ya han afectado un gran número de sistemas naturales y productivos. Con respecto a la lluvia, existen evidencias de que, en algunas regiones del planeta, los sistemas productivos y las poblaciones están siendo afectados por la mayor frecuencia de inundaciones y sequías.

En el caso de México los escenarios de cambio climático señalan que en varias regiones la lluvia será más intensa y frecuente, aumentando el riesgo de inundaciones y deslizamientos de laderas, ya que se prevé un mayor número e intensidad de tormentas asociadas a ciclones tropicales en el norte del Pacífico mexicano y del Golfo de México. (Ver el recuadro: Desastres y eventos hidrometeorológicos extremos, Motozintla, Chiapas). Paralelamente, la mayor parte de nuestro país se volverá más árida y las sequías se presentarán de manera más frecuente y en periodos más largos, lo que conllevará a un aumento de la demanda de agua, particularmente en el norte del país y en las zonas urbanas. El aumento del nivel del mar también constituye un peligro, principalmente para los asentamientos humanos y la infraestructura establecida en la zona costera. La intrusión del agua de mar afectará las reservas de agua dulce y a la agricultura por el aumento de la salinidad.

Por su parte, la diversidad biológica y los servicios que prestan los ecosistemas son susceptibles de ser afectados por los peligros naturales. Esto ha tomado relevancia a partir del incremento en la frecuencia y magnitud de los problemas relacionados con la lluvia y la temperatura, en particular aquellos potenciados por el cambio climático.

Si recordamos que las cuencas hidrográficas son la unidad por excelencia para el análisis y manejo del ciclo del agua, entonces entenderemos que los peligros relacionados con dicho ciclo son de particular importancia para la conservación y manejo sustentable, ya que las acciones que realizamos en ellas incrementan o disminuyen la susceptibilidad a ser afectadas por los peligros hidrometeorológicos. Podemos reconocer que los ciclones, sequías, granizadas, nevadas, tormentas de arena, inundaciones, torrentes de lodo, aludes, y erosión del suelo, además de incrementar su frecuencia y magnitud por efecto del calentamiento global, pueden generar aún más daño si propiciamos la deforestación, los incendios y la ubicación de la infraestructura y asentamientos humanos en zonas expuestas a dichos fenómenos.

DESASTRES Y EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS EN MOTOZINTLA, CHIAPAS.

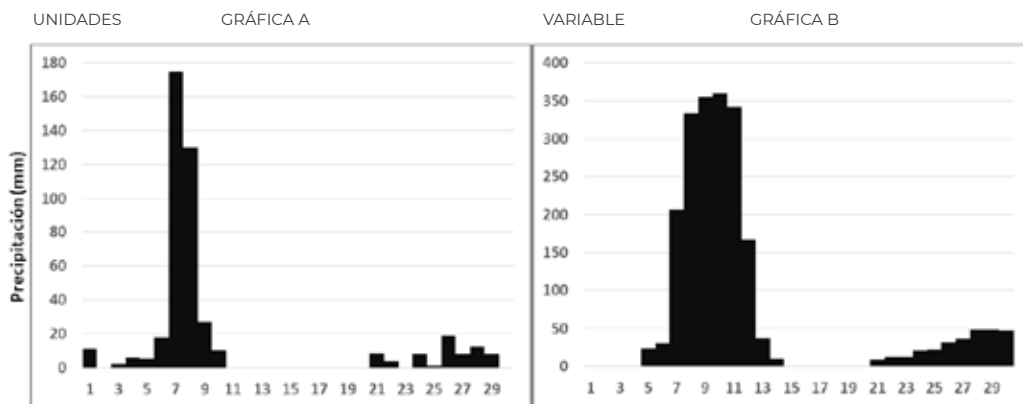
La ciudad de Motozintla se encuentra enclavada en la zona montañosa al oriente de Chiapas, dentro de la subcuenca hidrográfica del río Xelaju Grande (parte de la cuenca del río Grijalva), el cual justo en este sitio confluye con dos tributarios importantes: los ríos Mina y Allende (Sánchez *et al.*, 2011).

A pesar de estar localizada en una zona de intensa actividad ciclónica, de acuerdo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el periodo 1951-2010 la precipitación media anual en Motozintla fue de 859.2 mm. Ello se debe en parte a que está protegida por sistemas montañosos que superan los 2,300 msnm en tanto que la cabecera municipal se encuentra asentada en las riberas del río Xelaju, por debajo de los 1,300 msnm. En particular el año 1997 fue extremadamente lluvioso, con un nuevo máximo diario de 155 mm el 10 de noviembre y un anual acumulado de 1,546 mm, casi el doble del promedio anual y el de mayor precipitación de acuerdo con los registros disponibles desde 1922. A pesar de ello no se registraron mayores afectaciones, en todo caso algunos pobladores habrán dicho “como ha llovido este año...”.

Así transcurrió el primer semestre del año 1998, sin mayor sobresalto para los habitantes por cuanto a la intensidad de las lluvias. Pero a principios de septiembre todo cambió cuando los efectos de la tormenta tropical Javier alcanzaron esta región, causando un gran desastre con pérdida de vidas humanas e infraestructura debido al flujo de escombros detonado por un evento de precipitación extrema.

Fue a partir del día 3 de ese mes cuando se presentó una lluvia moderada, la cual se fue incrementando día a día hasta alcanzar una precipitación de 175 mm el día 7 de septiembre, un nuevo máximo de precipitación diaria para Motozintla (Gráfica A); adicionalmente la precipitación acumulada durante cinco días consecutivos alcanzó los 360 mm (Gráfica B) con la consecuente sobresaturación del suelo, lo que contribuyó a detonar el flujo de escombros.

Es importante destacar que el desastre ocurrido en septiembre de 1998 y en el cual 407 personas perdieron la vida y más de 40 mil quedaron damnificadas (Sánchez *et al.*, 2011), como en muchos casos no se debe solo a la ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo, sino aún más importante es la vulnerabilidad de la población al estar asentada en una zona de alto riesgo como es la ribera del río Motozintla.



En la parte baja de las cuencas, en particular aquellas que son abiertas y tienen una salida al mar, También debemos de considerar la presencia de otros peligros naturales como el oleaje o marea de tormenta, la penetración del mar a la zona terrestre y la erosión de playas.

Como podemos ver en los párrafos anteriores, pueden presentarse varias situaciones de peligro a la vez, con o sin intervención humana, denominados “peligros combinados”, por ejemplo:

- La deforestación de una ladera –lluvias torrenciales durante un periodo largo–. Deslizamiento de la ladera.
- Un sismo de categoría alta –rotura de la cortina de una presa–. Inundaciones.
- La erupción de un volcán –deshielo de la montaña–. Torrente de lodo.
- La deforestación de las partes altas y/o medias de una cuenca –lluvias torrenciales–. Inundación en la parte baja de la misma.

Los peligros naturales siempre han existido y no los podemos eliminar, menos aún con su incremento en frecuencia e intensidad. Lo que sí podemos hacer es disminuir la susceptibilidad de ser afectados si tomamos las medidas preventivas necesarias frente a los peligros con mayor probabilidad de ocurrir, de acuerdo al lugar en el que nos encontremos. En este sentido podemos afirmar que el riesgo es una construcción social, ya que depende de las medidas que tomen los grupos de personas y sus autoridades ante la posibilidad de ser afectados por un peligro natural.



Inundación en Tabasco. Fuente: banco de imágenes de la CONAGUA.

2. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS, GENERALIDADES

El discurso del desarrollo sostenible, inserto en los mecanismos de mercado y los engranajes de la tecnología, es arrastrado por el torbellino de los vientos huracanados generados por el cambio climático.

Enrique Leff.

El riesgo surge cuando coinciden la ocurrencia de un agente perturbador y la probabilidad de que dicho acontecimiento transforme el estado normal de un sistema, causando daños que pueden llegar al grado de desastre cuando su magnitud excede la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. Para entender el riesgo desde la perspectiva del cambio climático y el manejo de cuencas, en este capítulo nos enfocaremos en describir uno de los agentes perturbadores naturales asociados con la estructura y funcionamiento de una cuenca: el fenómeno hidrometeorológico, recordando que la cuenca es la mejor forma de explicar el ciclo hidrológico.

Fenómenos hidrometeorológicos, concepto y tipos

Un fenómeno es una expresión o manifestación física que se comprueba a partir de la observación directa. Puede ser físico, químico, biológico o generado por la acción del hombre (antropogénico).

Se le llama **hidrometeorológico** cuando el fenómeno es generado por una combinación de agentes atmosféricos como la humedad, la temperatura, el viento y/o la precipitación, los cuales, en diversas intensidades y combinaciones, se traducen en ciclones tropicales, lluvias extremas, tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequías, tornados, ondas cálidas y gélidas.

Por la importancia en términos de sus impactos y el reto para prevenir sus daños, a continuación se describen dos de estos fenómenos, los ciclones y la sequía, así como también las inundaciones que surgen como producto de la abundancia de agua generado por un fenómeno hidrometeorológico, el mal manejo del territorio o una combinación de ambas.

Un **ciclón tropical** es un sistema giratorio de nubes y tormentas que se origina en aguas tropicales o subtropicales y tiene una circulación cerrada de bajo nivel. Gira en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y se clasifica como sigue²:

- Depresión tropical: ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 61 km/h o menos.
- Tormenta tropical: ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 62 km/h a 117 km/h.
- Huracán: ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 119 km/h o más. En el Pacífico Norte occidental los huracanes se llaman tifones; los fenómenos similares en los Océanos Índico y Pacífico Sur llevan el nombre de ciclones.
- Huracán mayor: un ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 178 km/h o más, correspondiente a las categorías 3, 4 o 5 de la escala de viento de huracanes Saffir-Simpson.

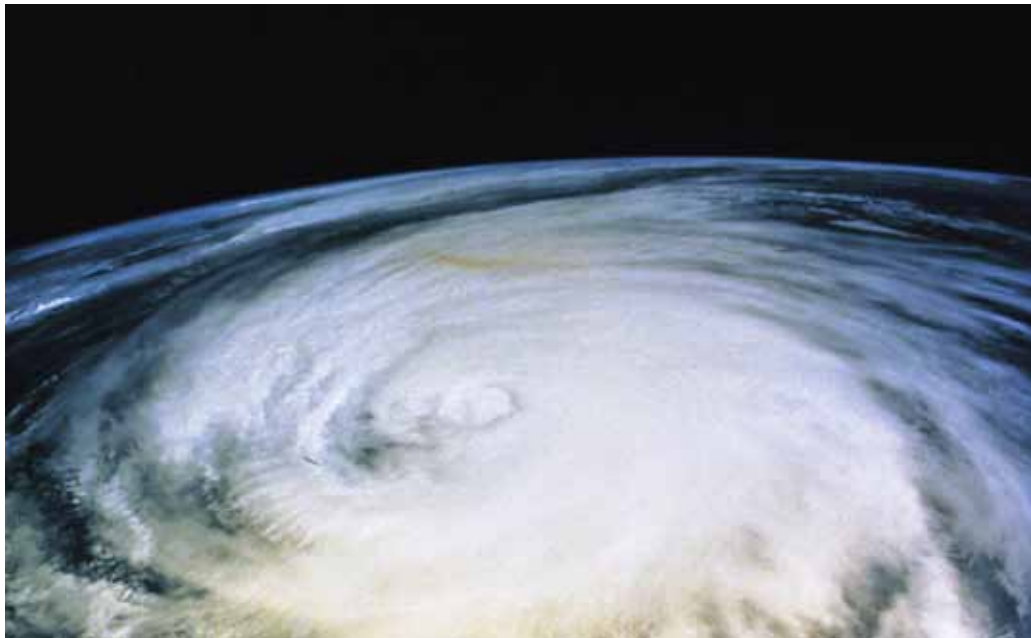


Imagen de satélite de un huracán. Fuente: banco de imágenes de CONAGUA.

Las inundaciones son un peligro que se producen por el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce. Es el más frecuente entre todos los desastres naturales, especialmente en las zonas urbanas. Las causas principales de las inundaciones son pluviales y fluviales: por lluvias, generalmente asociadas

² Fuente: National Hurricane Center <https://www.nhc.noaa.gov/climo/#overview> Consultada el 13 de julio de 2018.

a ciclones y frentes fríos, y por crecientes que desbordan ríos, arroyos o cuerpos de agua. También pueden ser causadas por oleaje fuerte, mareas o fallas de alguna infraestructura hidráulica y por deforestación, erosión del suelo y degradación ambiental que modifiquen la respuesta normal hidrológica de las cuencas. El cambio climático, al alterar los patrones meteorológicos, debe ser considerado una causa potencial de desastres y del incremento de la incertidumbre respecto a la capacidad de previsión de fenómenos de esta naturaleza.

La estructura y el funcionamiento de la cuenca, así como la intensidad de la lluvia determinan la respuesta hidrológica, es decir, qué tan rápido fluye el agua en la red hidrográfica. De esa forma, por el tiempo de respuesta hidrológica de la cuenca, las inundaciones se clasifican en: lentas y rápidas, según el tiempo que tardan en manifestarse sus efectos a partir del inicio de la lluvia. Son lentas si los efectos de inundación se presentan después de cinco horas a partir del inicio de la lluvia; son rápidas si dichos efectos aparecen antes de cinco horas. En México y en varios países del mundo, las inundaciones causan graves daños a su población y patrimonio por lo el enfoque de manejo integral de cuenca desde una perspectiva de prevención es clave.



Inundación río Cuautitlán. Fuente: banco de imágenes de CONAGUA.

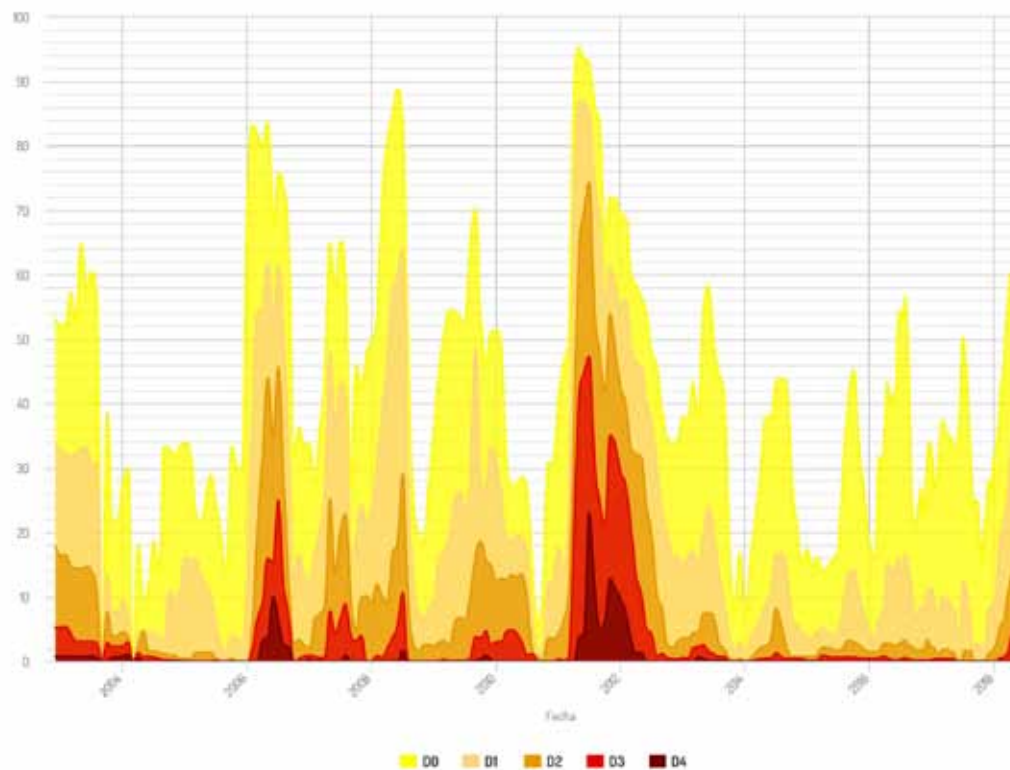
Las **sequías** son un fenómeno que se origina cuando la precipitación y/o la disponibilidad de agua en un lugar y tiempo son menores al promedio histórico y daña las actividades humanas. Son impredecibles, lo mismo que su duración. A mayor tiempo, mayor progresividad; son consideradas uno de los fenómenos de mayor peligro y afectación en el mundo. Las causas que las originan obedecen a la alteración de los patrones atmosféricos por un calentamiento desigual de la corteza terrestre y de las masas de agua, así como a la influencia de la actividad antropogénica en el cambio climático: quema de combustibles fósiles, cambios de uso de suelo y deforestación, pero todas se generan a partir de una falta de precipitación o sequía meteorológica.

Las sequías pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Meteorológica (escasez continua de precipitaciones normales. Cambios en la precipitación normal estacional).
- Agrícola o hidroedáfica (insuficiencia de humedad del suelo para cultivos).
- Hidrológica (carencia de las disponibilidades de agua superficial y subterránea).
- Socioeconómica (algún o varios sectores económicos son afectados por la escasez hídrica, con consecuencias económicas desfavorables).

Los rasgos distintivos de las sequías son: intensidad, magnitud y duración. Se clasifican, según un índice estandarizado, en categorías o fases: D0 anormalmente seco (sequía incipiente o pre-sequía); D1 sequía moderada; D2 sequía severa; D3 sequía extrema y D4 sequía excepcional.

GRÁFICA: MONITOR DE LA SEQUÍA.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Además de los impactos socioeconómicos, toda categoría o tipo de sequía produce consecuencias ambientales de leves a severas que afectan las condiciones naturales bióticas, disminuyendo la flora y fauna y detonando potencialmente la desertificación y los incendios forestales. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación es un acuerdo internacional jurídicamente vinculante para el medio ambiente, el desarrollo y la promoción de la calidad de los suelos. Los 195 Estados signatarios de dicha convención tratan de aliviar la pobreza en las zonas áridas, mantener y restaurar la productividad de las tierras y mitigar los efectos de las sequías.



Fuente: banco de imágenes de CONAGUA).

3. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Hay diferentes formas de evaluar la vulnerabilidad; cada discurso, cada enfoque conceptual y metodológico tienen su fundamento y todos son válidos. De ahí que sea tan importante entender qué significados hay detrás de los diferentes marcos de evaluación en materia de vulnerabilidad, cuáles son los conceptos que van integrando, qué tipo de preguntas pueden plantearse desde esa perspectiva, de qué forma se responden, y por lo tanto, qué implicaciones tienen las soluciones que se conciben desde dicha perspectiva (Leichenko y O'Brien, 2008).

Con frecuencia se asocia la vulnerabilidad con algo externo que amenaza nuestra vivienda, seguridad, medios de subsistencia e incluso nuestra vida o la de nuestros seres queridos, y esto es comprensible porque entendemos que somos vulnerables cuando los impactos se hacen físicamente visibles en nuestro entorno. Pero no siempre relacionamos estos impactos con las condiciones biofísicas del territorio, con nuestras prácticas, es decir, con las relaciones sociales y de producción que establecemos en nuestros contextos, así como con los valores culturales que estas relaciones promueven (formas de uso de los recursos y de ocupación del territorio, estrategias de transformación del paisaje, decisiones respecto a la distribución de beneficios o de inclusión en la toma de decisiones, entre otras). Por tanto, no identificamos que estas prácticas pueden traducirse, en el día a día, en condiciones que incrementan nuestra vulnerabilidad (Harvey, 1996).

Un evento climático puede representar un desafío para el bienestar de nuestras comunidades; pero se convierte en un desastre sólo en el contexto de una sociedad sin sistemas de prevención ante posibles impactos de fenómenos naturales, que usa de manera inapropiada el territorio, que distribuye de manera inequitativa los beneficios, que en sus prácticas de producción genera patrones de sobre-explotación de los recursos y degradación del entorno.

En el análisis de la vulnerabilidad se considera que ésta es creada e inducida por arreglos socioeconómicos estructurados en los procesos de producción y, por tanto, es parte del contexto y exacerba los impactos del cambio climático. Desde esta perspectiva, la vulnerabilidad se considera como un estado que surge de las relaciones entre el sistema social y natural; es decir, contextos donde la marginación, el desarrollo inadecuado y los ambientes de inequidad y corrupción están fuertemente ligados a las condiciones que guardan los ecosistemas, la biodiversidad, el suelo, el agua. Visibilizar las condiciones socio-ambientales de un territorio en particular, permite examinar la variación de vulnerabilidad en regiones que experimentan amenazas similares (Downing, 1991). Así, la evaluación de los impactos potenciales por amenazas relacionadas

con el clima en un territorio determinado variará en función del tipo de relaciones sociales, económicas y culturales construidas con la naturaleza y la magnitud e intensidad del fenómeno climático.

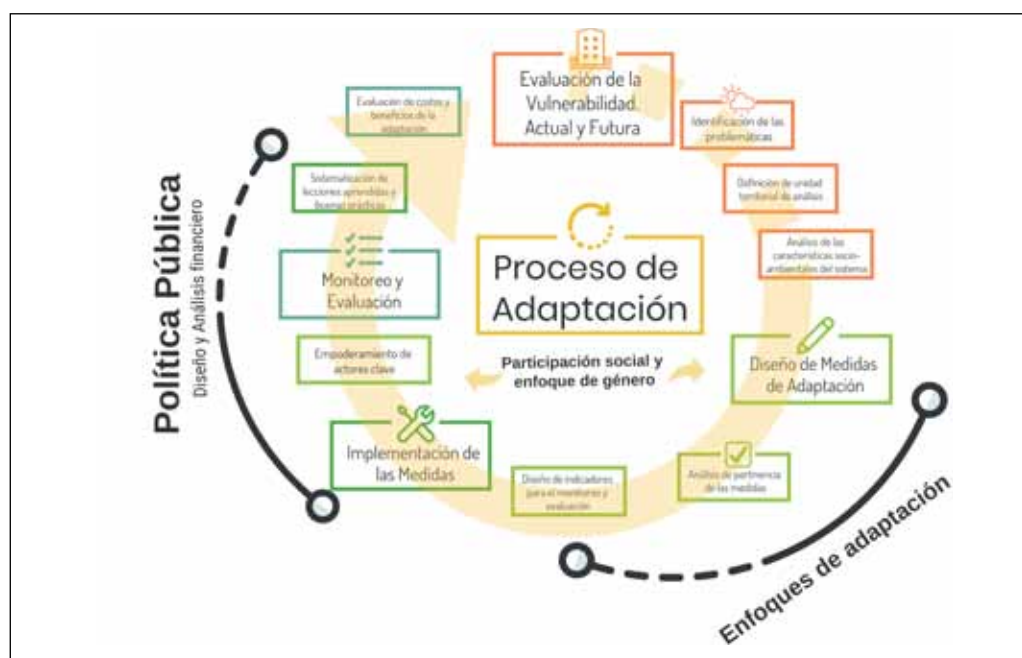
El análisis de **vulnerabilidad** toma sentido al hacerse preguntas orientadoras como: ¿quién o qué es impactado? ¿por qué es impactado? ¿cuáles son las principales problemáticas en el territorio relacionadas con el clima? ¿dónde sucede la problemática? ¿en qué factores o a qué escala espacial debe centrarse el análisis de vulnerabilidad? ¿a quién o quiénes deberían dirigirse las estrategias de adaptación?

Evaluación de la vulnerabilidad en el contexto de la adaptación al cambio climático.

La adaptación al cambio climático se define como “las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos” de acuerdo a la Ley General de Cambio Climático de México (DOF, 2012, última reforma 2018). La adaptación se entiende como un proceso continuo.

Generalmente, la primera fase en el proceso de adaptación es la evaluación de la vulnerabilidad bajo un enfoque sistémico, iniciando con la identificación de las problemáticas asociadas al clima y la definición del nivel de análisis (ej. nacional, regional y local) y la unidad territorial que se pretende estudiar (ej. estados, municipios, cuencas, áreas naturales protegidas, localidades y comunidades), considerando siempre las características socioambientales del territorio.

ESQUEMA DEL PROCESO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.



Fuente: Elaboración propia INECC-CGACC (2018).

Las siguientes son las definiciones de vulnerabilidad que plantea el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), en sus dos últimos informes:

- En el cuarto informe de evaluación, el IPCC define a la vulnerabilidad como “el nivel al que un sistema es susceptible o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y eventos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (IPCC, 2007).
- La definición de vulnerabilidad en el quinto informe de evaluación del IPCC, la señala como “la propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación” (IPCC, 2014).

México ha adoptado la definición de vulnerabilidad del IPCC (2007) y la ha incorporado en su legislación nacional. De acuerdo con ello, la entendemos como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad del clima y los fenómenos extremos, y para su análisis tomamos en cuenta los siguientes componentes:

- El atlas nacional de vulnerabilidad al cambio climático (ANVCC).
- El modelo presión-estado-respuesta y la construcción de la vulnerabilidad.
- El modelo sistémico presentado por Hare Et Al. (2016).

El atlas nacional de vulnerabilidad al cambio climático (ANVCC).

El desarrollo del ANVCC surge de la necesidad de identificar las problemáticas asociadas al clima que tienen un impacto o que pudiesen tenerlo en los sistemas sociales, productivos, económicos y naturales. Y a plantearse tres preguntas rectoras:

- 1) ¿Qué origina a la problemática (amenaza)?;
- 2) ¿Quién o qué es impactado por la problemática? y,
- 3) ¿Dónde sucede la problemática?

La respuesta a las preguntas incorporan los componentes de la vulnerabilidad:

-Exposición. Es el carácter, magnitud y velocidad de cambio y variación del clima que afecta a un sistema.

-Sensibilidad. Es el grado en que un sistema es afectado por la variabilidad climática y cambio climático debido a las características que lo definen.

-Capacidad adaptativa. Se refiere a los recursos humanos e institucionales que permiten detonar proceso de adaptación a una problemática climática específica.

Por lo anterior el ANVCC es una herramienta para la toma de decisiones e incidencia en política pública, que sirve para identificar las acciones de adaptación que se pueden implementar para disminuir la vulnerabilidad.

Se identificaron los temas focales de población, actividades económicas, infraestructura y capital natural. Se definieron problemáticas específicas asociada al clima para construir las diferentes vulnerabilidades al cambio climático en conjunto con otras dependencias de gobierno, así como determinar las variables de sensibilidad y capacidad adaptativa. Así se logró generar los mapas de:

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
- Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución del dengue.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera a inundaciones.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera a estrés hídrico.
- Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.
- Cambio en la distribución potencial de especies prioritarias y en riesgo de extinción.

En el siguiente recuadro se describen otros enfoques y métodos para la evaluación de la vulnerabilidad:

EL MODELO PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Si atribuimos la vulnerabilidad del cambio climático a las fuerzas naturales, representándolas como una desviación de un "estado de normalidad" al que la sociedad recurre en momentos de recuperación, estamos negando el rol que juegan las dimensiones históricas y sociales más amplias como condiciones que subyacen a la vulnerabilidad de los sistemas socioecológicos (Hewitt, 1997).

Recuperando el papel que juegan las causas subyacentes y las presiones dinámicas en la vulnerabilidad, Blaikie *et al.* (1996) construyen el modelo presión-estado-respuesta como una aproximación al conocimiento de las condiciones de contexto que influyen en la "evolución de la vulnerabilidad", y que distingue unos contextos de otros. Desde la perspectiva de los autores, esas condiciones llevan o mantienen al sistema a un estado negativo tal que cuando se presenta una amenaza, ya sea de tipo climático, ambiental o antropogénica, el sistema se ve limitado para responder adecuadamente y entonces se produce lo que se denomina un "desastre".

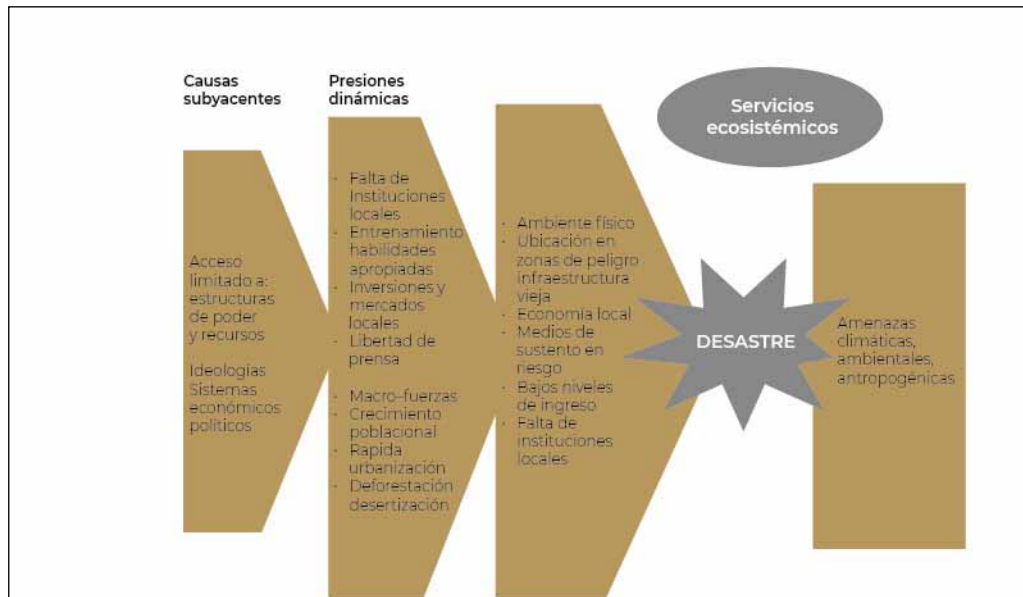


Diagrama presión-estado-respuesta.

MODELO SISTÉMICO PRESENTADO POR HARE ET AL. (2016).

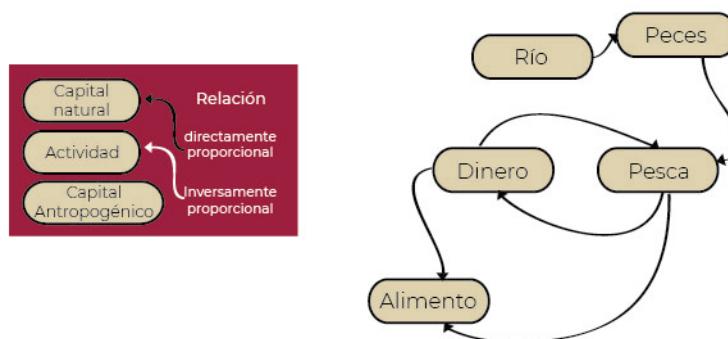
Este enfoque hace visible el vínculo que existe entre las circunstancias materiales concretas de un grupo social (modos de vida, organización familiar-comunitaria, cosas que proporcionan felicidad, etc.) y las condiciones que amenazan su bienestar.

Es desde la perspectiva de proteger el bienestar social que se realiza el modelaje sobre la vulnerabilidad al cambio climático (Van Alst *et al.*, 2009). De ahí que el modelo requiere de una amplia participación y representatividad de los grupos comunitarios a fin de construir mapas de las relaciones causales que existen entre sus modos de vida, las estrategias que ponen en marcha para mantener su bienestar frente amenazas climáticas y su vulnerabilidad climática.

Esta perspectiva de análisis tiene en cuenta que las condiciones sociales, económicas, culturales, institucionales y ambientales, desempeñan un papel relevante en la forma como se construyen significados y explicaciones sobre las amenazas a su bienestar y en las dificultades que estos grupos tienen para reconocer de manera objetiva su vulnerabilidad ante el cambio climático y evaluar la pertinencia de sus respuestas (Quarantelli, 1985).

Los modelos sistémicos usan una gramática mediada por reglas lingüísticas y culturales (relacionadas con los grados de integración social y las relaciones de poder del grupo con el que se trabaja), lo que explica la variabilidad en la representación y comprensión de los mismos (Hare *et al.*, 2015). Este enfoque también es conocido como *front and back end* (enfoque FABE) para el modelaje participativo.

DIAGRAMA DE MODELO SISTÉMICO.



Un aspecto importante, independientemente del enfoque o marco conceptual utilizado para la evaluación de la vulnerabilidad, es la consistencia entre el tipo de indicadores y el nivel de análisis. Cuando el análisis de la vulnerabilidad se realiza a nivel local, las variables deben representar escalas más detalladas e incorporar información contextual local en diferentes temáticas, por ejemplo: roles de género, esquemas de gobernanza local, medios de apropiación del territorio y usos y costumbres a nivel comunitario, así como los conflictos y amenazas locales y sus posibles soluciones.

A medida que se incrementa el nivel de análisis (ej: estatal, regional y nacional) los indicadores deben ser consistentes para dar una representación contextual general de la unidad en evaluación, por ejemplo: densidad poblacional municipal, mapas de riesgos estatales y programas de atención a desastres, entre otros. El análisis de la vulnerabilidad es el primer paso en el proceso de adaptación. A partir de sus resultados, debe ser factible diseñar e implementar medidas de adaptación específicas para disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

4. PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Dentro de algunas décadas la relación entre el ambiente, los recursos y los conflictos será tan obvia como la conexión que vemos ahora entre derechos humanos, democracia y paz.

Wangari Maathai, Premio Nobel de la Paz 2004.

Existen evidencias empíricas de que en México están aumentando las inundaciones y sequías por la existencia de una mayor vulnerabilidad climática. Esta realidad obliga a los órdenes de gobierno y a la sociedad a adoptar acciones de prevención y gestión para incrementar la resiliencia y enfrentar los cambios de la naturaleza. Desde hace más de tres décadas, México inició un proceso de institucionalización de la protección civil para resguardar a la población de fenómenos naturales y antropogénicos. Durante este proceso, las políticas públicas han privilegiado las acciones reactivas sobre las preventivas, con los consecuentes costos sociales y fiscales.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en promedio de los últimos catorce años, 9 de cada 10 desastres en México fueron a causa de fenómenos hidrometeorológicos; y desde 1991 estos fenómenos han significado más del 90 por ciento de los costos de reconstrucción. Más de la mitad de este costo se ha concentrado en reconstruir carreteras federales y locales; más de una cuarta parte en la reconstrucción de infraestructura hidráulica y casi una décima parte para vivienda de población de bajos ingresos. En promedio, cada año mueren 171 personas y las pérdidas económicas anuales son del orden de los 24 mil mdp (CENAPRED, 2016). En años recientes las inundaciones y los periodos de sequía han aumentado por la variabilidad climática que genera fenómenos hidrometeorológicos más frecuentes e intensos, erosión de suelos y deforestación en los municipios del país.

La prevención debe entenderse como medidas y acciones de carácter técnico-legal a tomarse durante la planificación del desarrollo económico y social para evitar pérdidas de vidas humanas, materiales, afectaciones a las personas y daños a la economía a causa de los desastres. Para ello se deben destinar recursos, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia en las comunidades, entendiendo por resiliencia a la capacidad de un sistema de someterse a perturbaciones y mantener sus funciones.

En lo que corresponde al tema del agua, la política de prevención debe partir de una mejor gestión integrada y racional de los recursos hídricos, así como de una mayor preparación para enfrentar inundaciones y sequías con más participación social y enfoques multisectoriales, que lleven a nuevas soluciones para aumentar la resiliencia y la protección social.

Prevención de inundaciones

En este sentido es conveniente considerar el enfoque de la gestión integrada de crecidas (GIC), cuyo objetivo es proponer soluciones para reducir el riesgo de inundaciones y disminuir daños en zonas urbanas y productivas, mediante propuestas de medidas estructurales y no estructurales. La GIC es un proceso que promueve un enfoque integrado, no fragmentado, en materia de gestión de crecientes; integra el desarrollo de los recursos de suelos y aguas de una cuenca fluvial, y su objetivo es maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación para reducir al mínimo las pérdidas de vidas. Su característica esencial es la combinación de estrategias, puntos y tipos de intervención a corto o largo plazo, así como un enfoque participativo y transparente en cuanto a la toma de decisiones, sobre todo en lo que se refiere a la coordinación institucional y a la manera en que éstas se toman dentro de una determinada estructura del sector hídrico. Por consiguiente, en el proceso de desarrollo del plan de gestión integrada de crecidas se deben tomar en cuenta cinco elementos:

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto.
- Gestión integrada de la tierra y las aguas.
- Adopción de una combinación óptima de estrategias.
- Garantía de un enfoque participativo.
- Adopción de enfoques de gestión integrada de los riesgos.

La gestión integrada de crecidas busca cambiar el paradigma del enfoque fragmentado y fomenta la utilización de los recursos de la cuenca como un todo, para mantener o aumentar la productividad y hacer compatible el uso del agua para diferentes fines. Al mismo tiempo fortalece las medidas de protección contra inundaciones para evitar daños a la población y a las áreas productivas. Este enfoque identifica también los peligros a los que están expuestas la población, sus bienes y las zonas productivas a nivel de región hidrológica y propone programas/acciones de prevención, planeación urbana, asentamientos humanos, alerta temprana y protocolos de emergencia que ayuden a las personas a enfrentar los riesgos derivados de los fenómenos hidrometeorológicos extremos.



Inundación en Valle de Aragón. Fuente: banco de imágenes de CONAGUA.

Prevención de la sequía

Los programas para atenderla deben tener como propósito la planeación anticipada de acciones, tanto preventivas como correctivas, para abordar los efectos derivados de los diferentes tipos de sequía. Por ello se considera pertinente la atención de los siguientes puntos:

- Describir de manera general la región que comprende el consejo de cuenca respectivo en aspectos físicos (climas, zonas de vegetación, tipos de usos de suelo, geología, etc.); hídricos (subcuencas, ríos, disponibilidad, oferta, demanda, etc.); sociales y económicos (habitantes, poblaciones, empleo, pueblos indígenas).
- Hacer un análisis histórico de las sequías en la región, tanto cuantitativo como cualitativo, a partir de fuentes indirectas (hechos históricos, relatos, etc.) y de los índices de sequía. Se debe estudiar la exposición de la región al peligro hidrometeorológico ante diversos factores que incluyen variables hidroclimatológicas, económicas y sociales.
- Acercarse con los usuarios del agua en las cuencas para realizar propuestas directas o indirectas de prevención y/o mitigación que formen parte de un programa de acciones, así como proponer y elaborar protocolos para declarar el inicio y finalización de la sequía y tener un mejor conocimiento/seguimiento de la misma.

Como se ve en el recuadro 1 de la página siguiente, los sistemas de alerta, como el monitor de sequía, pueden ser herramientas clave para la prevención de riesgos.

SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA ANTE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Es un conjunto de elementos relacionados entre sí que proveen información oportuna y eficaz a los individuos y comunidades expuestas a una amenaza, y a las autoridades correspondientes para actuar con tiempo suficiente y apropiadamente para reducir el riesgo de daño personal, pérdida de la vida, daño a sus propiedades y al medio ambiente.

Estos sistemas están integrados por cuatro componentes (CENAPRED, 2017) que deben de integrarse coordinadamente para que funcione el sistema:

- Conocimiento previo e identificación de los riesgos asociados con fenómenos hidrometeorológicos para tomar medidas de preparación y autoprotección.
- Sistema de medición y monitoreo del fenómeno hidrometeorológico para realizar pronósticos o emitir avisos con base científica.
- Planes de respuesta o contingencia para saber qué hacer ante el impacto de fenómenos perturbadores.
- Difusión de alertas públicas con información clara y precisa.

En México existen sistemas de alerta temprana para ciclones tropicales y tsunamis, así como el Servicio Meteorológico Nacional, la instancia de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que opera también el monitor de sequía.

Una adecuada gestión de riesgos hidrometeorológicos implica un mejor cuidado de los ecosistemas, del ciclo hidrológico, del medio ambiente, de la biodiversidad, de la vegetación, del ordenamiento territorial y de los usos del suelo, lo cual ayudará a mejorar los niveles de resiliencia. Por tanto, dicha gestión debe realizarse con un **enfoque de cuencas** para identificar de mejor manera las acciones prioritarias que se deben realizar regionalmente.

En general, las acciones de gestión de riesgos hidrometeorológicos deben dar prioridad a la prevención, cambiando el modelo que en el pasado privilegió las acciones reactivas al canalizar importantes esfuerzos humanos y materiales a la reparación de daños, mismos que pudieron haberse evitado mediante la prevención, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia de las comunidades. La evaluación de la vulnerabilidad es determinante para medir el potencial de daños ante la presencia de un fenómeno hidrometeorológico extremo.

En México se han realizado esfuerzos importantes para construir indicadores de riesgo ante los fenómenos naturales, sin embargo, es necesario fortalecer la información para la toma de decisiones.

5. GESTIÓN DEL RIESGO EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Para solucionar el problema de fondo es necesario comprender cómo funcionan las cuencas hidrográficas, que incluyen la interacción entre precipitación, escurrimientos, vegetación y fauna, pero también seres humanos e infraestructura.

Raúl Pineda López, co-fundador de la Red Mexicana de Cuencas.

Desde su forma más simple, el riesgo es la probabilidad de que un agente perturbador (amenaza) ocasione algún tipo de daño o pérdida a un sistema afectable (vulnerabilidad), sea social o biofísico (Cedán, 2010; Cardona, 2003). Pero cuando el riesgo pasa de ser una probabilidad a un hecho, se produce el desastre, mismo que suele evolucionar de las condiciones críticas preexistentes del sistema afectado (Lavell, 2002).

Ante esta situación, cuando el sistema es débil o incapaz de enfrentarse a efectos adversos, la vulnerabilidad aumenta y con ello se observa una notable fluctuación en las capacidades de los sistemas afectados para adaptarse, responder o recuperarse (Hernández, 2012). Esa situación se relaciona directa e indirectamente con el grado de planificación territorial, al tiempo que se complica según la especificidad de cada lugar y evento, de ahí que se involucren procesos de gestión del riesgo. Así, esa gestión debe incluir políticas y acciones de mitigación, diagnóstico, preparación y prevención de desastres para reducir la vulnerabilidad, mejorar las estrategias de atención y las capacidades de los sistemas sociales, económicos, ambientales y políticos (Mathbor, 2007).

La gestión del riesgo debe seguir procesos integrales indicados en la construcción del mismo, esto es, las interacciones multifactoriales, multicausales y multiescala (García, 2004), de ahí que no puede estar limitado únicamente a la intervención gubernamental, sino que debe incluir la participación de todos los actores involucrados mediante un proceso permanente cuyo objetivo concreto sea la previsión, reducción y control de los factores del riesgo. Así, la gestión de éste debe realizarse de manera horizontal, donde se intervenga en los demás procesos y actividades humanas en todas las escalas territoriales y sectoriales, involucrando la diversidad de actores privados y públicos, técnicos y políticos, locales o internacionales (Baas et al., 2009).



Daños en campamento tortuguero de Ixtapilla por el paso del Huracán Patricia en Aquila, Michoacán. Foto: Serafín Delgado Magaña.

Adicionalmente a lo planteado, la gestión del riesgo debe presentar argumentos recíprocos y cíclicos ante amenazas, así como la atención de problemas transversales. Para ejemplificar esta situación, se deben tomar en cuenta los siguientes factores (CRID, 2012):

- Recurrencia y peligrosidad de amenazas.
- Transversalidad desde los procesos de desarrollo.
- Generar patrones socioeconómicos para aumentar las capacidades de resistencia y resiliencia de los sistemas biofísicos y sociales.
- Promover medidas de adaptación, respuesta y prevención.
- Abordar obstáculos económicos, políticos, sociales, tecnológicos e institucionales.

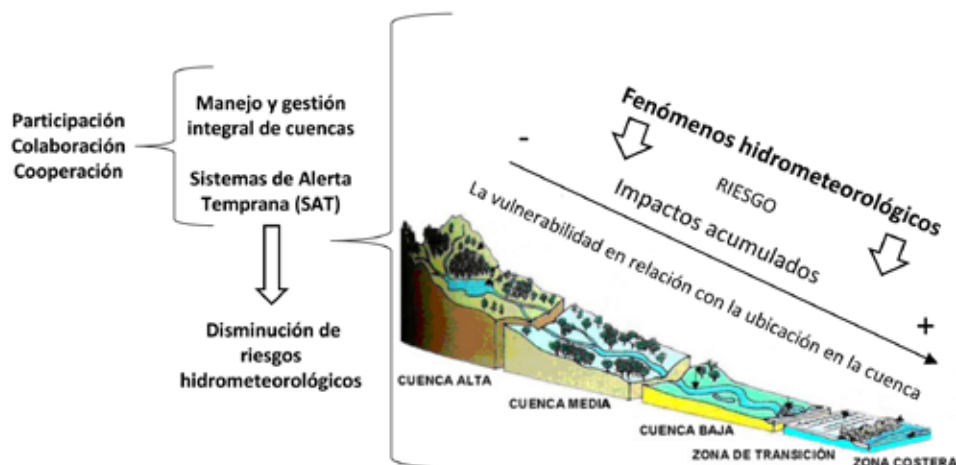
Cada uno de los problemas señalados involucra lugares, escalas, variables, actores y métodos distintos para su estudio. La integralidad de sus componentes y la interdisciplina de su abordaje es una de las guías para reducir eventos perjudiciales, pero regularmente cada riesgo se estudia de manera aislada o poco relacionada con la totalidad del sistema. Esto tiene que ver con el

enfoque disciplinar y la dimensión del problema; por un lado se aborda a través de enfoques sociales o políticos y, por otro, a través de perspectivas físicas y biológicas poco conectadas entre sí.

Es entonces que el enfoque integrado de cuencas hidrográficas presenta las herramientas espaciales, escalares e integrales para abordar el problema sin desatender problemas sectoriales que parecieran estar poco conectados. Esa conexión en la cuenca puede asociarse a través de las zonas funcionales (zona alta de captación hídrica, zona media de transporte y zona baja de emisión) y éstas, a su vez, con los subsistemas (social, económico, político y ambiental) de cada una de ellas, pues cualquier acción que se realice en uno de sus componentes repercutirá como un todo dada la interrelación de sus partes. Es importante mencionar que, en las aproximaciones metodológicas más recientes de manejo y gestión de las cuencas, el capital natural (agua, suelo, biodiversidad y aire) es la base del desarrollo social y económico y, por ende, se requiere de su buen manejo y conservación para asegurar nuestra futura supervivencia (FAO, 2007).

“En ocasiones las comunidades humanas desconocen el valor real que tienen las cuencas, los servicios que brinda su manejo adecuado y la relación que existe entre los distintos ecosistemas de las cuencas en sus zonas alta, media y baja” (Baas *et al.*, 2009: 26).

EL ENFOQUE INTEGRAL DE MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS, ÚTIL PARA DISMINUIR RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y SUS IMPACTOS.



Fuente: Eduardo Ríos Patrón.

Por esa razón, el abordaje con enfoque de cuencas no sólo debe circunscribirse a la dinámica hídrica, sino también a la dinámica de efectos socioambientales. Al respecto, para lograr un manejo integral de cuencas es importante considerar los siguientes factores (Baas *et al.*, 2009):

- Fortalecimiento de autoridades en la regulación de usos de suelo.
- Cumplir normativas del manejo ambiental sostenible.
- Proyectos de rehabilitación de los componentes y funciones de la cuenca.
- Consolidar consejos, comisiones y/o comités de cuencas con poder de decisión.
- Reubicar infraestructura construida en zonas inadecuadas.
- Incrementar la resiliencia biofísica y social.
- Mejorar la participación social.
- Promover programas de servicios ambientales.
- Mejoramiento de actividades productivas.

Cuando existe alguna falla de estos factores se acentúan o forman nuevas amenazas y, en sentido estricto, son los propios sistemas humanos los que padecen los perjuicios ocasionados por ellos mismos, por la existencia de un riesgo hidrometeorológico o por la combinación de ambas. La gestión del riesgo en cuencas permite el manejo de los recursos naturales, procurando mantener y recuperar las funciones ecológicas del sistema que contribuyen a reducir la vulnerabilidad y el riesgo ante desastres. De esta manera, cuando se incorpora el componente de riesgo en la planificación de cuencas hidrográficas, se logra obtener un mejor manejo de la información biofísica, sociodemográfica y cultural, vinculándola a la toma de decisiones.

Las cuencas hidrográficas son un sistema anidado (existen una dentro de otra) y jerárquico (una cuenca se forma de subcuencas y éstas de microcuencas) donde las actividades humanas aisladas tienen un efecto en conjunto -positivo o negativo- sobre la cuenca y ello, sumado a la fuerza de la gravedad, resulta en impactos acumulativos difíciles de estudiar si no se analizan en un sistema semi-cerrado y predecible. Las cuencas son ese sistema y, por ende, el riesgo puede ser abordado de una manera integral y relacionarlo con las condiciones biofísicas y socioeconómicas que se suceden en el territorio.

La reducción del riesgo en la gestión de cuencas puede formar parte del diseño y estrategias de planeación territorial, donde la zonificación del riesgo, el estudio de actores involucrados y las posibles estrategias de mitigación pueden ser tomadas como un instrumento de política ambiental, ya que se promueven acciones transversales dirigidas a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, así como al mejoramiento de las actividades productivas.

PROPUESTA DE TERRAZAS PARA REDUCIR LA VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTOS Y MITIGAR INUNDACIONES.



Fuente: Zamora (2017).

También es posible regular avenidas de agua, mitigar deslizamientos y hundimientos, así como identificar el origen y evolución de incendios y contaminación del agua. Esta generación de información debe ser transmitida de manera clara para otorgar el conocimiento suficiente sobre el problema y, a su vez, lograr la participación de los involucrados para establecer las mejores vías de solución o mitigación.

Conclusiones

La gestión integrada de cuencas es un excelente instrumento para la reducción del riesgo, pero en muchos casos requiere de acciones fuera de los límites de la cuenca o más allá del parteaguas en colaboración con los gobiernos locales y administraciones regionales, que a su vez deben acompañarse de acciones colectivas de pobladores e instituciones privadas para el manejo adecuado de los recursos naturales.

Por el contrario, si las cuencas siguen degradándose sin que se tomen en cuenta sus beneficios, aumentarán los daños y pérdidas económicas, materiales y humanas, así como los eventos con mayor intensidad y recurrencia, sin dejar de mencionar los efectos del cambio climático y la disminución de la sustentabilidad.

Desde el punto de vista territorial, la Gestión Integral de Riesgo debe realizarse con un enfoque racional de las cuencas hidrográficas para que en la planificación para la prevención, mitigación y adaptación se examinen las especificidades regionales e identifiquen las acciones prioritarias. Los esfuerzos de prevención, mitigación y reconstrucción en caso de desastres deben tomar en cuenta los vínculos fundamentales entre las actividades humanas, los procesos naturales y las interdependencias entre las secciones altas y bajas de las cuencas hidrográficas.

Para elaborar las políticas públicas de la Gestión Integral de Riesgo con un enfoque de cuenca, debe partirse de la concepción de que los gobiernos estatales y municipales asumen un rol de gestores y ejecutores a través de los procesos de organización social, de la planificación urbana y del ordenamiento territorial, considerando la interdependencia de las secciones altas y bajas de las cuencas.

Las decisiones relacionadas con las inversiones en infraestructura deben vincular el manejo sostenible de la parte alta de la cuenca con la protección de las inversiones en la parte baja. Las cuencas hidrográficas deben ser el prisma a través del cual se observe y analice el desarrollo sostenible, para que la región adquiera mayor poder de recuperación ante los efectos de desastres naturales.

Por ello, la cuenca hidrográfica como unidad territorial natural y básica se constituye en un marco apropiado para la planificación regional y micro-regional, ya que integra al hombre y su entorno natural. En este medio naturalmente delimitado es más fácil concertar e integrar proyectos de planificación y programación de recursos biofísicos, sociales, económicos y administrativos.

En este marco, los gobiernos estatales y municipales juegan un papel fundamental en la gestión de riesgos, tanto en su territorio como a escala de región y cuencas. La gestión local debe corresponder al trabajo coordinado entre los órdenes de gobierno, donde el nivel federal da poder de decisión al nivel local para que éste aborde las decisiones desde su propia realidad ambiental.

La responsabilidad del municipio en la gestión del riesgo parte de la concepción misma del desarrollo: planificación territorial y determinación sobre uso del suelo, formulación e inclusión de estrategias de prevención y mitigación en todas las acciones de planificación urbana, y gestión y asignaciones para investigaciones y actividades de sectores y organizaciones no gubernamentales y comunitarias.

Por lo tanto, **la gestión de riesgos con un enfoque de cuenca** es útil para construir soluciones participativas e integrales para reducir la vulnerabilidad, proteger a las personas y el patrimonio ante los riesgos hidrometeorológicos en un contexto de cambio climático.

Fuentes

Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24 (3): 347-364.

Araya, A. (2011). Gestión de riesgos y cuencas hidrográficas en Costa Rica. *Revista Entorno a la prevención*, 6, 23-33.

Baas, S., Ramasamy, S., Dey de Pryck, J., y Battista, F. (2009). *Análisis de sistemas de gestión del riesgo de desastres, una guía*. Serie sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Banco Mundial, (2013). *Informe sobre el desarrollo mundial 2010, Desarrollo y cambio climático* (panorama general).

Cardona, O. (2003). The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. En: G. Bankoff, G. Frerks, & D. Hilhorst (Eds.), *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People* (37-51), London: Earthscan Publishers.

Centro de Diálogo y Análisis sobre América Latina (CEDAN), (2010). *Elementos técnicos para la elaboración de programas estatales de acción ante el cambio climático*. Tecnológico de Monterrey/Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), (2016). *Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos*. Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), (2017) Sistemas de alerta temprana, Contenido de curso de la Escuela Nacional de Protección Civil. En: http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/curso_Aler-ta_Temprana.pdf

Centro Regional de Información sobre Desastres (CRID), (2012). *Cambio climático y gestión del riesgo*.

Desouza, K. C. & Flanery, T. H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: a conceptual framework, *Cities*, (35), 89-99.

Escalera, J. R. y Ruiz E. B. (2011). Resiliencia socioecológica: aportaciones y retos desde la antropología. *Revista de Antropología Social*. 20, 109-135.

Food and Agriculture Organization (FAO), (2007). *La nueva generación de programas y proyectos de manejo integrado de cuencas*. FAO-Roma, 150.

García, A. (2004). La perspectiva histórica en la antropología del riesgo y del desastre. Acercamientos metodológicos. México. *Relaciones*, 25(97), 123-142.

Gómez, J. J. (2001). Vulnerabilidad y medio ambiente. En: *Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe*, (págs. 1-36). Santiago de Chile: CEPAL

Hernández-Guerrero, J., Vieyra, A., y Mendoza-Cantú, M. (2012). Adaptation strategies in communities under precarious housing: flooding risks in the peri-urban sector of the city of Morelia, Michoacán, México. *Applied Geography*, 34. 669-679.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC, (2015). *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030*, Gobierno de la República.

INECC. (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

IPCC. (2001). *Climatic Change 2001*. Working Group I: The Scientific Basis. Ginebra, Suiza.

Lavell, A. (2002). Riesgo, desastre y territorio. La necesidad de los enfoques regionales/transnacionales. Anuario social y político de América Latina y el Caribe. FLACSO/UNESCO., Caracas, Venezuela. *Nueva sociedad*, 5, 140-147.

León, C. J. M. Martínez, J. M. Ramsey, F. Rosete, I. Espejel, C. Neri, C. N. Ibarra-Cerdeña, J. F. Pinto Castillo. (2016). *Análisis de riesgo y cambio climático: soluciones técnicas para incorporarlas en el ordenamiento territorial*. Universidad Autónoma de Campeche, 200 pp.

López, V. M. (2009). *Sustentabilidad y desarrollo sustentable*. México: Trillas.

Mathbor, G. (2007). Enhancement of community preparedness for natural disasters the role of social work in building social capital for sustainable disaster relief and management. *International Social Work*, 50(3), 357-369.

Müller, F., Bergmann, M., Dannowski, R., Dippner, J. W., Gnauck, A., y Haase. (2016). Assessing resilience in long-term ecological data sets. *Ecological indicators* (65), 10-43.

Quintana, G. D. (2011). Antecedentes y marco conceptual del desarrollo sustentable. En M. A. Villavicencio, *Desarrollo sustentable en el contexto actual*, pp 8-48.

Sánchez-Núñez, J.M., M.E. Serrano, D.M. Sangermán, A. Navarro, R. Vera, J.X Cuevas y J.L. Macías. (2011). Eventos hidrometeorológicos extremos y desastres en comunidades rurales y urbanas, Estudio de caso: Motozintla, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agr.* Vol. Esp. 2: 167-181.

Urquijo, M. J. (2014). La teoría de las capacidades. En: Amartya Sen. *Edetania* (46), 63-80.

Wagner, I. & Breil, P. (2013). The role of ecohydrology in creating more resilient cities. *Ecohydrology y Hydrobiology* (13), 113-134.

WCED (1987). *Our Common Future: From One Earth to One World*. Nueva York: Oxford University Press.

Referencias

Blaikie, P, T Cannon, I Davis y B Wisner (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Recuperado de http://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-Intro_sep-09-2002.pdf

DOF (2012). *Ley general de cambio climático*. 6 de junio, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General. México.

Downing, T.E. (1991). *Assessing socioeconomic Vulnerability to Famine: Frameworks, concepts and Application, The Allan Shawn Feinstein World Hunger Program Research*. Report No. 91-1. Providence, Rhode Island: Brown University.

Hare, M., Peña del Valle, A.E., Saénz-Arroyo, A., Camacho, V., Muñoz, R., Alarcón, A (2014) Identificación y descripción de los servicios ambientales en la cuenca de Río Usumacinta. En: ECOSUR (2014) *Informe final del proyecto: Estado de conocimiento sobre servicios ecosistémicos en dos comunidades de los Pantanos de Centla, Tab., en la cuenca del río Usumacinta*. ECOSUR Reporte técnico 11 dic. 2014.

Hare M. y Peña del Valle (2016). *Repensando la adaptación*. Módulo 1, Diplomado en el Fortalecimiento de Capacidades de la Adaptación ante el Cambio Climático, CECADESU-SEMARNAT/UNAM

Harvey, D., & Braun, B. (1996). *Justice, nature and the geography of difference*. Oxford: Blackwell.

Hewitt, K. (1997). *Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters*. Essex, United Kingdom: Addison-Wesley Longman.

IPCC (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. Ginebra, Suiza: IPCC.

IPCC (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. Ginebra, Suiza: IPCC.

Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D., & Taillieu, T. (2007). Social learning and water resources management. *Ecology and society*, 12(2).

Quarentelli, E.L (1985). What is a disaster? The need for clarification in definition and conceptualization in research. En S. Salomon (ed) *Disasters and mental health: Selected Contemporary Perspectives*. Washington, D.C.: US Government Printing Office.

Van Aalst, M. K., Cannon, T., & Burton, I. (2009). Community level adaptation to climate change: the potential role of participatory community risk assessment. *Global environmental change*, 18(1), 165-179.

Riesgos hidrometeorológicos, una mirada desde el manejo de cuencas
se editó en la Ciudad de México en diciembre de 2019.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO

Red Mexicana
de Cuencas



Con el apoyo de la Alianza
CONACUA
CONSEJO RIO AAXIMEL, S.A.P.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO

