

# **Criterios para la selección y el diseño de medidas de adaptación al cambio climático en México**

**Pedro Antonio Guido-Aldana<sup>1</sup>, Adriana María Ramírez-Camperos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

<sup>2</sup>Consultora en Temas de Agua y Energía

## **Resumen**

México es un país vulnerable a los efectos del cambio climático por su ubicación geográfica, condiciones climáticas e hidrológicas. Esta situación genera la necesidad de seleccionar, diseñar y evaluar medidas de adaptación eficientes afín de incrementar la resiliencia ambiental, social y económica ante las nuevas condiciones climáticas. Considerando que los recursos disponibles (financieros, tecnológicos, humanos, entre otros) para atender este tema son limitados, resulta crucial, luego de identificar la necesidad de la adaptación, contar con criterios que capitalicen las acciones, considerando primordialmente el impacto del cambio climático sobre los sectores productivos.

**Palabras claves:** cambio climático, medida de adaptación, política pública, sustentabilidad.

## **1. Introducción**

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México es uno de los países a nivel mundial más vulnerables a los efectos del cambio climático. Su ubicación geográfica y condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, contribuyen considerablemente con esta situación. Se precisa que 15 millones de mexicanos están en riesgo de sufrir directamente los efectos de las inundaciones y, en el otro extremo, la desertificación podría afectar hasta el 40 por ciento de la superficie nacional cultivable. Los estudios de vulnerabilidad realizados recientemente señalan que las poblaciones costeras son las más vulnerables ya que se espera un aumento tanto del nivel del mar así como también de la frecuencia y magnitud de los fenómenos hidrometeorológicos (Guido et al. 2009; Vásquez 2008; Banco Mundial 2012; Botello et al. 2010; Arreguín 2010). Los devastadores efectos de dichos fenómenos han puesto de manifiesto la necesidad de proponer, seleccionar, diseñar, e inclusive, evaluar medidas que permitan a la población su adaptación a las nuevas condiciones climáticas, variables en el tiempo y con características propias en cada región (Guido 2016).

Los efectos del cambio climático son complejos y este aspecto hace que las medidas de adaptación deban ser eficientes para enfrentarlo. La búsqueda de nuevas opciones tecnológicas motiva que en la actualidad muchas de las propuestas se realicen considerando la bioingeniería, la ecohidrología y la potamología, de tal forma que se logren soluciones amigables con el medio ambiente. Resulta prioritario además que se consideren factores tales como la propia vulnerabilidad, la disposición de la población para cambiar hábitos, aspectos de política pública y gobernanza, entre otros. Asimismo, es necesario tener conocimiento sobre la cadena de impactos, el impacto en los distintos sectores productivos del país y los llamados efectos en cascada a través de los cuales es posible entender por ejemplo, cómo una situación ambiental puede detonar una social.

Este artículo tiene por objetivo ofrecer a tomadores de decisión e interesados en el tema, fundamentos teóricos para la selección y el diseño de medidas de adaptación efectivas con el fin de enfrentar el cambio climático, considerando que los temas de adaptación y mitigación deben integrar criterios para tal fin. Lo anterior, partiendo de la base de que existen limitaciones en cuanto a la disponibilidad de recursos (financieros, tecnológicos, humanos, entre otros), que obligan a la búsqueda de criterios y/o principios para capitalizar las acciones. Inicialmente se presentan algunos conceptos relacionados con el tema del cambio climático, su impacto en los sectores y sistemas del país, la diferencia entre adaptación y mitigación y un ejemplo sobre cómo identificar la necesidad de la adaptación. Posteriormente se presentan los fundamentos para la adecuada selección y diseño de las medidas de adaptación considerando principios para una adaptación efectiva, el proceso para identificar medidas potenciales, las etapas a cumplir en el diseño de una medida de adaptación y algunos criterios que deberían evaluarse para seleccionar una medida. Finalmente se presentan las conclusiones.

## **2. Marco conceptual**

El cambio climático se define como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años. El concepto puede referirse específicamente al cambio causado por la actividad humana o aquellos causados por procesos naturales de la Tierra y el Sistema Solar. Aunque la comprensión del concepto de cambio climático y sus impactos potenciales es más clara en la actualidad, la disponibilidad de guías prácticas sobre la adaptación al cambio climático no ha avanzado al mismo ritmo (Burton, 2005). Asimismo, en la literatura científica no se cuenta con suficiente información que ilustre sobre los criterios para la selección adecuada de medidas de adaptación y los principios que deben considerarse para que sean efectivas.

El tema de la adaptación no es nuevo. Si se revisa la historia es posible encontrar evidencias de que los pueblos y las sociedades se han adaptado al clima, su variabilidad y también extremos, situación que han afrontado con diversos grados de éxito. Esto comprueba la estrecha relación clima-sociedad por lo que resulta crucial su consideración en los temas de política pública (planeación, nueva infraestructura, desarrollo social y económico, entre otros). La adaptación al cambio climático son todas aquellas medidas y ajustes en los sistemas humanos o naturales ante los cambios en el clima para moderar el daño o aprovechar sus beneficios, (DOF 2012). Las variaciones históricas del clima y los eventos climáticos recientes (tormentas, sequías, inundaciones, aumento de las temperaturas, cambio en los patrones de precipitación, entre otros) demuestran la sensibilidad de los sistemas al clima actual, es decir, existe un déficit de adaptación y son una señal de que habrá necesidad de tener en cuenta la adaptación en el contexto de los cambios previstos en el clima. El daño ambiental, económico y social, causado por el cambio climático impacta directamente en los sectores productivos (agrícola, hídrico, salud, costero, energético, producción de alimentos) y en los asentamientos humanos de las distintas zonas geográficas del país (PECC 2014-2018). Según el PECC 2014-2018, un incremento en la temperatura entre +2.5°C y 4.5°C y una disminución en la precipitación entre -5 y 10% tendrá las consecuencias sobre los sectores y sistemas indicadas en la Tabla 1.

**Tabla 1. Impactos proyectados en diferentes sectores y sistemas. Fuente: PECC 2014-2018.**

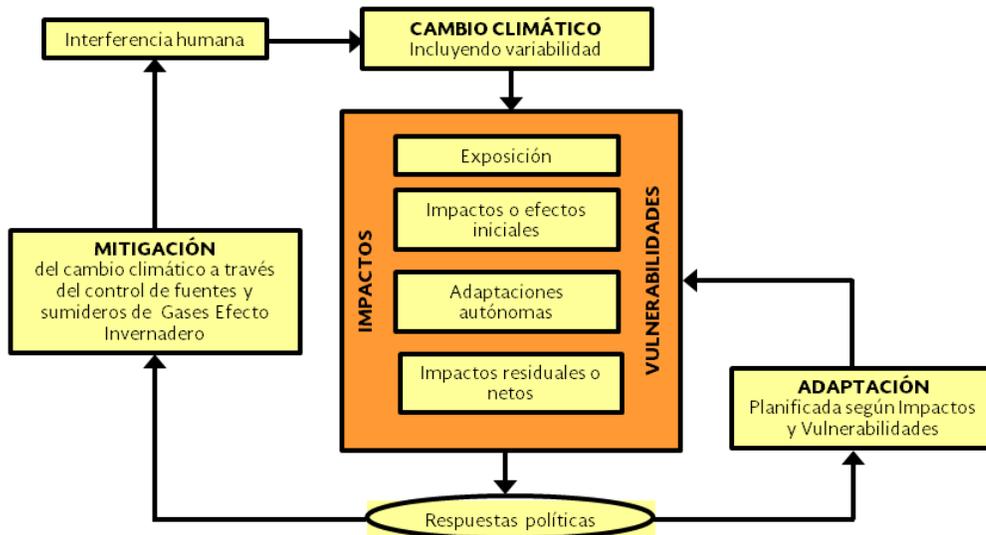
Sectores y Sistemas	Impactos proyectados
<b>Agricultura</b>	Disminución de la productividad del maíz en 2050. La mayoría de los cultivos serán menos productivos en México hacia 2030, empeorando esta situación a finales del presente siglo.
<b>Costero</b>	El aumento del nivel del mar constituye un peligro para los sectores residencial y de infraestructura asentados en zonas costeras. Por otro lado, la intrusión salina podría afectar los sectores hídrico y agrícola. Habrán regiones donde la precipitación podría ser más intensa y frecuente incrementando el riesgo de inundaciones para unas 2 millones de personas actualmente en situación de vulnerabilidad moderada a alta, quienes residen en localidades con población menor a 5,000 habitantes, ubicadas principalmente en la parte baja de las cuencas, sumado al riesgo de deslizamientos de laderas.
<b>Hídrico</b>	La mayor parte del país se volverá más seco y las sequías serán más frecuentes, con el consecuente aumento de la demanda de agua, particularmente en el norte del país y en zonas urbanas.
<b>Ecosistemas y biodiversidad</b>	Posible reducción del área cubierta de bosques de coníferas, especies de zonas áridas, semiáridas y especies forestales de zonas templadas. En el caso de los océanos, un aumento en la temperatura puede ocasionar un colapso demográfico en las poblaciones marinas, generando baja productividad en la pesca. Para el caso de mamíferos terrestres y voladores, al 2050 se proyecta una reducción de cerca de la mitad de las especies estudiadas.
<b>Tormentas y clima severo</b>	Hay consenso sobre la intensidad de los ciclones en el Noroeste del Pacífico y en el Atlántico Norte. Sin embargo, la incertidumbre relacionada con los cambios y la intensidad dificultan la posibilidad de estimar sus impactos; se prevé que a mayor número e intensidad de tormentas, los impactos podrían tener mayores consecuencias sociales y económicas.

## 2.1 Adaptación y mitigación

Se considera que las medidas de adaptación proporcionan beneficios inmediatos a diferencia de las de mitigación, las cuales ofrecen resultados en el largo plazo. La mitigación del cambio climático ha recibido tradicionalmente mayor atención que la adaptación, tanto desde el punto de vista científico como desde el normativo. La razón más importante radica en la capacidad de la mitigación para reducir los impactos sobre todos los sistemas sensibles al clima, mientras que la adaptación tiene un potencial limitado para muchos sistemas. Sin embargo, la mitigación y la adaptación son complementarias y no constituyen alternativas mutuamente excluyentes, ya que sus características, escala temporal, espacial y económica, así como los agentes implicados son en gran medida distintos. La Figura 1 muestra el proceso de respuesta de adaptación y mitigación al cambio climático.

Ejemplos de estrategias institucionales en México para fortalecer su infraestructura y capacidades frente al cambio climático lo constituye el Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México (MoMet), cuyo objetivo fundamental es fortalecer la capacidad para atender la creciente demanda de información meteorológica y climática. En el caso del sector agrícola y ganadero la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) ha impulsado la iniciativa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), la

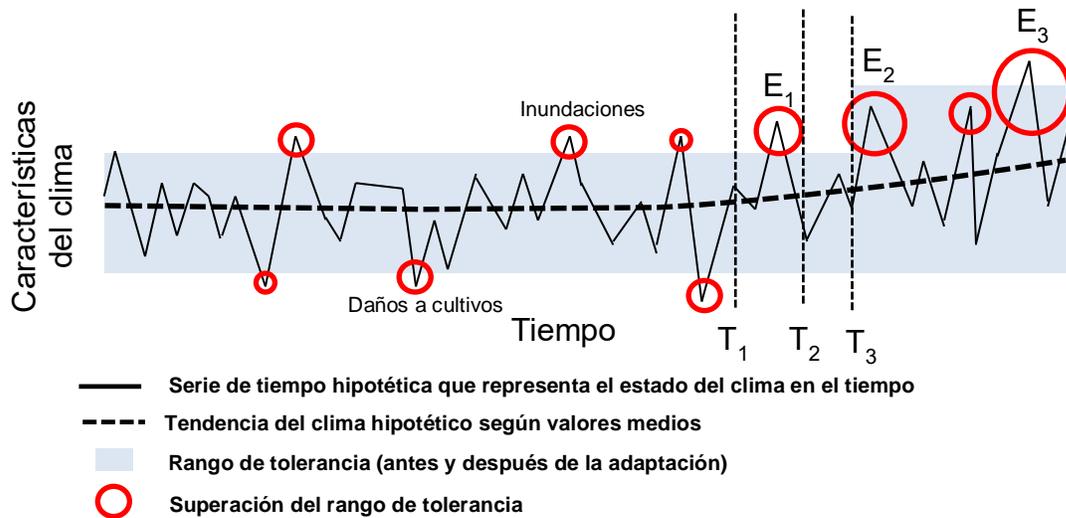
cual es una estrategia de cambio de las prácticas de cultivo, principalmente en productores de temporal.



**Figura 1. Respuesta de adaptación y mitigación al cambio climático.**  
Fuente: IPCC 2001.

## 2.2 Identificación de la necesidad de la adaptación

Los impactos climáticos negativos o amenazas de desastres se producen en el lugar y en el momento en que los eventos se aproximan o superan los límites o umbrales de tolerancia existentes en los distintos sistemas (Füssel 2007). La Figura 2 ilustra sobre la necesidad de la adaptación en algún momento determinado, a partir del análisis de una serie temporal hipotética de una variable climática, por ejemplo la lluvia. Existe un “rango de tolerancia” para el cual la comunidad objetivo se encuentra bien adaptada en un rango específico de esta variable climática (franja gris), pero es vulnerable a las condiciones climáticas fuera de este rango. Por ejemplo, la baja o insuficiente precipitación puede causar daños a los cultivos mientras que el exceso puede provocar desbordamientos de ríos y en consecuencia inundaciones. El gobierno puede invertir en la ampliación del rango de tolerancia de la población objetivo para enfrentar satisfactoriamente eventos como el E2, pero el riesgo de que ocurra uno nuevo y que supere dicho rango extendido se mantiene, siendo posible que se presente un nuevo evento como el E3, el cual impone un nuevo reto en materia de adaptación. Queda claro que la incertidumbre sobre el clima futuro dificulta determinar el nivel de adaptación más adecuado.



**Figura 2. Ejemplo hipotético del momento en que se requiere una adaptación planeada, adaptado de Füssel 2007.**

De este ejemplo se pueden precisar varias lecciones tal como se comenta a continuación:

- Las necesidades de adaptación surgen con frecuencia (pero no siempre) a partir de los fenómenos extremos y no de las condiciones climáticas medias.
- La distinción entre la adaptación reactiva y la anticipada puede ser confusa en la práctica. En el ejemplo de la Figura 2, la decisión en el tiempo T2 para ampliar el rango de tolerancia fue provocada por el evento extremo anterior pero fue tomada en gran medida para anticiparse a los cambios con mayor riesgo en el futuro.
- La adaptación al cambio climático es un proceso continuo. En el ejemplo, la adaptación fue eficaz durante un tiempo, hasta que se produjo el evento E3.
- Contar con información precisa sobre el cambio climático futuro reduce los costos de la adaptación.

Este ejemplo permite resaltar la importancia de realizar una adaptación planificada considerando la información presente y futura, lo cual facilita la revisión de la idoneidad de las medidas actuales y las que puedan preverse, las políticas gubernamentales y la infraestructura existente.

### 3. Fundamentos para la selección y diseño de medidas de adaptación

#### 3.1 Principios para lograr una adaptación efectiva

La adaptación debe estar ligada y dar respuesta a objetivos específicos. También debe ser parte de la política pública dados los retos que enfrentará la sociedad en los próximos años en materia de seguridad hídrica. La información disponible, los recursos financieros, las competencias desarrolladas en el tema, el fortalecimiento de las instituciones, la formación de recursos humanos especializados y los avances en materia de tecnología son fundamentales. Asegurar que una propuesta de adaptación específica es conveniente, puede resultar sencillo en teoría, a diferencia de lo que sucede en la práctica. Determinar si la adaptación efectuada es apropiada solo es

posible después de su implementación y que haya transcurrido algún tiempo. Puede ocurrir que el resultado deseado o esperado se retrase, no sea visible o quede inmerso en otros cambios introducidos. A pesar de estas dificultades, la experiencia ha demostrado que teniendo en cuenta algunos principios básicos, es posible obtener una adaptación efectiva (UK Climate Impacts Programme). Algunos principios que deben considerarse se mencionan a continuación:

- Definir y comunicar objetivos precisos y/o resultados antes de comenzar. Los objetivos deben ser específicos, mensurables, alcanzables y orientados a resultados. Además estar establecidos en un plazo determinado.
- Evitar las acciones que descarten o limiten adaptaciones futuras o las acciones de adaptación de los demás.
- Trabajar en colaboración con los tomadores de decisión (*Stakeholders*).
- Identificar y comprometer a la comunidad, asegurándose de que está bien informada.
- Entender los riesgos y conocer los umbrales, incluyendo las incertidumbres asociadas.
- Identificar los principales riesgos climáticos y las oportunidades para enfrentarlos, centrándose en las acciones necesarias para gestionarlos.
- Reconocer el valor de las opciones de adaptación en las que “no hay o hay poco que lamentar” y aquellas “ganar-ganar” en términos del costo-efectividad y de los múltiples beneficios.
- Revisar la eficacia de los proyectos de adaptación implementados adoptando una perspectiva de mejora continua, re-evaluando los riesgos.

### 3.2 Identificación de medidas de adaptación potenciales o existentes

El primer paso en el proceso de identificación de medidas es ubicar aquellas formas de adaptación existentes y otras potenciales. En el segundo paso, se deben revisar las opciones con base en su efectividad real o potencial para abordar la vulnerabilidad y el riesgo climático actual. En tercer lugar, se hace necesario evaluar la efectividad de las opciones identificadas considerando el potencial clima futuro. Finalmente, se deberá asignar cierta prioridad a las propuestas de adaptación, con base en criterios que se comentan posteriormente. En la Figura 3, se presentan los pasos para la priorización de medidas de adaptación considerando las recomendaciones de Smit y Lenhart 1996; Smith, 1997; Fankhauser et al. 1999; Reilly y Schimmelpfennig 2000.



**Figura 3. Proceso de identificación de una medida de adaptación.**

**Fuente: elaboración propia**

La selección y asignación de prioridades puede ser posible mediante diversos métodos, tomando en consideración sus fortalezas y debilidades. Las experiencias de las medidas implementadas en otros países, podrían servir para realizar ajustes y generar nuevas ideas. Igualmente, responder las siguientes preguntas facilitaría identificar y/o definir medidas potenciales de adaptación: ¿Qué sucedería en caso de no hacer nada frente al problema del cambio climático (carencia de política pública en la materia)? ¿Cuáles son los costos de la adaptación? ¿Qué beneficios se pueden prever con la acción? ¿Cómo se repartirán los beneficios y costos de la adaptación?

El Marco de Políticas de Adaptación (MPA) propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP por su sigla en inglés), (Lim et al. 2005), establece que las medidas se deben concentrar en acciones orientadas a temas específicos, pueden ser intervenciones individuales o consistir en conjuntos de medidas relacionadas. Algunas, pueden incluir acciones que promuevan la selección de políticas dirigidas, como por ejemplo: la implementación de un proyecto de riego agrícola; el establecimiento de un programa de información, recomendaciones y sistemas de alerta temprana para los agricultores; el desarrollo de un esquema nuevo para asegurar los cultivos, entre otros. Cada una de estas medidas contribuiría con la meta nacional de seguridad alimentaria.

### 3.3 Diseño de medidas de adaptación al cambio climático

El diseño de una medida o proyecto de adaptación puede realizarse fácilmente siguiendo una secuencia de pasos sugerida por UNDP 2010, véase la Figura 4. Sin embargo no es un procedimiento limitativo.



**Figura 4. Pasos para diseñar una medida de adaptación.**  
**Fuente: UNDP 2010.**

Los pasos para diseñar una medida de adaptación representan un conjunto mínimo de actividades para la definición de un proyecto con una estructura lógica. A continuación se explican aspectos claves de cada una de las etapas:

**I. Definición del problema.** La descripción del problema ocasionado por el cambio climático debe incluir un diagnóstico de la situación actual, del entorno económico, social, medioambiental y de las preocupaciones humanas. UNDP 2010 propone los siguientes enfoques para analizarlo: a. Con base en riesgos b. Con base en la vulnerabilidad c. con base en la capacidad de adaptación.

**II. Identificación de las causas del problema.** Para identificar las causas de un problema. Básicamente se deben contestar dos preguntas: ¿Cuál es la causa? y ¿Por qué es la causa? Estas preguntas se deben responder de forma iterativa hasta agotar todas las respuestas.

**III. Identificación y articulación de la respuesta normativa.** Este paso consiste en identificar y gestionar el resultado deseado a largo plazo derivado de la iniciativa de adaptación propuesta. Aquí se proyecta la solución que haya sido considerada como mejor opción para tratar la causa profunda del problema.

**IV. Identificación de barreras.** Ostergaard y Reenberg (2010) definen las barreras como condiciones o factores que hacen difícil la adaptación ante el cambio climático. Moser y Ekstrom (2010) precisan que se tratan de obstáculos que pueden superarse con un esfuerzo concertado, estableciendo prioridades, entre otros. Las barreras son específicas para contextos a nivel local, regional y nacional y aunque siempre se presentan, pueden ser superadas. Islam et. al. (2014) explican que las barreras y los límites para la adaptación restringen la capacidad de las personas y las organizaciones para identificar, evaluar y gestionar los riesgos de una manera tal que se logre maximizar el bienestar. Las clasifica como: a. Naturales b. Tecnológicas c. Políticas (Institucionales y regulatorias) d. Mercado e. Económicas f. Sociales. En la práctica, algunos ejemplos de barreras son las siguientes:

- Gobernanza débil, escasez de personal con conocimientos y funciones específicos.
- Falta de voluntad política.
- Ausencia de desarrollo de estrategias necesarias, efectivas y políticas de apoyo.
- Asimetría de información, es decir información diferente que tienen los actores del mercado, por lo tanto se considera no fiable o inadecuada para apoyar la toma de decisiones.
- Limitantes financieras para apoyar la implementación de las medidas.
- Superposición de responsabilidades entre las instituciones que llevan a una ineficiente e ineficaz implementación de las medidas de adaptación.
- Acceso limitado a la información y/o al conocimiento.
- Dificultades en la aplicación de las políticas diseñadas o propuestas.

**V. Formular los resultados esperados.** Una vez completados los primeros cuatro pasos, se podrá contar con suficiente información para precisar la medida o iniciativa de adaptación. Se debe considerar: a. Los resultados previstos b. Los servicios/productos tangibles que proveerá la iniciativa c. Las actividades y aportaciones necesarias para obtener los productos y resultados claves. En esta fase, la propuesta de proyecto de medida también debe considerar aspectos del financiamiento, así como también de la supervisión de la implementación. Los resultados esperados deben contar con indicadores rigurosos que permitan dar seguimiento y medir el éxito.

**VI. Revisar los primeros cinco pasos.** Es pertinente que el diseñador revise las etapas y que se asegure de cumplir con los requisitos que solicitan los fondos de financiamiento. Acceder a recursos financieros para realizar proyectos de adaptación no es tarea sencilla. En el caso particular del Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas la solicitud de financiamiento debe surgir de una institución previamente aceptada como “Entidad implementadora” misma que funge como responsable ante el Fondo y que puede crear una red de trabajo considerando entidades gubernamentales, academia y organismos de cuenca. Además del requisito de una propuesta con la descripción detallada del proyecto de adaptación el proponente debe tener en cuenta la participación social (el tema de equidad de género, empoderamiento de la mujer y los beneficios sociales), la alineación con la filosofía del fondo y principalmente que el proyecto propuesto apoya pero no financia la política nacional. En términos generales se debe “estar listo para el financiamiento” (Vandeweerd et al. 2012; PNUD 2011a).

### **3.4 Criterios a evaluar para seleccionar una medida**

Las medidas de adaptación deben contar con características básicas, mismas que deben evaluarse al momento de su selección como parte del proceso de diseño. Según la Agencia Internacional de Cooperación Alemana (GIZ 2013a) entre los criterios que deben considerarse están los siguientes: factibles, evaluables, equitativas, creíbles, sinérgicas, alineadas con políticas gubernamentales, presupuestadas, reversibles y la existencia de barreras. En México, las diversas propuestas de criterios para seleccionar medidas de adaptación y/o mitigación tienen su base en lo establecido por la Ley General de Cambio Climático (DOF 2012). Sin embargo, la propuesta de medidas y su diseño dependerá en gran medida de la región y del contexto dentro del cual sean implementadas. En la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC 2013) se proponen doce criterios que deben considerarse al momento de seleccionar las medidas de adaptación más adecuadas, teniendo en cuenta la premisa de que los recursos serán siempre limitados ante la magnitud del reto, y que es necesario elegir estratégicamente las medidas a realizar (INE 2012). Algunos de ellos se explican a continuación:

- **Pertinencia o relevancia.** En este aspecto se considera si 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).
- **Impacto.** Deberá tener efectos de largo plazo positivos. Desafortunadamente también habrá efectos negativos, primarios y secundarios, producidos directa o indirectamente por dicha medida, intencionalmente o no.
- **Monitoreo y evaluación.** El proyecto de adaptación debe considerar una propuesta para su monitoreo y evaluación, que incluya indicadores estratégicos de impacto enfocados en su cumplimiento y efectividad. Sólo a través de ellos se puede verificar que se cumple parcial o completamente el objetivo para el que fue diseñada y se pueda recomendar su aplicación en otros lugares con características similares.
- **Factibilidad.** La medida debe considerar la capacidad institucional, financiera, política, normativa, técnica y, sobre todo, social, que permitan su implementación y sostenibilidad.
- **Rentabilidad.** El costo de la medida debe ser bajo en comparación con su efectividad o beneficios para reducir la vulnerabilidad. Su cálculo representa un reto.

- **Eficacia.** Tiene que ver con la medida en que se logran o se esperan lograr los objetivos de la intervención, tomando en cuenta su importancia relativa.
- **Eficiencia.** Es la medida en que los recursos (insumos: fondos, tiempo, entre otros) se han convertido en resultados. Esta característica deberá plantearse claramente desde el diseño de la medida de adaptación, correspondiendo a la solución de alguna vulnerabilidad detectadas.
- **Transversalidad con políticas, programas o proyectos.** La medida debe ser coherente y capaz de articularse con instrumentos de política de cambio climático, tales como la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC 2013), los programas estatales, municipales y sectoriales de cambio climático de diferentes órdenes de gobierno.
- **Sostenibilidad.** Los cambios alcanzados mediante la implementación del proyecto de adaptación deberían continuar una vez que la intervención ha finalizado. Desde la etapa de selección o diseño se debe plantear el mecanismo mediante el cual la medida pueda mantenerse en el tiempo.
- **Participación activa de la población objetivo.** La población se involucra activamente incorporando su conocimiento y experiencia en todas las fases del proceso y se apropia de la medida, cuidando las inversiones y asegurando su efectividad por un tiempo mayor al proyectado.

#### 4. Conclusiones

Seleccionar, proponer y diseñar las medidas más adecuadas para una adaptación efectiva y lograr el mayor impacto no es tarea fácil. Aunque es posible encontrar información en la literatura sobre estos temas, la información es dispersa. En este artículo se abordaron los tópicos más relevantes en relación con el tema.

Las propuestas de proyectos de adaptación deben ser concretas y abordar claramente el problema, considerando un análisis de viabilidad y factibilidad. Deberán contar con características básicas, como por ejemplo: ser factibles, evaluables, equitativas, creíbles, sinérgicas, alineadas con políticas gubernamentales, presupuestadas, reversibles. También deben responder a las necesidades propias de cada región. Asimismo, es conveniente identificar las barreras, la forma de superarlas y los costos asociados. Partiendo de la base de que los recursos disponibles son limitados, considerar y/o proponer criterios para seleccionar y evaluar las medidas de adaptación es crucial para capitalizar dichas acciones.

El cambio climático es un problema global que afecta todos los sectores y niveles de la sociedad, y su gestión eficaz representa un desafío sin precedentes. La búsqueda de soluciones ha unido en todo el mundo a diversos actores (*Stakeholders*) alrededor del tema, tales como la comunidad científica internacional, gobiernos, sector privado, grupos de interés y sociedad civil. Esta sinergia ha generado consenso sobre la necesidad de desarrollar medidas que permitan a los seres humanos adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, que continuarán cambiando en el mediano y largo plazo. La relación entre clima y sociedad es estrecha. El daño ambiental, económico, cultural y social, causado por el cambio climático impacta directamente en los sectores productivos (agrícola, hídrico, salud, costero, energético, producción de alimentos) y en los asentamientos humanos de las distintas zonas geográficas del país. Los beneficios

de implementar medidas de adaptación rápidamente para hacer frente al cambio climático, superan ampliamente los costos de no hacer nada.

## Referencias

Adaptation Fund AF (Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas). Disponible en: <https://www.adaptation-fund.org/>

Arreguín Sánchez, F. (2010). Cambio climático y el colapso de la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) de la sonda de Campeche. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, G.J. Villalobos Zapata & L. Alpuche Gual (Eds.). *Cambio Climático en México un Enfoque Costero-Marino*. Universidad Autónoma de Campeche. pp. 399-410.

Banco Mundial (2012). Impactos del incremento del nivel medio del mar en la zona costera del estado de Campeche, México. Disponible en: <https://www.bancomundial.org.mx>

Botello, A.V., Villanueva-Fragoso, S., Agraz-Hernández, C., y Presa, J. (2010). Mitigación, adaptación y costos, 469-492. En: A.V., Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed.) *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. SEMARNAT-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514p.

Burton, I., & Development Programme United Nations. (2005). *Adaptation policy frameworks for climate change: developing strategies, policies and measures* (p. 258). B. Lim (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. Disponible en: <https://www.gob.mx/conabio>

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GIZ (Agencia de Cooperación Alemana). Disponible en: <https://www.giz.de/en/worldwide/306.html>

Diario Oficial de la Federación. 2012a Ley General de Cambio Climático. 6 de junio del 2012. México.

Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. (2013) Disponible en: [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06\\_otros/ENCC.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otros/ENCC.pdf)

Fankhauser S., Smith J.B., Tol R.S. (1999). Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decisions. *Ecology Economy* 30:67–78.

Füssel H. (2007). Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustain Science* (2007) 2:265–275.

GIZ (2013a). Metodología para la identificación y priorización de medidas de adaptación. Elaborado por el Componente de Adaptación de la Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático de la GIZ. Documentos contenidos en CD interactivo.

Guido, P. (2016). Manual para la selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación al cambio climático. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Proyecto Interno DP1608.1.

Guido, P., Ramírez, A., Godínez, L., Cruz S., Juárez, B. (2009). Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. *Avances en Recursos Hidráulicos*, 20, 41-56.

INE. (2012). Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. México: Gobierno Federal. Recuperado de: [http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=683](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=683)

IPCC. (2001). Technical Summary Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Islam, M. M., Sallu, S., Hubacek, K., & Paavola, J. (2014). Limits and barriers to adaptation to climate variability and change in Bangladeshi coastal fishing communities. *Marine Policy*, 43, 208-216.

Lim, B., Spanger-Siegried, E., Burton, I., Malone, E., Huq, Sa. (2005). Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. PNUD, GEF. 274 pp.

Merino, G., & Tovar, R. (2002). *Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en México*. CEPAL.

Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional MasAgro. Disponible en: <http://masagro.mx/index.php/es/>

Moser, S. and Ekstrom, J. A. (2010). A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. (R. Kasperson, Ed.) *PNAS*, 107(51). doi:10.1073/pnas.1007887107.

Ostergaard Nielsen, O. and Reenberg, J. (2010). Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 20, 142–152. doi:10.1016/j.gloenvcha.2009.10.002

PNUD (2011a). Catalizando el Financiamiento para Enfrentar el Cambio Climático. PNUD.

Programa Especial de Cambio Climático 2014 – 2018 PECC. Disponible en: [http://www.cenapred.unam.mx/es/documentosWeb/Avisos/cambio\\_climatico.pdf](http://www.cenapred.unam.mx/es/documentosWeb/Avisos/cambio_climatico.pdf)

Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México MoMet.  
Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=44&n3=269>

Reilly, J., & Schimmelpfennig, D. (2000). Irreversibility, uncertainty, and learning: portraits of adaptation to long-term climate change. In *Societal Adaptation to Climate Variability and Change* (pp. 253-278). Springer Netherlands.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Disponible en: <http://www.gob.mx/sagarpa>

Smith, J. B. (1997) Setting priorities for adapting to climate change. *Global Environmental Change*, 7(3), 251-264.

Smith, J. B., & Lenhart, S. S. (1996). Climate change adaptation policy options. *Climate Research*, 6(2), 193-201.

UK Climate Impacts Programme. Identifying adaptation options. Disponible en: [http://www.ukcip.org.uk/wp-content/PDFs/ID\\_Adapt\\_options.pdf](http://www.ukcip.org.uk/wp-content/PDFs/ID_Adapt_options.pdf)

United Nations Development Programme (UNDP). (2010). *A toolkit for designing climate change adaptation initiatives*. UNDP, New York, New York, USA.

Vandeweerd, V., Billett, S., & Glemarec, Y. (2012). Preparación para financiamiento climático: un marco para entender qué significa estar listo para utilizar el financiamiento climático.

Vásquez, A. (2008). Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados ante el incremento del nivel del mar debido al cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos. Unidad Académica: Sistemas Oceánicos y Costeros Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.