

# CAMBIO CLIMÁTICO

## CÓMO EVALUAR MEDIDAS DE ADAPTACIÓN





# **CAMBIO CLIMÁTICO: CÓMO EVALUAR MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**

Jesús Magallanes Patiño

2016

577.22	Magallanes Patiño, Jesús.
M31	Cambio climático: evaluación de medidas de adaptación / Jesús Magallanes Patiño. -- Jiutepec, Mor. : Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2016.
	73 p.
	ISBN : 978-607-9368-49-4
	1. Cambio climático 2. Evaluación 3. Métodos

Cambio Climático: Cómo Evaluar Medidas de Adaptación  
*Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional*  
*Subcoordinación de Planeación, Economía y Finanzas del Agua*

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos  
C.P. 62550, México.  
Tel. (777) 329-3600  
[www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx)

ISBN: 978-607-9368-49-4

Impreso y hecho en México  
Distribución gratuita. Prohibida su venta.  
Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social.  
Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

# CONTENIDO

<b>1. Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Cambio climático</b> .....	<b>9</b>
2.2. Por qué se produjo .....	9
2.3. Posibles efectos del cambio climático .....	10
<b>3. Estrategias para enfrentar el cambio climático</b> .....	<b>17</b>
<b>4. Financiamiento para la adaptación</b> .....	<b>21</b>
<b>5. Escenarios de cambio climático</b> .....	<b>23</b>
<b>6. Análisis de vulnerabilidad</b> .....	<b>29</b>
<b>7. Medidas de adaptación</b> .....	<b>33</b>
7.1. Características deseables de una medida de adaptación.....	34
7.2. Clasificación de las medidas de adaptación .....	39
7.3. Catálogo de medidas de adaptación .....	40
<b>8. El proceso de evaluación</b> .....	<b>43</b>
<b>9. Metodología de evaluación</b> .....	<b>45</b>
9.1. Actividades preparatorias.....	46
9.2. Evaluación multicriterio.....	47
9.3. Evaluación económica .....	55
9.4. Resultado final .....	60
<b>10. Comentarios y recomendaciones</b> .....	<b>63</b>
<b>11. Glosario</b> .....	<b>65</b>
<b>12. Bibliografía</b> .....	<b>71</b>

# TABLAS

Tabla 5.1. Precipitación promedio observada (en mm totales) por entidad federativa durante el invierno (dic.-ene.-feb.), verano (jun.-jul.-agt.) y anual, así como, el cambio respectivo esperado (en %) 100 años después, bajo el escenario SRES-A2.....	24
Tabla 5.2 Temperatura media promedio observada (en °C), por entidad federativa durante el invierno (dic.-ene.-feb.), verano (jun.-jul.-agt.) y anual, así como el cambio respectivo esperado 100 años después, bajo el escenario SRES-A2. ....	26
Tabla 6.1. Impactos del cambio climático en algunos ecosistemas. ....	30
Tabla 9.1. Calificación numérica de los criterios por niveles. ....	53
Tabla 9.2. Importancia relativa de criterios. ....	54
Tabla 9.3. Resultado de la evaluación multicriterio. ....	54
Tabla 9.4. Resultado numérico de la evaluación multicriterio. ....	55
Tabla 9.5. Resultado general del proceso de evaluación. ....	60

# FIGURAS

Figura 9.1. Esquema de la metodología de evaluación propuesta .....	45
Figura 9.2. Proceso de Evaluación Multicriterio .....	48
Figura 9.3. Conformación del Comité de Participación Ciudadana y esquema de comunicación interna. ....	50
Figura 9.4. Proceso de evaluación económica.....	57



# 1

## INTRODUCCIÓN

**E**l clima se define como los valores característicos de los parámetros climatológicos en una región en un periodo de 30 años. Los principales parámetros meteorológicos son: temperatura, presión, vientos, humedad y precipitación.

Eso no quiere decir que dichos parámetros meteorológicos sean constantes a lo largo de los 30 años que los definen, sino que son valores promedio y pueden oscilar a lo largo del día y de la noche o de la época del año y las condiciones del lugar. A estos cambios estacionales en los valores promedio se les da el nombre de “variabilidad climática”.

En la actualidad los científicos dedicados al estudio del clima y sus variaciones alertan con insistencia sobre la modificación creciente y cada vez más evidente de las condiciones originales del clima, situación que la comunidad internacional reconoce como “cambio climático”. No obstante, los cambios en el clima implican una serie de fenómenos que van más allá de unos pocos cambios en la temperatura o la precipitación.

Los impactos provocados por el cambio climático: aumentos de temperatura ambiente, cambios significativos en el régimen de lluvias, aumento en la fuerza destructiva de los ciclones tropicales, entre otros, minan la capacidad productiva de los diversos sectores económicos con diferentes implicaciones en una tendencia que se agudizará en el tiempo, a menos que se emprendan acciones para reducir el efecto de sus impactos y se implementen medidas para aumentar la resiliencia o capacidad de la población para resistir dichos impactos.

A las acciones emprendidas o medidas implementadas para reducir la vulnerabilidad de la población ante los impactos del cambio climático se denomina “adaptación” que, como su nombre lo indica, busca que las actividades del hombre se “adapten” a las nuevas condiciones del clima con resultados favorables y no trate de enfrentarse a ellas con resultados catastróficos.

Como se puede anticipar, la cantidad de medidas de adaptación por implementar para disminuir la vulnerabilidad de un país es sumamente grande, ya que los efectos del cambio climático se dejan sentir en todos los sectores sociales y económicos, y en especial, en países en vías de desarrollo. En consecuencia, el costo de implementación de las medidas de adaptación en cantidad suficiente resulta sumamente alto.

Ante esta situación, varias organizaciones internacionales apoyan aunque con recursos limitados para la implementación de medidas de adaptación, dada la magnitud del problema. Al mismo tiempo, los propios países deben invertir cuantiosos recursos en su propia adaptación, para no hacer más grande la brecha entre la situación actual y la que se espera con el cambio climático.

Ante la perspectiva de inversión de gran cantidad de recursos en la implementación de medidas de adaptación, se hace evidente la necesidad de una herramienta de evaluación que permita determinar la conveniencia de implementar una medida de adaptación en función de su desempeño social y su factibilidad económica, o la priorización de implementación de varias medidas de adaptación.

# 2

## CAMBIO CLIMÁTICO

### 2.1. Por qué se produjo

**E**n toda esta discusión sobre la agudización del cambio climático en los últimos años, se agrega un cuestionamiento adicional: ¿es el cambio climático provocado por la actividad del hombre o es una variación natural del clima que, incluso, se ha presentado ya en ocasiones anteriores? La discusión está abierta, aunque el hecho irrefutable es que el clima en el mundo está cambiando de manera radical. Algunos científicos piensan que las dos teorías son ciertas pues, por un lado, existen evidencias indirectas de que en otras eras, hace muchos años, se presentaron variaciones importantes del clima y que las actuales se acentúan por la actividad, principalmente industrial del hombre, que interfiere con los patrones de comportamiento natural del clima.

Es común escuchar cada vez con mayor frecuencia expresiones como: “En esta época nunca se había presentado una nevada” o “las lluvias este año han sido más fuertes que nunca”. De manera similar, los fenómenos climatológicos extremos también están cambiando y así tenemos que los ciclones tropicales son cada vez más destructivos, las inundaciones más frecuentes y de mayor intensidad, etcétera. Sin ir más lejos, el mes de julio de 2015 se identificó como el mes con la temperatura promedio más alta desde que se tienen registros, según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (NOAA, por sus siglas en inglés).

Complementariamente, estas modificaciones presentan magnitudes diferentes en cada localidad, de manera que se tienen que realizar análisis de cambio climático en diferentes zonas, con la amplitud que permita la información con la que se cuenta. Debido a esto, no se puede encontrar una solución común que permita enfrentar los cambios de clima de la misma forma en un lugar o en otro, variando también el tiempo de implementación, de obtención de resultados, costo, etcétera. Sin embargo, es posible encontrar soluciones genéricas para enfrentar el impacto del cambio climático

para zonas que, aunque probablemente alejadas entre sí, posean características geomorfológicas similares y efectuando las modificaciones por factores locales, desde luego.

## **2.2. Posibles efectos del cambio climático**

Los efectos asociados al cambio climático son bien conocidos. A continuación se incluye una lista de aquellos más reconocidos. La variación en magnitud y velocidad en la generación de conocimientos en este campo es muy rápida, así como su influencia en los climas locales, aunque su origen y ocurrencia se presenten en otras regiones del planeta.

### **Aumento global de la temperatura media**

Este aumento de temperatura se transmite a través del movimiento de la atmósfera a todo el globo, retroalimentando los cambios a los que nos hemos referido como cambio climático.

### **Desertificación de ciertas zonas del planeta y lluvias de carácter torrencial en otras**

Estos dos fenómenos son provocados también por la circulación atmosférica, que altera los patrones de precipitación, disminuyéndola en aquellos lugares donde era abundante y aumentándola en lugares donde era escasa. En los dos casos, el desequilibrio ocasionado provoca severos daños por falta o exceso de agua mediante eventos extremos de sequía severa o tormentas catastróficas, cuya intensidad aumenta con el tiempo.

### **Fusión de glaciares y casquetes polares**

Por mucho tiempo se ha considerado que los glaciares y la superficie helada de nuestros polos son un regulador del clima en el planeta; sin embargo, debido al aumento general y acelerado de la temperatura atmosférica, se ha detectado una disminución gradual de la superficie ocupada por varios de los principales glaciares del mundo, actividad que no solamente trastoca el comportamiento del agua en el ámbito continental, sino que provoca el vertido de mayor cantidad de agua dulce a los océanos, cambiando también las características del agua de mar, principalmente cerca de los sitios de descarga de agua de deshielo.

## **Aumento del nivel del mar**

A pesar del interés que existe en todo el mundo por conocer más sobre el cambio climático, aún existe un alto grado de incertidumbre con relación a este tipo de cambios en escalas regionales o de mayor detalle, por lo que se plantean amplios rangos de variación como “un aumento de 1 a 3 grados centígrados en la temperatura promedio” o “se espera una disminución de alrededor de un 20% en las precipitaciones diarias en el verano...”, etcétera. En ocasiones, la incertidumbre sobre la magnitud de estas variaciones llega a situaciones extremas, pues no se tiene un conocimiento detallado de los fenómenos asociados y, aunque se habla con certeza de un aumento en el nivel del mar provocado por el derretimiento de los hielos polares, la estimación de este aumento varía entre unos pocos centímetros hasta más de un metro. La diferencia entre una magnitud y la otra representa la diferencia de tener que mover a unas pocas personas o millones.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) proyecta que, entre 1999 y el final del siglo XXI, el nivel del mar subirá entre 18 y 59 centímetros; sin embargo, estudios más recientes pronostican un mayor incremento del nivel del mar para el presente siglo, comparado con el intervalo propuesto por el IPCC en 2007.

Ante los posibles efectos del cambio climático, las costas de México se verán afectadas en el mediano y largo plazos por el aumento del nivel del mar. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (Inecc) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2009) estimaron que en la superficie costera de los estados de Campeche, Nayarit, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán ocurrirá un aumento de un metro en el nivel del mar y, en conjunto, afectará a poco más de 1% del territorio nacional. Los costos de la adaptación y protección de las zonas costeras están considerados entre los más altos.

## **Dificultad en el desagüe pluvial y de los sistemas de alcantarillado**

Este problema se provoca por dos fenómenos: por un lado, el aumento en las precipitaciones en ciertas regiones que genera mayor escurrimiento, principalmente en las zonas pavimentadas de las ciudades, tornando insuficiente la capacidad de desalojo de esas aguas por el drenaje pluvial y las vías fluviales tradicionales; por otro lado, el propio escurrimiento del agua que transita por los arroyos, evita que pueda haber una descarga franca del drenaje pluvial o el

alcantarillado urbano, provocando inundaciones por la acumulación de las aguas que no pueden ser desalojadas.

### **Riesgos de avenidas fluviales, como consecuencia de la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones**

El cambio en las condiciones climáticas provocará un aumento o disminución de las precipitaciones, de acuerdo con los escenarios planteados hasta el momento. En las zonas donde aumenta la precipitación sucede que las lluvias pueden ser menores en número pero mayores en intensidad, lo que genera un aumento en el escurrimiento fluvial con las consecuentes inundaciones en puntos críticos. En ocasiones, dos o más lluvias torrenciales se presentan con muy poco tiempo entre unas y otras, lo que incrementa todavía más el fenómeno de escorrentía en ríos al aumentar el coeficiente de escurrimiento debido a la saturación de los suelos por la frecuencia de las precipitaciones.

### **Difusión de ciertas enfermedades tropicales en zonas que hoy son de clima templado**

Este fenómeno se va a presentar más frecuentemente en el futuro cercano, pues debido al cambio en el clima, las zonas frías pasarán a ser templadas y las templadas pasarán a ser cálidas; esos cambios alterarán el tipo de organismos que se desarrollarán en cada lugar.

### **Modificación de las áreas de distribución de determinadas especies, incluidos los recursos pesqueros**

Es muy probable que el panorama geográfico que conocemos actualmente también sufra modificaciones por el fenómeno del cambio de clima, ya que, como se comentó en párrafos anteriores, al cambiar las características del clima, los tipos de flora y fauna que habitaban cierta área tal vez requieran migrar hacia otra zona donde puedan encontrar las condiciones climáticas propicias para su desarrollo, haciendo que los organismos predominantes en una zona emigren a otra.

## **Alteración de los ciclos biológicos, con adelanto del momento de floración o del brote de las hojas**

Para nadie es un secreto que existe una estrecha relación entre el proceso de crecimiento de las especies vegetales y el clima. Esta relación es tan conocida que los especialistas tienen bien determinados los periodos de siembra, crecimiento, floración y cosecha de la mayoría de los vegetales útiles. Al cambiar la temperatura, se altera el comportamiento y las etapas de crecimiento de las plantas se adelantan o atrasan.

## **Modificación de los modelos de dinámica marina**

Debido a la combinación de efectos del aumento de temperatura atmosférica y terrestre, el deshielo de las superficies polares, la disminución de la magnitud de los principales glaciares, el aumento en la cantidad de agua en los océanos y la variación en la constitución de este elemento, se provoca una modificación en la dinámica marina. Se ha detectado que el fenómeno del Niño, basado principalmente en una anomalía en la temperatura del mar en épocas en las que no debería presentarse, provoca corrientes marinas secundarias que modifican la salinidad, acidez y otras características del agua, que a su vez tiene repercusión en la distribución de las especies marinas y, por lo tanto, en toda la cadena alimenticia marina. Esto genera la migración de especies marinas a otros sitios que les “aseguren” características ideales del ambiente marino para su correcto desarrollo.

## **Alteración de las trayectorias de las tormentas tropicales**

La modificación de las corrientes oceánicas principales y secundarias provoca que se alteren también las zonas marinas donde solían desarrollarse los fenómenos climáticos tropicales: ondas, perturbaciones, tormentas y ciclones. En consecuencia, se verán cada vez más este tipo de fenómenos en lugares donde antes no eran presentes, así como la disminución de los mismos en aquellas zonas donde se solían presentar. Ambos lugares sufrirán por este fenómeno, pues donde no se presentaban tendrán lluvias fuertes no comunes y en donde se presentaban disminuirán las lluvias por este tipo de fenómenos, provocando sequías importantes.

## **Aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos**

Como consecuencia directa del aumento de temperatura superficial en los océanos y la superficie de la Tierra, la frecuencia de aparición de los fenómenos extremos, tal como los huracanes al igual que su intensidad, aumentan también significativamente.

## **Migraciones obligadas provocadas por la sequía y falta de alimentos**

Los episodios de sequía global son cada vez más frecuentes, tanto así que en algunas regiones del planeta se hacen esfuerzos por llevar un seguimiento más estrecho a este tipo de fenómenos, como el denominado “monitor de sequía de América del Norte”, mediante el cual se pretende alertar a la población de sus efectos inmediatos. Estos episodios provocan que comunidades enteras dedicadas a la recolección de vegetales silvestres o con sistemas no muy avanzados de agricultura, tengan que emigrar hacia donde encuentren condiciones más favorables para su sustento. Ni qué decir acerca de las comunidades terrestres de animales que también tienen que emigrar.

## **Episodios de exceso de mortalidad, como consecuencia de temperaturas extremas**

A raíz de la variación de la temperatura, en especial de las temperaturas extremas, se presentan desgraciadamente condiciones que favorecen la mortalidad humana, principalmente de los más vulnerables: ancianos y niños, por la presencia de episodios de temperaturas muy bajas, o por el contrario, temperaturas inusualmente elevadas o su persistencia de varios días.

## **Afectación de los recursos económicos situados en primera línea de costa (puertos, edificaciones, etcétera)**

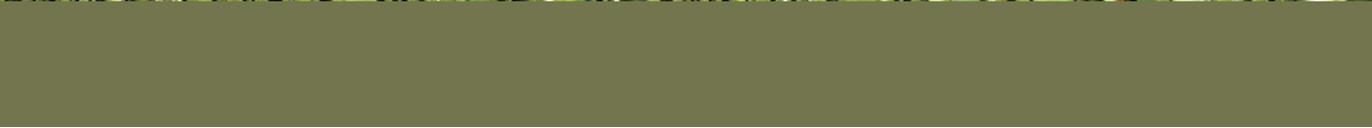
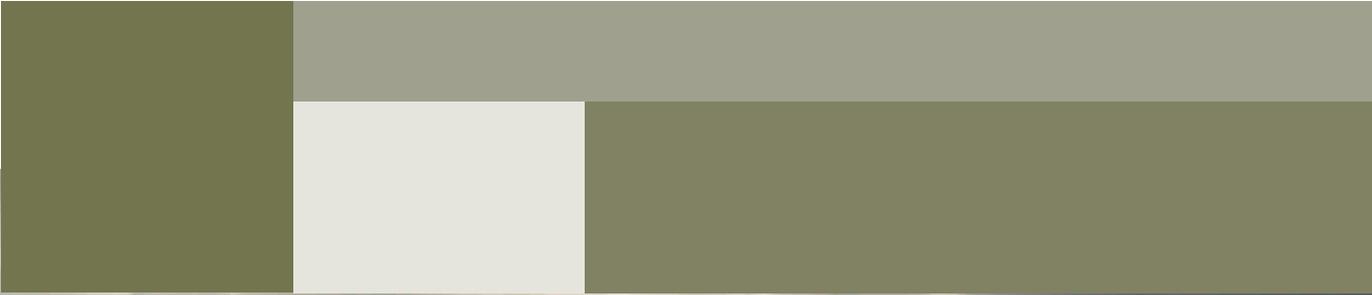
La infraestructura costera, especialmente la urbana, está muy expuesta a recibir el impacto de los fenómenos extremos como huracanes y lluvias torrenciales, que provoca daños severos; pero en el futuro también recibirán el impacto del aumento del nivel del mar, pronosticado como consecuencia del derretimiento de los glaciares y casquetes polares, así como del aumento de volumen por el aumento de temperatura del agua. Aunque los daños provocados por huracanes y precipitaciones se pueden reparar, no sucederá lo mismo con el daño que producirán las inundaciones, por ser éste permanente.

Como se puede comprobar, hay distintos tipos de efectos: físicos, biológicos, económicos, sanitarios, etcétera. Esta situación responde a la complejidad del fenómeno. El cambio climático constituye, pues, una amenaza segura contra los elementos básicos de la vida humana en las distintas partes del mundo, y también tendrá consecuencias importantes sobre la economía. Según el informe Stern (2006), las estimaciones indican que el límite superior del costo anual previsto de una reducción de emisiones compatible con una trayectoria que se traduzca en una estabilización a 550 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) puede ser, aproximadamente, del 1% del Producto Interno Bruto (PIB) para el año 2050. En cambio, los costos de no hacer nada se sitúan entre el 5 y 20% del PIB anual.

Ante el riesgo cierto de los efectos del cambio climático, será necesario elaborar a distintos niveles la estrategia para la atenuación y la adaptación. Para ello se requiere la participación de todos, incluyendo los gobiernos locales, por muy pequeñas que sean sus posibilidades de acción.

El desempeño de nuestro país en materia de cambio climático ha permitido atraer la atención de la comunidad internacional, así como de las agencias de cooperación, organismos internacionales y el sector privado internacional, quienes han identificado oportunidades de acción contra el cambio climático desde nuestro país. Sin embargo, México no es el único que ha demostrado una alta competitividad para proponer y ejecutar iniciativas para enfrentar el cambio climático.

De acuerdo con los expertos internacionales, la mejor estrategia para reducir los impactos del cambio climático es desarrollar y promover acciones de adaptación. Por ello, generar, ordenar y priorizar la canalización, aplicación y supervisión de los recursos financieros, económicos y fiscales, tanto nacionales como internacionales, hacia la promoción de acciones de adaptación, es una prioridad que permitirá dar un respaldo sólido a la política nacional de cambio climático.



# 3

## ESTRATEGIAS PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

**D**esde que se identificó la amenaza de un cambio en el clima, se han buscado también las posibles estrategias para disminuir sus efectos o propiciar que el ser humano se “acostumbre” o se prepare para resistir dichos efectos y resienta el menor daño posible. A este concepto se le denomina “resiliencia”.

Puesto que se conocen con cierta aproximación las causas y el mecanismo que provocan el cambio de clima se han fomentado estrategias para implementar acciones encaminadas, tanto a la reducción de las causas que lo originan como a la concientización y preparación de la población, que propicie la convivencia con los efectos del cambio y disminuya el impacto final sobre ésta, principalmente la más vulnerable.

Estos dos tipos de acciones requieren para su implementación de cierta preparación de los involucrados, una gran cantidad de recursos e identificación y diseño de las propias acciones. Una práctica común es enfrentar las dos tareas mediante dos estrategias diferentes que puedan coexistir simultáneamente.

Aunque en la actualidad la comunidad científica internacional aún no acepta de manera contundente que la actividad del hombre sea la principal causa del cambio climático, sí reconoce que la descarga al ambiente de gases generados por la actividad industrial provoca lo que se llama “efecto invernadero” y, como consecuencia, el “calentamiento global”, principal generador del cambio climático. Para contrarrestar este efecto y disminuir las descargas a la atmósfera de dichos gases (actividad denominada “mitigación”), la solución que se ha encontrado en varios países ha sido el exigir directamente a las empresas particulares o paraestatales la disminución en la cantidad de sus emisiones o la peligrosidad de las mismas, de manera que la responsabilidad de implementación de las medidas y recursos asociados a la mitigación recaen en la iniciativa privada o la empresa paraestatal, aunque se ha implantado todo un sistema de apoyos en función de las acciones que se desarrollen para disminuir ese efecto, a través del denominado “mercado de bonos de carbono”

Por otro lado, ya que la identificación, programación, implementación y evaluación de resultados de acciones y medidas para disminuir el impacto de los efectos del cambio climático, actividades englobadas en lo que se denomina “adaptación”, son actividades complejas y requiere preparación y experiencia técnica especializada, así como gran cantidad de recursos, principalmente humanos y financieros, los esfuerzos para desarrollar esas actividades son encabezados, técnica y financieramente, por instituciones de gobierno para beneficio y con participación de las comunidades afectadas, y apoyo de organismos internacionales.

El objetivo último de las medidas de adaptación es “preparar” a las comunidades para enfrentar al cambio climático con el menor daño posible; todo un reto en sí mismo, por lo que el costo asociado suele ser alto y se deben buscar dos objetivos adicionales: 1) obtener los mejores resultados por los recursos invertidos, para lo cual es necesario optimizar la aplicación y uso de los recursos seleccionando aquellas acciones de adaptación más adecuadas a las condiciones físicas y socioeconómicas de cada comunidad; y 2) documentar cada una de las acciones emprendidas en cuanto a características, desempeño y resultados obtenidos para que, llegado el caso, se puedan implementar en otras regiones distintas con resultados similares. Además, existen organismos internacionales interesados en que los países menos desarrollados puedan enfrentar el cambio climático de una manera efectiva con bajos niveles de emisiones de carbono a la atmósfera y con una importante capacidad de adaptación, mediante la aportación de cantidades importantes de financiamiento.

Cuando los impactos del cambio climático provocan daños severos a las comunidades establecidas en una amplia superficie, se pueden instrumentar medidas de adaptación en el ámbito regional para beneficiar precisamente a todas las comunidades de la zona. Este es el caso del denominado “monitor de sequía de América del Norte”, que permite contar con información sobre el desarrollo, intensidad y cobertura de la sequía en nuestro país y los Estados Unidos de América para que a partir de esta herramienta, se puedan instrumentar medidas emergentes para disminuir los efectos de la sequía. Este instrumento ejemplifica que una medida de adaptación con la que se atiende la misma problemática, puede tener una gran cobertura geográfica. También es un buen ejemplo de que una medida cuya efectividad se ha probado en una región, se puede implementar en otras regiones con características similares, con resultados igualmente efectivos.

En cualquier caso, hay que tomar en cuenta que al momento de evaluar una medida de adaptación, se deberá tomar en cuenta el costo de la actividad de monitoreo. Volviendo al ejemplo del monitor de sequía, su operación requiere gran cantidad de recursos: humanos, cómputo, comunicación, etcétera que, aunque provienen de muy diferentes fuentes, significa una erogación importante que debe informarse en los conceptos de costos de la adaptación reportados a las instancias internacionales competentes.



# 4

## FINANCIAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN

Para adaptarse a un mundo con una temperatura 2 °C más alta, se estima que Asia, África y América Latina necesitarán entre 75 mil millones y 100 mil millones de dólares anuales durante los próximos 40 años, para generar capacidad de adaptación ante estos cambios. Asimismo, se espera que los costos de mitigación oscilen entre 140 mil millones y 175 mil millones de dólares al año para 2030, según un estudio del Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo/Banco Mundial.

Según el mismo estudio, el financiamiento internacional no aumenta con suficiente rapidez. Un análisis realizado por la Iniciativa sobre Políticas Relacionadas con el Clima mostró que, en 2012, los flujos de financiamiento internacional para proyectos vinculados con el clima se estancaron en 359 mil millones de dólares, de los cuales los países en desarrollo recibieron cerca de 182 mil millones de dólares, un monto mucho menor que el necesario. Según la Agencia Internacional de la Energía, el mundo debe disponer de 1 billón de dólares por año, entre 2012 y 2050, para financiar la transición hacia un desarrollo con bajos niveles de emisiones.

Estos recursos deben ir aparejados con recursos crecientes provenientes de cada país, de manera que se avance rápidamente en una adecuada adaptación sin retrasos, para evitar que los impactos del cambio climático sean tan severos. Como se menciona en la Estrategia Nacional de Cambio Climático: “Las acciones para combatir el cambio climático requieren del respaldo de recursos económicos accesibles, oportunos y suficientes para su efectivo cumplimiento”.

Existen estimaciones nacionales del costo económico que tendría el cambio climático si no se adoptaran medidas de adaptación y mitigación. De acuerdo con Galindo (2009), para 2050 el costo representaría aproximadamente 3.2% del PIB. Sin embargo, estudios más recientes indican que el costo acumulado del cambio climático para México en este siglo representará aproximadamente 6% del PIB, bajo cualquier escenario de emisiones. No obstante, se requieren estimaciones en los ámbitos sectorial y regional para avanzar en la toma de decisiones sobre el tema.

El verdadero problema para implementar una política de adaptación adecuada a nuestro país, diseñada de acuerdo con las características de nuestro territorio y con los cambios señalados en los escenarios de cambio climático desarrollados hasta el momento, tanto por la comunidad científica internacional y detallados por nuestros científicos, es contar con los recursos suficientes para aplicar las medidas diseñadas especialmente a cada región de manera oportuna y con la velocidad requerida, a fin de que la adaptación se sincronice con dichos cambios.

Las acciones para combatir el cambio climático requieren el respaldo de recursos económicos accesibles, oportunos y suficientes. México cuenta con recursos limitados para enfrentar una diversidad de retos en materia de adaptación, lo cual obliga a plantear esquemas más eficientes de utilización de sus recursos.

# 5

## ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

**A** sí como el clima es diferente en cada región del mundo, es de esperarse que los cambios también varíen de un lugar a otro. La comunidad científica internacional ha denominado “escenario de cambio climático” a las características del clima que se pueden presentar una vez que se den los cambios.

Los escenarios futuros del clima permiten una primera aproximación a los posibles impactos del cambio climático. Si bien el clima es uno de los sistemas naturales más complejos, mediante su modelación es posible obtener aproximaciones a las condiciones climáticas de las próximas décadas. Existe una gran cantidad de modelos climáticos en todo el mundo, los cuales se diferencian entre sí por su resolución, tiempo de predicción y escala (regional o global), características que dependen generalmente del software desarrollado para tal efecto, así como de la capacidad del equipo de cómputo que los ejecuta y lo más importante, de la calidad y cantidad de la información disponible. Es importante saber que ningún modelo es perfecto, por lo que es necesario considerar la incertidumbre asociada a los diversos escenarios.

Los modelos climáticos actuales manejan con mayor certeza los patrones de circulación atmosférica global, así como los patrones climáticos en el ámbito subcontinental. Sin embargo, conforme se avanza a la escala local existe mayor incertidumbre asociada a las variaciones en precipitación, temperatura y eventos extremos y, principalmente, a la cantidad y calidad de la información climatológica disponible que complementa los resultados de los modelos. Es importante que se tome en cuenta un análisis específico para un país, región o zona geográfica específica para proponer las medidas más adecuadas de adaptación, y no subestimar o sobredimensionar las medidas recomendadas por la incertidumbre de los cambios de clima esperados.

Para el caso de México se han desarrollado diversos escenarios de cambio climático, cuyos resultados dependen básicamente de los diversos grupos de investigación sobre modelación del clima existentes, entre los que destacan el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Mexicano de Tecnología del

Agua (IMTA) y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (Cicese). Asimismo, el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) es fundamental en el monitoreo, recolección y procesamiento de la información climatológica nacional, acciones clave para el desarrollo de dichos escenarios de cambio climático. Un número importante de investigadores de estas instituciones han constituido una Red de Modelación Climatológica, coordinada por el Inecc, que analiza los escenarios elaborados y discute sus resultados para apoyar la toma de decisiones.

El cambio para precipitación y temperatura de superficie se estimó de acuerdo con escenarios reconocidos por la comunidad científica internacional hacia tres horizontes diferentes

En el ámbito regional destacan los escenarios realizados por el IMTA, cuyos resultados para precipitación se presentan en la tabla 5.1, por entidad federativa y estación del año (invierno y verano).

Tabla 5.1. Precipitación promedio observada (en mm totales) por entidad federativa durante el invierno (dic.-ene.-feb.), verano (jun.-jul.-agt.) y anual, así como, el cambio respectivo esperado (en %) 100 años después, bajo el escenario SRES-A2.

Núm.	Entidad federativa	Precipitación media observada 1961-1990 (mm)			Cambio proyectado al 2061-2090 (%)		
		Invierno	Verano	Anual	Invierno	Verano	Anual
1	Aguascalientes	34.95	241.98	441.39	-22.20	-6.53	-13.00
2	Baja California	48.61	34.06	138.84	-28.70	-13.80	-21.28
3	Baja California Sur	54.30	129.78	276.83	-28.73	-18.10	-18.01
4	Campeche	120.33	512.86	1 238.76	-13.83	-28.09	-17.61
5	Coahuila	38.66	127.89	344.73	-12.64	-19.90	-12.92
6	Colima	52.14	580.65	990.72	-24.68	-7.07	-14.43
7	Chiapas	224.76	914.86	2 181.72	-16.40	-7.91	-12.45
8	Chihuahua	50.35	230.91	416.45	-20.48	-15.25	-14.24
9	Distrito Federal	25.00	425.50	790.49	-20.14	-12.82	-12.86
10	Durango	39.21	259.53	449.70	-28.06	-8.69	-15.59
11	Guanajuato	29.76	347.54	602.33	-21.12	-7.04	-12.30
12	Guerrero	18.29	616.08	1 050.37	-18.54	-12.65	-11.86
13	Hidalgo	105.62	562.12	1 312.86	-18.22	-13.05	-13.25

Escenarios de cambio climático

Tabla 5.1. Precipitación promedio observada (en mm totales) por entidad federativa durante el invierno (dic.-ene.-feb.), verano (jun.-jul.-agt.) y anual, así como, el cambio respectivo esperado (en %) 100 años después, bajo el escenario SRES-A2.

Núm.	Entidad federativa	Precipitación media observada 1961-1990 (mm)			Cambio proyectado al 2061-2090 (%)		
		Invierno	Verano	Anual	Invierno	Verano	Anual
14	Jalisco	37.00	522.38	822.83	-22.73	-12.48	-14.45
15	México	30.09	468.44	842.08	-21.49	-12.68	-13.05
16	Michoacán	30.52	579.05	948.76	-20.70	-11.68	-12.84
17	Morelos	20.47	539.00	937.45	-20.69	-13.76	-12.84
18	Nayarit	53.04	645.01	991.54	-28.37	-10.82	-16.28
19	Nuevo León	51.70	195.95	550.43	-13.28	-11.02	-12.72
20	Oaxaca	75.03	711.62	1 349.60	-17.57	-19.01	-13.67
21	Puebla	74.71	556.22	1 193.57	-15.96	-16.38	-13.18
22	Querétaro	35.73	347.74	704.47	-19.40	-10.04	-12.45
23	Quintana Roo	162.06	465.06	1 266.51	-13.11	-29.26	-17.65
24	San Luis Potosí	45.46	314.13	658.08	-16.81	-6.80	-11.30
25	Sinaloa	106.04	516.21	869.13	-31.58	-9.55	-17.05
26	Sonora	70.90	194.45	370.83	-28.47	-20.15	-21.26
27	Tabasco	324.92	672.62	2 043.22	-10.95	-27.04	-16.18
28	Tamaulipas	63.27	245.53	659.88	-14.06	-18.05	-14.88
29	Tlaxcala	34.00	336.01	733.51	-16.78	-15.62	-12.37
30	Veracruz	189.74	723.22	1 758.00	-12.82	-19.96	-13.93
31	Yucatán	110.26	419.94	1 014.80	-16.65	-26.81	-18.87
32	Zacatecas	34.08	241.92	434.61	-23.07	-6.33	-13.13
	NACIONAL	73.42	368.95	772.56	-20.00	-15.76	-15.15

Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático.

Comparando una estación del año con otra, se observa que la lluvia experimentará cambios drásticos en ciertas regiones, tal como Sonora, mientras que en otras, como Tabasco y el norte de Chiapas, no habrá cambios significativos. Además, en invierno lloverá menos que en verano.

Para el caso de la temperatura, según la tabla 5.2 se espera que los cambios sean más drásticos en verano: por ejemplo, los valores de temperatura máxima superarán los 5 °C, con respecto al valor promedio para el centro del país a finales del siglo XXI.

Tabla 5.2. Temperatura media promedio observada (en °C), por entidad federativa durante el invierno (dic.-ene.-feb.), verano (jun.-jul.-agt.) y anual, así como el cambio respectivo esperado 100 años después, bajo el escenario SRES-A2.

Núm.	Entidad federativa	Temperatura media observada 1961-1990 (mm)			Cambio proyectado 2061-2090 (%)		
		Invierno	Verano	Anual	Invierno	Verano	Anual
1	Aguascalientes	13.13	20.00	17.16	+3.35	+3.38	+3.45
2	Baja California	13.47	28.35	20.74	+2.90	+2.75	+2.90
3	Baja California Sur	16.30	26.48	21.48	+2.47	+2.25	+2.34
4	Campeche	22.97	27.73	25.96	+2.57	+3.62	+3.09
5	Coahuila	11.55	27.60	20.04	+2.72	+3.84	+3.28
6	Colima	19.52	23.63	22.06	+3.34	+3.83	+3.76
7	Chiapas	21.01	24.42	23.23	+3.15	+3.86	+3.69
8	Chihuahua	8.94	24.87	17.12	+2.79	+2.73	+2.83
9	Distrito Federal	11.12	15.16	13.67	+2.85	+3.00	+3.09
10	Durango	11.86	23.05	17.90	+3.24	+3.40	+3.50
11	Guanajuato	14.58	20.41	18.15	+3.11	+3.32	+3.35
12	Guerrero	21.37	23.90	23.29	+2.70	+3.06	+2.94
13	Hidalgo	15.45	21.25	18.93	+2.74	+3.47	+3.25
14	Jalisco	15.80	21.52	19.24	+3.09	+2.99	+3.14
15	México	12.39	16.56	15.03	+2.94	+3.01	+3.16
16	Michoacán	18.13	22.08	20.79	+2.96	+3.04	+3.09
17	Morelos	15.29	18.41	17.42	+2.75	+3.24	+3.09
18	Nayarit	17.34	24.03	21.05	+3.21	+3.32	+3.46
19	Nuevo León	15.03	27.21	21.60	+2.85	+3.64	+3.43
20	Oaxaca	18.95	22.40	21.24	+2.74	+3.45	+3.11

Escenarios de cambio climático

Tabla 5.2. Temperatura media promedio observada (en °C), por entidad federativa durante el invierno (dic.-ene.-feb.), verano (jun.-jul.-agt.) y anual, así como el cambio respectivo esperado 100 años después, bajo el escenario SRES-A2.

Núm.	Entidad federativa	Temperatura media observada 1961-1990 (mm)			Cambio proyectado 2061-2090 (%)		
		Invierno	Verano	Anual	Invierno	Verano	Anual
21	Puebla	16.30	21.02	19.30	+2.71	+3.40	+3.16
22	Querétaro	15.67	22.00	19.48	+2.83	+3.58	+3.35
23	Quintana Roo	23.08	27.50	25.69	+2.26	+2.77	+2.51
24	San Luis Potosí	15.46	22.99	19.83	+2.81	+3.53	+3.36
25	Sinaloa	16.60	26.57	21.99	+2.94	+3.14	+3.14
26	Sonora	12.54	27.78	20.13	+3.30	+3.59	+3.57
27	Tabasco	23.55	28.21	26.45	+2.63	+4.09	+3.35
28	Tamaulipas	17.07	28.70	23.52	+2.61	+3.37	+3.13
29	Tlaxcala	11.71	15.59	14.20	+2.71	+3.15	+3.10
30	Veracruz	20.70	27.03	24.45	+2.57	+3.74	+3.20
31	Yucatán	22.76	27.77	25.71	+2.23	+2.69	+2.48
32	Zacatecas	12.34	21.33	17.51	+3.23	+3.36	+3.47
	NACIONAL	15.39	24.99	20.60	+2.85	+3.27	+3.15

FUENTE: Atlas de vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático.

Es importante que las autoridades de los tres niveles de gobierno, así como las universidades, difundan a toda la población los efectos esperados del cambio climático, aunque de manera discreta para evitar preocupación excesiva al respecto.



# 6

## ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

**P**ara definir con mayor aproximación el tipo y magnitud de las medidas de adaptación por implementarse en determinada región, es indispensable hacer un análisis de la vulnerabilidad de los sistemas considerados en esa zona, con objeto de asegurar que las acciones de adaptación diseñadas o seleccionadas se concentren en subsanar esas vulnerabilidades y, en realidad, disminuyan los impactos del cambio climático.

Un análisis de vulnerabilidad adecuado para el diseño e implementación de medidas de adaptación va necesariamente asociado a la determinación, lo más detallada posible, de los escenarios de cambio climático factibles, ya que precisamente de los escenarios seleccionados se desprenden las características del clima al que deberán enfrentarse los diferentes sistemas y el propio ser humano. Así, se podrán determinar las vulnerabilidades de cada uno de ellos ante el impacto de dichos cambios.

La vulnerabilidad, en este contexto, se puede definir como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático. La vulnerabilidad está en función de la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima (grado en que un sistema responderá a determinado cambio del clima, incluidos los efectos benéficos o perjudiciales) y su capacidad para adaptar el sistema a dichos cambios (grado en que los ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima). De esta forma, un sistema muy vulnerable sería aquel que fuera muy sensible a pequeños cambios del clima, incluyéndose en el concepto de sensibilidad la posibilidad de sufrir efectos muy perjudiciales, o aquel cuya capacidad de adaptación se hallara seriamente limitada.

Dada la incertidumbre existente respecto de la sensibilidad y adaptabilidad de los sistemas naturales y sociales, el análisis de las vulnerabilidades regionales es necesariamente cualitativo. Se debe precisar que en la medida en que la escala de los escenarios de cambio climático lo permita, el

análisis de vulnerabilidad deberá realizarse para cada zona geográfica, pues aunque la respuesta de un sistema a determinada variable climática puede ser similar, la magnitud de cambio de dicha variable asociada al cambio climático será, por definición, diferente, cambiando así la respuesta del sistema a dicha magnitud.

Para facilitar la comprensión del análisis propuesto, en la tabla 6.1 se presenta una muestra para cuatro sistemas naturales y humanos de América del Norte, sin hablar específicamente de cambios cuantitativos en el clima.

Por supuesto que el análisis deberá, en lo posible, ser más detallado, pues en la medida que se analicen mejor los impactos, se pueden plantear a mayor detalle las acciones de adaptación y cuantificar resultados.

Tabla 6.1. Impactos del cambio climático en algunos ecosistemas.

Sector	Impactos debidos al cambio climático
Salud	Aparición de nuevas plagas Temperaturas extremas (olas de calor y frío prolongadas) Aumento en la incidencia de enfermedades originadas por vectores como dengue y malaria Incremento de algas productoras en toxinas y su aparición en mariscos
Agricultura	Periodos frecuentes de sequía Pérdidas/afectaciones en la dinámica productiva Tormentas severas y frecuentes Salinización de ríos que reciben descargas de irrigación Aumento en la cantidad de inundaciones Erosión acelerada de los suelos
Medio ambiente	Cambios en la distribución de flora, fauna y especies clave de la zona por el cambio de temperatura Salinización de ríos Aumento de riesgo a incendios, posibles afectaciones a cobertura de bosque Pérdida de suelo acelerada
Recursos hídricos	Cambios en la disponibilidad de agua subterránea Cambios en la hidrología de los ríos locales Cambios de la salinización de ríos por intrusión del mar Incrementos de precipitación y recargas hídricas en zonas secas

Análisis de vulnerabilidad

Tabla 6.1. Impactos del cambio climático en algunos ecosistemas.

Sector	Impactos debidos al cambio climático
Viviendas e infraestructura	<p style="text-align: center;">Incrementos de inundaciones                      Afectaciones a viviendas tradicionales de bajareque, adobe, etcétera                      Aumento de zonas de alto riesgo                      Desplazamiento de infraestructura costera                      Incremento en la producción de sedimentos</p>
Zonas costeras	<p style="text-align: center;">Inundación de zonas costeras por aumentos en los niveles del mar                      Afectaciones a los ecosistemas que protegen la zona costera (arrecifes coralinos por acidificación)                      Afectaciones a humedales                      Incrementos en los niveles de erosión                      Aumentos en la intensificación de eventos hidrometeorológicos</p>



# 7

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Un buen punto de partida al formular una estrategia de adaptación consiste en analizar las condiciones de vulnerabilidad e impactos de la variabilidad del clima actual y las políticas con las que el gobierno cuenta para reducir el riesgo y los daños. Así, la construcción de una política de adaptación al cambio climático no surge de la nada, sino que tiene sus bases en las capacidades generadas hasta el presente y en el reconocimiento de las fallas y errores cometidos ante condiciones de clima extremo ocurridas en el pasado.

En la construcción de políticas de adaptación se requieren propuestas, iniciativas y alternativas concretas al problema, con un análisis de viabilidad y factibilidad, así como una evaluación y priorización de las medidas sugeridas. La comunidad dedicada a estudios de adaptación ha propuesto un Marco de Políticas de Adaptación (PNUD, 2005) que describe los pasos y elementos a considerar para estructurar acciones ante el cambio climático. Más que una receta para la adaptación, constituye una lista de elementos que deben tomarse en cuenta al momento de responder preguntas como: ¿qué factores de la política pública estimulan o inhiben el proceso de adaptación?, ¿cuáles son los costos de la adaptación y qué beneficios se pueden anticipar con esta acción?, ¿cómo se repartirán los beneficios y costos de la adaptación?, ¿qué sucedería de no hacer nada frente al problema del cambio climático, es decir, falta de política pública en la materia?

Como ya se ha mencionado, quienes trabajan en el tema de adaptación al cambio climático coinciden en que el contexto local determina las acciones por realizar. Sin embargo, en términos generales se ha llegado a la conclusión de que una “acción de adaptación” deberá, en lo posible, contar con los atributos enunciados a continuación.

## **7.1. Características deseables de una medida de adaptación**

### **Pertinencia o relevancia**

La medida presenta congruencia entre los objetivos de la estrategia de adaptación, las necesidades identificadas y los intereses de la población e instituciones (consenso social). Esta característica puede resultar, de manera natural, de un cuidadoso análisis de vulnerabilidad en el que se detectan aquellos ámbitos que serán más susceptibles a los impactos del cambio climático y cuyo resultado de implementación tendrá mayores repercusiones en la comunidad.

### **Atención a poblaciones más vulnerables**

Por sus características y condiciones, algunas poblaciones resultan más vulnerables a los efectos del cambio climático. Por ello, las acciones de adaptación propuestas deberán atender de manera prioritaria a aquellas poblaciones que presenten un grado de vulnerabilidad mayor. Se debe atender prioritariamente a las personas o sistemas más vulnerables, pues son quienes sufrirán los mayores daños por la variabilidad climática actual y su intensificación futura. Entre las organizaciones internacionales de desarrollo surgió el concepto de “adaptación basada en comunidades”, el cual se puede definir como: un proceso guiado por las comunidades y basado en sus prioridades, necesidades, conocimiento y capacidad que debe empoderar a las personas para planear y hacer frente a los impactos del cambio climático. Es claro que este enfoque coloca a las comunidades en el centro, y la adaptación se orienta a incrementar las capacidades y bienestar humano con el fin de enfrentar los retos del cambio climático.

### **Transversalidad con políticas, programas o proyectos**

La medida es coherente y se articula con instrumentos de política de cambio climático, tales como la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), los programas estatales y municipales de cambio climático y programas sectoriales de diferentes órdenes de gobierno, entre otros. Los elementos esenciales de dichas políticas están en la participación de las partes interesadas en todas las etapas del proyecto, así como en la generación de capacidades para diseñar e implementar una adaptación adecuada. Sólo cuando se involucra a las partes interesadas en el proceso, se puede esperar que las propuestas sean aceptadas y que los actores clave se apropien de ellas, evaluando sus beneficios.

Lo que se sugiere es una aproximación más integrada, o una estrategia “ganar-ganar”, en la que se sobrelleve la variabilidad climática presente como una forma efectiva de reducir, a largo plazo, la vulnerabilidad al cambio climático.

## **Fomento de la prevención**

Está plenamente demostrado que actuar de manera reactiva es muchas veces más costoso que buscar adelantarse a los problemas, así que se buscará que la medida fomente la adaptación planeada a partir de un enfoque preventivo y se debe privilegiar la prevención antes que la reacción, ya que la acción por reacción se aprovecha una sola vez, mientras que la medida por prevención se aprovecha en cada evento.

Lo anterior ha quedado plenamente demostrado durante la emergencia generada por el huracán *Patricia*, recientemente presentada en el país.

Desde su formación, *Patricia* presentó características excepcionales que provocaron que en los momentos previos de su entrada a tierra fuera considerado por las autoridades del Centro de Huracanes de Miami y del Servicio Meteorológico Nacional de México como el potencialmente más peligroso de la historia, con vientos sostenidos de más de 320 km por hora; sin embargo, debido a la gran difusión dada a sus características, los preparativos que incluyeron evacuaciones de poblados completos en las zonas de mayor peligro y a la atención que la población en general le prestó a las indicaciones de las autoridades de Protección Civil, los daños registrados fueron menores a los esperados sin pérdida de vidas humanas.

## **Sustentabilidad en el aprovechamiento y uso de los recursos naturales**

Ya que uno de los objetivos de una medida de adaptación es no solamente facilitar a las comunidades a recibir mejor preparadas el cambio climático, sino preservar la biodiversidad del lugar, una medida de adaptación debe promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, incluyendo agua, suelo y recursos bióticos. En la medida de lo posible, la medida buscará regenerar la biodiversidad perdida con el cambio climático, de manera que el resultado sea un hábitat completamente restablecido a unas condiciones muy cercanas a las originales.

Sostenibilidad

La medida buscará que los cambios alcanzados mediante su implementación continúen una vez que la intervención ha finalizado y permanezcan en el tiempo a favor de la población y las instituciones, indefinidamente.<sup>14</sup> Es muy probable que el financiamiento para sostener una medida de adaptación tenga un periodo fijo, posterior al cual las mejoras provocadas por la misma medida generarán recursos para su mantenimiento, por lo que desde la etapa de selección o diseño se deberá plantear el mecanismo por el que la medida se pueda mantener indefinidamente o establecer, desde la etapa de planeación, el periodo de operación de dicha medida.

## **Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad**

La medida contempla preservar y restaurar los ecosistemas y servicios ambientales que proveen para aumentar la resiliencia al cambio climático y frenar los procesos de deterioro. Esta característica debe ir más allá, pues una medida de adaptación bien diseñada no solamente contempla preservar los ecosistemas, sino que siempre que se vislumbre necesario, la medida se debe diseñar encaminada específicamente a la preservación y restauración de los ecosistemas. Este tipo de medidas son de las más difíciles de evaluar.

## **Participación activa de la población objetivo**

Este criterio se basa en dos principios básicos producto de la experiencia tradicional de los propios pueblos y comunidades: en primer lugar, es más conveniente que las mismas comunidades propongan la solución a sus necesidades; en este sentido, el papel del gobierno será el de facilitador para dar forma a las acciones o programas que cumplan ese propósito; en segundo lugar, las comunidades involucradas en la implementación de las medidas que solucionen sus problemas serán más cuidadosas de los recursos invertidos y procurarán que las medidas implementadas duren más tiempo que el proyectado. La población se involucra activamente incorporando su conocimiento y experiencia en todas las fases del proceso y se apropia de la medida.

## **Fortalecimiento de capacidades para la adaptación**

La medida promueve el fortalecimiento de las capacidades individuales, de grupos o redes en materia de adaptación al cambio climático. En lo posible, se debe buscar que en todo programa de acciones de adaptación exista, al menos, un componente con estas características.

## **Factibilidad**

La medida considera las capacidades institucional, financiera, política, normativa, técnica y, sobre todo, social, que permite su implementación y sostenibilidad. Para asegurar la factibilidad de una medida es imprescindible la participación de las comunidades beneficiadas y el compromiso de que llevarán a cabo las actividades que les corresponda desarrollar directamente y vigilar el cumplimiento de las que le corresponda ejecutar a un tercero.

## **Rentabilidad**

El costo de la medida es bajo en comparación con su efectividad o beneficios para reducir vulnerabilidad. De hecho, este componente es parte del ejercicio de la evaluación. El concepto es relativamente fácil de entender, sin embargo, la dificultad estriba en la determinación del costo de ejecución de las actividades que conforman una medida de adaptación y de los beneficios obtenidos con ella.

## **Coordinación entre actores y sectores**

La medida fomenta la coordinación entre diferentes sectores e instituciones de los tres órdenes de gobierno, academia y sociedad civil. Esta componente, aunque es de importancia capital para hacer más eficiente la medida, se debe compaginar perfectamente con la de la transversalidad de las políticas. No obstante, conocer que es necesaria la participación de la sociedad no basta, pues se requiere de un real compromiso de todas las partes para que la medida funcione y se mantenga dando frutos indefinidamente, so pena de que las condiciones pueden regresar al tiempo cuando la medida aún no se implementaba perdiéndose así, los resultados alcanzados. se perderán.

## **Flexibilidad**

La medida puede ajustarse en respuesta a necesidades específicas; además, puede ajustarse para producir beneficios bajo diferentes escenarios de cambio climático. No aplica para aquellas medidas que se implementan cuando los cambios de clima rebasan un umbral mínimo. El aprovechamiento de esta cualidad de una medida, para cambiarla en el transcurso de su implantación, implica un gran riesgo, pues no hay que olvidar que una medida no nace espontáneamente, sino es resultado

de análisis, principalmente de las características del clima, vulnerabilidad de los ecosistemas y resultados que se deseen alcanzar con su implantación, de manera que si cambia la estrategia de implantación, cambiarán los resultados. Una medida que se ajusta en el transcurso de su implantación, es muy difícil de evaluar.

## **Eficacia**

Medida en que se logra o se espera lograr los objetivos de la intervención, tomando en cuenta su importancia relativa. Los objetivos mencionados se deben especificar detalladamente en el momento de seleccionar o diseñar la medida, ya que dichos objetivos pueden especificarse en función de mantener la comunidad exactamente como estaba antes del cambio de las condiciones climáticas, o sólo recuperando parcialmente las condiciones originales.

## **Eficiencia**

Medida en que los recursos (insumos: fondos, tiempo, etcétera) se han convertido en resultados del proyecto. Esta característica deberá plantearse claramente desde el diseño de la medida de adaptación, correspondiendo a la solución de alguna de las vulnerabilidades detectadas en el análisis correspondiente.

## **Monitoreo y evaluación**

La medida presenta una propuesta para su monitoreo y evaluación, que incluye indicadores estratégicos de impacto enfocados en su cumplimiento y efectividad. Esta debe ser una característica intrínseca de toda medida de adaptación, pues sólo a través de ella se puede verificar que se cumple parcial o completamente el objetivo para el que la medida fue diseñada y se pueda recomendar su aplicación en otros lugares con características similares. Es necesario tomar en cuenta que las actividades de monitoreo y evaluación pueden programarse por un tiempo largo una vez que ha concluido la intervención y que, en ese caso, deberán incluirse los costos asociados, así como los beneficios, si los hubiere.

## **Impacto**

Finalmente, se busca que la medida tenga efectos de largo plazo positivos y negativos, primarios y secundarios, producidos directa o indirectamente por dicha medida, intencionalmente o no. En gran parte, el que la medida tenga estos impactos dependerá del análisis de vulnerabilidad realizado. En ocasiones, los resultados son tan discretos que permiten desarrollar las actividades propias de la comunidad sin que se resientan restricciones o se perciban cambios significativos, indicando de esta manera que la medida alcanzó el resultado esperado, aunque no se distinguen los impactos específicos de la medida.

## **7.2. Clasificación de las medidas de adaptación**

El cambio climático involucra todos los aspectos de la vida humana. Sería sumamente complejo el manejo de vulnerabilidades y adaptación para todos y cada uno de ellos, por lo que será conveniente clasificar las medidas de adaptación en algunas categorías básicas que se correspondan con los sistemas genéricos identificados y sugeridos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Esta clasificación podría incluir los nueve sistemas siguientes: 1) Hidrometeorología y recursos hídricos, 2) Biodiversidad y servicios ambientales, 3) Agricultura y ganadería, 4) Zonas costeras y marítimas, 5) Asentamientos humanos, 6) Producción y uso de energía, 7) Movilidad y transporte, 8) Salud humana y 9) Uso y conservación de suelo y forestal. Si se considera conveniente y después de consultar con la autoridad competente, se puede aumentar o reducir el número de categorías que aquí se sugieren.

Es evidente que en la medida que se amplíe el número de las categorías que agrupan las medidas de adaptación, se propiciará el diseño de medidas encaminadas a resolver cambios también específicos de condiciones; por ejemplo: hablar de una categoría única que agrupe zonas costeras propicia que se propongan medidas relacionadas con humedales costeros, pero también con zonas urbanas situadas en las costas, con problemáticas completamente diferentes.

Es importante aclarar que la clasificación sugerida no pretende en manera alguna limitar el número o el tipo de medidas de adaptación analizadas o seleccionadas para aplicar en un caso específico,

sino solamente simplificar la propuesta, análisis y selección de las mismas, dependiendo de las características de la zona de análisis.

### 7.3. Catálogo de medidas de adaptación

Una vez realizado el análisis de vulnerabilidad, se cuenta con información suficiente para proponer las acciones de adaptación que se requieran.

Dado que en nuestro país existen regiones con características semejantes, aunque con ubicación muy distinta, es probable que se llegue a la conclusión de que las medidas de adaptación necesarias en esos lugares sean muy parecidas, variando tal vez el área beneficiada, la duración de las acciones, etcétera.

Para que las medidas de adaptación propuestas den como resultado la disminución de los impactos provocados por el cambio climático, es deseable la elaboración de un catálogo de tales medidas que permita:

- a) Una descripción del escenario de cambio climático bajo el que se propone la medida en cuestión que, idealmente, deberá ser el mismo para todas las medidas de adaptación analizadas. En la medida que cambie el escenario de diseño de las medidas de adaptación para una zona determinada, será necesario analizar nuevamente cada medida para determinar si sigue siendo válido el alcance planeado.
- b) Una descripción detallada de las características de la zona en la que se pretende implementar la medida. Esta descripción es importante, pues además de orientar el tipo y magnitud de medida por implantar, servirá como modelo de comparación para la exportación de la medida a otras zonas con características similares.
- c) Una descripción detallada que indique exactamente las características de dicha medida. Esta descripción deberá indicar las actividades en cada etapa de aplicación: implantación, maduración y operación, así como monitoreo y evaluación final, con una explicación de cada una de esas etapas y la importancia de que se lleven a cabo de determinada manera, so pena de no alcanzar el resultado deseado.
- d) Las ventajas y desventajas de su aplicación, principalmente en relación con los objetivos de otros aspectos del medio ambiente. Por ejemplo, el control biológico

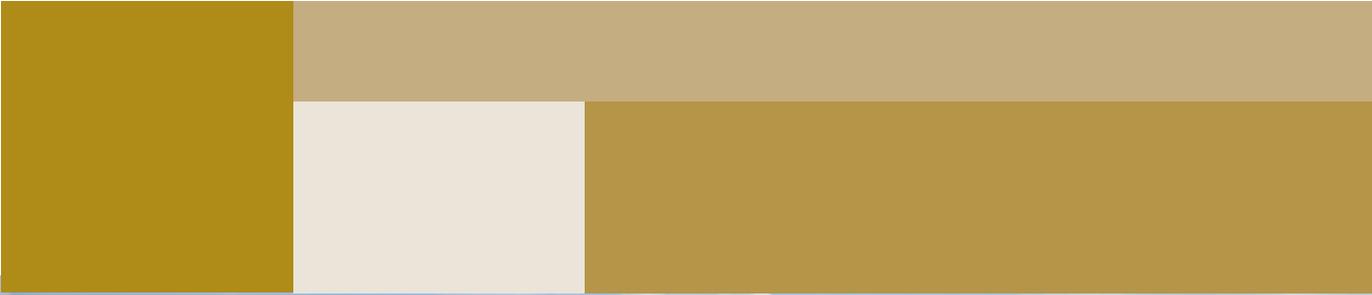
de plagas puede desbalancear el precario equilibrio entre especies de insectos en el ambiente de una determinada zona.

- e) El efecto esperado en la disminución de los impactos del cambio climático en el sistema analizado. Aunque la participación de expertos en cada uno de los puntos de este catálogo es importante, en este punto es esencial, pues con su experiencia pueden determinar hasta donde se puede llegar a evitar el efecto del cambio climático en los ecosistemas.
- f) Los principales conceptos de costo que deberán tomarse en cuenta, abarcando todas las actividades señaladas en el diseño de la medida, siempre y cuando los costos estimados sean de magnitud relevante y cuantificable en dinero.
- g) Los principales conceptos que reporten beneficios para la población objetivo con la adopción de la medida. En esta actividad también sería conveniente contar con la participación activa de expertos en cada una de las actividades relacionadas con cada medida.
- h) Aunque puede no conocerse, es importante indicar si la medida ya se implantó en alguna zona del país, así como los resultados obtenidos con su aplicación. Esta situación conlleva a que un catálogo de medidas de adaptación de este tipo, vaya acompañado de una campaña de difusión e investigación entre las dependencias y organismos públicos y privados, para conocer las experiencias llevadas a cabo.

Como ya se ha mencionado, los efectos del cambio climático tienen componentes que pueden afectar a todos los sectores sociales y políticos, por lo que el abanico de acciones de adaptación posibles es de una gran amplitud y prácticamente cada sector puede proponer una infinidad de ellas. Así, la elaboración del catálogo propuesto no es tarea sencilla, pero facilitará la selección y aplicación de las medidas identificadas.

La decisión de la elaboración, organización y utilización de un catálogo de este tipo corresponde a la autoridad responsable del tema.

Es deseable que tanto la determinación de los conceptos de costos como de beneficios se realice en medidas monetarias aunque, de no ser así, se echaría mano de la metodología multicriterio para su evaluación.



# 8

## EL PROCESO DE EVALUACIÓN

**D**e lo anterior resulta evidente que, a pesar de los esfuerzos que cada país en lo individual, principalmente los países más vulnerables, y la propia comunidad internacional hacen para disminuir los impactos del cambio climático, por medio de la aplicación de gran cantidad de recursos, se hace necesario desarrollar una metodología de evaluación de las medidas de adaptación, a fin de determinar la efectividad de los recursos invertidos en el rubro y asegurar que sean aprovechados de manera más eficiente a través de la implementación de medidas de adaptación más adecuadas.

La evaluación tradicional de proyectos (evaluación de inversiones) consiste en determinar la factibilidad económica de una acción, proyecto o programa mediante la comparación de los costos (inversión, operación, mantenimiento, reposición y monitoreo) con los beneficios que genera, con objeto de decidir sobre la conveniencia de su realización. El objetivo que se persigue es detectar oportunidades de inversión que contribuyan al desarrollo económico de un municipio, estado o región.

Para comparar los costos con los beneficios, primero es necesario identificar los conceptos de gasto o beneficio, estimar su magnitud (dimensionar) y estimar su valor económico (valorar). Aunque parecen actividades sencillas, estas tres pueden resultar sumamente complejas y requerir el apoyo de especialistas en el tema. De las tres, la última, la valoración, es la que presenta, en general, más problemas.

Existen costos y beneficios que pueden ser identificados pero difícilmente ser medidos en unidades físicas. Por ejemplo, en la construcción de una presa para aprovechamiento hidroagrícola: ¿qué costo tiene la migración de las aves? o, ¿en qué medida otras presas aguas abajo se beneficiarán de la intercepción de sedimentos? Este tipo de impactos, ya sean “costos” o “beneficios” o impactos “positivos” o “negativos”, dan cuenta de dos temas centrales: la complejidad de evaluación de las medidas de adaptación y la necesidad de contar con herramientas que consideren criterios adicionales a los económicos tradicionales.

Además, se pueden requerir acciones de naturaleza muy variada, ya sea para aumentar la coordinación de las instituciones de gobierno (capacitación, reducción de estructura de personal, etcétera) o la construcción de nueva infraestructura (captación de agua de lluvia, ampliación de redes de agua potable, por ejemplo), por lo que se hace necesario que la metodología propuesta tome en cuenta aquellas acciones o programas fáciles de dimensionar y valorar, como las referentes a la construcción de infraestructura, por ejemplo, así como aquellas medidas no estructurales que presentan serias dificultades para su evaluación y que, probablemente, requieran una evaluación cualitativa.

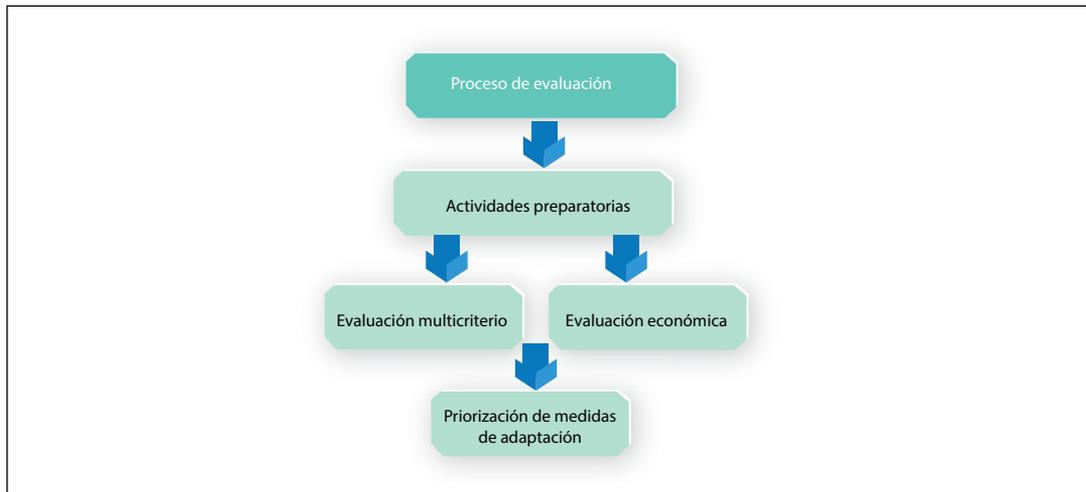
# 9

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El proceso de adaptación puede incluir acciones de adaptación de naturaleza muy variada, desde capacitación o coordinación de instituciones hasta construcción de infraestructura (captación de lluvia, por ejemplo), es necesario que la metodología propuesta permita la evaluación de diferentes tipos de medidas.

De acuerdo con lo anterior, la metodología de evaluación se ha planteado en dos etapas: en la primera se hará una priorización de las acciones propuestas con base en un análisis multicriterio, mediante el cual se evaluarán las características sociales, políticas y demográficas, lo que permitirá calificarlas incluso de acuerdo con su congruencia con los lineamientos de política vigentes y en la segunda, se desarrollará una evaluación costo-beneficio o costo-eficiencia de cada una de las acciones propuestas, pudiéndose entonces comparar entre sí las medidas de adaptación y concluir cuál de ellas es la más conveniente.

Figura 9.1. Esquema de la metodología de evaluación propuesta. Proceso de Evaluación Multicriterio



Es importante mencionar que cada una de estas dos etapas de la metodología de evaluación planteada es compleja de ejecutar y consume mucho tiempo, por lo que el siguiente paso es estandarizar la metodología, de manera que se pueda aplicar de manera uniforme y eficiente.

En la figura 9.1 se esquematiza, mediante grandes bloques, las actividades que integran la metodología propuesta.

Por la importancia del resultado, la complejidad de los análisis involucrados y diversas especialidades requeridas para evaluaciones como ésta, se recomienda que la evaluación sea asesorada por un equipo de especialistas en cada una de las categorías identificadas, bajo la dirección de una persona experimentada.

Dado que las acciones tienen como objetivo beneficiar a las comunidades, es conveniente involucrarlas en el proceso mediante un plan de participación ciudadana que permita su intervención para definir los límites de su participación, facilitar la interacción con los especialistas técnicos y que asuman la responsabilidad de continuar el funcionamiento de las acciones.

El proceso de evaluación debe estar respaldado por un sistema de comunicación adecuado y efectivo que difunda sus características y objetivos a todos los interesados, para que cada quien tenga bien definida su participación. De igual manera, deberá informarse al equipo de evaluación sobre el papel que desempeña cada uno de los involucrados en el proyecto y darle completa libertad, a fin de que tenga acceso a la información necesaria.

## 9.1. Actividades preparatorias

### Escenarios de cambio climático

Para diseñar las acciones de adaptación más adecuadas es necesario conocer la magnitud del cambio climático que se presume se presentará en una determinada región, lo cual no representa dificultad alguna, pues actualmente existen atlas de variabilidad del clima para muchas regiones del planeta. Un detalle que hay que cuidar es que la fuente de información de donde se tome el escenario de cambio climático correspondiente, corresponda a una fuente oficial para respaldar la

validez de los análisis realizados, pues las fuentes de financiamiento nacionales o internacionales, solicitan que el gobierno sea aval de las medidas de adaptación propuestas, de manera que se exigiría la oficialización de las cifras.

## **Análisis de vulnerabilidad**

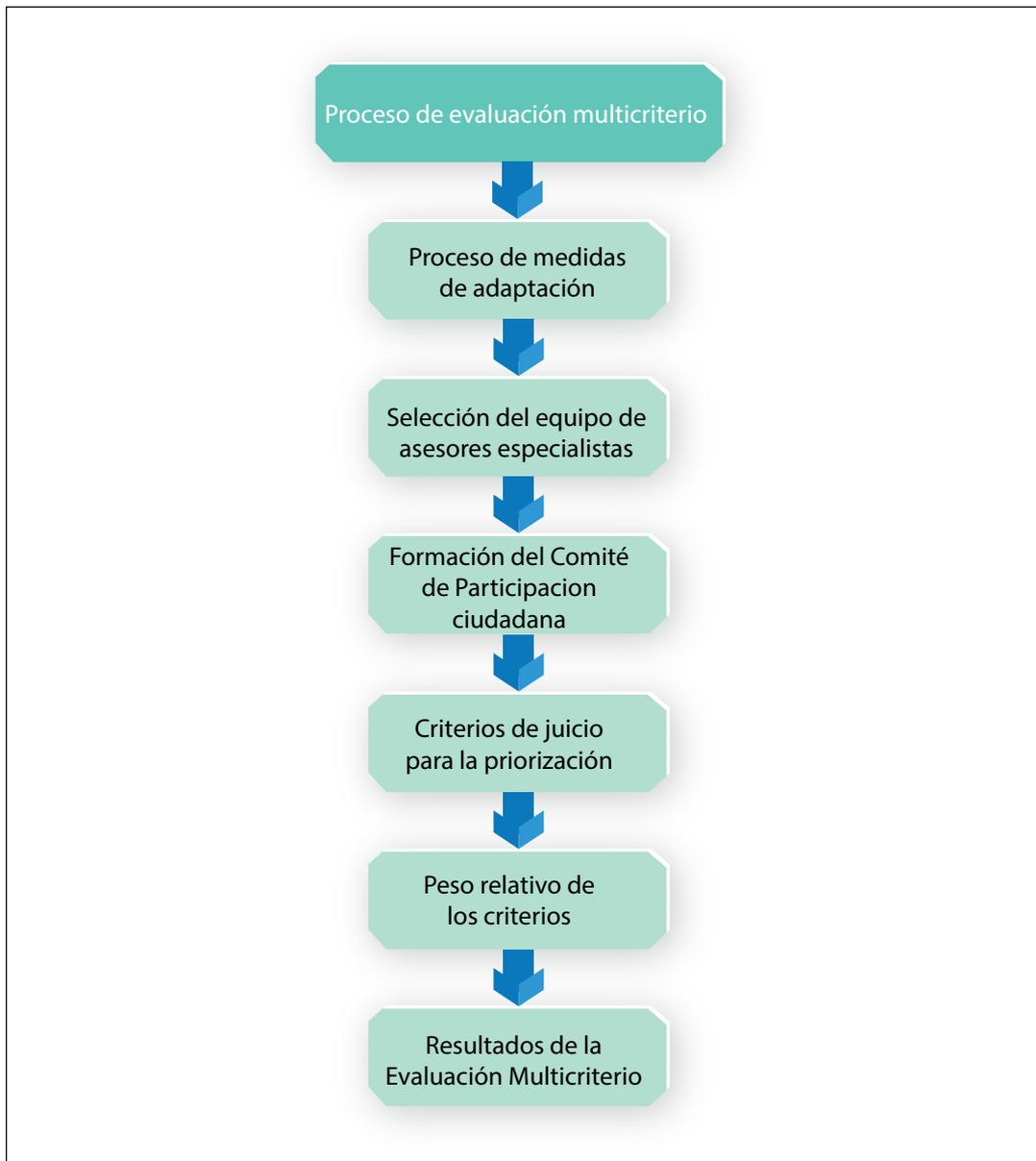
Una vez conocida la magnitud de las variables climáticas con base en los escenarios planteados, se determinarán los impactos de dichos cambios sobre los diferentes sectores. Posteriormente, se llevará a cabo un análisis de vulnerabilidad mediante el cual se conocerán aquellos puntos débiles de los ecosistemas y las comunidades que requerirán recibir apoyos para aumentar su resiliencia al cambio climático. Este análisis de vulnerabilidad permitirá diseñar o seleccionar medidas de adaptación enfocadas a reforzar los puntos débiles detectados.

## **9.2. Evaluación multicriterio**

### **Propuesta de acciones de adaptación**

Con base en el resultado del análisis de vulnerabilidad, se propondrán las acciones de adaptación más adecuadas. Lo ideal es plantear varias acciones con el fin de tener más opciones disponibles. Dependiendo de la disponibilidad de recursos, es recomendable proponer acciones complementarias. Por ejemplo, si se propone una acción que apoye la producción agrícola, puede ser conveniente también proponer mejorar la coordinación entre las dependencias de apoyo a la agricultura. Se sugiere que las acciones propuestas comprendan una línea de acción completa, para que el resultado final no quede sujeto a una segunda intervención, con la incertidumbre que ello implica.

Figura 9.2. Proceso de Evaluación Multicriterio



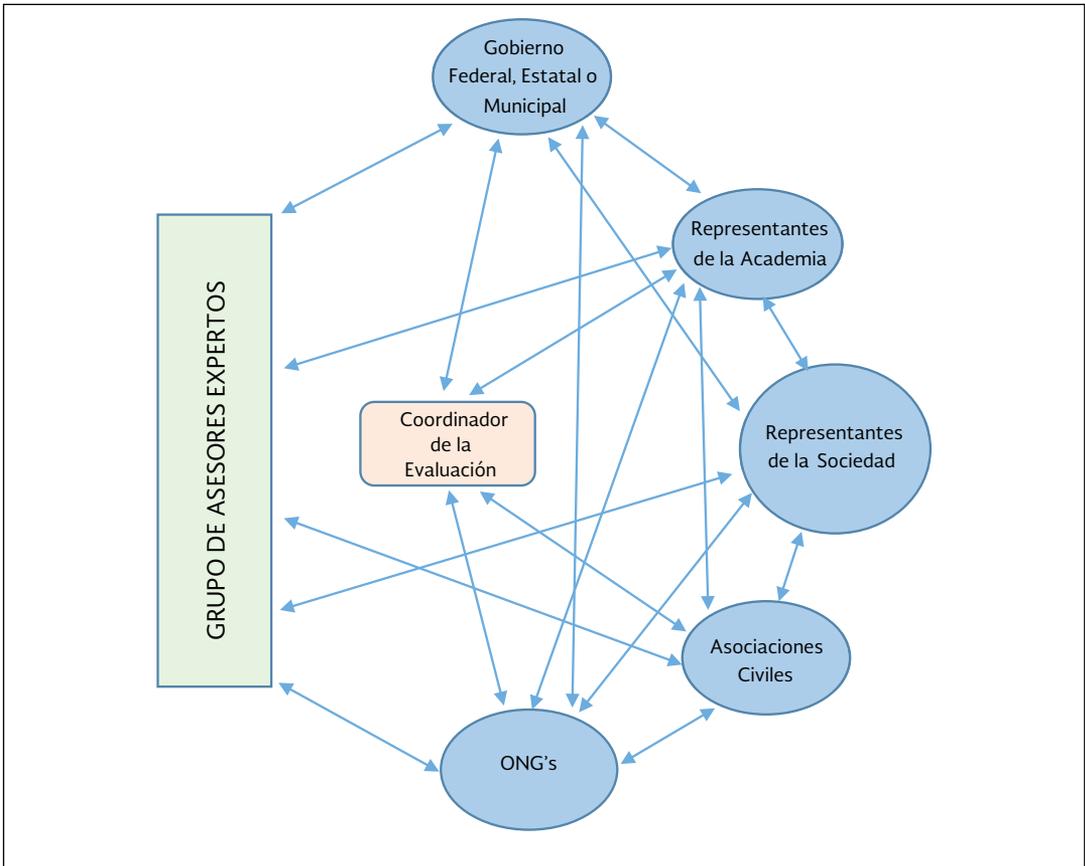
Se debe distinguir entre dos tipos de acciones a aplicar en un mismo tema: aquellas acciones encaminadas a resolver un hecho consumado; por ejemplo, proteger partes de una población que ha sufrido varias veces el embate de las inundaciones, y aquellas que tienen un efecto preventivo como la reubicación de viviendas de una zona en peligro de inundación. La prioridad de las acciones dependerá de la gravedad de la situación, del número de personas involucradas y de los lineamientos establecidos en los programas oficiales tales como el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Hídrico Nacional, etcétera.

### **Selección del Grupo de Asesores Expertos (Grupo Técnico)**

Deberán ser expertos en diversas áreas relacionadas con las medidas de adaptación propuestas. Es conveniente que los integrantes de este equipo sean ajenos al proyecto o programa de acciones de adaptación para evitar conflictos de interés, especialmente en aquellos casos donde la evaluación esté encaminada a la autorización de recursos para la realización de obras o estudios. Aunque es deseable contar con asesores en diversas áreas, hay que tomar en cuenta que mientras más personas conformen este grupo, más difícil será lograr consensos en los temas a tratar. El grupo mínimo sería: un asesor en el tema (agricultura, salud, etcétera), un asesor en medio ambiente (reforestación, suelos, etcétera) y un asesor en economía (identificación de costos, beneficios, etcétera).

Una parte muy importante de este grupo es el nombramiento del coordinador del proceso de evaluación, ya que además de ser el líder motivador y negociador, deberá conocer muy bien el proyecto y sus características, incluyendo las comunidades beneficiadas. Esta persona debe conocer la zona de trabajo y, de preferencia, a los actores principales de las medidas propuestas para no dejarse influenciar por presiones de grupos. Debe tener dotes de conciliador, pues será el encargado de convocar y dirigir las reuniones del comité y obtener la mayor cooperación del mismo.

Figura 9.3. Conformación del Comité de Participación Ciudadana y esquema de comunicación interna.



La participación de este grupo deberá ser continua durante todo el proceso de evaluación, aunque tengan mayor relevancia en algunas actividades. Serán muy útiles para identificar aquellas actividades que dependerán de la participación de la comunidad, así como de la cuantificación de costos y beneficios. Las personas seleccionadas para integrar este grupo deberán contar con amplia experiencia de campo y, de preferencia, tener conocimientos y experiencia en economía y desarrollo social.

## **Formación del Comité de Participación Ciudadana**

Una vez propuestas las acciones de adaptación, se pueden identificar con mayor exactitud las personas o grupos interesados en el buen funcionamiento del proyecto o programa. Por esto, es conveniente la instalación de un Comité de Participación Ciudadana que represente a los diferentes sectores de la población que constituye las comunidades involucradas, bien sea que reciban beneficios o resulten perjudicados con las medidas implementadas, que permita la libre discusión de los puntos de vista de todos los interesados y que oriente el proceso de análisis, evaluación y puesta en operación de las acciones, y que en el proceso de evaluación de las mismas reciba asesoría del grupo técnico respecto a las ventajas, desventajas y posibilidades de implementación de las acciones para tener elementos suficientes dirigidos a priorizar las acciones. Este comité tendrá también la función de explicar el proceso de implementación y beneficios esperados de las acciones de adaptación entre los miembros de las comunidades involucradas en el proceso. En la figura 9.3 se muestra esquemáticamente la conformación de los miembros de este comité, así como las líneas de comunicación recomendables entre sus distintos miembros, y entre estos y el grupo de asesores expertos.

No es necesario que todos los grupos identificados participen en todo el proceso. Por ejemplo, los científicos expertos pueden desempeñar un papel más importante en lo que se refiere a la recolección y preparación de la información climática, pero su participación se vuelve menos importante en las etapas de selección de las medidas de adaptación, que dependen mayormente del Comité de Participación Ciudadana. Los responsables de tomar las decisiones de proyecto son muy importantes en cada etapa de la planificación, ya que son quienes pueden apoyar en la aplicación de las políticas y cuidar que se respeten a mediano y largo plazos.

El Comité de Participación Ciudadana tendrá un rol importantísimo en el establecimiento y seguimiento de los compromisos pactados entre las comunidades beneficiadas con el proyecto y los patrocinadores del mismo, ya que ellos son los representantes de la sociedad civil en la organización.

## **Establecimiento de los criterios de juicio para proceder a priorizar las acciones de adaptación**

El Comité de Participación Ciudadana, dependiendo del tipo de medidas de adaptación que se hayan diseñado o seleccionado y con el apoyo por el Grupo de Expertos, identificará y seleccionará los

criterios de priorización más convenientes para la evaluación, los cuales deberán tomar en cuenta la opinión de todos y cada uno de los integrantes del comité. Estos criterios podrán seleccionarse en el número que se requiera, sin olvidar que mientras mayor sea su número será más difícil asignarle un peso relativo a cada uno y la evaluación final se vuelve más compleja. Estos criterios no deben ser redundantes, es decir, que califiquen aspectos similares de una acción, pero permitirán tomar en cuenta las bondades y características de cada una de ellas, en igualdad de condiciones.

## **Determinación del peso relativo de los criterios**

Esta actividad es una de las más importantes en la etapa de evaluación, ya que el peso reconocido a cada uno de los criterios seleccionados desembocará en determinar si una acción es más eficiente que otra. El análisis deberá hacerse de manera objetiva e imparcial, y el peso relativo que se otorgue a cada acción deberá tomar en cuenta la idiosincrasia de los habitantes de las comunidades, las prioridades nacionales, la zona de aplicación y la factibilidad de efectuar las acciones de adaptación analizadas, entre otras.

Permitirá también considerar los lineamientos de políticas nacionales del cambio climático, otorgando pesos diferentes a los criterios sociales, generación de empleos, acciones estructurales, etcétera, promovidos por la ENCC. La manera de establecer algún tipo de criterios más que otro, puede incentivarse seleccionando algunos factores de preferencia o restricción. Se deberá, igualmente, especificar la forma de agrupar todos los criterios en un solo indicador que resuma el procedimiento descrito, para lo cual es necesario, en esta etapa, definir el rango de calificación que se reconocerá a cada criterio.

## **La asignación de pesos relativos a los criterios de juicio es un proceso de dos pasos:**

Dependiendo de la naturaleza de cada criterio, se determinarán los diferentes valores cualitativos que dicho criterio puede alcanzar. Por ejemplo, para evaluar el impacto de la construcción de una presa, los criterios pueden ser, hipotéticamente: a) número de empleos generados, b) si el proyecto es amigable con el medio ambiente, y c) riesgo de oposición de los habitantes a que se construya la obra. Si se mide “el riesgo de oposición de los habitantes a que se construya la obra”, se pueden plantear tres niveles: Alto, Medio o Bajo, mientras que si el criterio es “número de empleos generados

por la obra”, las calificaciones irían desde 0 hasta el número máximo calculado. En los casos en que esto sea posible, se aplicará la experiencia y percepción de la población para asignar a aquellos indicadores cualitativos una calificación numérica. Esta calificación permitirá asignar a cada criterio el valor numérico que representa la percepción real que la comunidad tiene de él (tabla 9.1).

Tabla 9.1. Calificación numérica de los criterios por niveles.

Número de empleos directos creados	Calificación numérica
0-50	0.05
50-100	0.10
100-150	0.15
150-200	0.30
200 - 250	0.40

Amigable con el medio ambiente	Calificación numérica
Fuerte	0.40
Moderado	0.30
Bajo	0.30

Oposición de los habitantes	Calificación numérica
Alto	0.50
Medio	0.30
Bajo	0.20

Dependiendo del interés que demuestre el Comité de Participación Ciudadana por el conjunto de criterios, se deberá asignar un factor de ponderación que refleje la importancia relativa de cada criterio en orden de importancia, a juicio de los integrantes del comité. Este factor de ponderación permitiría obtener una calificación única y numérica de la evaluación multicriterio, integrada por un solo indicador. Desde luego, la asignación del factor de ponderación será posible siempre y cuando los criterios de juicio lo permitan.

Tabla 9.2. Importancia relativa de criterios.

Criterio	Criterio de juicio	Importancia relativa
1	Número de empleos directos creados	35
2	Amigable al medio ambiente	15
3	Riesgo de oposición de los habitantes	50

Tomando nuevamente el ejemplo de la construcción de la presa, se puede plantear que el criterio de oposición es el que tendría más peso en la evaluación, mientras que el criterio de compatibilidad con el medio ambiente tendría el menor valor (tabla 9.2).

## Resultado de la evaluación multicriterio

Se aplicarán los pasos establecidos para llegar a una matriz que contenga, por un lado, las acciones de adaptación propuestas y, por el otro, el valor de cada uno de los criterios, así como el valor ponderado de cada acción, integrando los valores individuales de cada criterio. Esta matriz, que constituye el resultado de la evaluación multicriterio, se deberá analizar desde diferentes puntos de vista, buscando explicar las variaciones en los valores de cada criterio e investigando si ese valor se modifica sustancialmente variando en algunos aspectos cada acción. De este análisis resultará la definición de las actividades críticas; es decir, aquellas que tendrán mayor influencia en el resultado de la evaluación.

En la tabla 9.3 se muestra un ejemplo de lo que podría ser el resultado de una evaluación multicriterio, donde se mezclan los pesos relativos de cada criterio de manera cualitativa y cuantitativa.

Tabla 9.3. Resultado de la evaluación multicriterio.

Criterio	Criterio de juicio	Medida A	Medida B
1	Número de empleos directos creados	120	220
2	Amigable al medio ambiente	Fuerte	Moderado
3	Riesgo de oposición de los habitantes	Alto	Bajo

La interpretación de estos resultados, meramente cualitativos, puede resultar un tanto confusa y el análisis para seleccionar alguna de las dos alternativas difícil. Por ello, hay que hacer juicios de

valor para cada criterio. En cambio, si se consideran los valores numéricos de las dos opciones, se tendría un panorama como el mostrado en la tabla 9.4, en el que se ve claramente cuál de las dos opciones sería la más conveniente. Nótese que para la asignación de los valores numéricos de cada criterio, así como para establecer la importancia relativa de cada uno, se tuvo que llevar a cabo un análisis detallado.

Tabla 9.4. Resultado numérico de la evaluación multicriterio.

Criterio	Criterio de juicio	Medida A	Medida B
1	Número de empleos directos creados	0.15	0.40
2	Amigable al medio ambiente	0.40	0.30
3	Riesgo de oposición de los habitantes	0.50	0.20
	Valor numérico Ponderado	0.3625	0.2850

### 9.3. Evaluación económica

Esta segunda parte de la metodología propuesta implica un análisis económico-financiero de las acciones de adaptación, así como de las implicaciones técnicas de su implementación.

Se pueden hacer análisis de costo-beneficio o costo-efectividad para las medidas de adaptación. La valoración económica, debe incluir cálculos sociales de los costos y beneficios directos e indirectos y las externalidades, que pueden ser positivas o negativas.

Los pasos para abordar esta segunda parte de la evaluación (no para analizar planes), que se reflejarán en el análisis de costo-beneficio son los siguientes: a) análisis detallado de la medida, b) identificación de los costos de implantación de la medida, c) identificación de los beneficios generados por la implantación de la medida; considerar en los beneficios los costos evitados, es decir, el impacto que no ocurrió por haber implementado las medidas, d) Calcular la relación costo-beneficio de las medidas analizadas y e) obtener el resultado de la evaluación económica (figura 4).

Al desarrollar este análisis se puede llegar a la decisión de no tomar medida o acción alguna; no debe ser el objetivo del análisis justificar que siempre haya que tomar medidas. Es necesario tener

especial cuidado con los costos de operación y de mantenimiento incrementales, que suelen ser olvidados e influyen en los impactos de forma proporcional. Los costos adicionales se reflejarán posteriormente en beneficios por impactos no ocurridos. Probablemente, requerirán nuevas inversiones o inversiones complementarias que van a ser diferentes por sector, por territorio y por el impacto que se esté trabajando.

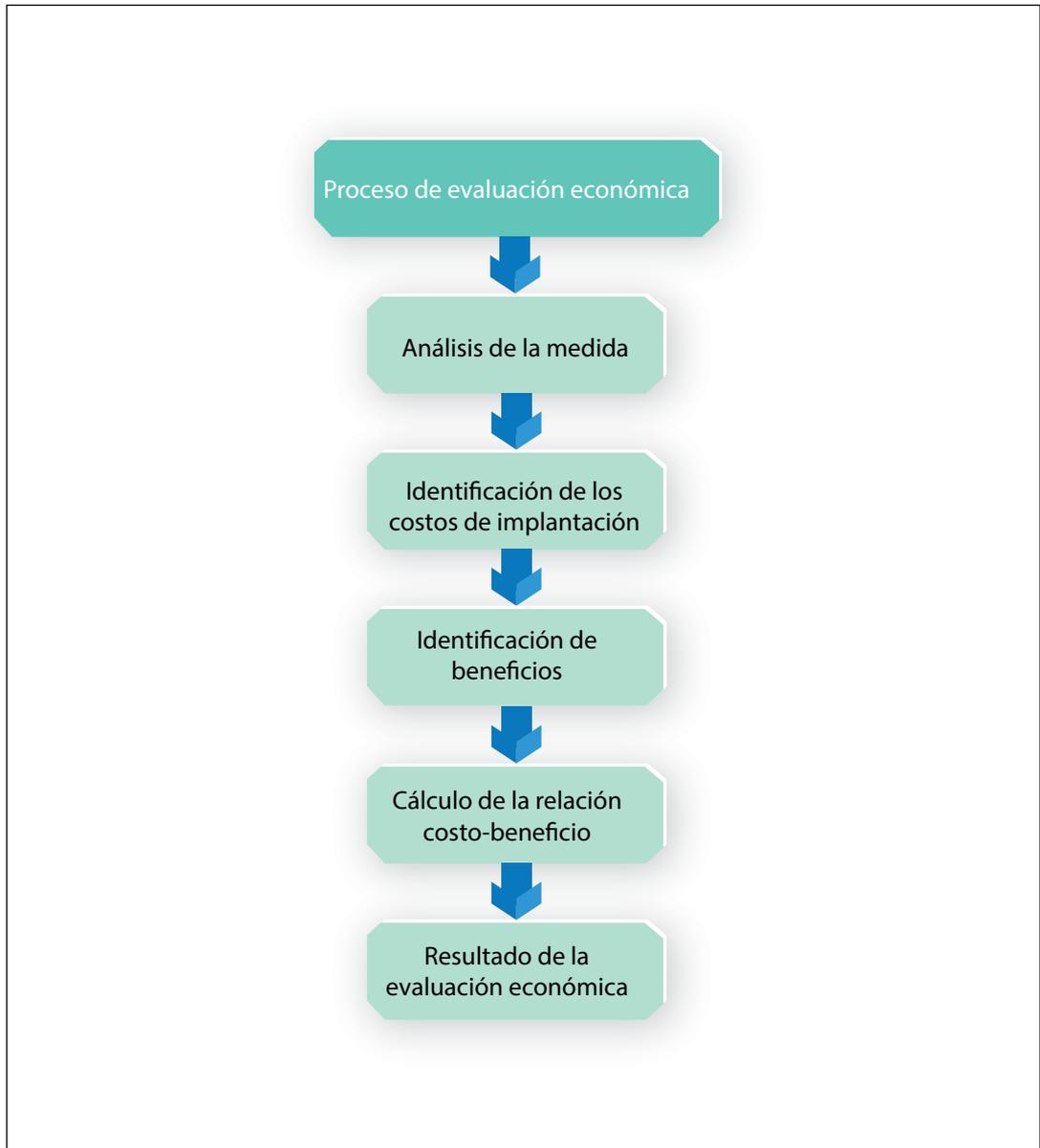
## **Análisis detallado de la medida**

Aunque la medida de adaptación ya se definió desde las actividades preliminares, el propósito de esta actividad es conocer las características detalladas de la medida, por lo que lo más conveniente será que la desarrolle el especialista del área correspondiente. Se requiere conocer, entre otras, el objetivo de la medida, el entorno en que se desenvuelve, las actividades específicas requeridas para la implementación de la medida incluyendo las costumbres de los habitantes de la región, la existencia de recursos o necesidades de financiamiento y si existen obstáculos u oposición para su desarrollo o implementación, en fin, todo aquello que facilite o dificulte la cuantificación de su implantación y generación de resultados.

Es indispensable para cualquier medida de adaptación que se considere, además del tiempo requerido para su implantación completa (tiempo de implantación), tomar en cuenta el periodo de maduración; es decir, el lapso necesario para que la medida desarrolle todo su potencial y rinda los frutos esperados. En esta etapa es indispensable contar con el apoyo del grupo de expertos para definir los tiempos adecuados.

Finalmente, es necesario plantear el programa de monitoreo y evaluación de los resultados de la medida, que puede implicar un seguimiento no solamente anual, sino incluso mensual, para analizar si la efectividad es la adecuada y si los supuestos de la evaluación para el diseño de la medida se cumplieron, de manera que se pueda recomendar su implantación en otras regiones.

Figura 9.4. Proceso de evaluación económica.



## **Identificación de los costos de implantación de la medida**

Con la información detallada de la medida, se deberán calcular o estimar, lo más detalladamente posible, los costos en que se incurrirá para la implantación de la misma. Estos costos deberán considerar, a menos que se especifique lo contrario: costos directos e indirectos, costos de financiamiento, contratación de mano de obra, compra de bienes muebles e inmuebles y, si fuera el caso, programas de operación y mantenimiento. Estos costos se deben calcular como mínimo por un lapso de tiempo igual al periodo de vigencia de la acción de adaptación o el tiempo que se especifique.

En ocasiones, es conveniente estimar los costos de no hacer ninguna acción o de hacer las acciones a medias, que son condiciones extremas. Se deben tomar en cuenta, también, las acciones de monitoreo de la adaptación en los años de implantación y obtención de resultados y, en el mejor de los casos, el costo del monitoreo a un plazo mayor para analizar el impacto a largo plazo de la acción, sin olvidar que los costos generalmente se incrementan en el tiempo.

## **Identificación de beneficios**

Se deberán identificar todos y cada uno de los beneficios generados por la acción de adaptación analizada, tanto aquellos generados de manera directa como indirectamente. Se debe cuidar muy bien que los beneficios reportados sean generados exclusivamente por la acción.

Se debe tener en cuenta el tiempo de maduración. Después de un tiempo de operación los beneficios pueden disminuir paulatinamente, requiriéndose entonces acciones de modernización de procesos, mejoramiento de insumos, etcétera., apareciendo, entonces, tanto los costos como los beneficios generados por estas modificaciones. Precisamente, el criterio de tiempo de maduración puede ser uno de los criterios de evaluación en la primera parte del proceso.

Aquellos beneficios que no se puedan cuantificar monetariamente se pueden incluir en el análisis multicriterio ya descrito, y servirán como criterios adicionales de selección en caso de que los indicadores sean similares para dos acciones diferentes.

Tanto en la identificación de costos como de beneficios, se deben tomar en cuenta las externalidades; es decir, aquellas condiciones que no forman parte ni son generadas por el proyecto pero que pueden influir en su desempeño, como el tipo de cambio, por ejemplo.

## Calculo de la relación costo-beneficio

Se deberá calcular el índice costo-beneficio, como la división de la suma de los beneficios entre la suma de los costos.

Para efectuar esta comparación de manera exitosa, es necesario que tanto los costos incurridos en la implementación de la medida, su operación, etcétera, así como los beneficios generados a lo largo del tiempo, tengan equivalencia unos con otros, bien sea suponiendo que tanto los costos como los beneficios sean llevados a una fecha al inicio de la implementación (valor presente) o, si se considera conveniente, llevando los costos y beneficios hacia una fecha al final de la operación de la medida, denominándose entonces “a valor futuro”. A esta acción se le denomina “actualización de los costos y beneficios”, y su magnitud depende de la llamada “tasa de actualización” que, en general, se corresponde con la tasa de inflación histórica presentada en el país y se puede obtener fácilmente de la información gubernamental.

## Resultado de la evaluación económica

El resultado de la evaluación económica efectuada en esta segunda parte, consiste en el análisis y conclusión del cálculo de la relación costo-beneficio, habida cuenta que la cuantificación monetaria de los costos y los beneficios se hizo de manera apegada a la realidad.

El resultado típico de una evaluación de este tipo es la definición de la factibilidad económica del proyecto evaluado, la cual depende directamente del valor numérico de la relación costo-beneficio:

$$\text{Si } \frac{\text{beneficios}}{\text{costos}} \geq 1 \rightarrow \text{medida económicamente factible}$$

$$\text{Si } \frac{\text{beneficios}}{\text{costos}} < 1 \rightarrow \text{medida económicamente no factible}$$

Si este índice es menor que la unidad, quiere decir que la implementación de la medida costará más que los beneficios que producirá y, en consecuencia, no se recomienda su implementación. Por el contrario, si el valor del índice es mayor que la unidad, su rentabilidad se considerará adecuada y se recomienda su implementación, hablando en términos puramente económicos.

## 9.4. Resultado final

El resultado de la evaluación de una o varias medidas de adaptación consiste en analizar y recomendar la implementación de la medida, o priorizar la implementación del conjunto de medidas evaluadas.

Una vez que se tienen los resultados de las dos partes de la evaluación, se deberá construir una matriz en la que se presente un resumen de la información relevante de esta segunda parte de la evaluación, con tantos renglones como acciones se definan y cuatro columnas: en la primera se coloca la acción o medida propuesta; en la segunda, el indicador único de la evaluación multicriterio; en la tercera, el resultado de la relación costo-beneficio y, en la cuarta, un indicador generado por la combinación de las dos columnas anteriores, que servirá para determinar una calificación única; en consecuencia, la prioridad de cada acción en general.

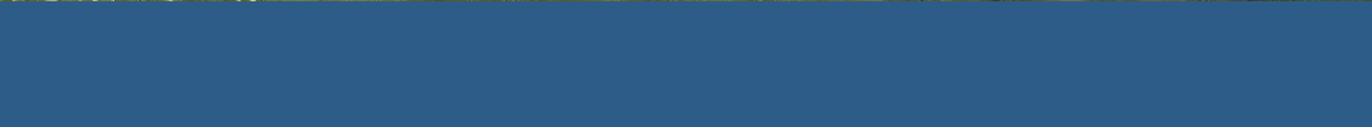
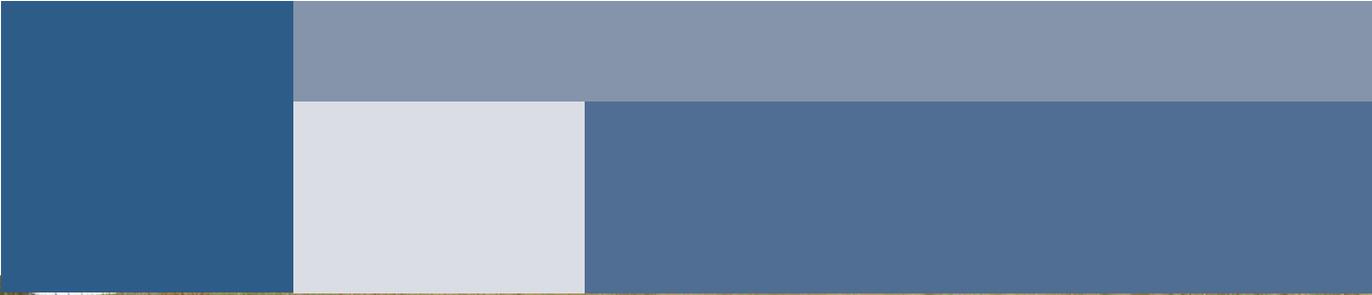
Tabla 9.5. Resultado general del proceso de evaluación.

Núm.	Medida	Resultado EM	Resultado EE	Indicador único
1	Medida 1	EM1	(B/C)1	IC1{ EM1, (B/C)1}
2	Medida 2	EM2	(B/C)2	IC2{ EM2, (B/C)2}
3	Medida 3	EM3	(B/C)3	IC3{ EM3, (B/C)3}

Aunque es deseable que durante las distintas etapas del proceso se hayan incluido las características socioeconómicas, topográficas, climáticas y políticas de las comunidades factibles de ser beneficiadas por la implementación de las medidas de adaptación, en este punto es conveniente hacer un recuento de ellas y sus impactos en el resultado de las medidas, para desarrollar un ejercicio de sensibilidad sobre ese resultado. Por ejemplo, las consecuencias de no convencer a las autoridades ejidales del lugar de las bondades de implantar las medidas.

Teóricamente, el procedimiento general consiste en integrar en un solo análisis el resultado de las dos evaluaciones: la político-social y la económica. Pero, en verdad, deberá ser una síntesis real de las situaciones social, política, económica y ambiental de la zona evaluada, de manera que su resultado debe ser también el resultado de evaluar implícitamente cada uno de estos elementos. En este sentido, es conveniente tomar en cuenta todos aquellos elementos que permitan delinear el comportamiento de las comunidades involucradas con noticias, discursos de los actores políticos, comentarios de los vecinos, etcétera, de tal forma que al momento de presentar los resultados nadie se llame a sorpresa y sean estos mejor aceptados.

En algunos casos, pudiera ser que el simple valor numérico de la evaluación multicriterio no tenga un significado preciso para los tomadores de decisiones, siendo entonces lo conveniente presentar dos tablas de resultados donde, en una, se plasmen los valores cualitativos de la evaluación multicriterio y, en la otra, los valores cuantitativos (como en la tabla 9.5). Para cualquiera de las dos alternativas de resultados, convendrá que sean debidamente explicadas por quien dirige el proceso de evaluación.



# 10

## COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

**Y**a que las acciones de adaptación para un mismo sector de la economía pueden ser similares para diferentes regiones con características también similares, se sugiere integrar un sistema que describa y regionalice las acciones, el impacto climático que las propició, sus características generales y, hasta donde se pueda, los costos para implementarlas y parámetros para calcular sus beneficios; incluso, se puede llegar hasta a evaluarlas para las mismas condiciones generales y obtener una evaluación base que se complemente con estudios específicos para cada localidad. En este catálogo se pueden integrar los conceptos generales de gasto y beneficios esperados

Un procedimiento de evaluación como el aquí presentado se utiliza en procesos cuya operación debe ser avalada por instituciones públicas o privadas, cuya responsabilidad no debe ser cuestionada. Generalmente, se utiliza cuando de su resultado depende la asignación de recursos (usualmente cuantiosos) para su implementación, o cuando esos recursos provienen de fondos de apoyo internacional.

El proceso descrito requiere una gran inversión de tiempo, pues implica la propuesta, análisis y selección del grupo de expertos, de la designación de los representantes de los interesados y entrevistas con personal relacionado con las medidas propuestas para conocer el entorno económico social de la comunidad por beneficiar. Todas estas actividades representan también una gran inversión de recursos para su realización, costos que deberán estar incluidos en el costo de implementación de las acciones, a menos que existan recursos destinados específicamente a la evaluación de las medidas y sus resultados.

Sin embargo, seguramente habrá ocasiones en que no se requiera una evaluación tan completa, sino que sea suficiente con una primera aproximación, en cuyo caso el proceso se puede reducir en complejidad y desarrollarse por un par de personas con experiencia, aunque el resultado de este proceso “acelerado” nunca será comparable a la profundidad y detalle alcanzado mediante la aplicación del método descrito.

En ambas partes del proceso de evaluación existen actividades que requieren más cuidado en su desarrollo, como es el caso del proceso social en la evaluación multicriterio y la determinación de las actividades, y de costos y beneficios en la evaluación económica.

En la primera porque no sólo es definir la o las personas que intervienen en el proceso, sino que es necesario realizar una o varias reuniones para que todos sepan la manera de pensar de cada uno de los integrantes de los grupos y conocer más de cerca las características de la zona y comunidades en ella asentadas. Mientras que en la segunda es necesario analizar detenidamente las medidas propuestas para definir muy bien los conceptos de costos y beneficios, mediante la intrincada red de conexiones entre los diferentes sectores, pues, por ejemplo, un efecto del cambio del clima puede ser no únicamente el cambio de temperatura, sino tal vez la total imposibilidad de cosechar alguna especie vegetal en particular, eliminando la fuente de empleo del personal que realizaba dichas funciones, disminución de la economía local, etcétera; acciones que tienen un costo asociado.

Finalmente, se sugiere la creación de un catálogo de acciones donde se describan las características de esas medidas, su objetivo, procedimiento de implementación y resultado esperado, como apoyo para los responsables de promover las medidas de adaptación en una determinada región.



## GLOSARIO

**Adaptación.** 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.

**Atlas de riesgo.** Documento dinámico cuyas evaluaciones de riesgo en regiones o zonas geográficas vulnerables consideran los actuales y futuros escenarios climáticos.

**Calentamiento global.** Fenómeno caracterizado por el aumento de la temperatura media del sistema climático de la Tierra y sus efectos relacionados, observado en los últimos siglos. Múltiples líneas de pruebas científicas demuestran que el sistema climático se está calentando. Más del 90% de la energía adicional obtenida desde 1970 se ha almacenado en el sistema climático y ha ido a los océanos; el resto ha derretido hielo y calentado los continentes y la atmósfera. Muchos de los cambios observados desde la década de 1950 no tienen precedentes durante décadas a milenios

**Cambio climático.** Variación del clima atribuido a procesos internos naturales del planeta y, directa o indirectamente, a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural estacional del clima.

**Cambio del nivel del mar.** Aumento o disminución en el nivel del mar que puede cambiar, tanto en términos mundiales como locales, a consecuencia de: a) cambios de configuración de las cuencas oceánicas, b) cambios de la masa total de agua, o c) cambios de la densidad del agua. En condiciones de calentamiento mundial, el aumento del nivel del mar puede estar inducido por un aumento de la masa de agua total procedente del deshielo de la nieve y hielo terrestres, o por un cambio de densidad del agua debido al incremento de la temperatura del agua del océano o a cambios de la salinidad. Se habla de aumento del nivel del mar relativo para referirse a un aumento local del nivel del océano respecto del terrestre, posiblemente por efecto de la elevación del océano y/o del hundimiento de la tierra.

**Ciclón tropical.** Sistema tormentoso caracterizado por una circulación cerrada alrededor de un centro de baja presión y que produce fuertes vientos y abundante lluvia. Los ciclones tropicales extraen su energía de la condensación de aire húmedo, produciendo fuertes vientos. Se distinguen de otras tormentas ciclónicas, como las bajas polares, por el mecanismo de calor que las alimenta, que las convierte en sistemas tormentosos de “núcleo cálido”. Dependiendo de su fuerza y localización, un ciclón tropical puede llamarse “depresión tropical”, “tormenta tropical”, “huracán”, “tifón” (especialmente en las Islas Filipinas y China) o, simplemente, “ciclón”.

**Clima.** Se suele definir, en sentido restringido, como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística de los valores medios del tiempo atmosférico y de la variabilidad natural de las magnitudes correspondientes durante periodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años. El periodo promedio habitual es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial.

**Deforestación.** Conversión de una extensión boscosa en no boscosa.

**Desarrollo sostenible.** Evolución que satisface las necesidades del presente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

**Desertificación.** Degradación de las tierras fértiles en extensiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas por efecto de diversos factores, en particular las variaciones climáticas y las actividades humanas. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación define la degradación de las tierras como: reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y de la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas por los sistemas de utilización de la tierra, o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como: a) erosión del suelo causada por el viento o el agua, b) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo, y c) la pérdida duradera de vegetación natural.

**Ecosistema.** Unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**El Niño-Oscilación Austral (ENOA).** El concepto “El Niño” se refería, inicialmente, a una corriente de aguas cálidas que discurre periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, alterando la pesquería local. En la actualidad, designa un calentamiento del agua en toda la cuenca del océano Pacífico tropical al este de la línea horaria. Su presencia suele cuantificarse en función de las temperaturas de la superficie del mar en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial. Durante un episodio de ENOA, los vientos alisios habituales se debilitan, reduciendo el flujo ascendente y alterando las corrientes oceánicas, con lo que aumenta la temperatura superficial del mar, lo cual debilita a su vez los vientos alisios. Este fenómeno afecta considerablemente las pautas de viento, de temperatura superficial del mar y de precipitación en el Pacífico tropical. Sus efectos influyen en el clima de toda la región del Pacífico y de muchas otras partes del mundo mediante teleconexiones en toda la extensión del planeta. La fase fría de ENOA se denomina “La Niña”.

**Emisiones.** Liberación de gases y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos que provocan el efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos.

**Escenario climático.** Representación plausible, y en ocasiones simplificada, del clima futuro, basada en un conjunto de relaciones climatológicas internamente coherente definido explícitamente para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropógeno. Las proyecciones climáticas suelen utilizarse como punto de partida para configurar escenarios climáticos, aunque estos requieren habitualmente información adicional; por ejemplo, sobre el clima actual observado. Un escenario de cambio climático es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual.

**Escenarios de cambio climático.** Descripción plausible de cómo puede evolucionar el clima en el futuro, con base en una serie coherente e intrínsecamente homogénea de hipótesis sobre el comportamiento termodinámico de la atmósfera y del clima actual. Los escenarios no son predicciones ni previsiones.

**Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).** Instrumento de planeación que define la visión de largo plazo, y que además rige y orienta la política nacional con una ruta a seguir; establece prioridades nacionales de atención y define criterios para identificar las prioridades regionales.

**Evaluación.** Acto donde debe emitirse un juicio en torno a un conjunto de información; acción que permite indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular la importancia de una determinada cosa o asunto.

**Evaluación multicriterio.** Conceptos, aproximaciones, modelos y métodos para auxiliar a los tomadores de decisiones a describir, evaluar, ordenar, jerarquizar, seleccionar o rechazar objetos o acciones, con base en una evaluación (expresada por puntuaciones, valores o intensidades de preferencia), de acuerdo con varios criterios (Colsony de Bruin, 1989).

**Externalidades.** Impactos positivos o negativos generados por la provisión de un bien o servicio y que afectan o pudieran afectar a una tercera persona. Las externalidades ocurren cuando el costo pagado por un bien o servicio es diferente del costo total de los daños y beneficios en términos económicos, sociales, ambientales y de salud, que involucran su producción y consumo.

**Fenómenos meteorológicos extremos.** Incluyen fenómenos inusuales, severos o impropios de la estación en los extremos de la distribución histórica (rango observado en el pasado).[] A menudo, los acontecimientos extremos se basan en el registro meteorológico de una localización y definidos como ubicados en el 10% más inusual. En años recientes, algunos eventos extremos han sido atribuidos al calentamiento global antropógeno, con estudios que indican una amenaza creciente de fenómenos extremos a futuro.

**Financiamiento.** Conjunto de recursos monetarios y de crédito que se destinarán a una empresa, actividad, organización o individuo para que lleven a cabo una determinada actividad o concreten algún proyecto.

**Gases de efecto invernadero.** Componentes gaseosos presentes en la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja, produciendo lo que se conoce como “efecto invernadero”.

**Humedal.** Área de transición que se encharca regularmente, con suelos con drenaje deficiente, que suele estar situada entre un ecosistema acuático y uno terrestre, y que se recarga mediante lluvia, aguas superficiales o aguas subterráneas. Los humedales se caracterizan por la prevalencia en ellos de una vegetación adaptada para vivir en suelos saturados.

**Impactos (de un cambio climático).** Efectos de una transformación en el clima sobre los sistemas humanos y naturales. Según se considere o no el proceso de adaptación, cabe distinguir entre impactos potenciales o impactos residuales. Impactos potenciales: aquellos que podría materializarse

si sobreviniera un cambio proyectado del clima, sin tener en cuenta la adaptación. Impactos residuales: aquellos que sobrevendrían después de una adaptación.

**Mitigación.** Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.

**Parámetros climatológicos.** Las magnitudes de las variables mediante las cuales se mide el clima, correspondientes casi siempre a variables de superficie (por ejemplo: temperatura, precipitación o viento).

**pH.** Unidad sin dimensiones que mide el grado de acidez del agua (o de una solución). El agua pura tiene un pH igual a 7. Las soluciones ácidas tienen un pH inferior a esa cifra y, las soluciones básicas, superior.

**Políticas.** En el lenguaje de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, las políticas son adoptadas y/o encomendadas por los gobiernos, frecuentemente en consenso con las empresas e industrias del país, o con otros países, a fin de acelerar las medidas de mitigación y de adaptación. Por ejemplo, los impuestos sobre el carbono o sobre otras fuentes de energía, la implantación de normas de eficiencia de combustible para los automóviles, etcétera. Las políticas comunes, coordinadas o armonizadas son las adoptadas conjuntamente por las partes.

**Políticas de adaptación.** Procedimientos desarrollados y aplicados por uno o varios gobiernos con el objetivo de reducir los efectos del cambio climático, aplicando tecnologías y medidas de adaptación.

**Resiliencia.** Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático. Habilidad de un ecosistema de mantener sus funciones después de haber sido perturbado. Una medida de la resiliencia es la magnitud del disturbio requerido para mover irreversiblemente a un estado alternativo. La resiliencia disminuye la sensibilidad ecosistémica a estos cambios.

**Sensibilidad:** Grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por el cambio climático o por la variabilidad del clima. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio del rendimiento de los cultivos en respuesta a un cambio de la temperatura media, del intervalo de

temperaturas o de la variabilidad de la temperatura), o indirectos (por ejemplo, los daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras a consecuencia de un aumento del nivel del mar).

**Sequía.** En términos generales, es una “ausencia prolongada o insuficiencia acentuada de precipitación”, o bien, una “insuficiencia que origina escasez de agua para alguna actividad o grupo de personas”; también “un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas suficientemente prolongado para que la ausencia de precipitación ocasione un serio desequilibrio hidrológico” (Heim, 2002). La sequía ha sido definida en términos diversos. La sequía agrícola se evidencia en el déficit de humedad existente en el metro más externo de espesor del suelo (la zona radicular), que afecta a los cultivos; la sequía meteorológica se manifiesta principalmente en un déficit prolongado de precipitación, y la sequía hidrológica se caracteriza por un caudal fluvial o por un nivel de lagos y aguas subterráneas inferior a los valores normales. Las megasequías son sequías prolongadas y extensas que duran mucho más de lo normal, generalmente, un decenio o más.

**Variabilidad climática.** La diferencia entre el clima promedio y el clima actual en un periodo de un mes o temporada en particular.

**Vulnerabilidad.** Nivel en el que un sistema es susceptible o no de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y capacidad de adaptación. También, se define como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Bates, B. C., et ál. (Eds.), *El cambio climático y el agua*, Ginebra, Secretaría del IPCC, 2008, 224 pp.
- Canals, Rosa María et ál., *Servei de Medi Ambient*, Barcelona, Dirección de Comunicación de la Diputación de Barcelona, 2008.
- Martínez, Polioptro F. y Patiño, Carlos (Eds.), *Atlas de vulnerabilidad hídrica ante al cambio climático*, Vol. III, serie “Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México”, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, 2010, 165 pp.
- Meza, Laura y González, Meliza (Eds.), *Herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agropecuario, Resultados del Taller Práctico*, FAO, 2011, disponible en: [www.rlc.fao.org/www.proagro-bolivia.org](http://www.rlc.fao.org/www.proagro-bolivia.org)
- PNUD, *Listas de verificación de género en proyectos de cambio climático*, ONU, 2012.

## Páginas de Internet Consultadas

- A Framework for Monitoring and Evaluating Adaptation to Climate Change*, disponible en: <https://www.climate-eval.org/sites/default/files/studies/ClimateEval%20Framework%20for%20Monitoring%20and%20Evaluation%20of%20Adaptation%20to%20Climate%20Change.pdf>, consultado el 14 de agosto de 2015.
- Atlas de vulnerabilidad hídrica*, disponible en: <http://atl.org.mx/atlas-vulnerabilidad-hidrica-cc/>, consultado el 12 de agosto de 2015.
- Development of Adaptation Indicators*, disponible en: [http://acm.eionet.europa.eu/docs//ETCACC\\_TP\\_2009\\_6\\_Adaptation\\_Indicators.pdf](http://acm.eionet.europa.eu/docs//ETCACC_TP_2009_6_Adaptation_Indicators.pdf), consultado el 10 de agosto de 2015.
- Economía de cambio climático*, disponible en: [http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/sis\\_admin/archivos/informe.pdf](http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/sis_admin/archivos/informe.pdf), consultado el 16 de septiembre de 2015.
- Economics of Adaptation to Climate Change*, disponible en: <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2011/06/06/economics-adaptation-climate-change>, consultado el 25 de agosto de 2015.

*Evaluación de escenarios regionales de clima actual y de cambio climático futuro para México*, disponible en:

[http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio\\_climatico/escena.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/escena.pdf), consultado el 17 de septiembre de 2015.

*Evaluación de la vulnerabilidad física y social*, disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>, consultado el 23 de septiembre de 2015.

*Evaluación social de proyectos*, disponible en:

<http://www.economicas.unsa.edu.ar/iie/Archivos/Fontaine.pdf>, consultado el 8 de septiembre de 2015.

*Factores clave de la Matriz Foda*, disponible en: <http://www.global-strat.com.mx/otros/FODA.pdf>, consultado el 2 de octubre de 2015.

*Financiamiento climático: panorama general*, disponible en:

<http://www.bancomundial.org/es/topic/climatefinance/overview>, consultado el 20 de agosto de 2015.

*Guía para la evaluación de la vulnerabilidad, impactos y adaptación al cambio climático*, disponible en consultado en:

<http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate/PROVIA-2015-Guia-Evaluacion-VIA-Clima.pdf>, consultado el 7 de agosto de 2015.

*Método de priorización de variables basado en matrices*, disponible en: [http://www.planificacion.upla.edu.pe/portal/images/REFLEXIONES/METODOPARAPONDERARGECYT\(conf\).pdf](http://www.planificacion.upla.edu.pe/portal/images/REFLEXIONES/METODOPARAPONDERARGECYT(conf).pdf), consultado el 29 de septiembre de 2015.

*Matriz de ponderación*, disponible en: <http://walkerplazola.blogspot.mx/2013/06/matriz-de-ponderacion.html>, consultado el 2 de octubre de 2015.

*Metodología general de la evaluación de proyectos*, disponible en: [http://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/metodologia\\_general.pdf](http://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/metodologia_general.pdf), consultado el 2 de septiembre de 2015.

*México y el cambio climático global*, disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/mexico\\_cambio\\_climatico/Mexico\\_y\\_el\\_cambio\\_climatico\\_global.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/mexico_cambio_climatico/Mexico_y_el_cambio_climatico_global.pdf), consultado el 10 de septiembre de 2015.

*México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*, disponible en: [http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio\\_climatico/index.html](http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/libros/cambio_climatico/index.html), consultado el 17 de septiembre de 2015.

## Bibliografía

*Proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones*, disponible en: [http://www.uv.es/asepuma/recta/extraordinarios/Vol\\_01/02t.pdf](http://www.uv.es/asepuma/recta/extraordinarios/Vol_01/02t.pdf), consultado el 14 de septiembre de 2015.

*Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*, disponible en: [http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa\\_especial\\_de\\_cambio\\_climatico\\_2014-2018.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf), consultado el 11 de septiembre de 2015.

*The Global Landscape of Climate Finance 2014*, disponible en:

*Vulnerabilidad y adaptación a los impactos del cambio climático en México*, disponible en: <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#>, consultado el 17 de agosto de 2015.

<http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2014/11/The-Global-Landscape-of-Climate-Finance-2014.pdf>, consultado el 28 de agosto de 2015.

