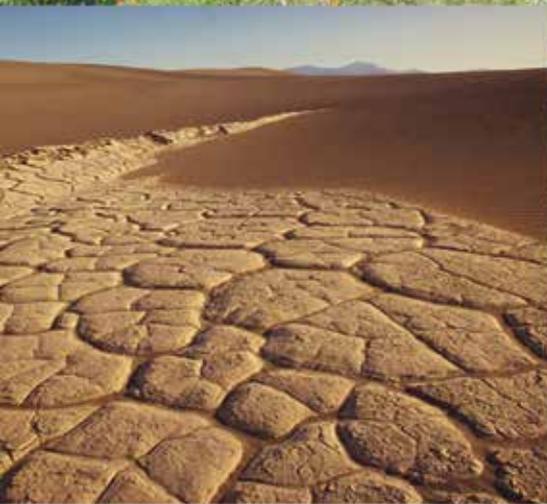


ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, FUNDAMENTOS DESDE EL MANEJO DE CUENCAS Y DEL PROCESO DE FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES



Cuadernos de divulgación ambiental

Adaptación al cambio climático, fundamentos desde el manejo de cuencas y del proceso de fortalecimiento de capacidades

Primera edición 2016

Coordinación del proyecto: Javier Lara Arzate, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU).

Investigación y texto: : Eduardo Ríos Patrón, Ignacio Daniel González Mora, Daniel Iura González Terrazas, Martha Concepción Merino Pérez, Pierre Mokondoko Delgadillo, Carlos Francisco Ortiz Paniagua.

Diseño: Jorge Enrique Tapia Reyes.

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo,
11320, Ciudad de México.
www.gob.mx/semarnat

Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable
Progreso 3, planta alta, Col. Del Carmen, Del. Coyoacán,
04100, Ciudad de México.

Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas
ww.agua.org.mx Sección grupos de trabajo

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Periférico Sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Del. Tlalpan,
04530, Ciudad de México.
www.gob.mx/inecc

WWF México
Av. México 51, Col. Hipódromo, Del. Cuauhtémoc, 06100, Ciudad de México.
www.wwf.org.mx

Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.
Ignacio Ramírez 20, piso 4, Col. Tabacalera, Del. Cuauhtémoc, 060030, Ciudad de México
www.fgra.org.mx

Impreso en México, en papel sustentable, con recursos del CECADESU.

Distribución gratuita.

ÍNDICE

Introducción	5
1. Cambio climático, bases conceptuales	7
2. Impactos presentes y esperados del cambio climático	15
3. Vulnerabilidad al cambio climático, componentes	19
4. Adaptación al cambio climático y manejo de cuencas	25
5. Formación de capacidades adaptativas al cambio climático	29
6. Retos de la adaptación al cambio climático desde el manejo de cuencas	33
Fuentes	37

INTRODUCCIÓN

El Acuerdo de la Convención Marco de Naciones Unidas contra el Cambio Climático, alcanzado en París, Francia, en diciembre de 2015, reconoce al cambio climático como “una amenaza apremiante y con efectos potencialmente irreversibles para las sociedades humanas y el planeta”. También en esa histórica reunión se acordó mantener el incremento de la temperatura global “por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales” y se incluyó por primera vez una meta global cualitativa en adaptación al cambio climático (Naciones Unidas, 2015).

Lo anterior representa un reto mayúsculo para las 195 naciones que aprobaron dicho acuerdo y en particular para México¹, que por sus características geográficas es muy vulnerable a eventos hidrometeorológicos como lluvias intensas, tormentas tropicales, ciclones, huracanes y sequías.

El reto para México -que en su evolución institucional para enfrentar el cambio climático ha ido construyendo políticas públicas de vanguardia como la Ley General de Cambio Climático- consiste en traducir los compromisos adquiridos en contribuciones claras para la adaptación al cambio climático. Contribuciones que se reflejen en lo local y que permitan garantizar la seguridad alimentaria, el acceso al agua y su saneamiento, reducir a la mitad los municipios más vulnerables, así como lograr la tasa cero de deforestación en década y media (PNUMA y ONU-México, 2016). Éstas son, sin duda, algunas importantes y ambiciosas metas nacionales en materia de adaptación al cambio climático.

En ese contexto, el presente Cuaderno de Divulgación Ambiental busca aportar información básica sobre el cambio climático y sus impactos. Pretende reconocer los conceptos que se asocian a la adaptación al cambio climático desde la vulnerabilidad, así como reflexionar sobre los retos del manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas para lograr orientar, coordinar, fomentar e impulsar acciones participativas para “ajustar los sistemas humanos o naturales como respuesta a las variaciones climáticas buscando moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos” (IPCC, 2001). Es decir, impulsar acciones para la adaptación al cambio climático.

¹ El Senado de México aprobó el 14 de septiembre de 2016 el Acuerdo de París.

Esta publicación, junto con *Cuencas hidrográficas, fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*, *Ríos libres y vivos*, *introducción al caudal ecológico y reservas de agua* y *Suelos, bases para su manejo y conservación* de esta misma serie, tiene como finalidad reconocer al manejo integral de cuencas como un útil y eficaz proceso que busca la resolución de un complejo conjunto de problemas interrelacionados y comunes, a través de la concurrencia, la cooperación y la colaboración de diversos actores e instituciones con una visión común (Cotler y Caire, 2009), elementos torales cuando estamos frente al cambio climático.

Esperamos que este material sea leído ampliamente y contribuya a fortalecer capacidades locales y nacionales a través del reconocimiento de la problemática del cambio climático y permita reflexionar sobre las alternativas y los retos que el manejo de cuencas ofrece para enfrentarlo desde una perspectiva regional.



1. CAMBIO CLIMÁTICO, BASES CONCEPTUALES

EL CAMBIO CLIMÁTICO ES UN PROBLEMA GLOBAL CON GRAVES DIMENSIONES AMBIENTALES, SOCIALES, ECONÓMICAS, DISTRIBUTIVAS Y POLÍTICAS, Y PLANTEA UNO DE LOS PRINCIPALES DESAFÍOS ACTUALES PARA LA HUMANIDAD.

Papa Francisco, Carta Encíclica Laudato Si', Sobre el cuidado de la casa común.

Es evidente e inequívoco que el planeta ha tenido un aumento de la temperatura promedio de 0.85 °C,² que el Ártico en el Polo Norte ha perdido su extensión de hielo entre 3.5 y 4.1 por ciento cada década,³ que los glaciares han disminuido a un ritmo de 275 giga toneladas por año⁴ y que el nivel del mar ha aumentado en promedio globalmente 0.19 metros⁵. De la misma forma, la evidencia es contundente y se ha demostrado que el bióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido de nitrógeno (N₂O) aumentaron 40, 150 y 20 por ciento respectivamente desde el año 1750,⁶ en forma paralela al aumento de la actividad industrial y que se ha absorbido cerca del 30 por ciento del bióxido de carbono en los océanos causando su acidificación⁷ (Conde, 2016; IPCC, 2013).

Entender la base conceptual del cambio climático, propósito de este capítulo, es el primer peldaño para asociar causas, consecuencias, alternativas y soluciones para reflexionar sobre cómo desde el manejo de cuencas se puede contribuir a disminuir los impactos. Entender qué es y qué causa el cambio climático es necesario a fin de identificar qué se debe hacer en la cuenca para poder enfrentar sus impactos.

² Medición hecha de 1850 al año 2012.

³ Medido de 1972 a 2012, esto significa que sólo en los últimos 10 años se han perdido 3.5 millones de km².

⁴ Medición de 1993 y 2009. Un giga equivale a 10⁹ o 1 000 000 000 (mil millones).

⁵ Medido de 1901 a 2010. A un ritmo de 1.7 mm/año de 1901-2010, de 2.0 mm/año entre 1971-2010 y de 3.2 mm/año de 1993-2010.

⁶ Medido para el 2011.

⁷ La acidificación del océano es el cambio en el PH debido a la reacción química del CO₂ y el agua para producir ácido carbónico, el cual después se transforma en bicarbonato, éste en carbonato, luego en calcio y al final en carbonato cálcico, afecta muchos ecosistemas marinos como, por ejemplo, los corales. Véase: http://i2sea.stanford.edu/AcidOcean/AcidOcean_Es.htm

Para lograr lo anterior, es preciso distinguir qué es el clima y el sistema que lo soporta, así como describir el efecto invernadero y su relación con la acumulación de gases asociados a la actividad humana, o gases de efecto invernadero (GEI), y la vinculación de éstos con el cambio climático.

BASES CONCEPTUALES

A lo largo de su historia geológica, nuestro planeta ha estado en constante cambio (Gregory *et al.*, 2008). Al menos, así lo han demostrado las continuas transformaciones de las eras geológicas que han determinado el clima del planeta como hoy lo conocemos, en periodos de miles e incluso millones de años. Sin embargo, en sólo menos de dos siglos el clima ha tenido dramáticas modificaciones,⁸ debido al impacto creciente de las actividades humanas.

El estado del tiempo y el clima son conceptos que se asocian pero tienen diferencias importantes. El **estado del tiempo** es entendido como los fenómenos que ocurren en la atmósfera en un momento determinado (precipitación, dirección y velocidad del viento, presión, temperatura y humedad), mientras que el **clima** es el promedio del estado del tiempo y abarca periodos prolongados –al menos 30 años– (IPCC, 2007). Es así que cuando se habla de **cambio climático** se refiere a las diferencias en las características climáticas, como temperatura, humedad, lluvia, viento y fenómenos meteorológicos severos durante largos periodos.

El clima es, entonces, el estado del **sistema climático**, el cual está compuesto por:

- La atmósfera o la envoltura gaseosa que rodea a la Tierra.
- La hidrósfera, es decir, las aguas superficiales y subterráneas en estado líquido.
- La criósfera, que es el agua en estado sólido (glaciares, nieve y hielo).
- La litósfera o superficie terrestre del planeta y
- La biósfera, que son los organismos vivos y ecosistemas en la superficie terrestre y los océanos.

⁸ Obsérvese el cambio de la temperatura promedio global de 1884 a 2011 en: <https://www.youtube.com/watch?v=EoOrtvYTKeE> Fuente: Youtube, Canal de la NASA Goddard.

Estos elementos del sistema interactúan y determinan la dinámica del clima⁹ y el ciclo hidrológico a diversas escalas espaciales generando impactos sociales, económicos y ambientales.

El clima evoluciona con el paso del tiempo, influido por su propia dinámica interna y debido a factores externos que lo afectan (conocidos como “**forzamientos**”). Entre los forzamientos externos se pueden incluir fenómenos naturales, como erupciones volcánicas y variaciones solares, así como cambios en la composición atmosférica inducidos por los seres humanos.¹⁰

EL NIÑO Y LA NIÑA

No se deben confundir los cambios climáticos provocados por los forzamientos climáticos con las *fluctuaciones naturales del clima*. De hecho, incluso en un período relativamente estable, los sistemas que conforman e influncian el clima terrestre fluctúan de forma natural. Estas fluctuaciones u “oscilaciones”, como se denominan frecuentemente (porque oscilan entre dos estados principales), pueden tener un impacto considerable en el clima, tanto a escala regional como mundial.

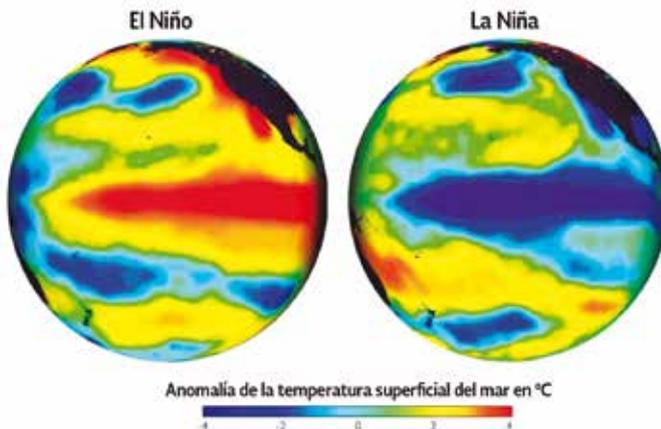
Ejemplos de ello son El Niño, La Niña y El Niño/Oscilación Austral (ENOA). El ENOA es un patrón climático que ocurre, aproximadamente cada cinco años, en el océano Pacífico tropical. El Niño provoca un calentamiento notable de la superficie del océano en el Pacífico ecuatorial central y oriental, que dura tres o cuatro estaciones. Cuando la temperatura de esta región oceánica desciende a niveles inferiores a los normales, al fenómeno se denomina La Niña. Estos fenómenos naturales del clima se han exacerbado con el cambio climático.

Un mecanismo fundamental para entender el calentamiento del planeta es el **efecto invernadero**. El efecto invernadero es el mecanismo por el cual la atmósfera de la Tierra regula su temperatura. Los gases que conforman a la atmosfera no pueden absorber toda la energía solar (ondas de longitud corta, como la luz ultravioleta), y dejan pasar la mayor parte hacia la superficie de la Tierra (sólo el 20 por ciento es reflejado inmediatamente). El 30 por ciento de esta energía es retenida en la atmosfera. Finalmente, el 50 por ciento de esta energía solar llega a la

⁹ *Ibid.*

¹⁰ *Ibid.*

LOS FENÓMENOS DE EL NIÑO Y LA NIÑA



Fuente: NOAA, 2009.

EFEECTO INVERNADERO

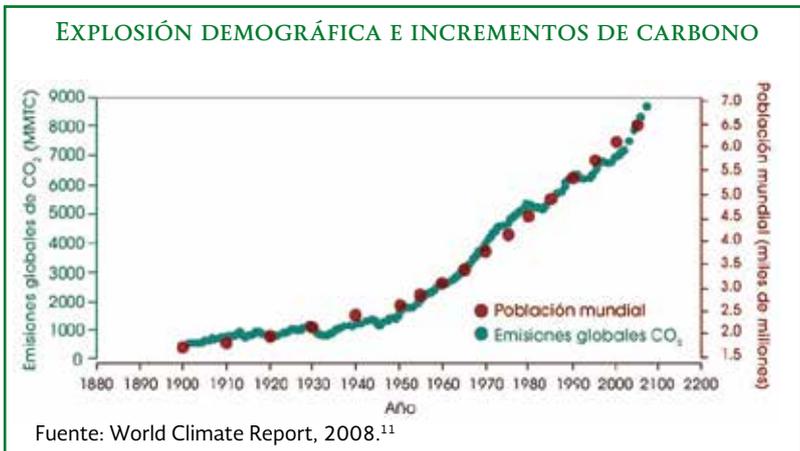


Fuente: IPCC.

superficie de la Tierra, para ser distribuida por circulaciones atmosféricas y oceánicas, principalmente del ecuador a los polos. Al calentarse la superficie de la Tierra, esta energía es re-emitada al espacio (como ondas de longitud larga), manteniendo un balance entre la energía recibida y emitida. Entonces, la composición química de la atmósfera afecta de manera fundamental al clima (Mastrandrea *et al.*, 2010).

Sin este efecto natural de invernadero, la temperatura promedio de la superficie terrestre estaría por debajo del punto de congelamiento del agua y haría imposible la vida como la conocemos (IPCC, 2007). Pero este efecto se ha intensificado considerablemente en las últimas décadas producto del incremento poblacional, las actividades humanas, en particular la quema de combustibles fósiles –petróleo, carbón y gas– y la eliminación de bosques y selvas, dando lugar al calentamiento y en una perspectiva temporal al cambio climático.

La atmósfera juega un papel fundamental en regular el clima (Conde, 2007). Está compuesta en su mayoría por nitrógeno (78 por ciento) y oxígeno (21 por ciento). El efecto invernadero proviene de las moléculas más complejas y mucho menos comunes. El vapor de agua es el gas



¹¹ Figura obtenida de: <http://bloomtrigger.org/es/Home/Pages/global-co2-emissions>.

de efecto invernadero más importante y el bióxido de carbono (CO₂) es el segundo en importancia. El metano, el óxido nitroso, ozono¹² y varios otros gases presentes en la atmósfera en pequeñas cantidades contribuyen también al efecto invernadero. Sin embargo, mientras mayor cantidad de estos gases existe en la atmósfera terrestre, una mayor cantidad de energía será retenida. En consecuencia, mayor será la temperatura de la Tierra.

Los **gases de efecto invernadero** regulados a nivel internacional que se vinculan con el cambio climático¹³ son el bióxido de carbono¹⁴, el metano¹⁵, el óxido nitroso¹⁶, los gases fluorados¹⁷, entre ellos los que también agotan

¹² Cada molécula se compone de tres átomos de oxígeno (O₃). Se usa como desinfectante o esterilizante. Es perjudicial para la salud humana y en ciudades con altas emisiones de contaminantes principalmente por los vehículos automotores y con la presencia de luz solar aumentan sus niveles al reaccionar el oxígeno de la atmósfera con contaminantes como el óxido nitroso y compuestos orgánicos volátiles. En la tropósfera (15 - 20 km de altura de la superficie terrestre) se encuentra en forma natural, siendo un filtro protector frente a la radiación ultravioleta.

¹³ Regulados por el Protocolo de Kioto, que es un acuerdo internacional derivado de la Convención Marco de Naciones Unidas contra el Cambio Climático y adoptado en 1997 y que entró en vigor en 2005. Establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años. En este sentido, el Protocolo tiene un principio central: el de la responsabilidad común pero diferenciada. Fuente: http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php

¹⁴ Se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. Es un producto de la combustión de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) o cualquier materia que contiene carbono como la madera. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis.

¹⁵ Este gas se produce por la descomposición de la materia orgánica cuando escasea el oxígeno. Por ejemplo, la descomposición de residuos orgánicos, o bien el ganado también genera metano.

¹⁶ Es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial o gases de escape de vehículos de combustión interna o debido a los abonos a base de nitrógeno. Es destruido fotoquímicamente en la alta atmósfera.

¹⁷ Son los únicos gases de efecto invernadero que no se producen de forma natural, entre ellos se encuentran los hidrofluorocarbonos que se utilizan para la refrigeración, o el hexafluoruro de azufre que se usa en la industria electrónica, o bien los perfluorocarbonos que se emiten durante la fabricación de aluminio.

la capa de ozono, como los clorofluorocarbonos¹⁸. Estos gases son de larga duración, ya que son químicamente estables y perduran en la atmósfera desde una década hasta cientos o miles de años, teniendo una influencia sobre el clima a largo plazo.

La importancia de estos gases radica en el porcentaje relativo de emisiones, su permanencia en la atmósfera, así como su potencial de calentamiento. El bióxido de carbono y el metano representan el 91 por ciento del total de GEI, aunque su potencial de calentamiento es menor comparativamente con los que son menos abundantes.

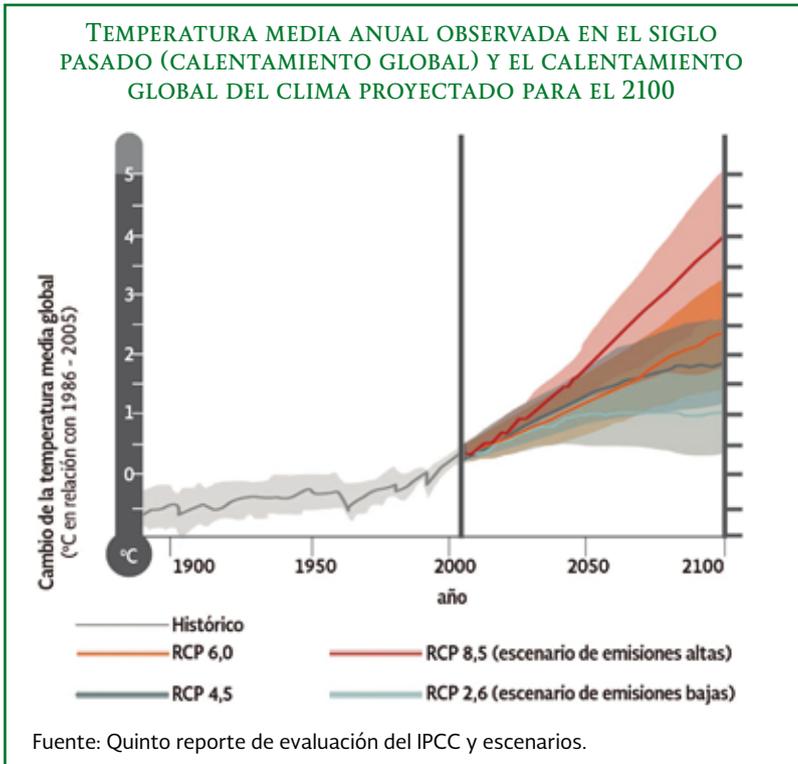
GASES DE EFECTO INVERNADERO CAUSANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO REGULADOS A NIVEL INTERNACIONAL POR LOS PROTOCOLOS DE KIOTO Y DE MONTREAL

Gases de efecto invernadero	Potencial de calentamiento mundial (PCM) (periodo de 100 años)	% del total de emisiones de GEI antropogénicas (2010)
Dióxido de carbono	1	76
Metano	25	16
Óxido nitroso	298	6
Hidrofluorocarbonos (HFC)	124 - 14,800	<2
Perfluorocarbonos (PFC)	7,390 - 12,200	<2
Hexafluoruro de azufre	22,800	<2
Trifluoruro de nitrógeno	17,200	<2
Clorofluorocarbonos (CFC)	4,750 - 14,400	<2

Fuente Naciones Unidas (UN CC:Learn), 2016.

¹⁸ Regulados por el Protocolo de Montreal, que es un acuerdo internacional para eliminar el uso de las sustancias que agotan la capa de ozono. Los clorofluorocarbonos se encuentran actualmente prohibidos.

Gran parte del bióxido de carbono emitido por las actividades humanas es absorbido por los océanos y por la biósfera. Por tal motivo, la conservación y protección de los bosques, selvas y la biodiversidad es clave en las acciones para reducir los GEI. A estas acciones se le conoce comúnmente como de **mitigación al cambio climático**. El prepararse, así como actuar ante los impactos y posibles daños derivados de variaciones y eventos extremos climáticos es reconocido como acciones de **adaptación al cambio climático**. Una combinación sinérgica entre las acciones de mitigación y adaptación a partir del **manejo integral de cuencas** puede contribuir a nivel regional a enfrentar el cambio climático de manera más eficaz.



2. IMPACTOS PRESENTES Y ESPERADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EL FUTURO DEL PLANETA DEPENDE DE USTEDES, NO NOS PODEMOS PERMITIR LA INDECISIÓN, ESTAMOS LLAMADOS A LA TRANSFORMACIÓN DE NUESTRO MODELO DE DESARROLLO.

Ban Ki Moon, Secretario General de la ONU en la COP 21.

El cambio climático se puede interpretar como un problema apremiante que amenaza a la biodiversidad y a la población mundial, o bien como un factor que agrava los efectos de otras amenazas ya existentes. En este sentido, el cambio climático afecta la provisión de recursos hídricos de los ecosistemas, por sí mismo, al modificar los patrones de lluvias. O por ejemplo, con la reducción de los bosques y el incremento urbano se modifica la funcionalidad eco-hidrológica de las cuencas y entonces la provisión de agua para la sociedad y los ecosistemas disminuye de una manera más rápida en un contexto de cambio climático.

Los impactos de variaciones en la precipitación y la temperatura tienen efectos en los componentes del ciclo hidrológico, en el escurrimiento, la evaporación y la infiltración, así como en la intensidad y frecuencia de los fenómenos extremos hidrometeorológicos y sus consecuencias como sequías e inundaciones.

También se han detectado cambios en: los patrones mundiales de precipitación pluvial, con diferencias regionales significativas; la elevación del nivel del mar, tanto por la expansión térmica de los océanos como por el derretimiento parcial de glaciales en las montañas y de la capa de hielo en las regiones polares; y la humedad del suelo al aumentar la evaporación del agua.

En ese marco, los tomadores de decisiones requerirán de herramientas apropiadas para la identificación de áreas de manejo que ayuden a disminuir dichos efectos. Por eso es importante mencionar que el manejo de cuencas hidrográficas puede apoyar significativamente los esfuerzos para reducir los efectos negativos del cambio climático.

El manejo integrado de cuencas implica un conocimiento sobre el funcionamiento de una determinada región, de sus ecosistemas y de los pro-

cesos socioeconómicos que ahí tienen lugar. De esta manera, se pueden desarrollar estrategias anticipadas y bien informadas para implementar medidas de adaptación, considerando las posibles vulnerabilidades de la población y de los ecosistemas (Lampis, 2013). La planificación, basada en evidencias científicas, puede contribuir a incrementar la resiliencia¹⁹ frente a los impactos locales del cambio climático, asegurando que los actores cuenten con capacidades e información para la prevención y adaptación a los cambios asociados a este fenómeno.

México ha realizado esfuerzos importantes para establecer los escenarios de cambio climático, que son proyecciones climáticas bajo varios escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y, por consiguiente, de *forzamiento radiativo*²⁰, es decir, bajo diferentes alteraciones del balance energético del sistema climático. Con estos escenarios se pueden prever las consecuencias potenciales del cambio climático debido a las actividades humanas.

Las evaluaciones de vulnerabilidad de diversos sectores bajo escenarios de cambio climático han sido desarrolladas durante las dos últimas décadas en nuestro país, y se han ido perfeccionando a la par de los escenarios de cambio climático. En el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 se presentan los impactos proyectados en sectores prioritarios para México, a fin de entender la magnitud de los problemas que estaremos enfrentado y las áreas de oportunidad en las que se debe trabajar, muchas de ellas con un enfoque de manejo integrado de cuencas, como en este cuaderno de divulgación ambiental se propone.

¹⁹ El concepto resiliencia se originó en estudios psicológicos y se entiende como la capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas (Real Academia Española: www.rae.es). Resiliencia ecológica es la capacidad de los ecosistemas de recuperarse luego de una perturbación, es una propiedad emergente que opera a nivel del ecosistema en su conjunto.

²⁰ Cambio en la irradiación neta vertical. Una perturbación del equilibrio mundial de radiación, ya sea de forma natural o provocada por el hombre, se llama forzamiento radiativo (IPCC: <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>).

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN SECTORES PRIMARIOS PARA MÉXICO

Sistemas y Sectores	Escenario Aumento en temperaturas entre +2.5 °C; y disminución en la precipitación entre -5 y 10%	Nivel de confianza
	Impactos proyectados ¹	
Agricultura	Disminución de la productividad del maíz para la década de 2015, lo que se aúna al problema actual del 25% de las unidades de producción con pérdida en la fertilidad de suelos. Existe evidencia de que la mayoría de los cultivos resultarán menos adecuados para la producción en México hacia 2030, empeorando esta situación para finales del presente siglo.	*
Hídrico	La mayor parte del país se volverá más seca y las sequías más frecuentes, con el aumento de demanda de agua particularmente en el norte del país y zonas urbanas.	**
	Por otro lado, habrá regiones donde la precipitación podría ser más intensa y frecuente, incrementando el riesgo de inundaciones para alrededor de 2 millones de personas que actualmente se encuentran en situación moderada de alta vulnerabilidad, ante las inundaciones, y quienes residen en localidades menores a 5,000 habitantes, ubicadas principalmente en la parte baja de las cuencas, sumado al riesgo de deslizamientos de laderas por lluvia.	***
Costero	El aumento del nivel del mar constituye un peligro para los sectores residencial y de infraestructura asentados en zonas costeras. Por otro lado, los sectores hídrico y agrícola podrían verse afectados por las consecuencias de la intrusión salina.	**
Tormentas y clima severo	Hay consenso sobre la intensidad de los ciclones en el Noroeste del Pacífico y en el Atlántico Norte. Las incertidumbres en cuanto a los cambios y la intensidad complican estimar sus impactos para el país, sin embargo se prevé que a mayor número e intensidad de tormentas, los impactos podrían tener mayores consecuencias sociales y económicas importantes.	**

Sistemas y Sectores	Escenario Aumento en temperaturas entre +2.5 °C; y disminución en la precipitación entre -5 y 10%		Nivel de confianza
	Impactos proyectados ¹		
Ecosistemas y biodiversidad	En ecosistemas terrestres un ejemplo es la posible reducción del área cubierta de bosques de coníferas, especies de zonas áridas, semiáridas y especies forestales de zonas templadas. En el caso de los océanos, un aumento en la temperatura puede ocasionar un colapso demográfico en las poblaciones marinas, ocasionando baja productividad para las pesquerías. Para el caso de mamíferos terrestres y voladores se proyecta al 2050, una reducción de cerca de la mitad de las especies estudiadas perdiendo más del 80% de su rango de distribución histórica.		**
Infraestructura estratégica	Es importante fortalecer la investigación sobre el impacto del cambio climático en infraestructura turística, portuaria, de energía, comunicaciones y transportes, la cual puede verse afectada por el aumento en número e intensidad de ciclones tropicales y mareas más intensas.		
Simbología por grado de impacto. Es una medida subjetiva basada en el juicio experto que considera la magnitud del impacto proyectado, la vulnerabilidad y la capacidad para hacerle frente.			
		Nivel 1	Impacto bajo
		Nivel 2	Impacto medio
		Nivel 3	Impacto alto
Nivel de confianza. Se dio una clasificación de una a cinco estrellas, siendo cinco el mayor de confiabilidad. También es una medida subjetiva basada en el juicio de expertos. Se considera que los trabajos arbitrados más actuales tienen una confianza mayor. Los que se consideran son de acuerdo entre los modelos climáticos, la calidad de datos e información utilizada para la investigación y el consenso entre los estudios disponibles para esta región.			
¹ Los cambios proyectados son con respecto a los promedios de temperatura y precipitación del periodo 1961-1990.			
Fuente: Gobierno de la República, 2014.			

3. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO, COMPONENTES

EL CAMBIO CLIMÁTICO TIENE EL POTENCIAL DE OCASIONAR EFECTOS DEVASTADORES SOBRE LA GENTE EN TODO EL PLANETA Y DEBEMOS HACER ALGO AL RESPECTO. Y NECESITAREMOS MOVILIZARNOS A NIVEL INTERNACIONAL.

Barack Obama, presidente de Estados Unidos.

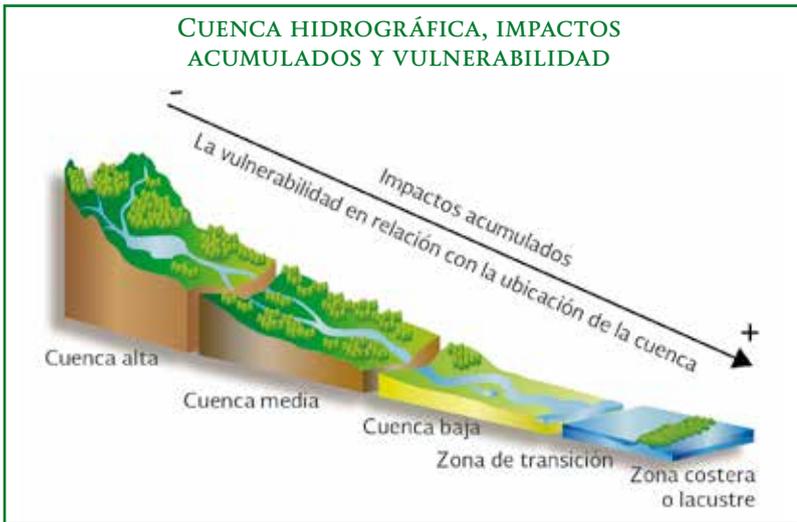
Vulnerable es definido por la Real Academia Española como “que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente”. Ser vulnerable implica, entonces, el reconocimiento de cierto grado de fragilidad ante un peligro que amenaza generar daños.

Esta comprensión de la condición de **ser vulnerable** cuando es llevada al ámbito de los sistemas -esto es, de un conjunto de partes interrelacionadas en espacio y tiempo por medio de múltiples factores, así como de procesos- implica entender los mecanismos por medio de los cuales cada parte que integra dicho sistema contribuye o no a disminuir o aumentar la probabilidad y el grado o intensidad de que ocurra una pérdida.

La cuenca hidrográfica [es decir, el territorio delimitado por las partes más altas de las montañas donde se concentran todos los escurrimientos que confluyen desembocando en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, donde existe una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico, los modos de apropiación y las instituciones (Cotler *et al.*, 2013)] es un enfoque apropiado para entender y analizar la susceptibilidad a que los sistemas humanos y/o naturales sean afectados a partir de la modificación de los componentes del ciclo hidrológico.

Esta comprensión a ser vulnerable, es clara cuando se analiza desde el enfoque de cuencas, ya que permite cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas a lo largo de la red de arroyos y ríos, que afectan positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua.²¹

²¹ *Ibid.*, 7.



Cuando el peligro se refleja como un incremento en el número e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos o cambios en los patrones de temperatura y precipitación, que se relacionan con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático, se considera un peligro climático.

Éste se transforma en un riesgo climático al considerar “la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y las consecuencias de un acontecimiento adverso, como puede ser una sequía por una reducción en el tiempo y cantidad de precipitación o una inundación derivada de un evento hidrometeorológico extremo (tormenta, ciclón, huracán, lluvia intensa)” (PNUD, 2011).

El **riesgo climático** está en función del peligro climático y del grado de vulnerabilidad; esto significa que a mayor peligro y vulnerabilidad mayor riesgo.

La **vulnerabilidad al cambio climático** es, entonces, el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos (IPCC, 2007).



Esta susceptibilidad o incapacidad de afrontar el cambio climático depende también de la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber una alteración sin perder su estructura básica o sus modos de funcionamiento. Esto es, no perder su capacidad de auto-organización o de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007), es decir, la vulnerabilidad depende también de la **resiliencia** del sistema.

La vulnerabilidad al cambio climático difiere entre regiones y poblaciones, entre cuencas y sectores. Cada cuenca hidrográfica presenta una estructura determinada por el relieve, las formas del territorio, así como la dinámica eco-hidrológica constituida por la interacción de la vegetación, el suelo, la biodiversidad y el agua con las decisiones de manejo en cada zona funcional de la cuenca -alta, media y baja-. La interacción de todos estos factores a partir de una condición de cambio climático reflejada en mayor o menor precipitación y/o temperatura, determinará a partir del grado de exposición y de sensibilidad, la capacidad de resistencia o ajuste a las nuevas condiciones y el nivel de vulnerabilidad al cambio climático.

El carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, tanto su sensibilidad como su capacidad de adaptación (IPCC, 2007) serán también componentes determinantes del grado de vulnerabilidad al cambio climático. Exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de un sistema determinan, pues, los efectos potenciales a sufrir ante el cambio climático y su grado de vulnerabilidad. A continuación se explican los componentes de la vulnerabilidad al cambio climático (Monterroso *et al.*, 2011):

- **La exposición**, se refiere al grado de estrés climático²² sobre una unidad particular de análisis –por ejemplo, una cuenca hidrográfica–; puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en la variabilidad climática, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos.

Por ejemplo, si pensamos en una ciudad que se encuentra en la parte baja de una cuenca, cerca de la desembocadura del río principal, su exposición estará determinada por la probabilidad de sufrir eventos hidrometeorológicos extremos o afectaciones por los escenarios de temperatura y precipitación. Esta probabilidad varía en función de la ubicación geográfica y la situación ambiental relacionada con el manejo del territorio.

La sensibilidad, es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio interno, externo o un grupo de ellos. Determina el grado de afectación por un estrés climático. Es el conjunto de las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por un determinado fenómeno.

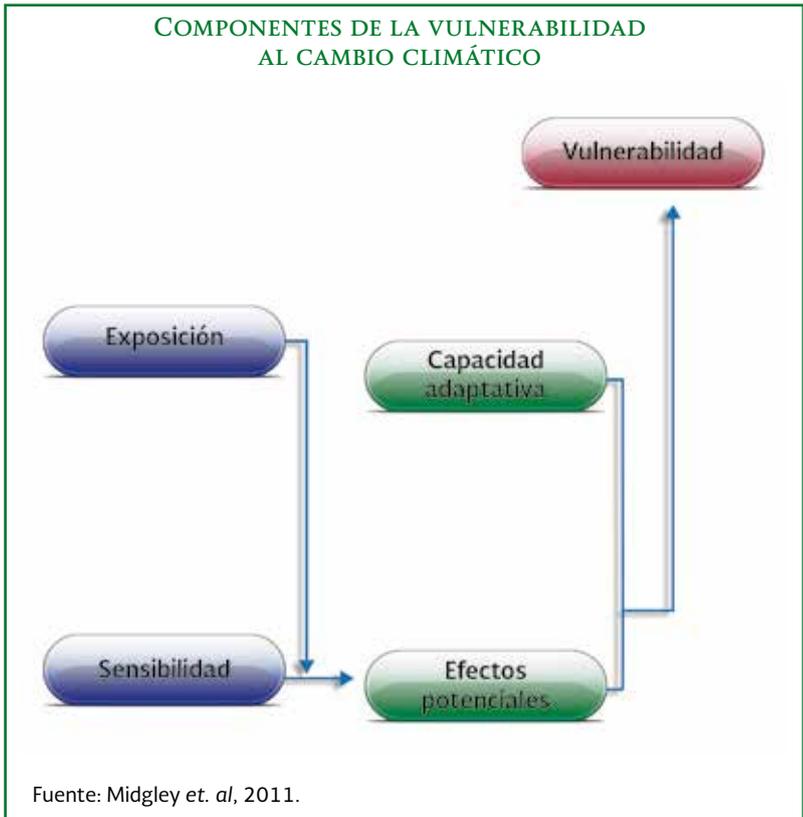
Una ciudad tiene una respuesta al disturbio y un grado de afectación considerando su ubicación, materiales y diseño de construcción. De la misma forma un cultivo agrícola en particular tendrá mayor o menor resistencia a la sequía o al exceso de agua y, por tanto, su sensibilidad a un estrés climático variará.

La capacidad adaptativa, se refiere a la capacidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático y al potencial de implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados. La capacidad adaptativa de una sociedad refleja su capacidad de modificar sus características o comportamientos para enfrentar de una mejor manera o anticiparse a los factores que impulsan el cambio. Puede incidir en esta capacidad factores humanos, sociales, financieros y naturales.

²² Implica una tensión en los sistemas naturales y/o humanos producto de tener más o menos agua (variación en la precipitación) o bien mayor o menor temperatura variando las condiciones climáticas normales para el funcionamiento del sistema, provocando un riesgo de colapso del sistema.

La participación colectiva o el desarrollo de alertas tempranas para la prevención de desastres de la ciudad o la conservación de suelos para mejorar las propiedades de retención de humedad del suelo y resistir más el estrés hídrico son ejemplos de acciones que aumentan la capacidad adaptativa al cambio climático.

La vulnerabilidad y la capacidad adaptativa son multidimensionales, complejas y no son fenómenos de observación directa (Downing *et al.*, 2001), de ahí la dificultad en su medición y evaluación.



4. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y MANEJO DE CUENCAS

LOS CIENTÍFICOS PUEDEN PLANTEAR LOS PROBLEMAS QUE AFECTARÁN AL MEDIO AMBIENTE CON BASE EN LA EVIDENCIA DISPONIBLE, PERO SU SOLUCIÓN NO ES RESPONSABILIDAD DE LOS CIENTÍFICOS, ES DE TODA LA SOCIEDAD.

Dr. Mario Molina, Premio Nobel de Química.

Es inequívoco que el cambio climático está teniendo efectos negativos en los procesos productivos y el bienestar de las sociedades humanas. Por ello, se ha posicionado como uno de los problemas más grandes de la sociedad actual. Entonces, es necesario considerar sus efectos en el diseño de políticas públicas, enfocadas en el desarrollo de estrategias para adaptar a la sociedad a sus consecuencias. La mayor parte de la atención se ha centrado en la mitigación, entendida como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Satterthwaite, 2007). Sin embargo, hacer frente al cambio climático requiere de la adopción de estrategias de desarrollo sustentable y de mecanismos de monitoreo (Pezzey y Thoman, 2002).

La adaptación al cambio climático es un tema relativamente reciente en el diseño de políticas públicas, que requiere de la generación de conocimiento y acciones para moderar el daño.

La **adaptación al cambio climático** se refiere a los ajustes de los sistemas naturales y humanos, como respuesta a variaciones climáticas (IPCC, 2001). Por lo tanto, la adaptación brinda la oportunidad de un desarrollo ambientalmente más sostenible, debido a las acciones emprendidas para manejar los ecosistemas. Además del desarrollo de nuevas tecnologías y fuentes de energía renovable, nuestra habilidad para manejar los recursos naturales, manteniendo a los ecosistemas saludables y resilientes, nos permitirá una mejor adaptación.

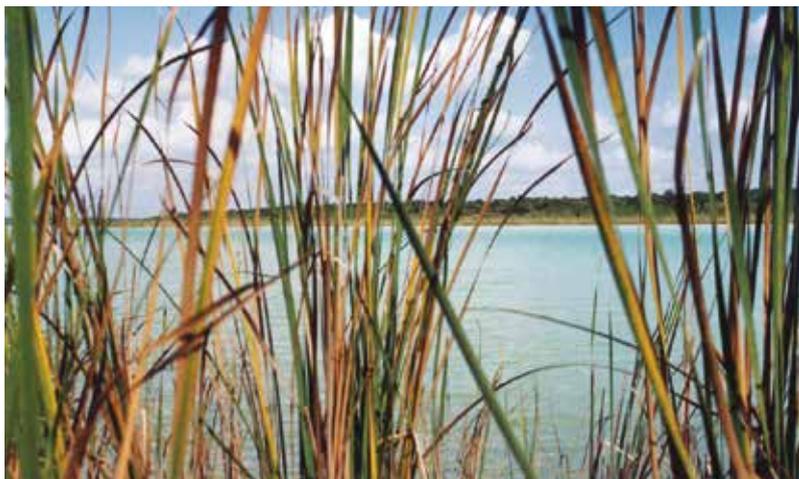
Existen diversos enfoques para abordar la adaptación al cambio climático. Pueden ir desde modificar las amenazas (construir un dique para el control de las inundaciones) a prevenir las repercusiones y el impacto (introducir cultivos resistentes a la sequía) y aceptar las pérdidas (cuando una medida de adaptación es demasiado costosa).

Por lo general, se realiza una distinción entre dos grupos de opciones de adaptación:

- Preventiva o
- Reactiva.

Algunos ejemplos de adaptación preventiva incluyen el desarrollo de nuevos códigos de construcción para proteger mejor los asentamientos humanos. El manejo integral de cuencas es una herramienta fundamental para adaptarse desde el enfoque preventivo. Algunos ejemplos de adaptación reactiva incluyen cambios en las prácticas agrícolas, como sistemas de irrigación adicionales en caso de sequía.

La incorporación de la adaptación al cambio climático en el manejo integral de cuencas es de suma importancia. Este enfoque de manejo de cuencas toma en consideración la dinámica hídrica de la cuenca, así como las complejas interacciones físicas, ecológicas y humanas que abarcan todo el paisaje, para dar solución a un conjunto de problemas interrelacionados. Desde las zonas de recarga en las tierras altas, pasando por una zona intermedia donde generalmente se dan las actividades agrícolas y pecuarias, hasta las más bajas altitudes donde normalmente se encuentran las zonas urbanas.



CONSERVACIÓN DE CUENCAS COSTERAS EN EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO (C6)

De acuerdo con recientes evaluaciones, en México los impactos del cambio climático afectan y afectarán en el corto plazo a las áreas costeras del Golfo de California y del Golfo de México.

El proyecto Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático (C6) surge con la finalidad promover el manejo integral de cuencas en 16 cuencas costeras como un medio para conservar la biodiversidad, contribuir a la adaptación y mitigación al cambio climático y construir participativamente alternativas ante escenarios de impacto al cambio climático.

El proyecto lo coordinan la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN).

Este proyecto propone un enfoque dinámico y participativo en la planificación de las acciones de una cuenca, combinando datos científicos y la participación de los actores principales. Se desarrollan Planes de Manejo Integral de Cuencas con el fin de garantizar una gestión efectiva del territorio y la conservación de sus recursos naturales promoviendo el desarrollo sustentable en la cuenca que participa.

Para conocer más de este proyecto visita: www.c6.org.mx

LOCALIZACIÓN DE LAS CUENCAS COSTERAS DEL PROYECTO C6



5. FORMACIÓN DE CAPACIDADES ADAPTATIVAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

EL RESPONDER A LOS RIESGOS ASOCIADOS CON EL CLIMA IMPLICA LA TOMA DE DECISIONES EN UN MUNDO CAMBIANTE, DONDE LA INCERTIDUMBRE ACERCA DEL CUÁNDO Y CÓMO DE LOS IMPACTOS CLIMÁTICOS ES CONSTANTE, Y CON LÍMITES SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LA ADAPTACIÓN.

IPCC, 2014.

Si la toma de decisiones en contextos de cambio climático está en una constante de cambio e incertidumbre, nuestra mirada requiere ampliarse para establecer nuevos paradigmas que nos permitan **detonar estrategias y capacidades adaptativas** que sean flexibles, para ir **construyendo procesos con medidas a corto, mediano y largo plazos**, en donde se fortalezca el aprendizaje social en los territorios locales y permita a las comunidades reconocer los riesgos e impactos hidrometeorológicos a los que se enfrentan, así como también realizar acciones colectivas para generar su bienestar.

Si bien las medidas adaptativas demandan ser puntuales y responder a los contextos locales, el que las acciones y resultados de la adaptación sean un éxito o un fracaso requiere en la mayoría de los casos de “otras capacidades” de igual importancia, como:

- La reflexión sistémica
- El análisis crítico y
- La toma de decisión colaborativa

que nos permitan **fortalecer el compromiso** que hacia las generaciones presentes y futuras requerimos como sociedad.

Pensar sistémicamente significa centrarse en los procesos, ver las relaciones entre los principales elementos del sistema y, con ello, encontrar los patrones de interacción y los ciclos virtuosos o viciosos presentes. Por ejemplo, pensar sistémicamente nos permite reconocer la forma cómo utilizamos los recursos socio-ambientales a través de los modos de vida en una cuenca y cómo los diversos sectores, las institu-

ciones y sus instrumentos generan determinados resultados. También implica compartir una visión integrada de las principales necesidades y potencialidades que social, ambiental y económicamente tienen las comunidades y sus territorios frente al cambio climático.

La visión sistémica nos da **cimientos para el análisis crítico** con el cual diseñar medidas adaptativas flexibles y reversibles, considerando entonces la incertidumbre que el propio contexto del cambio climático conlleva de manera articulada con los impactos que las prácticas socio-productivas han generado en los territorios y con los impactos que se pueden concatenar o exacerbar a mediano y largo plazos a partir del propio cambio climático.

El análisis crítico requiere de la **formulación de preguntas clave sobre las causas y los efectos**, preguntas que nos lleven de lo general a lo particular y viceversa, de las interrelaciones entre los riesgos y la sensibilidad, de un análisis que nos permita reconocer la vulnerabilidad diferenciada de las personas y los territorios, así como considerar acciones y ajustes precautorios que tomen en cuenta los costos socio-ambientales



a corto y largo plazos, y no solamente las ganancias económicas inmediatas, lo cual para un país como México debe ser prioritario y constante, ya que los escenarios nos indican que “la mayor parte del territorio se volverá más seco y las sequías más frecuentes” y las “tormentas... más intensas y frecuentes, aumentando el riesgo de inundaciones”.

A partir de este tipo de análisis se requiere favorecer que la **toma de decisiones considere las responsabilidades diferenciadas** de los diversos actores y sectores de la población, para con ello desarrollar habilidades, conocimientos, experiencias, que nos permitan trabajar coordinada y colaborativa con otras y otros en las medidas de adaptación a implementarse localmente. De esta manera, la toma de decisiones para implementar medidas adaptativas requiere tener en cuenta la importancia de la autogestión de las organizaciones y los enfoques de género y de respeto a la diversidad cultural, así como la congruencia entre nuestras acciones, valores e identidad y el compromiso hacia las generaciones presentes y futuras.

Visualizando el proceso a **corto plazo** es necesario **reconocer y mejorar el enfoque actual** que en el manejo de los diversos socio-ecosistemas prevalecen, brindando información técnica, como también estableciendo diversos mecanismos de consulta pública para incorporar el conocimiento y experiencia de la población a través de la opinión de los actores clave organizados,²³ así como para **identificar los problemas y soluciones comunes**.

A **mediano plazo** el proceso generado requiere de una **mayor y real participación y coordinación de los diferentes actores y sectores** clave con las instituciones y autoridades competentes para que se generen acuerdos en la gestión y manejo de los recursos de manera participativa (a través de talleres de modelación grupal, entre otros métodos de participación), y con ello evaluar las soluciones potenciales y priorizar rutas y medidas adaptativas que requieren estar relacionadas con:

- La seguridad alimentaria
- El aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, su biodiversidad

²³ Actores clave son aquellos que están directa o indirectamente afectando o siendo afectados por una decisión de gestión (Glickin, 2000).

- La gestión integral de los recursos hídricos
- La salud de las personas y
- La gestión del riesgo.

De esta manera el desarrollo de recomendaciones para la creación de planes estratégicos para los procesos de adaptación requieren de la intervención de los actores y sectores clave, lo que a su vez favorece el monitoreo y los continuos ajustes a partir de la responsabilidad compartida, favoreciendo la viabilidad de su implementación.

A largo plazo, y reconociendo que “la adaptación al cambio climático es (un conjunto de) procesos adaptativos” (Peña del Valle, 2014), podremos desde el presente **construir las bases para impulsar la adaptación de las instituciones** y las transformaciones necesarias en el sistema como parte de los paradigmas que identifican que los **cambios en las prácticas y estructuras** que requiere la adaptación al cambio climático se constituyen en procesos que implican visión y soluciones integrales. De esta manera, “la contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC) 2020–2030” (SEMARNAT, 2015) cobra fuerza y deja de ser retórica al establecer en las prioridades de adaptación:

- La protección de comunidades, infraestructura estratégica y ecosistemas mediante alertas tempranas y sistemas de gestión de riesgo climático.
- El incremento de la capacidad adaptativa de al menos la mitad de los municipios más vulnerables.
- El fortalecimiento de la conectividad ecosistémica y
- La generación de sinergias adaptación–mitigación.

Por último, retomando el escenario de que “la mayor parte del país se volverá más seca y las sequías más frecuentes” (Gobierno de la República, 2014), reconocemos la importancia de la gestión integral de cuencas para garantizar el acceso al agua. De igual manera, frente a la previsión de “tormentas fuertes que pueden volverse más intensas y frecuentes, lo que aumentará el riesgo de las inundaciones” (Gobierno de la República, 2014), requerimos de manera diferenciada de la restauración y gestión integral de las cuencas en nuestro país.

6. RETOS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DESDE EL MANEJO DE CUENCAS

MÉXICO ESTÁ LISTO PARA DEMOSTRAR QUE SÍ ES POSIBLE UN DESARROLLO DE BAJO CARBONO... HAGAMOS QUE EL ACUERDO DE PARÍS SIRVA PARA ASEGURAR EL PLENO DESARROLLO DE LAS GENERACIONES PRESENTES Y FUTURAS.

Rafael Pacchiano Alamán, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, en la COP21.

El cambio climático demanda acciones impostergables para atender los problemas que ya son observables en materia social, económica, cultural y ecológico-ambiental. Los procesos de adaptación para afrontar las amenazas derivadas del cambio climático tienen que ser específicas y responder a objetivos concretos como: la conservación de la biodiversidad y de servicios ambientales o de los sistemas productivos -agropecuario, forestal, de aprovechamiento de vida silvestre, acuícola, pesquero, industrial, turístico- o de infraestructura estratégica. Asimismo, dependerán de las amenazas, en un contexto de cambio climático, a las que se encuentren expuestos dichos sistemas.

En México, la identificación de amenazas conllevan al planteamiento de retos a diversas escalas, con distintos matices y en distintas temporalidades, desde mejorar las prácticas para la conservación de suelos, asegurar la disponibilidad en cantidad y calidad de agua para uso público urbano y productivo o ampliar la cobertura y consolidar los sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.

La planeación territorial con enfoque de cuenca es el marco ideal para detonar estos procesos de adaptación al cambio climático porque:

- Promueve una **visión común del territorio**.
- Identifica las **relaciones geográficas entre la causa e impacto** de las diferentes actividades y de las zonas donde se producen y consumen los bienes y servicios ambientales.
- **Focaliza las acciones** para resolver los problemas identificados.

- **Promueve la integración de las visiones político-administrativas y de funcionalidad de los ecosistemas** con el objetivo de aprovechar de manera sustentable y justa los recursos naturales de los que dependen los diferentes grupos sociales que habitan en las cuencas hidrográficas.

En el contexto de cambio climático, a escala de manejo de cuencas se plantea retos para la adaptación, ante escenarios de incertidumbre climática. Los principales retos para impulsar en forma más efectiva los procesos de adaptación al cambio climático desde el manejo integral de cuencas hídricas son:



- Adoptar un enfoque sistémico, que supere la visión fragmentada de la forma de abordar los problemas socio-ambientales.
- Re-pensar las formas de adaptación desde la política pública.
- Re-articular procesos con esquemas integrales para reducir las consecuencias de la incertidumbre en la adaptación.
- Reconocer que en la visión de adaptación hay actores sociales quienes son favorecidos y quienes tienen que ceder. Lo que implica corresponsabilidad de distintos actores en una o más cuencas hidrográficas.
- Incorporar los efectos esperados del cambio climático, como las principales amenazas, en los instrumentos de política pública.
- Entender la adaptación como un proceso local-regional y no sólo local.
- Promover el manejo participativo y corresponsable.
- Impulsar la planeación, implementación y evaluación de acciones para afrontar el cambio climático en unidades de gestión específicas como las cuencas hidrográficas
- Impulsar una visión de largo plazo, con fortalecimiento de capacidades en distintas temporalidades.
- Monitorear la implementación de los planes de fortalecimiento de capacidades adaptativas y ajustar medidas según se requiera.



FUENTES

- Banco Mundial (2012). *Desarrollo Urbano. Ciudades: la nueva frontera*. www.bancomundial.org/temas/cities/
- Conde, C. (2007). *México y el cambio climático global*. México: CECADESU/SEMARNAT.
- ----- (2016). Conferencia: “Bases conceptuales y legales de cambio climático y adaptación en México”, 21 de septiembre de 2016. Ciclo de videoconferencias: *Manejo de cuencas y cambio climático en México*, CECADESU/SEMARNAT/Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas.
- Cotler, H. y Caire, G. (2009). *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. México: Instituto Nacional de Ecología/WWF/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P., 380 pp. Disponible en: www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=613
- Cotler, H., A. Galindo, I.D. González, R.F. Pineda y E. Ríos (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*, Cuadernos de Divulgación Ambiental. México: CECADESU/SEMARNAT, 32 pp. En: http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_final_2014.pdf
- Downing, T.E., R. Butterfield, S. Cohen, S. Huq, R. Moss, A. Rahman, Y. Sokoma y L. Stephen (2001). *Vulnerability indices: climate change impacts and adaptations*. New York, USA: United Nations.
- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) (2016). *Diagnóstico socio-ambiental y diseño de la estrategia operativa para seis cuencas del golfo de México*.
- Glicken, J. (2000). *Getting stakeholder participation “right”: a discussion of participatory processes and possible pitfalls*. Environ Sci Policy.
- Gobierno de la República (2014). *Programa especial de cambio climático 2014-2018. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. México.
- Gregory, K. J., I. Simmons, A. Brazel, J.W. Day, E.A. Keller, A. Yanez-Arancibia y A.G. Sylvester (2008). *Environmental sciences: a student’s companion*. SAGE.

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático/Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2013). *Guía metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático*.
- IPCC (2001). *Tercer informe de evaluación. Cambio climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*.
- ----- (2007). *Cuarto informe de evaluación*, Anexo I, Informe de síntesis. Preguntas frecuentes del Grupo de Trabajo I. Base de las Ciencias Físicas.
- ----- (2013). *Fifth assessment report (AR5)*. WGI The physical science basis.
- Lampis, A. (2013). *La adaptación al cambio climático: el reto de las dobles agendas*. Postigo.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame y G.K. Plattner (2010). *Guidance note for lead authors of the IPCC fifth assessment report on consistent treatment of uncertainties*.
- Midgley, S.J.E., R.A.G. Davies y S. Chesterman (2011). *Climate risk and vulnerability mapping in Southern Africa, status quo (2008) and future (2050)*. Extraído del Módulo 3. Adaptación al cambio climático, curso en línea de la UN CC: Learn.
- Monterroso, A., C. Conde, C. Gay, J. Gómez y J. López (2011). *Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México*.
- Naciones Unidas/Convención Marco sobre el Cambio Climático (2015). *Aprobación del Acuerdo de París*. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>
- ----- (2016). UN CC:Learn. *Curso introducción al cambio climático*. Módulo 1. Introducción a la ciencia del cambio climático.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2009. *Can We Blame El Niño?* Disponible en: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/can-we-blame-el-ni%C3%B> Extraído del Módulo 1. Introducción a la ciencia del cambio climático, curso en línea de la UN CC: Learn.

- Peña del Valle, A. E. (2014). *La adaptación frente al cambio climático y la reducción de riesgos*.
- Pezzey, J. y M.A. Toman (2002). *The economics of sustainability: a review of journal articles*. Washington, DC: Resources for the Future.
- PNUD (2011). *Improving access, understanding and application of climate data and information*.
- PNUMA y ONU (2016). *México y el Acuerdo de París*. Infografía disponible en: <http://www.onu.org.mx/acuerdo-de-paris/>
- Real Academia Española. www.rae.es
- Satterthwaite, D. (2007). *Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in low-and middle-income nations*. Vol. 1.
- SEMARNAT (2015). *Contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC)*. Presentación agosto 2015. Disponible en: http://climate.blue/download/indcs_workshop/4_INDC%20Proceso%20de%20Participaci%C3%B3n%20Social%2025%20Agosto%202015.pdf



Adaptación al cambio climático, fundamentos desde el manejo de cuencas y del proceso de fortalecimiento de capacidades

se imprimió en 2016 en los talleres de Estudio D+C, S.A. de C.V., con domicilio fiscal en calle Callao 680, despacho 302, colonia Lindavista Sur, delegación Gustavo A. Madero, 07300, Ciudad de México.

El tiro consta de 15 mil ejemplares.