



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

FICHAS TÉCNICAS

# MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO



**Abril 2013**

Esta publicación fue producida para su revisión por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Fue preparada por el International Resources Group, subsidiaria de Engility Corporation, en colaboración con ICF International y Stratus Consulting.

Las opiniones expresadas por el autor de esta publicación no reflejan necesariamente las de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni del gobierno de los Estados Unidos.

Este reporte ha sido preparado para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo la Orden de Trabajo Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático No.AID-OAA-TO-11-00040, bajo el Contrato de Cantidad Indefinida Gestión Integral de Recursos Hídricos y Costeros (WATER IQC II) No.AID-EPP-I-00-04-00024.

**Engility Corporation Contact:**

Glen Anderson, Chief of Party (Glen.Anderson@engilitycorp.com )  
Engility Corporation  
1211 Connecticut Ave. NW  
Suite 700  
Washington, DC 20036



# TABLA DE CONTENIDOS

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PANORAMA GENERAL .....</b>                                 | <b>1</b>  |
| <b>TRANSPORTE .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>SISTEMAS DE AGUA POTABLE .....</b>                         | <b>13</b> |
| <b>SISTEMAS DE SANEAMIENTO .....</b>                          | <b>17</b> |
| <b>MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS .....</b>                       | <b>21</b> |
| <b>SISTEMAS DE ENERGÍA.....</b>                               | <b>25</b> |
| <b>TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (TIC).....</b> | <b>29</b> |
| <b>ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES .....</b>           | <b>33</b> |
| <b>ACTIVOS DEL PATRIMONIO CULTURAL.....</b>                   | <b>37</b> |
| <b>EDIFICACIONES.....</b>                                     | <b>41</b> |





# PANORAMA GENERAL

**MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO**



## RESUMEN

La infraestructura comprende una gran variedad de sistemas esenciales para alcanzar las prioridades de desarrollo. El cambio climático puede ponerlos en peligro. El conjunto de fichas técnicas que se presenta en este documento describe los impactos que el cambio climático puede tener en nueve categorías de infraestructura en los países en desarrollo. Este panorama general presenta los temas comunes relacionados a la infraestructura, los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación, y presenta la terminología y conceptos básicos que se emplea en las fichas técnicas.

La infraestructura es fundamental para alcanzar las prioridades de los programas de desarrollo. Debido a que la infraestructura puede ser costosa y a menudo se construye para que dure varios decenios, estos activos sufren el efecto específico del cambio climático, aunque los impactos pueden variar dependiendo de los diferentes tipos y ubicaciones de dicha infraestructura. Es fundamental que se considere los impactos potenciales del cambio climático como parte de la elaboración general de programas y proyectos. Un proceso continuo de manejo adaptativo puede ayudar a que los tomadores de decisiones comprendan el concepto de vulnerabilidad, evalúen los impactos del clima, identifiquen prioridades y tomen acciones de adaptación apropiadas.

La infraestructura constituye la columna vertebral de las sociedades y sirve como cimiento de la vida económica, social y cultural de las comunidades y países. Una infraestructura resiliente y confiable es esencial para el transporte de bienes y personas, el suministro de energía y agua limpia, para el comercio, la comunicación y la respuesta de emergencia ante los desastres. Aun así los riesgos que plantea el cambio climático para la infraestructura a menudo no se toman completamente en cuenta cuando se les planifica, diseña y construye. Por consiguiente, existe la oportunidad de prestar mayor consideración a dichas cuestiones de tanta importancia.

La infraestructura abarca una gama de redes de edificaciones y de estructuras individuales que conforman elementos fundamentales de las comunidades dinámicas y funcionales. La infraestructura incluye los sistemas de transporte, agua y eliminación de desechos y redes de energía y comunicaciones. A menudo, la inversión en infraestructura es un componente integral de esfuerzos de desarrollo de mayor amplitud, como los destinados a garantizar la seguridad alimentaria, desarrollar la agricultura o mejorar la salud pública.

Este conjunto de fichas técnicas sobre nueve clases de infraestructura (ver recuadro) ofrece un resumen de los impactos que puede tener el cambio climático en dichos activos en los países en desarrollo. La importancia relativa de los diferentes tipos de infraestructura varía según la región, país y comunidad.

Este Panorama General presenta la terminología y conceptos básicos que se emplean en las fichas técnicas y resume los temas comunes relacionados con la infraestructura, los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación. Estos temas incluyen:

- La importancia de la infraestructura para los países en desarrollo.
- Las características únicas de la infraestructura en el contexto del cambio climático.
- Los impactos potenciales del cambio climático en los activos y servicios de la infraestructura de uso público.
- Los principios básicos para comprender e implementar un enfoque de manejo adaptativo.

Las siguientes nueve fichas técnicas abarcan dichos temas, en la medida en que resulten individualmente relevantes para cada tipo de infraestructura. También resumen las estrategias que pueden emplearse para prepararse y adaptarse ante los posibles impactos del cambio climático.

### CATEGORÍAS DE INFRAESTRUCTURA:

- Transporte
- Agua potable
- Sistemas de saneamiento
- Manejo de residuos sólidos
- Sistemas de energía
- Tecnología de información y comunicaciones (TIC)
- Estructuras de control de inundaciones
- Activos del patrimonio cultural
- Edificaciones

## LA INFRAESTRUCTURA ES FUNDAMENTAL PARA LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO

El éxito de los programas y prioridades de desarrollo a menudo descansa en una infraestructura sumamente operativa que preste servicios a quienes la necesitan y permita alcanzar objetivos programáticos. Si bien la infraestructura puede no siempre ser un componente central de los programas, el apoyo al desarrollo y mantenimiento de la infraestructura está imbricado en muchos de dichos programas.

La infraestructura juega un papel integral en el logro de los propósitos centrales de programas como “Alimentar el Futuro” (Feed the Future, FTF en inglés), los programas de agua, saneamiento e higiene, crecimiento económico y comercio, reducción del riesgo de catástrofes y del desarrollo urbano. Por ejemplo, apoyando la construcción de infraestructura de agua, USAID y otros profesionales del desarrollo proporcionan agua potable a las comunidades de todo el mundo. Más aún, gracias a una serie de infraestructuras – incluyendo infraestructura para la gestión de desastres como las rutas de evacuación, apoyo y respuesta; los canales de comunicaciones; los refugios comunales y las instalaciones de atención para la salud – se puede salvar vidas y proteger a las comunidades.

Un ejemplo programático específico es FTF que se apoya en una serie de infraestructuras de uso público para el desarrollo de la agricultura. Gracias a una robusta red de transporte, los agricultores tienen acceso a semillas y pueden vender sus productos en los mercados intermedios. La irrigación requiere el suministro confiable de agua. Las redes de energía alimentan las plantas de procesamiento de productos agrícolas. Éstos y otros sistemas de infraestructura son fundamentales para que FTF contribuya a mejorar la seguridad alimentaria.

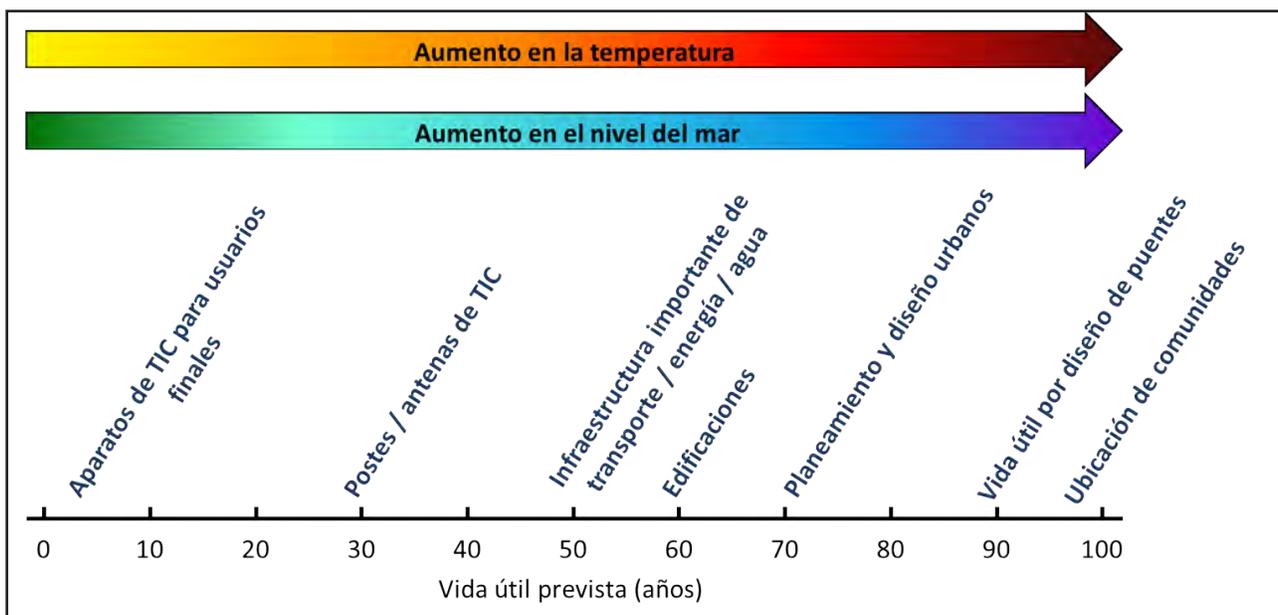
## LA INFRAESTRUCTURA ES AFECTADA DE MANERA ESPECIAL POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los sistemas de infraestructura se construyen de manera que sean duraderos. Una vez construidos, muchos tipos de infraestructura prestan servicio durante períodos de más de 20, 50 e incluso 100 años. Algunos de los sistemas más importantes y útiles del mundo tienen componentes que han durado más de un siglo (por ejemplo, los ferrocarriles de la India y el sistema de tren subterráneo en el área metropolitana de Nueva York).

Si bien algunos tipos de infraestructura se mejoran y reemplazan periódicamente, los proyectos de infraestructura de mayor envergadura – como puentes, sistemas de desagües y edificios públicos – demandan inversiones significativas cuya planificación y construcción pueden requerir muchos años. Una vez que han sido construidos, estos sistemas a menudo prestan servicios durante varias décadas, y frecuentemente determinan los patrones locales y regionales de desarrollo. **En consecuencia, las decisiones sobre la infraestructura que se tomen hoy pueden afectar a varias generaciones.**

Debido a que la infraestructura y los servicios que presta son un componente integral de la vitalidad económica y social de las comunidades y países – y porque requieren importantes compromisos financieros e influyen en los patrones de desarrollo – es fundamental que sean diseñados y reciban mantenimiento para que emitan pocas emisiones de carbono, sean resilientes y respondan a los impactos del cambio climático a lo largo del tiempo. En general, mientras mayor sea la vida útil prevista de la infraestructura de uso público, más importante será incorporar consideraciones sobre el cambio climático en su planeamiento y diseño (Figura 1).

Figura 1. Vida útil de diferentes tipos de infraestructura en función del cambio climático a largo plazo<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Adaptado de: AEA, 2010. Adapting the ICT Sector to the Impacts of Climate Change: Final Report (Adaptando el sector de TIC a los impactos del cambio climático: Informe final) <http://archive.defra.gov.uk/environment/climate/documents/infrastructure-aea-full.pdf>

Además, gran parte de la **infraestructura es interdependiente**. Por ejemplo, las plantas de energía permiten la operación de los sistemas de telecomunicaciones, los cuales a su vez permiten operar los sistemas de manejo del recurso hídrico. Por esta razón, una interrupción del suministro de electricidad puede tener un efecto de cascada en toda una región. A medida que avanza la tecnología, la infraestructura se hace cada vez más interdependiente debido a la introducción de tecnologías "inteligentes".

Por ejemplo, el empleo de redes energéticas inteligentes significa que la infraestructura de energía depende de la infraestructura de información y comunicaciones, mientras que la electrificación del transporte aumenta la dependencia de las redes de transporte respecto de la red eléctrica. Si bien dichos avances permiten mejorar la eficiencia y la confiabilidad de todos los sistemas, la interdependencia de la infraestructura subraya la importancia crítica de emplear un enfoque de sistema en el planeamiento para evitar y prepararse para posibles interrupciones, incluyendo las que se deban al cambio climático.

La infraestructura también está relacionada de manera particular con el cambio climático en el sentido de que **la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura contribuye de manera significativa al problema del cambio climático en sí mismo**. La infraestructura y operación del sistema de energía, las edificaciones (especialmente industriales) y del sistema de transporte son fuente clave de las emisiones de gases de invernadero. Apoyar una infraestructura no sostenible puede generar un ciclo vicioso en el que la influencia y factores dominantes de la infraestructura en cuestión perpetúan la dependencia respecto del empleo de combustibles fósiles e incrementen las emisiones de gases de invernadero. Todo ello subraya la importancia de construir infraestructura sostenible que sustente un crecimiento bajo en emisiones. En los países en desarrollo, donde todavía está por construirse una parte importante de la infraestructura requerida para satisfacer las necesidades de desarrollo, es esencial tener en cuenta la ubicación, empleo de energía y conectividad de las instalaciones de infraestructura para asegurar que sean económicas, permitan un mejor acceso, minimicen las emisiones de carbono y sean más resilientes ante las cambiantes condiciones del clima.

## LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA VARÍAN

Los impactos del cambio climático en la infraestructura deben tenerse en cuenta en una amplia gama de decisiones sobre el desarrollo. Por ejemplo, la vulnerabilidad ante el clima debe evaluarse para la preparación de las estrategias de desarrollo y los planes sectoriales. A nivel del proyecto, los posibles impactos del cambio climático deben tomarse en cuenta en numerosas áreas programáticas, como los recursos hídricos, la seguridad alimentaria y la reducción del riesgo de desastres.

Como se muestra en las fichas técnicas adjuntas, existen numerosas maneras de prepararse y adaptarse para el cambio en las condiciones climáticas. Estas estrategias de desarrollo resilientes al cambio climático pueden adecuarse a condiciones específicas a nivel local y regional dentro de las restricciones prácticas tanto fiscales como de capacidades. La incorporación de las consideraciones del clima en los procesos permanentes de planeamiento y toma de decisiones mediante un enfoque de desarrollo resiliente al clima puede ayudar a que USAID y otros profesionales del desarrollo aseguren la eficacia y resiliencia de sus inversiones en programas, proyectos e infraestructura.

El desarrollo de infraestructura resiliente al clima es un proceso que se puede alcanzar siguiendo los cinco pasos que se describen en el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático (Figura 2).

**Figura 2.** Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático de USAID



Los gestores pueden ingresar a este proceso en cualquier punto del ciclo, dependiendo del estado del programa o proyecto en cuestión. En conjunto, estas cinco etapas constituyen un proceso permanente y flexible en el cual los gestores pueden incluir nueva información (como mejores datos sobre el clima o cambios de las condiciones socio-económicas) y validar y refinar sus respuestas de adaptación.

Por ejemplo, durante la etapa de **Evaluación y ajustes** de un proyecto de infraestructura existente, el gestor puede encontrar vulnerabilidades climáticas que no se consideraron cuando se concibió el proyecto. En tal caso, el gestor debe regresar a la fase de **Análisis** para entender mejor las vulnerabilidades, a lo que seguirá una reconsideración del **Diseño** para identificar las maneras de abordar las vulnerabilidades. Las estrategias de adaptación elegidas deben implementarse de acuerdo con la etapa de **Implementación y gestión**.

Los conceptos subyacentes a cada una de las etapas se explican a continuación.

### ALCANCE: ESTABLECER EL CONTEXO Y ENFOQUE DE DESARROLLO



La gestión efectiva de los servicios de infraestructura requiere entender el contexto general, inclusive el papel de la infraestructura en el apoyo al desarrollo. Los gestores pueden adquirir este conocimiento identificando en primer lugar el papel que los servicios de infraestructura bajo su administración desempeñan en el logro de los objetivos generales de desarrollo como la reducción del hambre, la mayor seguridad física o la mayor prosperidad económica. También deben tener en cuenta la manera en que los servicios de infraestructura dependen de otros insumos e interactúan con ellos para lograr dichos objetivos y las condiciones que permiten la prestación de dichos servicios.

Por ejemplo, un proyecto de infraestructura de riego destinado a lograr el objetivo de un país de reducir el hambre debe considerar todos los aspectos del proyecto al igual que los del objetivo general incluyendo los aspectos físicos (por ejemplo, disponibilidad de agua), naturales (condición del suelo), humanos (mano de obra para usar el sistema de riego), y económicos (generación de ingresos para poder pagar la administración del sistema a largo plazo). Asimismo, se debe tener en

cuenta las condiciones que permiten el funcionamiento del proyecto de infraestructura. En el ejemplo previo, las condiciones facilitadoras que determinarán la capacidad del proyecto de prestar los servicios previstos en vista del cambio climático pueden ser factores políticos (por ejemplo, políticas que permitan la transferencia de aguas), factores económicos (préstamos para incrementar la producción agrícola) y circunstancias sociales (posibles conflictos por reasignación de recursos hídricos cuando aumenta la sequía).

A continuación los gestores deben tener en cuenta los estresores, tanto climáticos como no climáticos que afectan estos insumos y condiciones facilitadoras. Por ejemplo, los estresores climáticos como una mayor frecuencia de eventos de fuertes precipitaciones pueden llevar al límite la capacidad del sistema de drenaje de minimizar la contaminación corriente abajo. Los estresores no climáticos, como el mal mantenimiento del sistema de drenaje, también pueden recortar su eficacia. Al identificar estos estresores, los gestores también deben identificar necesidades y oportunidades relacionadas que puedan contribuir al diseño de soluciones apropiadas para las condiciones locales.

Entender rápidamente el contexto del desarrollo en la etapa de determinación del alcance permite a los gestores adecuar su enfoque a las etapas posteriores del Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático. Una táctica efectiva en la fase de **Alcance** que puede ayudar a informar las consideraciones precedentes es la realización de talleres o consultas en que los encargados de tomar decisiones, partes interesadas y expertos se reúnen para identificar y afinar su conocimiento de los principales objetivos de desarrollo que se pretende atender; los insumos y condiciones facilitadoras importantes, y los estresores climáticos y no climáticos que podrían afectar el éxito del proyecto.

En algunos casos, estas conversaciones sobre el alcance del proyecto pueden sacar a la luz vulnerabilidades que ya son particularmente agudas pero para las cuales las soluciones pueden ser relativamente obvias. En dichos casos, puede pasarse rápidamente a la etapa de **Diseño** para abordarlas. Sin embargo, en la mayor parte de casos, los resultados principales de la discusión sobre el alcance permitirán estructurar una evaluación rigurosa de la vulnerabilidad en la etapa de Evaluación que se necesita para dar forma a las opciones que estimulen el desarrollo resiliente al clima.

## ANÁLISIS: MEJORAR LA CAPACIDAD DE ENTENDER LAS VULNERABILIDADES



Los posibles impactos del cambio climático varían según la ubicación y deben considerarse a niveles regional y local. Además, las infraestructuras de diferentes tipos presentan vulnerabilidades variables ante los estresores climáticos. Es fundamental entender que existen varios futuros posibles, en los que las condiciones del clima y su impacto varían, para tomar decisiones sólidas. Mediante el contexto preparado en la etapa de **Alcance**, se puede integrar estos impactos climáticos y no climáticos a un panorama más amplio de las barreras y restricciones que podrían enfrentar los programas de desarrollo. La elección de los temas de infraestructura que se debe abordar en primer lugar requiere una visión amplia del significado relativo de los diferentes componentes de la infraestructura en el contexto de los objetivos de desarrollo y los recursos de las organizaciones.

Como parte de la etapa de **Análisis** los profesionales del desarrollo por tanto deben analizar las vulnerabilidades y establecer las prioridades de adaptación.

## ANÁLISIS DE LAS VULNERABILIDADES

La vulnerabilidad ante el cambio climático se define como el grado en que la infraestructura es susceptible de sufrir los efectos adversos de los estresores externos climáticos que actúan en ella, y su incapacidad para enfrentarlos. En las fichas técnicas se presentan ejemplos específicos de vulnerabilidades para diferentes tipos de infraestructura.

La vulnerabilidad es una función de tres componentes: exposición, sensibilidad (fragilidad) y capacidad de adaptación, donde cada componente afecta la vulnerabilidad general.

**Exposición:** la exposición se refiere al grado en que la infraestructura bajo consideración (por ejemplo, un puerto o una planta de tratamiento de aguas servidas) puede ser objeto de estrés climático. Existen dos elementos principales que deben considerarse en el momento de la exposición: el cambio del clima (la naturaleza, magnitud, tasa, frecuencia y momento del cambio climático) y la medida en qué dicho cambio tendrá un impacto directo sobre el activo específico de infraestructura (lo cual queda en gran medida determinado por la ubicación de la infraestructura en relación con la ubicación del impacto).

Los cambios del clima pueden representarse mediante escenarios climáticos multi-decadales. Dichos escenarios permiten identificar una gama de posibles cambios. Cada vez se cuenta con mayor información sobre escenarios climáticos para la mayor parte de regiones, con lo que los tomadores de decisiones contarán con los elementos para evaluar el rango de posibles impactos. Los estresores climáticos - como el aumento del nivel del mar, la temperatura y la mayor intensidad de las tormentas - que interactúan con las condiciones ambientales locales, así como con los estresores climáticos, dan como consecuencia impactos diferentes en áreas diferentes. Por ejemplo, los impactos del aumento del nivel de los océanos sobre la infraestructura serán más severos y causarán mayores inundaciones en regiones que experimentan subsidencia terrestre.

**Sensibilidad (fragilidad):** la sensibilidad es el grado en que un activo o sistema de infraestructura será afectado o dañado por un estresor climático al que esté expuesto. Las diferentes infraestructuras serán más o menos sensibles al mismo nivel de exposición. Por ejemplo, la madera puede ser más sensible que el cemento a la humedad y el viento. En consecuencia, las edificaciones de madera son más vulnerables a las inundaciones y huracanes que las construcciones de cemento.

Capacidad de adaptación: en el contexto de la infraestructura, la capacidad de la adaptación es la capacidad o potencial de prevenir, prepararse y responder a los posibles impactos del cambio climático en un activo, sistema o servicios prestados. Esta capacidad incluye moderar los posibles daños, aprovechar oportunidades o asumir las consecuencias. Los motores socio-económicos fundamentales - como el acceso a la educación o información, nivel de ingresos e instituciones y redes sólidas - a menudo son indicadores clave de la resiliencia y capacidad de adaptación.

## PRIORIZAR LAS NECESIDADES DE ADAPTACIÓN

El proceso de evaluación de vulnerabilidades permitirá a los planificadores y tomadores de decisiones contar con información acerca de los estresores previstos, los impactos climáticos consecuentes y los múltiples sistemas de infraestructura en riesgo. Los tomadores de decisiones podrán, por tanto, establecer prioridades para determinar cuáles infraestructuras deberán priorizarse. Las prioridades de adaptación podrán escogerse según un proceso de revisión basado en la evaluación de cuatro factores clave por parte de los tomadores de decisiones:

- **¿Cuán crítica es la infraestructura en la prestación de un servicio necesario y para asegurar efectos duraderos del programa?** Los componentes de una red o activo de infraestructura pueden evaluarse a partir de factores como el volumen de uso, la importancia relativa de diferentes activos para las funciones cotidianas o estratégicas, su papel en las evacuaciones de emergencia y su valor en la percepción de los formuladores de políticas.

Es especialmente importante determinar el papel que juega la infraestructura durante la respuesta a los desastres cuando se evalúa su importancia crítica, debido a que es esencial contar con una estructura resiliente para garantizar la seguridad de las personas y proteger vidas. La infraestructura empleada en la respuesta a los desastres a menudo representa la infraestructura más crítica dentro de cada categoría, particularmente si no existen sistemas de soporte. Por ejemplo, ciertos elementos de la red de transportes son mucho más importantes que otros. Los puentes que conecten islas a tierra firme son fundamentales para el transporte cotidiano de bienes y personas, y son especialmente importantes durante las emergencias, en particular si no existen rutas alternativas. Por el contrario, los caminos de baja intensidad de tránsito en localidades con múltiples rutas de acceso podrían ser menos críticos. Además, los generadores de electricidad que alimentan hospitales e instalaciones de atención son fundamentales para prestar atención médica y preservar vidas.

- **¿Cuál es la probabilidad del impacto climático posible?** La magnitud del cambio climático futuro es incierta y las rutas por las cuales el cambio climático afectará la infraestructura a menudo no se entienden cabalmente. Por consiguiente, a menudo es difícil asignar una probabilidad cuantitativa a impactos climáticos específicos. El uso de escenarios climáticos ayuda a enfrentar este reto. Dichos escenarios pueden ayudar a identificar una gama de posibles cambios y caracterizar la probabilidad de un impacto en una región particular. Esta información proporciona a los tomadores de decisiones la base para evaluar el rango de los posibles impactos.
- **¿Qué tan severas serán las consecuencias del impacto climático? ¿Qué tan pronto podrían ocurrir?** La severidad y momento en que se produzcan los impactos climáticos son factores importantes para identificar cuáles requieren la mayor atención para llevar a cabo acciones de adaptación. Aunque algunos eventos climáticos puedan tener poca probabilidad de ocurrir, pero el perjuicio que ocasionarían a la infraestructura y las pérdidas de vida pueden ser tan severos que aún así pueden requerir medidas de adaptación. Por ejemplo, mientras que una inundación de 100 años, definida como la probabilidad 1 de 1% de que se produzca una inundación en un año dado, puede producirse muy infrecuentemente, si puede dañar y destruir gran parte de la infraestructura de una región y poner en peligro muchas vidas. Este tipo de evento puede ser particularmente perjudicial si la infraestructura de respuesta a los desastres queda comprometida o resulta insuficiente. Más aún, los activos empleados para responder al desastre pueden ser afectados por los mismos estresores contra los que fueron diseñados. De otro lado, un evento de alta probabilidad puede tener consecuencias menores a corto plazo. Aunque el impacto sea de poca consecuencia, puede agravarse si los impactos se acumulan a lo largo del tiempo. El momento proyectado de los impactos climáticos también merece gran atención: las amenazas inminentes requieren pronta acción mientras que los impactos incrementales o esperados en décadas futuras permiten mayor flexibilidad en la adaptación de planes e infraestructura.
- **¿Con qué recursos se cuenta?** Asumiendo que existen limitaciones de financiamiento, experiencia técnica y capacidad institucional, quienes toman decisiones a nivel local deben dirigir sus recursos a un subconjunto de las necesidades de mayor prioridad basándose en los tres factores antes mencionados.

## DISEÑO: IDENTIFICAR, EVALUAR, Y SELECCIONAR LAS OPCIONES DE ADAPTACIÓN



Una vez que se ha entendido la vulnerabilidad de los activos e identificado la infraestructura prioritaria, existen varias acciones posibles para mejorar la resiliencia de la infraestructura. El diseño de las acciones de adaptación es más efectivo cuando es parte integral del desarrollo de programas y proyectos. En las fichas técnicas se plantean ejemplos ilustrativos de estas acciones de adaptación.

Existen varias alternativas y estrategias de adaptación, preparación y respuesta ante los impactos del cambio climático. La identificación de alternativas apropiadas dependerá de varias características, como los impactos que se enfrente, y en particular, su momento y tipo, la ubicación del activo de infraestructura (en la costa, montañas, valles fluviales, áreas protegidas, etc.), la interconexión de los sistemas, el contexto socio-económico y los objetivos generales de desarrollo.

Otros factores son el nivel de recursos requeridos para implementar la acción de adaptación, así como los impactos y beneficios resultantes a nivel del sistema. Algunas acciones de adaptación requieren pocos o ningún recurso, mientras que otras pueden ser intensivas en recursos. La evaluación económica puede proporcionar información útil del costo-beneficio o del costo-efectividad de las alternativas de adaptación.

Alternativamente, algunas acciones de adaptación pueden proteger contra el cambio climático en el corto plazo pero incrementar la vulnerabilidad a mediano o largo plazo. El examen de una gama de futuros escenarios y de las implicaciones resultantes es importante para asegurar que las acciones de adaptación sigan siendo valiosas en el futuro. Debe prestarse atención cuidadosa a los impactos ambientales, económicos y sociales de dichas acciones, incluyendo las emisiones de gases invernadero asociadas con una acción específica de adaptación. Si se diseña las acciones de adaptación con atención, no solamente se podrán reducir de los impactos del clima en la infraestructura y los servicios asociados, sino que también se obtendrán importantes beneficios concomitantes, como es el caso de las acciones de las nunca nos arrepentiríamos ya que benefician a las comunidades y coadyuvan a otros objetivos de desarrollo, independientemente del grado de cambio climático.

Las acciones de adaptación pueden clasificarse en “fuertes” o “blandas”. Las acciones “fuertes” involucran obras de ingeniería o cambios en la estructura de la infraestructura existente (o nueva), incluyendo enfoques “verdes” que usen métodos naturales o centrados en el medio ambiente, como por ejemplo, la arquitectura paisajística. Las acciones “blandas” se concentran en los cambios de políticas o normas, y la capacitación o educación de los interesados. Las alternativas de adaptación difieren según su período de implementación, la vida útil de servicios y los costos asociados. A menudo puede identificarse varias acciones de adaptación factibles para responder a una vulnerabilidad específica. En cada hoja informativa se presentan ejemplos de tales acciones.

En el caso de la infraestructura, las acciones de adaptación pueden categorizarse en tres enfoques principales: reajustar y gestionar; proteger y fortalecer; y retirar/reubicar. Aunque no es siempre el caso, el costo de estos enfoques generalmente aumenta a medida que se adoptan enfoques “duros” de ingeniería o estrategias de reubicación.

**REAJUSTAR Y GESTIONAR:** estas opciones se caracterizan porque se concentran en los cambios en las prácticas y programas de gestión. Consisten en la actualización de planes, políticas de gestión, normatividad y actividades de mantenimiento y operación. Los ejemplos incluyen el

cambio en la frecuencia de los calendarios de reparaciones, la instalación de sistemas redundantes para respaldar un sistema primario en caso de interrupción, la formulación de planes de contingencia y los programas de educación y capacitación. Estas acciones a menudo pueden ser rediseñadas prontamente, a partir de una evaluación de avance, los cambios en las necesidades y nueva información. El empleo apropiado de estas estrategias permite a los tomadores de decisiones manejar el nivel de riesgo y monitorizar las condiciones, así como posponer los enfoques de construcción o reubicación de mayor costo. En algunos casos, no se requiere acciones adicionales, ya que reajustando las prácticas existentes y las estrategias de ajuste y gestión se puede incrementar la resiliencia, manejar los efectos del cambio climático como parte de las actividades rutinarias, o preparar el manejo de emergencias en caso de que falle la infraestructura.

**PROTEGER Y FORTALECER:** las opciones en este enfoque implican cambios estructurales en la manera en que se diseña, construye, renueva o protege un sistema de infraestructura. Las estrategias de protección y fortalecimiento incluyen acciones como la mayor exigencia en las normas de diseño (por ejemplo, el empleo de materiales de construcción más resistentes) y el refuerzo o fortalecimiento de las estructuras existentes (por ejemplo, incorporando soporte adicional en los cimientos, levantando barreras de protección en torno de rutas críticas). Otros ejemplos de opciones "duras" son el incremento de la altura de puentes y estructuras, la modificación de la curva de trenes y caminos, la construcción de refuerzos ribereños o muros de contención marítimos, la creación de áreas naturales como zonas de amortiguamiento (como los humedales o el relleno de islas que sirvan de barreras) y el empleo de materiales de construcción más resilientes. Estas alternativas pueden ser intensivas en recursos financieros, técnicos y organizativos. Puede ser más efectivo desde el punto de vista del costo implementar estas acciones como parte de los programas de mejoramiento o reemplazo de infraestructuras. Más aún, estas alternativas tienden a ser más permanentes, haciéndolas menos capaces de responder al cambio de las circunstancias. Para evitar una mala adaptación, se debe diseñar especialmente bien las infraestructuras de larga vida y alto costo para asegurar su resiliencia ante una gama de posibles futuros climáticos. Cuando sea posible, los diseños deben ser flexibles para permitir la incorporación de cambios o mejoras futuros que se requieran debido a la evolución de las condiciones climáticas (por ejemplo, un muro de contención marino cuya altura pueda incrementarse).

**RETIRAR/REUBICAR:** esta estrategia trata de reducir el grado de exposición mediante el traslado de activos y sistemas fuera de las áreas expuestas, como líneas de playa, llanuras inundables y áreas susceptibles al riesgo de deslizamientos de tierra, avenidas de lodo, inundaciones o incendios. Por ejemplo, los edificios públicos – como hospitales, infraestructura relacionada con los desastres tales como rutas de evacuación o helipuertos y otros sistemas críticos de infraestructuras, tales como plantas de energía, tuberías de agua o subestaciones telefónicas – deben reubicarse en áreas más protegidas, lejos de la costa.

Una vez que se ha identificado un subconjunto de alternativas de adaptación, los administradores adoptarán un curso de acción. Dicho curso de acción puede ser un "paquete" de acciones específicas para maximizar la efectividad en el logro de los objetivos generales de desarrollo. Los factores – como beneficios a nivel del sistema, restricciones de financiamiento, aportes de los interesados, emisiones de gases de efecto invernadero y capacidad de los recursos humanos – son elementos clave en este proceso. Además, es importante considerar el factor temporal al elegir un curso de acción determinado. Si bien ciertas acciones pueden requerir una pronta implementación para mitigar consecuencias inminentes, otras acciones pueden no ser tan urgentes. De ser posible, las acciones cuya adaptación sea intensiva en capital, deben postergarse hasta que el monitoreo continuado de los estresores climáticos y no climáticos

permita reducir la incertidumbre asociada a la amplitud y magnitud de los impactos climáticos y la efectividad de las acciones de adaptación.

Las fichas técnicas presentan ejemplos específicos de opciones de adaptación para cada tipo de infraestructura. Sírvase consultar "USAID guidance, Climate-Resilient Development: A Guide to Understanding and Addressing Climate Change" (Orientación USAID. Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático: Una Guía para Comprender y Enfrentar el Cambio Climático), donde encontrará mayor información sobre cómo elegir, integrar e interrelacionar estrategias de adaptación.

## IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN: PONER LA ADAPTACIÓN EN PRÁCTICA



Una vez que se haya identificado una o un conjunto de medidas de adaptación, los administradores procederán a implementar y gestionar este curso de acción.

Como en el caso de los programas de desarrollo tradicionales, las medidas de adaptación requieren la elaboración e implementación de una estrategia clara para asegurar que existan capacidades, recursos, conciencia y educación adecuados para que dichas acciones alcancen los objetivos deseados. Ello puede involucrar una amplia gama de actividades, como la planificación, elaboración de políticas e identificación de recursos. El diseño y construcción de proyectos de ingeniería estructural, como la construcción de estructuras de adaptación o la adecuación de instalaciones, pueden requerir varios años. Las medidas de adaptación de políticas pueden implementarse a través de programas existentes o requerir nuevas iniciativas. La creación de capacidades entre los interesados a menudo es un componente clave del éxito de la implementación y gestión de las opciones de adaptación.

## EVALUACIÓN Y AJUSTES: HACER SEGUIMIENTO AL DESEMPEÑO E IMPACTOS



Para lograr éxito en la gestión para la adaptación, se requiere un proceso continuo de monitoreo y evaluación. Dicho monitoreo incluye el seguimiento del cambio en las condiciones de la infraestructura y de la eficacia de las opciones de adaptación emprendidas hasta la fecha.

Las condiciones en que la infraestructura presta servicios se modifican permanentemente: el clima sigue cambiando, las condiciones ambientales se modifican, la población crece y los patrones económicos y de desarrollo cambian. El monitoreo de estas condiciones cambiantes es crítico para comprender cabalmente los retos que el futuro plantea a la resiliencia de la infraestructura. La evaluación de la efectividad de las prácticas existentes, así como de las acciones de adaptación emprendidas en este contexto ayuda a los tomadores de decisiones a determinar cuáles estrategias han funcionado, a identificar los enfoques menos eficaces y a planear los siguientes pasos.

Para entender si las soluciones implementadas fueron efectivas, los tomadores de decisiones y planificadores pueden monitorear los cambios en las condiciones del clima y el medio ambiente, la condición y desempeño de la infraestructura, y los cambios de las necesidades de las comunidades y regiones.

El monitoreo y evaluación son particularmente importantes debido a que gran parte de la adaptación es proactiva, en la búsqueda por enfrentar y mitigar los cambios climáticos antes de que tengan impacto. A menudo, los datos empleados para evaluar la probabilidad, seriedad y consecuencias de los cambios climáticos futuros son relativamente inciertos. Por tanto,

se deben diseñar las estrategias y acciones de adaptación de manera que sean respuestas sólidas a una gama de futuras condiciones del clima posibles. Las acciones deben monitorearse y evaluarse de manera continua para asegurar que hayan sido bien implementadas y que sean apropiadas y eficaces a medida que evolucionan las condiciones climáticas. Las opciones de adaptación luego podrán reajustarse a partir del aprendizaje que se logra mediante dicho monitoreo y evaluación.

## LA INCERTIDUMBRE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La incertidumbre es una parte inherente de la incorporación del cambio climático en las decisiones relacionadas con la infraestructura. Las fuentes de incertidumbre comprenden las siguientes:

- Un comportamiento humano impredecible que provoca cambios en los patrones de población y desarrollo, en el uso de los suelos y recursos, el avance de la tecnología, modificaciones del consumo de energía que alteran las emisiones de gases de efecto invernadero, cambios en la gobernanza y muchos otros factores.
- La dificultad para representar el conocimiento sobre procesos físicos, humanos y ecológicos mediante modelos de los cambios climáticos futuros y de vulnerabilidad de las infraestructuras y sistemas asociados.
- La variabilidad inherente de los sistemas, incluyendo los sistemas cotidianos, climáticos o de infraestructura.

Estas fuentes de incertidumbre pueden abordarse en la toma de decisiones empleando una amplia gama disponible de escenarios climáticos y no climáticos, tomando en cuenta el rango de la variabilidad natural presente (incluyendo los extremos) y el monitoreo de los cambios de las condiciones, inclusive la extensión y magnitud de los impactos del clima en la infraestructura. Estas caracterizaciones de la incertidumbre deben tratarse en toda comunicación de los resultados del modelamiento para asegurar que se tengan en cuenta en la toma de decisiones.

## PRÓXIMOS PASOS

Mediante la incorporación de las consideraciones sobre las resiliencia al clima en la programación de proyectos de infraestructura, USAID y otros profesionales del desarrollo pueden asegurar que los programas logren un éxito sostenible. Esta visión panorámica ha proporcionado una introducción a los conceptos básicos empleados en las reflexiones acerca de la resiliencia y la adaptación climática. Las fichas técnicas sobre infraestructura que se acompañan presentan más detalles.

Además de este conjunto de informaciones, los profesionales del desarrollo pueden:

### **Consultar con especialistas**

Los especialistas pueden orientar y apoyar el desarrollo de programas y proyectos resilientes al clima, proporcionando asistencia técnica, guía y capacitación. Las misiones de USAID pueden recibir esta información directamente desde la sede de USAID.

### **Referirse a las guías de USAID**

La guía de USAID denominada "Climate-Resilient Development: A Guide to Understanding and Addressing Climate Change" (Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático: Una Guía para Comprender y Enfrentar el Cambio Climático) está destinada a ayudar a los profesionales del desarrollo a entender de qué manera el clima puede impactar sus programas y proyectos, y cómo pueden enfrentarse estos impactos para fomentar un desarrollo resiliente al clima. La sede de USAID también puede proporcionar a las misiones recursos de referencia específicos de USAID para ayudar a incorporar el cambio climático en otros programas de USAID o diseñar programas específicos para la adaptación.

### **Recolectar datos preliminares**

Para mejorar el estado del conocimiento y empezar a comprender los posibles impactos climáticos, la vulnerabilidad y el riesgo que enfrenta la infraestructura, los profesionales del desarrollo pueden comenzar a recolectar datos sobre los tipos y ubicaciones de infraestructura de manera que se pueda contribuir a la evaluación de su importancia crítica, exposición y sensibilidad (o fragilidad). La recolección de datos climáticos mediante indicadores como precipitación, temperatura y eventos extremos, es esencial para evaluar el impacto histórico de la variabilidad del clima en la infraestructura.

### **Empezar a evaluar programas críticos existentes o bajo diseño**

El personal del programa puede empezar a analizar cuáles sistemas de infraestructura son críticos para las operaciones de los programas y el crecimiento económico para contribuir a la priorización de acciones. Al diseñar nuevos programas o proyectos, los profesionales del desarrollo deben llevar a cabo evaluaciones del riesgo y vulnerabilidad climáticos y consultar con especialistas para obtener mayor información. Simultáneamente, los equipos de programas / proyectos deben emprender evaluaciones de los programas y proyectos existentes y comprender las oportunidades para institucionalizar las consideraciones sobre el clima.

### **Crear capacidades en evaluación de riesgos y diseño de opciones de adaptación**

Los profesionales del desarrollo pueden asistir a capacitaciones sobre adaptación y gestión adaptativa que los orientarán en la realización de evaluaciones del riesgo y vulnerabilidades y de las estrategias de gestión adecuadas. También se cuenta con información en diversos portales relacionados con el cambio climático y capacitaciones en línea. La sede de USAID puede proporcionar al personal de las misiones capacitaciones, orientación y documentos de referencia específicos de USAID.

### **Empezar a integrar en los proyectos las medidas para abordar el riesgo climático de las infraestructuras**

Después de las actividades de evaluación y capacitación, los profesionales del desarrollo deben comenzar a institucionalizar las evaluaciones sobre el riesgo climático como parte de los proyectos y programas mediante el diseño de planes de redundancia, la incorporación de los cambios en la gestión de operaciones, y proporcionando orientación a los interesados sobre las mejores prácticas y lecciones aprendidas.

## RECURSOS ADICIONALES

**Adapting to Climate Variability and Change: A guidance manual for development planning**

[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADJ990.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADJ990.pdf)

**Climate One-Stop**

<http://arcserver4.iagt.org/climate/stop/Default.aspx?mode=modeDataVisualization>

**SERVIR**

<http://www.servir.net/>

**Climate Change Knowledge Portal**

<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm>

**Climate Wizard**

<http://www.climatewizard.org/index.html>

**Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability**

[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_wg2\\_report\\_impacts\\_adaptation\\_and\\_vulnerability.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg2_report_impacts_adaptation_and_vulnerability.htm)

**Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries**

<http://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>

**National Communications**

[http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2979.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php)

**National Adaptation Programme of Action (NAPA)**

[http://unfccc.int/cooperation\\_support/least\\_developed\\_countries\\_portal/submitted\\_napas/items/4585.php](http://unfccc.int/cooperation_support/least_developed_countries_portal/submitted_napas/items/4585.php)

**Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change in Multiple Regions and Sectors (AIACC)**

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/aiacc/>

**Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)**

[http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-SPMbrochure\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-SPMbrochure_FINAL.pdf)

---

Enviar las preguntas, retroalimentación, sugerencias y solicitudes de apoyo a [climatechange@usaid.gov](mailto:climatechange@usaid.gov).

*Publicado en abril de 2013*



# TRANSPORTE

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Puente destruido. Foto: IRG



- ▶ Los impactos del cambio climático sobre la infraestructura de transporte pueden incluir la inundación temporal o permanente de carreteras, puentes y puertos; mayores costos de mantenimiento debido a los daños sufridos o el mayor deterioro; e interrupción del servicio.
- ▶ Ya que el transporte confiable es esencial para contar con comunidades robustas y para el desarrollo económico, los impactos del cambio climático en la infraestructura de transporte pueden tener implicaciones de largo alcance para algunos programas de desarrollo, especialmente aquéllos que dependen del transporte para llegar a las poblaciones que deben atender.
- ▶ Las opciones de adaptación relacionadas al transporte incluyen el diseño de servicios de respaldo, la construcción de barreras contra oleadas por tormentas y elevar las carreteras. En algunos casos podría ser necesario reubicar la infraestructura.

### EL TRANSPORTE ES UN ELEMENTO INTEGRAL DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

La infraestructura de transporte a menudo constituye la columna vertebral de las actividades económicas locales, regionales, nacionales e internacionales y de las actividades de las comunidades. Permite la distribución de bienes y servicios entre y dentro de países y facilita el acceso a las escuelas, mercados y servicios de salud. En tanto tal, la infraestructura de transporte es vital para los programas de desarrollo alrededor del mundo.

Para implementar programas de seguridad alimentaria, por ejemplo, USAID y otros profesionales del desarrollo han apoyado la construcción y operación de carreteras y vías férreas así como el acceso a puertos y aeropuertos para permitir el movimiento de suministros alimentarios críticos hacia y desde los mercados. **Mediante su apoyo al transporte confiable y resiliente ante el cambio climático, USAID y otros profesionales del desarrollo pueden asegurar que los programas tendrán efectos duraderos.**

#### EL TRANSPORTE INCLUYE:

- Carreteras (inclusive puentes, túneles y senderos para bicicletas y peatones)
- Vías férreas
- Puertos y vías navegables
- Aeropuertos

#### EL TRANSPORTE SUSTENTA:

- Los programas de seguridad alimentaria
- La asistencia humanitaria
- Los programas urbanos
- El crecimiento económico y comercio

### LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Los cambios en la variabilidad y magnitud de la temperatura, precipitación, el aumento de los niveles de los mares y los eventos climáticos extremos pueden afectar la infraestructura de transporte. Por ejemplo, un aumento de los niveles de los mares puede inundar de manera permanente las redes costeras de transporte, haciendo que las carreteras, aeropuertos y puertos se vuelvan inutilizables; oleadas más fuertes durante tormentas más frecuentes e intensas pueden dañar significativamente la infraestructura; y en las áreas donde las temperaturas se mantienen elevadas por períodos prolongados pueden deteriorarse las carreteras locales o deformarse las vías férreas, interrumpiendo las rutas de transporte y comercio. Estos impactos afectarán el acceso a mercados, escuelas y centros de salud.

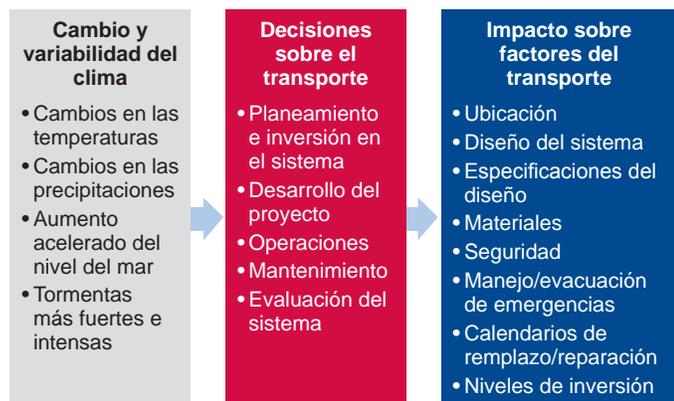
La importancia relativa de los riesgos del cambio climático es variable produciendo una gama de efectos directos sobre los costos, efectos combinados e impactos que afectan los objetivos de desarrollo. La Figura 1 presenta mayor información sobre cómo el cambio climático y la variabilidad del clima pueden afectar la toma de decisiones en el ámbito del transporte y qué factores deben tenerse en cuenta. En la Tabla 1 encontrará ejemplos adicionales de los impactos del cambio climático en el transporte, muchos de los cuales ya se están experimentando

<sup>1</sup> Figura adaptada de CCSP, 2008. Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I. (Impactos del cambio y variabilidad del clima en los sistemas e infraestructura del transporte: Estudio del Golfo de México. Fase I), Savonis, M.J., V.R. Burkett y J.R. Potter (editores). Departamento de Transporte, Washington, D.C.

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en la infraestructura y servicios de transporte

|                                       | Carreteras                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Trenes                                                                                                                                                                                                   | Puertos y cursos de agua                                                                                                                                                                                                                                                   | Aeropuertos                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioro acelerado de la capa de asfalto debido al calor prolongado</li> <li>Daño de la subestructura y deformación debido al derretimiento de la capa de hielo</li> <li>Mayores costos de mantenimiento y construcción</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ampliación y deformación de las vías férreas y empalmes</li> <li>Sobrecalentamiento de los sistemas eléctricos y de comunicaciones de las vías férreas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Expansión térmica de las juntas de los puentes y superficies pavimentadas</li> <li>Mayor consumo de electricidad en tierra para satisfacer mayor necesidad de refrigeración</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioro del asfalto de las pistas</li> <li>Largo inadecuado de pistas debido a menor densidad del aire</li> </ul>                                                   |
| <b>Cambios en las precipitaciones</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayores inundaciones de carreteras</li> <li>Mayor erosión del suelo y destrucción de los drenajes de las carreteras y túneles por inundaciones repentinas</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor inundación de vías férreas y estaciones</li> <li>Destrucción de soporte de vías férreas (balasto)</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en las tasas de erosión de pilares debido a picos de flujo más altos</li> <li>Cierre de canales debido a mayor depósito de sedimentos por inundación</li> <li>Menor navegabilidad debido a niveles bajos de agua</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Interrupción de vuelos debido a tormentas y cierre de pistas debido a inundaciones</li> <li>Daño de la infraestructura aeroportuaria debido a inundaciones</li> </ul> |
| <b>Aumento del nivel del mar</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Erosión de la subrasante</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación de vías y túneles subterráneos</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menor acceso debido al aumento del nivel del mar</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Erosión de pistas de aeropuertos en zonas costeras</li> </ul>                                                                                                         |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación permanente de la infraestructura vial, ferroviaria, portuaria y aeroportuaria</li> </ul>                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Tormentas</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación temporal y menor acceso a carreteras, vías férreas e instalaciones portuarias y aeroportuarias.</li> <li>Cierre de instalaciones debido a desechos (por ejemplo, grúas) y daños a la infraestructura (por ejemplo, obstrucción de sistemas de drenaje).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                              |

**Figura 1.** Impactos del cambio climático que pueden afectar las decisiones relacionadas con el transporte<sup>1</sup>



## LAS ORGANIZACIONES DE DESARROLLO PUEDEN INSTITUCIONALIZAR DENTRO DE SUS PROGRAMAS LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN RELACIONADAS CON EL TRANSPORTE

Existen muchas alternativas para ajustarse a los impactos proyectados del cambio climático, o enfrentarlos. A pesar de las limitaciones de recursos, los profesionales del desarrollo y los encargados de las decisiones locales pueden poner en marcha un proceso de decisión para elegir las prioridades de adaptación, con base a su evaluación de cuatro factores clave.

- **Naturaleza crítica** – ¿Cuál es la importancia de la infraestructura de transporte para la comunidad o región? ¿Es necesaria para responder a las emergencias? ¿Se cuenta con servicios redundantes?
- **Probabilidad** – En vista de las proyecciones climáticas, ¿es probable

que un camino, puente, puerto o aeropuerto (es decir, el componente en cuestión) sufra el impacto del cambio climático? ¿Para cuándo se esperan dichos impactos?

- **Consecuencias** – ¿Qué tan significativo es el impacto? ¿Los cambios climáticos interrumpirán los servicios de manera permanente o temporal?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se cuenta con la capacidad organizativa y los recursos financieros y técnicos para implementar la adaptación? ¿Se puede integrar las opciones de adaptación a los programas existentes de mantenimiento o deberá sustituirse completamente los componentes?

Las prioridades de adaptación deben incorporarse a los programas existentes de mejoras y mantenimiento de los activos de capital cuando sea posible. Las alternativas de adaptación van desde las opciones “duras” (por ejemplo, elevar los puentes, modificar la composición de la capa asfáltica) hasta las opciones “blandas” (aumentar las actividades de mantenimiento, modificar las prácticas de zonificación del terreno, crear incentivos para la edificación tierra adentro) y exigen diferentes niveles de recursos, dependiendo del momento en que son incorporadas al proceso de diseño y planeamiento. El Cuadro 2 presenta ejemplos de alternativas de adaptación relacionadas con el transporte que se pueden tener en cuenta.

Al integrar intencionalmente la información sobre el clima en programas de desarrollo y a las decisiones de inversión, USAID y otros profesionales del desarrollo pueden evitar llevar a cabo proyectos mal adaptados, como por ejemplo invertir en la reparación de un puente que probablemente se inunde cuando aumente el nivel del mar. Si bien un enfoque ad hoc para el desarrollo del transporte puede dar como consecuencia efectos positivos a corto plazo, un enfoque integrado de resiliencia al cambio climático permitirá conservar dicho valor a largo plazo. La Tabla 2 ilustra este enfoque, en línea con el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático (CRD en inglés). El Panorama General previo ofrece pautas respecto del Marco CRD.

**Tabla 2.** Ejemplos de opciones de adaptación al cambio climático relacionadas con el transporte por etapa del ciclo del proyecto

| Etapa del ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con la infraestructura de transporte más importantes para la nación, comunidad o sector en el que se está trabajando</li> <li>Identificar los factores y las condiciones facilitadoras necesarias para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar el impacto de los estresores climáticos y no-climáticos en dichos factores</li> </ul>                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar posibles impactos del cambio climático en la infraestructura de transporte para entender las necesidades de adaptación y las implicancias económicas</li> <li>Analizar los riesgos relacionados al clima a la luz de los riesgos existentes para el transporte</li> </ul>                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de políticas<br/>Desarrollo de proyectos</p>                                                                                                                                                               | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <b>REAJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar servicios redundantes para afrontar las interrupciones</li> <li>Reducir los períodos de mantenimiento para afrontar los cambios de temperatura y precipitación</li> <li>Planificar las evacuaciones en caso de eventos extremos</li> </ul> | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar las especificaciones de diseño para la elevación de carreteras para afrontar aumento futuro del nivel del mar y vientos fuertes</li> <li>Considerar las oleadas por tormentas en la planificación de carreteras en zonas costeras</li> </ul>                                                                                                                                                | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar la reubicación de carreteras en zonas costeras</li> <li>Cambiar el uso de tierras costeras para convertirlas en zonas naturales de amortiguamiento</li> </ul> |  |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades programáticas</p>                                                                                                                                                      | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <b>REAJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar los recursos financieros y técnicos para mantenimiento y reparaciones más frecuentes</li> <li>Cerrar temporalmente aeropuertos y puertos en casos de clima extremo</li> </ul>                                                                 | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emplear materiales flexibles, expandibles en sistemas de vías férreas</li> <li>Emplear asfalto/concreto mejorado para carreteras y pistas</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicar carreteras, vías férreas y pistas de aeropuertos tierra adentro</li> </ul>                                                                                      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer seguimiento de los cambios en las necesidades y cronogramas de mantenimiento a lo largo del tiempo a medida que se implementan las acciones de adaptación</li> <li>Monitorear los cambios de las condiciones ambientales afectadas por el clima (por ejemplo, patrones de erosión del suelo, frecuencia y severidad de los eventos de inundaciones) para comprender los cambios de las necesidades de adaptación</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                         |  |

## LECTURAS ADICIONALES

Transportation Research Board, 2008. Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation. (Posible impacto del cambio climático en el transporte en los Estados Unidos) <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr290.pdf>

U.S. Climate Change Science Program, 2008. Synthesis and Assessment Product 4.7: Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I. (Programa Científico sobre el cambio climático. Síntesis y evaluación. Producto 4.7. Impactos del cambio y variabilidad climáticos en los sistemas e infraestructura de transporte. Estudio de la costa del Golfo de México. Fase I.) <http://www.climatechange.gov/Library/sap/sap4-7/final-report/sap4-7-final-all.pdf>

Enviar las preguntas, retroalimentación, sugerencias y solicitudes de apoyo a [climatechange@usaid.gov](mailto:climatechange@usaid.gov).

Publicado en abril de 2013





# SISTEMAS DE AGUA POTABLE

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Bomba de agua en Ilailo, Filipinas. Foto: Jessica Troell



- ▶ El cambio climático puede reducir la disponibilidad de agua confiable debido a sequías, degradación de la calidad de agua y alteración del servicio.
- ▶ En vista de que es esencial contar con agua potable segura para el beneficio económico y la salud física de una comunidad, los impactos provocados por el cambio climático en el suministro de agua potable pueden tener grandes implicaciones para los proyectos y programas de desarrollo.
- ▶ Las alternativas de adaptación, como mejorar la captación y almacenamiento de agua, difundir e implementar mejores prácticas para la conservación del agua y proteger la calidad del agua, reducen los riesgos del cambio climático.

### LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE SON UN ELEMENTO INTEGRAL DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

El agua potable segura es crucial para la economía y salud física de las comunidades. Las enfermedades relacionadas con el agua son la causa más común de morbilidad y mortalidad entre las poblaciones pobres de los países en desarrollo. El consumo de agua no apta para beber, el saneamiento inadecuado y las malas prácticas de higiene causan 2 millones de muertes anualmente debido a la diarrea. Los niños de menos de 5 años dan cuenta de la mayor parte de dichas muertes. El suministro de agua potable va de la mano con mejores prácticas de saneamiento e higiene de salud pública.

En reconocimiento de que el agua potable es un requisito esencial del desarrollo, USAID y otros profesionales del desarrollo apoyan activamente los programas de agua potable de países en desarrollo. **Tomar en cuenta el cambio climático en el diseño e implementación de proyectos para el agua asegurará que las inversiones realizadas constituyan soluciones eficaces, a largo plazo y sostenibles.**

### LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Los patrones climáticos tienen una gran influencia en el suministro y la calidad del agua. El cambio climático puede afectar la disponibilidad de los suministros de agua al aumentar la severidad de las sequías de corto y largo plazo, el derretimiento de los glaciares y la intensidad de las tormentas. El aumento de los niveles de los océanos y las tormentas

#### LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE INCLUYEN:

- Sistemas de suministro de agua
- Sistemas de tratamiento de agua
- Infraestructura de almacenamiento y distribución de agua

#### LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE SUSTENTAN:

- La salud
- La seguridad alimentaria
- La productividad económica
- El turismo

pueden ocasionar la intrusión de aguas salinas con la consecuente salinización de las fuentes de agua dulce. El aumento de las temperaturas puede aumentar también la demanda de agua para consumo humano, irrigación y áreas verdes, al mismo tiempo que aumenta la evaporación de las cuencas y embalses de agua. Dichos efectos pueden requerir mayor capacidad de almacenamiento de agua. Las prioridades que compiten entre sí por el agua, por ejemplo agua potable, generación de energía y agricultura, pueden exacerbar la ya reducida disponibilidad y mayor costo del agua potable.

El cambio climático también puede afectar la calidad del agua. Las tormentas más intensas pueden aumentar la sedimentación y la carga de patógenos. Las mayores temperaturas pueden degradar la calidad del agua al fomentar el florecimiento de algas, aumentar la concentración de patógenos y disminuir los niveles de oxígeno disuelto. En las ciudades, el "efecto de islas urbanas de calor" puede intensificar el aumento de la temperatura, exacerbando los problemas de calidad del agua. Los cambios en la calidad del agua pueden requerir inversiones significativas para mejorar la producción en las fuentes de agua o el desarrollo de nuevas fuentes de agua.

**Los impactos que pueden dar como resultado una menor oferta y calidad del agua pueden tener efectos de amplio alcance en la salud pública, el crecimiento económico, y otros objetivos de desarrollo.** La Tabla 1 que se presenta a continuación presenta ejemplos de las maneras en que los estresores climáticos pueden impactar el suministro, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua. Estos riesgos varían en importancia relativa, dentro de una gama de efectos sobre los costos, efectos combinados e impactos en los objetivos de desarrollo.

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en la infraestructura y servicios de agua potable

|                                                          | Suministro de agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Tratamiento de agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Almacenamiento y distribución de agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aumento en la temperatura</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menor capacidad de la infraestructura existente (bombas, tuberías, e instalaciones de almacenamiento y tratamiento) para satisfacer la mayor demanda</li> <li>Una menor calidad del agua aumenta la probabilidad de que la infraestructura de tratamiento existente se vuelva inadecuada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayores necesidades y costos de tratamiento del agua debido a la menor calidad del agua (por ejemplo, aumento de la proliferación de algas y mayor contenido bacteriano y de hongos)</li> </ul>                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de mayor capacidad de almacenamiento debido al aumento de la demanda</li> <li>Mayor pérdida de agua durante el almacenamiento</li> <li>Disminución de la calidad del agua en la etapa de almacenamiento y distribución</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Eventos de precipitación y tormentas más intensos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor turbidez en los reservorios debido a mayor escorrentía</li> <li>Menor recarga de las aguas subterráneas debido a mayor escorrentía</li> <li>Daño o inundación de infraestructura</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menor eficiencia del tratamiento debido a cambios rápidos en la calidad del agua</li> <li>Inundación de instalaciones de tratamiento durante tormentas</li> <li>Interrupción de las operaciones de tratamiento debido a cortes de energía</li> <li>Daños a las instalaciones de tratamiento de agua y redes de distribución</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor necesidad de instalaciones de almacenamiento para captar agua durante tormentas cortas de gran intensidad</li> <li>Mayor necesidad de asegurar la integridad de los sistemas de distribución para minimizar el ingreso de aguas contaminadas durante las tormentas</li> <li>Daños a las instalaciones de almacenamiento y sistemas de distribución debido a mayor escorrentía</li> <li>Mayor contaminación de los pozos debido a escorrentía contaminada</li> </ul> |
| <b>Sequías prolongadas</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de fuentes adicionales de agua e infraestructura relacionada de distribución, almacenamiento y tratamiento para responder a sequías de corto y largo plazo</li> </ul>                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor costo y necesidad de tratamiento de agua para enfrentar la menor calidad del agua (por ejemplo, mayores concentraciones de contaminantes debido a menor dilución)</li> </ul>                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de mayor almacenamiento de agua para afrontar los períodos de sequía</li> <li>Necesidad de reducir las pérdidas de agua y poner en práctica la conservación del recurso</li> <li>Necesidad de pozos más profundos para llegar a las capas freáticas a más profundidad</li> <li>Mayor costo y energía necesaria para distribuir el agua desde las nuevas fuentes</li> </ul>                                                                                      |
| <b>Aumento del nivel del mar</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Intrusión de agua salada en fuentes de suministro de agua dulce</li> <li>Corrosión de la infraestructura de distribución</li> </ul>                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación de instalaciones de tratamiento y pozos en zonas de baja elevación</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de mayor almacenamiento de agua para sustituir los pozos afectados por la intrusión de agua salina</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## LA ADAPTACIÓN RELACIONADA CON EL AGUA POTABLE PUEDE SER INSTITUCIONALIZADA EN LOS PROGRAMAS EXISTENTES

Los cambios climáticos requerirán la adaptación de los sistemas de agua potable. Para asegurar un suministro confiable de agua segura para consumo humano, la comunidad de profesionales del desarrollo debe tener en cuenta los impactos del cambio climático y la adaptación como parte de los programas y proyectos existentes. La adaptación puede involucrar mayores inversiones, mejor operación y mantenimiento, y planeamiento a largo plazo. Para maximizar el impacto de las inversiones, los tomadores de decisiones deben tener en cuenta cuatro factores al priorizar los esfuerzos de adaptación. Éstos son:

- **Naturaleza crítica** – ¿Qué tan importante es la infraestructura de agua potable para lograr los objetivos de desarrollo de una región en particular?
- **Probabilidad** – ¿Cuál es la probabilidad de que el impacto del clima ocurra y afecte la infraestructura?

- **Consecuencias** – ¿El impacto de clima sacará de servicio la infraestructura de agua potable de manera temporal o permanente? ¿Reducirá el impacto la disponibilidad del agua por debajo de un umbral crítico?
- **Recursos disponibles** – ¿Qué recursos financieros y técnicos están disponibles de recursos para integrar las alternativas de adaptación a las actividades del programa?

Como muestra la Tabla 2, se cuenta con una gama de alternativas de adaptación para incrementar la disponibilidad de agua, asegurar su calidad, y proteger y fortalecer las instalaciones de tratamiento de agua. Existen respuestas tanto “duras” como “blandas”. Las alternativas “duras” se refieren a los cambios estructurales como la construcción de reservorios, lagunas de retención, sistemas de cosecha de agua de lluvias, e instalaciones de tratamiento de agua. Las opciones “blandas” se refieren a cambios en la gestión, operaciones o políticas, como modificaciones de las actividades de mantenimiento, de las prácticas de protección del suelo o zonificación para proteger la calidad del agua, y capacitación y educación en aras de la conservación del agua.

Mediante la integración intencional de información sobre el clima en las decisiones sobre los programas de desarrollo y las inversiones, USAID y

**Tabla 2.** Ejemplos de opciones de adaptación relacionadas al agua potable por etapa del ciclo del proyecto

| Etapas del ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con la infraestructura agua potable más importantes para la nación, comunidad o sector en el que se está trabajando</li> <li>Identificar los factores y las condiciones facilitadoras necesarias para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar el impacto de los estresores climáticos y no-climáticos en dichos factores</li> </ul>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los impactos del clima en la calidad del agua y la necesidad de más tratamiento de agua u otras alternativas de manejo</li> <li>Analizar los impactos del clima en la disponibilidad del agua y la necesidad de más almacenamiento, conservación de agua, etc.</li> </ul>                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de política<br/>Desarrollo de proyectos</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <p><b>AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar la captación de agua y alternativas de almacenamiento</li> <li>Desarrollar proyectos para reducir las pérdidas de agua</li> <li>Evaluar nuevas fuentes de agua, incluso reciclaje de agua</li> <li>Desarrollar políticas para limitar el uso de agua potable y aumentar el uso de agua reciclada para la irrigación</li> <li>Desarrollar programas de conservación de agua</li> </ul> | <p><b>ASEGURAR LA CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar una estrategia de protección de fuentes de agua</li> <li>Investigar el uso del suelo y las políticas de manejo de residuos para mejorar la calidad de las fuentes de agua</li> <li>Desarrollar una estrategia de protección de los acuíferos en zonas costeras</li> <li>Evaluar las opciones de tratamiento para mejorar la calidad del agua</li> </ul> | <p><b>PROTEGER, FORTALECER, RETIRAR/REUBICAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prever sistemas de energía de respaldo para el tratamiento del agua y las instalaciones de bombeo</li> <li>Evaluar opciones para reubicar la infraestructura de tratamiento de agua</li> <li>Mejorar la infraestructura del sistema de distribución</li> </ul> |  |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <p><b>AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Instalar alternativas de almacenamiento de agua nuevas o mejoradas</li> <li>Implementar programas de capacitación y educación para promover la conservación del agua</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | <p><b>ASEGURAR LA CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar programas para proteger la calidad del agua en la fuente</li> <li>Colaborar con los gobiernos locales para implementar y usar prácticas de uso del suelo y políticas de disposición de residuos sólidos para mejorar la calidad del agua</li> <li>Construir y operar mejores instalaciones de tratamiento de agua</li> </ul>                         | <p><b>PROTEGER, FORTALECER, RETIRAR/REUBICAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicar las instalaciones en riesgo sacándolas de las zonas susceptibles a inundación</li> <li>Crear fuentes de energía de emergencia</li> </ul>                                                                                                              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer seguimiento de los sistemas de agua y de la disponibilidad de agua en los eventos de corto plazo y a lo largo del tiempo</li> <li>Monitorear los cambios en las condiciones del medio ambiente debido al clima y su impacto en el suministro y tratamiento de agua</li> </ul>                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |

otros profesionales del desarrollo pueden evitar proyectos mal adaptados – como construir un nuevo pozo en un área donde aumentará el nivel del mar causando la intrusión de agua salina en la capa freática y así inutilizando el pozo; o construir una nueva instalación de tratamiento de agua en una instalación que pueda ser susceptible a las inundaciones debido a precipitaciones extremas o en una ubicación donde no se cuente con suficiente agua si en el futuro se prolongan los períodos secos. Si bien un enfoque ad hoc para el desarrollo del agua potable puede dar como consecuencia efectos positivos a corto plazo, un enfoque integrado resistente a los cambios climáticos podrá permitir preservar el valor a largo plazo. La Tabla 2 ilustra este enfoque en línea con el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático (CRD). El Panorama General ofrece más pautas sobre el Marco CRD.

### LECTURAS ADICIONALES

U.S. Agency for International Development, 2012. Drinking Water, Sanitation and Hygiene. (Agua potable, saneamiento e higiene.) [http://transition.usaid.gov/our\\_work/cross-cutting\\_programs/water/water\\_sanitation.html](http://transition.usaid.gov/our_work/cross-cutting_programs/water/water_sanitation.html)





# SISTEMAS DE SANEAMIENTO

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Letrinas recién construidas en un campamento para personas desplazadas internamente en Liberia.  
Foto: USAID/UFDA



- ▶ Muchas instalaciones de saneamiento se encuentran ubicadas a la menor elevación posible y por tanto son vulnerables al aumento del nivel del mar, tormentas e inundaciones relacionados con el cambio climático. El aumento de la seriedad de los eventos de tormenta pueden superar la capacidad de las instalaciones existentes. Los menores niveles de agua y los aumentos de temperatura pueden afectar la calidad del agua.
- ▶ El impacto del cambio climático en los sistemas de saneamiento puede tener implicaciones negativas en la salud además de dañar los ecosistemas.
- ▶ La reubicación de instalaciones a emplazamientos de mayor altura, la independización de los drenajes de agua de lluvia y de aguas servidas, y un mejor tratamiento para mejorar la calidad de los efluentes pueden contribuir a mitigar los efectos del clima.

### LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO SON ELEMENTOS INTEGRALES DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

El saneamiento básico es fundamental para la salud global de las comunidades y del medio ambiente. Por tanto, las iniciativas de saneamiento, a menudo llevadas a cabo junto con proyectos de higiene, frecuentemente constituyen una alta prioridad en programas de organizaciones de desarrollo. Las enfermedades relacionadas con el agua se encuentran entre las causas más comunes de morbilidad y mortalidad en las poblaciones más pobres de los países en desarrollo. Las estimaciones señalan que más de dos mil millones de personas viven sin acceso a saneamiento adecuado. El agua potable no segura, el saneamiento inadecuado y las malas prácticas de higiene causan casi 2 millones de muertes cada año. Los niños menores de cinco años dan cuenta de la gran mayoría de dichas muertes.

La falta de saneamiento puede impedir el logro de otras metas de desarrollo como la mejor salud global, mayor productividad económica y la seguridad alimentaria. Los programas de agua, saneamiento e higiene (WASH por su nombre en inglés) buscan incrementar el acceso al suministro de agua potable o servicios de saneamiento, mejorar su calidad y/o promover las buenas prácticas de higiene. Algunos programas de agua y saneamiento ofrecen oportunidades para ayudar a que las poblaciones se adapten a la variabilidad y al cambio climático. No tomar en cuenta el clima puede socavar los objetivos de otros programas. **En consecuencia, apoyar la adaptación al cambio climático de los sistemas de**

#### LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO INCLUYEN:

- Letrinas
- Sistemas sépticos y campos de perforación de pozos
- Infraestructura de tratamiento de aguas servidas

#### LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO SUSTENTAN:

- La salud
- La productividad económica
- La protección del medio ambiente y la salud del ecosistema
- El turismo
- La inocuidad de los alimentos y el agua

**saneamiento incrementará la resiliencia de los programas de desarrollo para mejorar la salud pública y la protección del medio ambiente.**

### LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

Las instalaciones de saneamiento son sumamente sensibles a las oleadas por tormentas, el aumento del nivel del mar y las inundaciones. Las instalaciones de recolección y tratamiento de aguas servidas a menudo se encuentran ubicadas a la menor altura posible, ya que operan por gravedad. En consecuencia, pueden ser fácilmente inundadas por el aumento del nivel de agua. Cuando los sistemas de agua y recolección de desagües están juntos, las tormentas de mayor intensidad pueden superar la capacidad de las instalaciones de tratamiento, interrumpiendo el proceso. Se debe separar los sistemas sépticos y campos de perforación de la capa freática para lograr un tratamiento eficaz pero el aumento del nivel de la capa freática durante las inundaciones o del nivel de los océanos puede limitar su eficacia. **El aumento del nivel de agua debido a las oleadas provocadas por tormentas, por aumento del nivel del mar y por las inundaciones puede impedir el funcionamiento de los sistemas de saneamiento creando graves impactos sobre la salud de la comunidad.**

Los menores flujos de los cursos de agua durante los períodos de sequía de corto y largo plazo pueden limitar la eficacia de los cuerpos receptores de agua para absorber y diluir la contaminación proveniente de las

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático que pueden afectar la infraestructura de saneamiento y sus servicios

|                                                          | Tratamiento de aguas residuales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Letrinas                                                                                                                                                                                          | Zonas sépticas y de infiltración                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de agua reducida debido a un incremento de algas marinas y patógenos y menor cantidad de oxígeno disuelto</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento en el olor haciendo su uso menos atractivo</li> </ul>                                                                                              | Impacto mínimo                                                                                                                                                                       |
| <b>Eventos de precipitación y tormentas más intensos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas de tratamiento saturados, especialmente cuando están asociados con alcantarillado combinado o debido a retornos por afluencias e infiltraciones</li> <li>Inundación de desechos provocando que la descarga se acumule</li> <li>Daño a los sistemas de recolección y tratamiento debido a inundaciones</li> <li>Interrupciones en el bombeo y tratamiento debido a cortes de energía</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menos separación de las aguas subterráneas debido al aumento de las aguas</li> <li>Inundación y desbordamiento de las letrinas</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menos separación de las aguas subterráneas debido al aumento de las aguas</li> </ul>                                                          |
| <b>Sequías prolongadas</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad reducida de los recursos hídricos para absorber y diluir la contaminación debida a los flujos más bajos en las fuentes de recepción</li> <li>Menor rendimiento en el tratamiento debido a los flujos reducidos</li> </ul>                                                                                                                                                                     | Impacto mínimo                                                                                                                                                                                    | Impacto mínimo                                                                                                                                                                       |
| <b>Aumento del nivel del mar</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Instalaciones de tratamiento ubicadas en baja altitud deberán ser relocalizadas debido a inundaciones</li> <li>Inundación de desechos provocando que la descarga se acumule</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Las letrinas ubicadas en baja altitud deberán ser relocalizadas debido a inundaciones</li> <li>Menor efectividad debido al aumento de las aguas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Los sistemas sépticos ubicados en baja altitud deberán ser relocalizados</li> <li>Menor efectividad debido al aumento de las aguas</li> </ul> |

instalaciones de saneamiento. Además, las mayores temperaturas pueden causar una proliferación más frecuente de las poblaciones de algas y aumentar las poblaciones de bacterias y hongos en el agua. En las ciudades el efecto de las “islas térmicas urbanas” puede intensificar los aumentos de la temperatura exacerbando los problemas de calidad de agua. Estos efectos causan la eutrofización, aumentan la carga de patógenos y disminuyen los niveles de oxígeno resuelto. La menor capacidad para absorber y diluir los contaminantes exigirá contar con mejores sistemas de saneamiento para proteger la salud pública y del medio ambiente en las comunidades afectadas.

La Figura 1 en la página presenta más información sobre la manera en que el cambio y la variabilidad del clima pueden afectar la toma de decisiones sobre cuestiones de saneamiento y detalla los factores que se deben tener en cuenta. La Tabla 1 precedente presenta ejemplos de posibles impactos

**Figura 1.** Los impactos del cambio climático pueden afectar una amplia gama de decisiones relacionadas con el saneamiento



del cambio climático en la infraestructura y los servicios de saneamiento. La magnitud e importancia relativas de los riesgos del cambio climático varían y tienen como consecuencia una gama de implicaciones sobre los costos, creando efectos complejos e impactos sobre los objetivos de desarrollo. Por ejemplo, las letrinas secas y de poca cantidad de agua son bastante resilientes a los impactos del cambio climático debido a su reducida sensibilidad (fragilidad) y considerable capacidad de adaptación, que se logra mediante cambios del diseño.

## LA ADAPTACIÓN RELACIONADA CON EL SANEAMIENTO PUEDE SER INSTITUCIONALIZADA EN LOS PROGRAMAS EXISTENTES

USAID, otras organizaciones de desarrollo y los tomadores de decisiones a nivel local pueden identificar las prioridades de acción para la adaptación que sean más apropiadas e integrarlas a los programas presentes de mejora de los activos físicos y su mantenimiento. Cuando sea conveniente, deberán reubicarse o reencaminarse los sistemas de recolección, procesamiento y disposición final. Por ejemplo, los sistemas de tanques sépticos ubicados en las áreas costeras deben reubicarse o reforzarse para evitar la inundación y contaminación de las aguas subterráneas como consecuencia del aumento del nivel del mar. Se deben diseñar y priorizar las estrategias a partir de una evaluación por parte de los tomadores de decisiones de los siguientes factores:

- **Naturaleza crítica** – ¿Qué tan importante es la infraestructura de saneamiento para la comunidad o región? ¿Se cuenta con servicios redundantes?
- **Probabilidad** – en vista de las proyecciones climáticas, ¿qué tan probable es que los sistemas de saneamiento sean afectados por el cambio climático?

**Tabla 2.** Ejemplos de alternativas de adaptación relacionadas al saneamiento por etapa del ciclo del proyecto

| Etapas del ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con la infraestructura de saneamiento más importantes para la nación, comunidad o sector en el que se está trabajando</li> <li>Identificar los factores y las condiciones facilitadoras necesarias para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar el impacto de los estresores climáticos y no-climáticos en dichos factores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los impactos del clima en los sistemas de saneamiento</li> <li>Analizar los impactos del clima en la salud humana a partir de la reducción en la calidad de agua asociada con la descarga de contaminantes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de política<br/>Desarrollo de proyectos</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p style="text-align: center;"><b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><b>INFRAESTRUCTURA SANITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la mejora, elevación o traslado de las instalaciones de tratamiento para prevenir los desbordamientos e inundaciones.</li> <li>Planificar sistemas de energía de respaldo para las instalaciones de tratamiento y bombeo</li> <li>Colocar los sistemas sépticos y de campos de perforaciones a mayor elevación</li> <li>Desarrollar planes para los sistemas de agua recuperados</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><b>CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un plan de protección de agua que aborde los impactos del flujo reducido sobre la capacidad de los sistemas naturales para diluir y absorber los contaminantes</li> </ul> </td> </tr> </table>                                                         |  | <p><b>INFRAESTRUCTURA SANITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la mejora, elevación o traslado de las instalaciones de tratamiento para prevenir los desbordamientos e inundaciones.</li> <li>Planificar sistemas de energía de respaldo para las instalaciones de tratamiento y bombeo</li> <li>Colocar los sistemas sépticos y de campos de perforaciones a mayor elevación</li> <li>Desarrollar planes para los sistemas de agua recuperados</li> </ul>                                                                                                                                                             | <p><b>CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un plan de protección de agua que aborde los impactos del flujo reducido sobre la capacidad de los sistemas naturales para diluir y absorber los contaminantes</li> </ul> |
| <p><b>INFRAESTRUCTURA SANITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la mejora, elevación o traslado de las instalaciones de tratamiento para prevenir los desbordamientos e inundaciones.</li> <li>Planificar sistemas de energía de respaldo para las instalaciones de tratamiento y bombeo</li> <li>Colocar los sistemas sépticos y de campos de perforaciones a mayor elevación</li> <li>Desarrollar planes para los sistemas de agua recuperados</li> </ul>                                                                                                                                                             | <p><b>CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un plan de protección de agua que aborde los impactos del flujo reducido sobre la capacidad de los sistemas naturales para diluir y absorber los contaminantes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p style="text-align: center;"><b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><b>INFRAESTRUCTURA SANITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trasladar las instalaciones existentes o ubicar las instalaciones nuevas a mayor altura tomando en cuenta las inundaciones o elevación del agua del mar</li> <li>Separar los sistemas de recolección de desagüe y agua de tormentas</li> <li>Implementar programas para reducir el flujo de entrada y la infiltración</li> <li>Integrar información sobre los impactos del cambio climático en la capacitación y educación sobre los sistemas sanitarios</li> <li>Limpiar los sistemas de letrinas con mayor regularidad para evitar desbordamientos</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p><b>CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construir instalaciones de tratamiento nuevas o mejorar las existentes</li> </ul> </td> </tr> </table> |  | <p><b>INFRAESTRUCTURA SANITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trasladar las instalaciones existentes o ubicar las instalaciones nuevas a mayor altura tomando en cuenta las inundaciones o elevación del agua del mar</li> <li>Separar los sistemas de recolección de desagüe y agua de tormentas</li> <li>Implementar programas para reducir el flujo de entrada y la infiltración</li> <li>Integrar información sobre los impactos del cambio climático en la capacitación y educación sobre los sistemas sanitarios</li> <li>Limpiar los sistemas de letrinas con mayor regularidad para evitar desbordamientos</li> </ul> | <p><b>CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construir instalaciones de tratamiento nuevas o mejorar las existentes</li> </ul>                                                                                                     |
| <p><b>INFRAESTRUCTURA SANITARIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trasladar las instalaciones existentes o ubicar las instalaciones nuevas a mayor altura tomando en cuenta las inundaciones o elevación del agua del mar</li> <li>Separar los sistemas de recolección de desagüe y agua de tormentas</li> <li>Implementar programas para reducir el flujo de entrada y la infiltración</li> <li>Integrar información sobre los impactos del cambio climático en la capacitación y educación sobre los sistemas sanitarios</li> <li>Limpiar los sistemas de letrinas con mayor regularidad para evitar desbordamientos</li> </ul> | <p><b>CALIDAD DEL AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construir instalaciones de tratamiento nuevas o mejorar las existentes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer el seguimiento de los programas de reducción del flujo de entrada e infiltración</li> <li>Monitorizar las descargas de agua en relación a los cambios en las características del efluente</li> <li>Monitorizar los niveles de calidad del agua y evaluar la necesidad de planes de protección de agua en la fuente modificados o nuevos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                             |

- **Consecuencias** – ¿Qué tan significativo es el impacto? ¿Interrumpirán los cambios climáticos los servicios de saneamiento de manera permanente o temporal?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se puede hacer cambios de los sistemas de saneamiento con un costo modesto? ¿Debe reemplazarse o reubicarse antes de tiempo la infraestructura de saneamiento?

Entender las respuestas a estas preguntas permite integrar acciones de adaptación (como las que se muestra en la Tabla 2 desde el inicio de las tareas de diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de manejo de residuos sólidos. Las opciones de adaptación abarcan respuestas “duras” y “blandas”. La integración de la adaptación puede prevenir decisiones mal adaptadas que aumentan la vulnerabilidad de la infraestructura y de las personas que deben servir. La Tabla 2 ilustra este enfoque en línea con el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático (CRD en inglés). El Panorama General ofrece mayores pautas sobre el Marco CRD.

### LECTURAS ADICIONALES

ICLEI, 2011. Adapting Urban Water Systems to Climate Change: A handbook for decision makers at the local level. [http://iwahq.org/ContentSuite/upload/iwa/all/Water%20climate%20and%20energy/SWITCH\\_Adaption-Handbook\\_final\\_small.pdf](http://iwahq.org/ContentSuite/upload/iwa/all/Water%20climate%20and%20energy/SWITCH_Adaption-Handbook_final_small.pdf)

WHO, 2010. Guidance on Water Supply and Sanitation in Extreme Weather Events. [http://www.wsscc.org/sites/default/files/publications/who\\_guidanceextremeweatherevents\\_wash\\_2010-eng.pdf](http://www.wsscc.org/sites/default/files/publications/who_guidanceextremeweatherevents_wash_2010-eng.pdf)

WHO, 2010. Vision 2030: The Resilience of Water Supply and Sanitation in the face of Climate Change. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/vision\\_2030\\_technical\\_report.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/vision_2030_technical_report.pdf)

Enviar las preguntas, retroalimentación, sugerencias y solicitudes de apoyo a [climatechange@usaid.gov](mailto:climatechange@usaid.gov).

Publicado en abril de 2013





# MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Filtración a través de barrera de contención de relleno sanitario tras gran tormenta Foto: Joe Texeira 2011



- ▶ Los impactos del cambio climático en la infraestructura de manejo de residuos sólidos y sus inmediaciones pueden ser temporales o duraderos.
- ▶ Un mal manejo de los residuos sólidos puede tener como consecuencia plagas de roedores, brotes de enfermedades y contaminación de aguas subterráneas.
- ▶ Las alternativas de adaptación relacionadas con los residuos sólidos incluyen proteger la infraestructura básica, reducir la necesidad de instalaciones gracias al reciclaje y manejo de la demanda, y estipular que las instalaciones de tratamiento de residuos deben preparar planes de adaptación.

### EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS ES UN ELEMENTO INTEGRAL DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

Solid waste collection, processing, and disposal is critical to development. La recolección, procesamiento y eliminación de los residuos sólidos son actividades fundamentales para las prioridades ambientales y sanitarias identificadas por los profesionales del desarrollo las cuales incluyen mantener aire, suelos y agua limpios, especialmente en contextos urbanos. Más aún, la mayor parte de la gestión de los residuos sólidos contribuye a mitigar las emisiones de gases de efecto de invernadero.

La recolección de residuos es importante para mantener condiciones sanitarias apropiadas, particularmente en las zonas residenciales y comerciales donde los desechos de alimentos pueden atraer roedores e insectos, al tiempo que la descomposición de materia orgánica puede causar mal olor.

Una vez que ha sido recolectado, el residuo sólido debe ser separado y manejado por tipo, como por ejemplo, residuos municipales, comerciales, industriales y de construcción, agrícolas y hospitalarios y peligrosos. Los residuos hospitalarios y peligrosos deben tratarse y/o aislarse de manera que no contaminen a las personas, suelos, aguas subterráneas o superficiales o el aire. Los residuos municipales deben ser clasificados para apartar los materiales reutilizables y reciclables y colocados en un relleno sanitario diseñado de manera que permita el manejo de residuos y su descomposición.

Si bien muchas áreas alrededor del mundo todavía no cuentan con sistemas de gestión de residuos bien establecidos, es fundamental que se

#### EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS INCLUYE:

- Recolección
- Procesamiento, tratamiento y reciclado
- Eliminación

#### EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS SUSTENTA:

- Los programas urbanos
- Los programas de salud
- La gestión del medio ambiente

diseño y dé mantenimiento a todos los sistemas de manejo de residuos sólidos existentes y previstos de manera que sean resilientes al cambio climático. **Apoyando los programas para la reducción de residuos, mejorando la recolección de los mismos y construyendo y dando mantenimiento a puntos de disposición de residuos resilientes al clima, USAID y otros profesionales del desarrollo pueden contribuir a lograr los objetivos sanitarios y de gestión de recursos que coadyuven al logro de beneficios duraderos de los programas**

### LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los estresores climáticos pueden tener un impacto sobre las instalaciones de residuos tanto directa como indirectamente. Por ejemplo, si bien las mayores temperaturas pueden alterar directamente las tasas de descomposición, el cambio climático también puede afectar el acceso a los caminos, puertos y suministros de energía, limitando indirectamente la recolección de residuos y la operación de las instalaciones de manejo de residuos.

Las inundaciones plantean la mayor amenaza contra la infraestructura de residuos sólidos. Si no se cuenta con sistemas apropiados de captura de aguas en el entorno de relleno sanitario, los eventos de precipitación intensa pueden deteriorar el relleno sanitario, ocasionando fallas en la estructura de contención y permitiendo el escape de residuos y filtraciones de líquidos del relleno sanitario, con la consecuente contaminación de los recursos locales. Las inundaciones causadas por eventos extremos de tormenta pueden socavar los cimientos del relleno sanitario, permitiendo el escape de lixiviados

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en la infraestructura y servicios de gestión de recursos sólidos

|                                       | Recolección                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Procesamiento                                                                                                                                                                                                          | Eliminación                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de los malos olores y actividad de plagas que exige recolección de residuos más frecuente</li> <li>Sobrecalentamiento de los vehículos de recolección que exige mayor capacidad de enfriamiento, para prolongar la vida de los motores, entre otras razones</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecalentamiento del equipo de clasificación</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en las tasas de descomposición</li> <li>Mayores costos de mantenimiento y construcción debido al derretimiento de la capa de hielo</li> <li>Mayor riesgo de incendios en los puntos de eliminación</li> </ul>            |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor exposición de los trabajadores a moscas, una de las causas principales de las enfermedades contagiosas (las moscas se reproducen más rápidamente en zonas calurosas y son atraídas por los residuos orgánicos)</li> </ul>                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Cambios en las precipitaciones</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación de las rutas de recolección y de los caminos de acceso a los rellenos sanitarios, impidiendo el acceso</li> <li>Mayor presión sobre los vehículos y trabajadores de recolección debido a residuos inundados</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor necesidad de instalaciones cerradas o cubiertas para la clasificación de residuos</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor inundación en y alrededor de los emplazamientos</li> <li>Mayores filtraciones de líquidos que tienen que recolectarse y tratarse</li> <li>Posible riesgo de incendio en caso de exceso de sequía y temperaturas</li> </ul> |
| <b>Aumento del nivel del mar</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estrechamiento de las rutas de recolección</li> <li>Posible incremento de residuos por hacinamiento de la población en áreas urbanas elevadas</li> </ul>                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en las instalaciones de procesamiento a baja elevación</li> <li>Mayor necesidad de clasificación y reciclaje para minimizar la necesidad de almacenar residuos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioro de los recubrimientos impermeables</li> <li>Infiltración de aguas del pozo con un posible desborde de residuos</li> </ul>                                                                                              |
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación permanente de las instalaciones de recolección, procesamiento y eliminación</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Oleadas de tormentas</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación temporal o difícil acceso a las carreteras, vías férreas y puertos para las tareas de recolección, clasificación y eliminación de recursos</li> <li>Cierre de instalaciones debido al daño de la infraestructura</li> </ul>                                            |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Vientos extremos</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dispersión de los residuos en los puntos de recolección, vehículos de recolección, zonas de procesamiento y relleno sanitario</li> <li>Acceso restringido a las rutas de recolección y a los rellenos sanitarios debido a los daños y residuos</li> </ul>                         |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

hacia la capa freática u obstaculizando las rutas de recolección, encausar los residuos hacia los cursos de agua y hacer que dichos residuos saturen otras instalaciones. Los rellenos sanitarios cerca de la costa o en áreas de baja elevación son vulnerables al aumento del nivel del mar y las oleadas causadas por tormentas. La infiltración de aguas puede causar un desborde de residuos del relleno sanitario. La infiltración de aguas salinas ascendentes puede deteriorar el revestimiento impermeable de las instalaciones de los rellenos sanitarios.

Las mayores temperaturas pueden exigir una mayor frecuencia de recolección de residuos y prácticas muy estrictas de manejo de los rellenos sanitarios para contrarrestar el mal olor. Asimismo, el aumento de las temperaturas y la prolongación de los períodos de sequía pueden aumentar el riesgo de incendios en las instalaciones de manejo de residuos.

Estos y otros riesgos ocasionados por el cambio climático varían según su importancia relativa, teniendo como consecuencia diferentes implicaciones de costos, efectos combinados e impactos sobre los objetivos del desarrollo. La Tabla 1 muestra ejemplos adicionales.

## LA ADAPTACIÓN RELACIONADA CON EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PUEDE SER INSTITUCIONALIZADA EN LOS PROGRAMAS EXISTENTES

USAID y otros profesionales del desarrollo pueden identificar las prioridades en las acciones de adaptación e integrarlas a los programas existentes de manejo y mantenimiento. Las plantas para la recolección y eliminación de residuos son fundamentales para proteger la salud humana

y los recursos locales (particularmente los recursos de agua y suelos). La recolección periódica, especialmente en las áreas residenciales, reduce la exposición a los residuos contaminados y a los roedores e insectos, vectores de enfermedades. Cuando se encuentran bien ubicadas y construidas, y reciben buen mantenimiento, las plantas de eliminación de residuos pueden minimizar el riesgo de contaminación del agua y el suelo que pueden ser consecuencia de los impactos del cambio climático.

Una de las maneras más sencillas de disminuir la vulnerabilidad es reducir la cantidad de residuos sólidos colocados en los rellenos sanitarios. La creación de una instalación específica para la selección y reciclaje de residuos es una fuente de puestos de trabajo a nivel local y posiblemente sea fuente de empleo para los recicladores informales de residuos cuyo modo de vida queda comprometido cuando se pone en funcionamiento un sistema municipal más sistematizado de recolección de residuos. El reciclaje también reduce el uso de recursos y la cantidad de recursos que deben manejarse en el relleno sanitario.

Otra alternativa de adaptación de bajo costo consiste en la ubicación adecuada de los rellenos sanitarios. Éstos deben ubicarse en zonas de acceso seguro a la zona del botadero pero a distancia de cuerpos de agua y zonas con capa freática elevada. Dichos puntos deben escogerse teniendo en cuenta los objetivos de planeamiento a largo plazo de la municipalidad y la opinión de la población.

Mediante un proceso de revisión se pueden establecer las prioridades de acción para la adaptación, a partir de la evaluación por los tomadores de decisiones a nivel local de los siguientes cuatro factores (que se plantean como interrogantes a manera de ilustración). En la sección del Panorama General precedente se incluye más información.

**Tabla 2.** Ejemplos de alternativas de adaptación relacionadas al manejo de residuos sólidos por etapa del ciclo del proyecto

| Etapas del ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                 |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------|---------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con el manejo de residuos sólidos más importantes para la nación, comunidad o sector en el que se está trabajando</li> <li>Identificar los factores y las condiciones facilitadoras necesarias para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar el impacto de los estresores climáticos y no-climáticos en dichos factores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                 |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los riesgos climáticos, las vulnerabilidades e impactos de los sistemas de manejo de residuos sólidos</li> <li>Analizar los riesgos relacionados al clima a la luz de los riesgos existentes para el sistema de manejo de residuos sólidos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de política<br/>Desarrollo de proyectos</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p style="text-align: center;"><b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%; text-align: left;">REAJUSTAR/GESTIONAR</th> <th style="width: 33%; text-align: left;">PROTEGER/FORTALECER</th> <th style="width: 33%; text-align: left;">RETIRAR/REUBICAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicar adecuadamente los rellenos sanitarios lejos de las llanuras inundables, humedales o zonas con capas freáticas elevadas</li> <li>Ubicar los rellenos sanitarios lejos de las fuentes de suministro de agua potable</li> <li>Preparar ubicaciones suficientemente amplias para atender el crecimiento previsto de la población y la generación resultante de residuos</li> <li>Diseñar lugares donde se cuente con instalaciones de selección, reciclaje y compostaje para reducir la necesidad de almacenamiento de residuos</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar las especificaciones de diseño para aumentar la altura y reforzar los muros de contención permitiendo afrontar el aumento futuro del nivel del mar y de los vientos fuertes</li> <li>Diseñar sistemas de captura de aguas que se ajusten progresivamente al ritmo de cambio de los patrones proyectados en precipitación</li> <li>Actualizar las especificaciones de diseño de equipo para mejorar la eficiencia y reducir los costos de mantenimiento en vista del cambio climático, particularmente para los equipos complejos de calefacción, ventilación y aire acondicionado</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prever el cierre y/o reubicación seguros de rellenos sanitarios</li> <li>Planificar la evacuación en caso de eventos extremos</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                                                                                 |  | REAJUSTAR/GESTIONAR | PROTEGER/FORTALECER | RETIRAR/REUBICAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicar adecuadamente los rellenos sanitarios lejos de las llanuras inundables, humedales o zonas con capas freáticas elevadas</li> <li>Ubicar los rellenos sanitarios lejos de las fuentes de suministro de agua potable</li> <li>Preparar ubicaciones suficientemente amplias para atender el crecimiento previsto de la población y la generación resultante de residuos</li> <li>Diseñar lugares donde se cuente con instalaciones de selección, reciclaje y compostaje para reducir la necesidad de almacenamiento de residuos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar las especificaciones de diseño para aumentar la altura y reforzar los muros de contención permitiendo afrontar el aumento futuro del nivel del mar y de los vientos fuertes</li> <li>Diseñar sistemas de captura de aguas que se ajusten progresivamente al ritmo de cambio de los patrones proyectados en precipitación</li> <li>Actualizar las especificaciones de diseño de equipo para mejorar la eficiencia y reducir los costos de mantenimiento en vista del cambio climático, particularmente para los equipos complejos de calefacción, ventilación y aire acondicionado</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prever el cierre y/o reubicación seguros de rellenos sanitarios</li> <li>Planificar la evacuación en caso de eventos extremos</li> </ul> |
| REAJUSTAR/GESTIONAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PROTEGER/FORTALECER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RETIRAR/REUBICAR                                                                                                                                                                |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicar adecuadamente los rellenos sanitarios lejos de las llanuras inundables, humedales o zonas con capas freáticas elevadas</li> <li>Ubicar los rellenos sanitarios lejos de las fuentes de suministro de agua potable</li> <li>Preparar ubicaciones suficientemente amplias para atender el crecimiento previsto de la población y la generación resultante de residuos</li> <li>Diseñar lugares donde se cuente con instalaciones de selección, reciclaje y compostaje para reducir la necesidad de almacenamiento de residuos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar las especificaciones de diseño para aumentar la altura y reforzar los muros de contención permitiendo afrontar el aumento futuro del nivel del mar y de los vientos fuertes</li> <li>Diseñar sistemas de captura de aguas que se ajusten progresivamente al ritmo de cambio de los patrones proyectados en precipitación</li> <li>Actualizar las especificaciones de diseño de equipo para mejorar la eficiencia y reducir los costos de mantenimiento en vista del cambio climático, particularmente para los equipos complejos de calefacción, ventilación y aire acondicionado</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prever el cierre y/o reubicación seguros de rellenos sanitarios</li> <li>Planificar la evacuación en caso de eventos extremos</li> </ul> |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p style="text-align: center;"><b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%; text-align: left;">REAJUSTAR/GESTIONAR</th> <th style="width: 33%; text-align: left;">PROTEGER/FORTALECER</th> <th style="width: 33%; text-align: left;">RETIRAR/REUBICAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar los recursos financieros y técnicos para afrontar mantenimiento y reparaciones más frecuentes</li> <li>Capacitar a los encargados de seleccionar residuos y educar a la población para que separe los materiales reciclables y de compostaje de otros residuos</li> <li>Dar mantenimiento a los vehículos de recolección para minimizar las interrupciones debidas a fallas mecánicas</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la erosión de laderas, coberturas y caminos dentro y alrededor de los rellenos sanitarios</li> <li>Dar mantenimiento a los sistemas de captura de agua de tormenta para asegurar su funcionamiento adecuado</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recubrir los rellenos sanitarios en peligro y preparar nuevos en zonas más seguras</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                 |  | REAJUSTAR/GESTIONAR | PROTEGER/FORTALECER | RETIRAR/REUBICAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar los recursos financieros y técnicos para afrontar mantenimiento y reparaciones más frecuentes</li> <li>Capacitar a los encargados de seleccionar residuos y educar a la población para que separe los materiales reciclables y de compostaje de otros residuos</li> <li>Dar mantenimiento a los vehículos de recolección para minimizar las interrupciones debidas a fallas mecánicas</li> </ul>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la erosión de laderas, coberturas y caminos dentro y alrededor de los rellenos sanitarios</li> <li>Dar mantenimiento a los sistemas de captura de agua de tormenta para asegurar su funcionamiento adecuado</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Recubrir los rellenos sanitarios en peligro y preparar nuevos en zonas más seguras</li> </ul>                                            |
| REAJUSTAR/GESTIONAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PROTEGER/FORTALECER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RETIRAR/REUBICAR                                                                                                                                                                |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar los recursos financieros y técnicos para afrontar mantenimiento y reparaciones más frecuentes</li> <li>Capacitar a los encargados de seleccionar residuos y educar a la población para que separe los materiales reciclables y de compostaje de otros residuos</li> <li>Dar mantenimiento a los vehículos de recolección para minimizar las interrupciones debidas a fallas mecánicas</li> </ul>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la erosión de laderas, coberturas y caminos dentro y alrededor de los rellenos sanitarios</li> <li>Dar mantenimiento a los sistemas de captura de agua de tormenta para asegurar su funcionamiento adecuado</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Recubrir los rellenos sanitarios en peligro y preparar nuevos en zonas más seguras</li> </ul>                                            |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer un seguimiento regular a la integridad de los sistemas de captura de agua y muros de contención, particularmente después de eventos de precipitación extrema o tormentas</li> <li>Realizar un monitoreo continuo de los rellenos sanitarios para detectar la contaminación de aguas subterráneas y erosión del suelo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |  |                     |                     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |

- **Naturaleza crítica** – ¿Qué tan importante es la infraestructura para la comunidad o región? ¿Cuál es el tamaño de la población que atiende el sistema de manejo de residuos? ¿Se cuenta con servicios de respaldo?
- **Probabilidad** – en vista de las proyecciones climáticas, ¿cuál es la probabilidad de que la infraestructura de recolección, procesamiento o eliminación quede afectada?
- **Consecuencias** – ¿Qué tan significativo es el impacto? ¿Dificultarán dichos impactos el manejo de residuos sólidos? ¿tendrán implicaciones sobre la salud tales impactos?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se puede hacer cambios en la recolección, procesamiento o eliminación mediante la reasignación de tiempos y recursos? ¿Se requerirá recursos adicionales, como un mayor número de trabajadores?

Al comprender las respuestas a estas preguntas, se pueden integrar las acciones de adaptación (como las que se enumeran en la Tabla 2) desde un principio en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de manejo de residuos sólidos. La integración de dichas consideraciones puede evitar decisiones sobre malas adaptaciones que incrementarían la vulnerabilidad de la infraestructura y de las personas que se pretende servir.

## LECTURAS ADICIONALES

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA),  
2010 Waste and Climate Change: Global Trends and Strategy Framework.  
(Residuos y Cambio Climático: Tendencias Globales y Marco Estratégico)  
<http://www.unep.org/jp/ietc/Publications/spc/Waste&ClimateChange/Waste&ClimateChange.pdf>

Programa de Reasentamiento de las Naciones Unidas (ONU-HABITAT),  
2010 Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation  
in the World's Cities. (Manejo de Residuos Sólidos en las Ciudades del  
Mundo: Agua y Saneamiento en las Ciudades del Mundo) <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2918>

Programa de Reasentamiento de las Naciones Unidas (ONU-HABITAT),  
2011 Planning for Climate Change: A Strategic, Values-based Approach  
for Urban Planners. (Planeamiento para el Cambio Climático: Un Enfoque  
Estratégico Basado en Valores para Urbanistas) <http://www.unhabitat.org/downloads/docs/PFCC-14-03-11.pdf>

---

Enviar las preguntas, retroalimentación, sugerencias y solicitudes de apoyo a [climatechange@usaid.gov](mailto:climatechange@usaid.gov).

*Publicado en abril de 2013*



# SISTEMAS DE ENERGÍA

**MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO**

Paneles solares en la India. Foto: USAID/India



- ▶ Los impactos del cambio climático pueden incluir daños a la infraestructura de energía (particularmente, extracción, generación y transmisión), reducción de la eficiencia y alteración de las operaciones.
- ▶ Estos impactos del cambio climático tienen implicaciones más amplias para los servicios de energía, causando más cortes de energía, aumento del precio de la energía y mayores riesgos de seguridad que ponen en peligro los múltiples componentes del desarrollo que dependen de la energía.
- ▶ Las alternativas de adaptación deben evaluarse respecto a la resiliencia climática de largo plazo y los beneficios de menores emisiones. Las alternativas de adaptación relacionadas a la energía fluctúan desde mecanismos de incentivos que promueven el uso de materiales de construcción energéticamente eficientes hasta la construcción de canales que protejan la infraestructura vital.

## LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SON ELEMENTOS INTEGRALES DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

La energía ayuda a promover el desarrollo económico y social. La infraestructura que respalda los sistemas de energía permite que las poblaciones reciban servicios básicos, ayuda en las industrias de la construcción y turismo, y en las inversiones; y respalda las iniciativas de salud, educación y agricultura.

La energía promueve el desarrollo y el crecimiento económico. Por ejemplo, la energía es esencial para operar aparatos de refrigeración e instrumentos de diagnóstico de los centros de atención a la salud en todo el mundo. Las instalaciones educativas necesitan energía para operar las computadoras, proyectores de video, impresoras, luces y otros equipos para programas de educación de calidad. En conjunto, la energía es necesaria para el diseño, mejoramiento y operación de casi todos los proyectos e iniciativas de USAID así como los de otras organizaciones de desarrollo.

La energía también es el eje del reto del cambio climático, ya que el consumo y producción de energía son fuentes clave de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, es imperativo que los profesionales del desarrollo apoyen el desarrollo con bajas emisiones mediante sistemas de energía limpia resiliente al cambio climático, asegurando así que el proyecto tenga efectos duraderos.

### LOS SISTEMAS DE ENERGÍA INCLUYEN:

- Sistemas de extracción, captura y refinamiento
- Sistemas de generación
- Sistemas de transmisión y distribución

### LOS SISTEMAS DE ENERGÍA APOYAN:

- Los programas urbanos y rurales
- El crecimiento económico y el desarrollo de la fuerza de trabajo
- El comercio y la inversión
- Los programas de agricultura, salud y educación

## LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS DE ENERGÍA

La infraestructura de la energía es vulnerable a una serie de estresores climáticos, como la temperatura, precipitación, elevación del nivel del mar y eventos extremos. Específicamente, se espera que el cambio climático modifique la intensidad, frecuencia y distribución de las temperaturas extremas, precipitaciones y tormentas, exacerbando la vulnerabilidad de la infraestructura energética.

Los impactos en los diferentes tipos de infraestructura energética incluyen la meteorización acelerada y un incremento en la posibilidad de daños o destrucción; cambios en la operación de los procesos de extracción de combustible y menor eficiencia de generación y/o transmisión. Los cambios en la temperatura y precipitaciones pueden dañar la infraestructura de extracción de combustible y las tuberías de transporte, alterando la cadena de suministro de energía. Asimismo, el cambio climático puede afectar la disponibilidad y flujo de los suministros de energías renovables. Probablemente las fuentes de energía renovable se verán afectadas de diferentes maneras en diferentes ubicaciones. Algunas áreas recibirán más agua, sol o viento que otras. El cambio climático también podría exacerbar el conflicto entre diversos usos de energía, con el impacto correspondiente en la producción de energía.

Los impactos del cambio climático en la demanda de energía también pueden añadir estrés a la infraestructura de energía, incluyendo cambios en los requerimientos de energía para el aire acondicionado residencial e

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en la infraestructura y servicios de energía

|                                                                                   | <b>Equipo de extracción, captura y proceso</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Instalaciones de generación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Infraestructura de transmisión, distribución y transporte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de las operaciones de extracción debido a cambios en la temporada y duración de la época de extracción (por ejemplo, descongelación de la permafrost)</li> <li>Cambios en la capacidad de extracción y procesamiento (por ejemplo, los trabajadores pueden trabajar menos tiempo al exterior)</li> <li>Cambios en los tipos de combustible solicitados</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de los costos de capital para construir infraestructura moderna para satisfacer la mayor demanda</li> <li>Menor eficiencia de generación (por ejemplo, debido a mayor temperatura del agua de refrigeración)</li> <li>Cambios en el potencial de energía hidroeléctrica (por ejemplo, cambios en los deshielos) y producción de biomasa</li> <li>Reajustes en los tipos de capacidad de generación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor expansión térmica de las líneas de energía, reduciendo la energía que es transportable de manera segura</li> <li>Mayores costos de capital para construir infraestructura de distribución y transmisión nueva para satisfacer la mayor demanda.</li> <li>Cambio en el rendimiento de los sistemas de tuberías</li> </ul> |
|                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Meteorización, daño acelerado y desgaste del equipo y estructuras</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Cambios en las precipitaciones</b>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estrés en los procesos intensivos de agua, como minería, procesamiento y desarrollo del recurso de esquisto bituminoso</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayores limitaciones a la producción debido a la escasez de agua, incluyendo la ubicación y tipo de generación</li> <li>Cambio en el potencial hidroeléctrico, especialmente con respecto al tiempo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alteraciones en el transporte de combustible cuando se emplea infraestructura dañada (por ejemplo, inundaciones, daño de las tuberías)</li> </ul>                                                                                                                                                                              |
| <b>Aumento del nivel del mar y oleadas causadas por tormentas</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación permanente y/o temporal de la infraestructura de extracción, refineras, líneas de transporte, plantas de energía, sistemas de energía renovable y líneas de transmisión y distribución, que alteran los servicios de energía.</li> </ul>                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Eventos extremos (incluyendo, viento, heladas, polvo y tormentas costeras)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de las operaciones (por ejemplo, cierre temporal)</li> <li>Daño y destrucción potencial de la infraestructura</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Daño de la infraestructura de generación</li> <li>Cambio en la capacidad de producción de energía solar y eólica</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Daño a las líneas de energía</li> <li>Daño al transporte de combustible (por ejemplo, tuberías, carreteras, vías ferroviarias o puertos)</li> </ul>                                                                                                                                                                            |
|                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor preocupación por la salud y seguridad (especialmente de las instalaciones de energía nuclear)</li> <li>Aumento de los costos de reparación y mantenimiento</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

industrial, el ritmo y magnitud de la demanda pico y ajustes en el consumo de energía para las actividades de transporte, construcción y agricultura. Por ejemplo, los incrementos en la temperatura promedio y los eventos de calor extremo incrementarían significativamente la demanda de energía per cápita, pudiendo exceder sustancialmente la oferta.

Estos cambios se pueden extender a la economía de los países en desarrollo, con el consiguiente efecto sobre un amplio rango de actividades. Por ejemplo, los cambios en los costos y disponibilidad de los combustibles pueden afectar los servicios de transporte de la población laboral, y para el turismo y el comercio. Estos efectos pueden alterar la cadena de suministros a nivel mundial. Otros efectos incluyen tormentas más intensas que podrían dañar las instalaciones de generación de energía nuclear, poniendo en riesgo la salud y seguridad de los trabajadores y habitantes en las inmediaciones de las plantas. Estos riesgos varían en importancia relativa, con un rango de implicaciones de costo, efectos combinados e impacto en los objetivos de desarrollo. La Tabla 1 presenta ejemplos adicionales.

Finalmente, **los impactos en la energía relacionados al cambio climático tendrán grandes implicaciones en los servicios de energía, así como en los objetivos de desarrollo.** Por ejemplo, los mayores costos de mantenimiento y de capital probablemente incrementarán el precio de la energía, obligando a las personas de recursos limitados a

escoger entre servicios importantes como atención sanitaria, transporte y energía. Las fallas del sistema causadas por el estrés climático podrían incrementar la frecuencia, intensidad y extensión de los cortes de energía. Estos cortes además someterían a estrés a los servicios y las poblaciones que necesitan la energía para actividades como preparación de alimentos, comunicación, educación, atención de la salud y las actividades de subsistencia.

## **LA ADAPTACIÓN RELACIONADA CON LA ENERGÍA PUEDE SER INSTITUCIONALIZADA EN LOS PROGRAMAS EXISTENTES**

Las medidas de adaptación pueden ayudar a mitigar el riesgo climático relacionado a la energía, a construir proyectos más resilientes y mantener el crecimiento económico. Cuando los profesionales del desarrollo comprenden los posibles impactos climáticos, pueden identificar más fácilmente las prioridades de adaptación e incorporarlas a proyectos futuros o integrarlas en las operaciones de mantenimiento y mejoramiento del capital existente.

Se puede utilizar un proceso de selección enfocado en los siguientes cuatro factores para seleccionar las prioridades de adaptación:

**Tabla 2.** Ejemplos de alternativas de adaptación relacionadas a la energía por etapa del ciclo del proyecto

| Etapas del ciclo del proyecto                                                                                                                                       | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con el sector de energía más importantes para la nación, comunidad o sector en el que se está trabajando</li> <li>Identificar los factores y las condiciones facilitadoras necesarias para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar el impacto de los estresores climáticos y no-climáticos en dichos factores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los impactos del clima e identificación de la infraestructura y servicios de energía con el mayor riesgo climático</li> <li>Analizar los riesgos relacionados al clima a la luz de los riesgos existentes para el sector de energía</li> <li>Priorización de las necesidades de adaptación</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de política<br/>Desarrollo de proyectos</p>           | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                     | <b>REAJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar con enfoque en redundancia para responder a alteraciones en el servicio (por ejemplo, el suministro de agua)</li> <li>Considerar la demanda, disponibilidad y costos de generación y combustible futuros en el planeamiento</li> <li>Considerar sistemas de energía menos centralizados como paneles solares instalados localmente</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar los estándares de diseño para mejorar la eficacia de la energía de las casas y edificios comerciales y los sistemas de refrigeración de plantas de energía</li> <li>Equipar las plantas con tecnologías que se concentren en la reutilización del agua</li> </ul>                                             | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Integrar las proyecciones de aumento del nivel del mar y consideraciones de oleadas causadas por tormentas en el área costera</li> <li>Planificar ubicar la infraestructura lejos de las áreas de alto riesgo</li> </ul>                                           |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p> | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                     | <b>REAJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar los recursos para un mantenimiento más frecuente</li> <li>Distribuir los cambios en los costos de energía a lo largo del tiempo para evitar picos amplios en los precios de energía</li> <li>Incentivar el uso de materiales de construcción que reflejen el calor y faciliten la eficiencia de refrigeración</li> <li>Instalar sistemas de respaldo para las necesidades críticas en casas y hospitales</li> <li>Incentivar la gestión de la demanda, incluyendo el uso reducido de artefactos no esenciales, apagado de las luces</li> </ul> | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar los sistemas de refrigeración existentes o cambio de generación a instalaciones más nuevas con mayor capacidad de refrigeración</li> <li>Añadir refuerzos a las paredes y techos</li> <li>Incorporar mejoras estructurales a la transmisión</li> <li>Construir canales para contener las inundaciones</li> </ul> | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicar la infraestructura que puede verse significativamente impactada por los estresores climáticos</li> <li>Trasladar la infraestructura que se encuentra en las áreas en donde los impactos climáticos pueden causar peligros de seguridad severos</li> </ul> |
|                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer un seguimiento de las necesidades y la eficacia de los sistemas de energía redundantes</li> <li>Monitorear el cambio de las necesidades de recursos y las demandas en conflicto (por ejemplo, agua para refrigeración) como cambio en las condiciones</li> <li>Monitorear el deterioro de la infraestructura de transmisión</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

- **Naturaleza crítica** – ¿Qué tan importante es el componente de infraestructura de energía? ¿Hay reserva de seguridad para la infraestructura vital?
- **Probabilidad** – ¿Cuál es la probabilidad de que los impactos climáticos proyectados afecten la infraestructura de energía?
- **Consecuencias** – ¿Qué tan significativo será el impacto climático en los servicios de energía? ¿Afectará permanente los sistemas de transmisión o distribución de energía?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se cuenta con recursos financieros y técnicos para la reingeniería, adecuación o reemplazo?

Las alternativas de adaptación incluyen cambios estructurales (por ejemplo, elevación de las subestaciones) y cambios de operación (por ejemplo, ajustar los programas y recursos de mantenimiento y reparación). El desarrollo de una infraestructura de energía menos centralizada, por ejemplo, mediante paneles solares en las casas o edificios públicos,

puede incrementar las opciones de reserva de seguridad y disminuir la demanda de otra infraestructura de energía. Los programas de manejo de la demanda que reducen el consumo de energía también pueden aliviar la presión sobre un sistema de energía sujeto a estrés, dando como resultado la mitigación y adaptación ante los impactos de los gases de efecto invernadero.

Las adaptaciones pueden variar en costos y beneficios. Por ejemplo, si se incorpora información sobre el clima en el diagnóstico y diseño del proyecto, las adaptaciones pueden requerir poco o ningún financiamiento adicional, y aun así brindar beneficios sostenidos. Por otro lado, las decisiones de inversión en desarrollo que no toman en cuenta la información sobre el clima pueden dar como resultado proyectos mal adaptados, como la construcción de una planta de energía nuclear que probablemente enfrente mayores oleadas por tormentas, vientos extremos y disminución del agua disponible para refrigeración. Para aumentar el beneficio que se espera de los proyectos, se debe considerar

simultáneamente los enfoques de resiliencia climática (adaptación) y bajas emisiones (mitigación). La Tabla 2 muestra una lista ilustrativa de las adaptaciones posibles y muestra los pasos que puede tomar el gestor del proyecto usando el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático (CRD en inglés). En la sección del Panorama General precedente se incluye más información sobre el Marco CRD.

La efectividad de todos los programas de desarrollo se maximiza cuando se considera el riesgo climático en los planes y proyectos de energía. **Un enfoque integrado a nivel de sistemas que desarrolle proyectos de energía resilientes al clima y de bajas emisiones, rendirá beneficios de largo plazo y mayor alcance.**

## LECTURAS ADICIONALES

Programa Científico del Cambio Climático de los Estados Unidos (USCCSP), 2007. Effects of Climate Change on Energy Production and Use in the United States. (Efectos del Cambio Climático en la Producción y el Uso de Energía en los Estados Unidos) <http://www.climate-science.gov/Library/sap/sap4-5/fnal-report/sap4-5-fnal-all.pdf>

Programa de Investigación del Cambio Global de los Estados Unidos (USGCRP), 2009. Global Climate Change Impacts in the United States. (Impactos del Cambio Climático Global en los Estados Unidos) <http://downloads.globalchange.gov/usimpacts/pdfs/climate-impacts-report.pdf>



# TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (TIC)

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Vendedor de tarjetas de llamadas para teléfonos celulares en Port-au-Prince, Haití. Foto: Jayanthi Narain, USAID



- ▶ Los cambios en el clima pueden tener impacto sobre la tecnología de información y comunicaciones debido al sobrecalentamiento de los centros de datos, intercambios y estaciones base, reduciendo la fuerza y calidad de las señales inalámbricas y aumentando los costos de operación y mantenimiento.
- ▶ Los impactos del cambio climático en las TIC pueden tener como consecuencia la interrupción del servicio, degradación de la infraestructura y cambios en la calidad y disponibilidad de servicios. Estos impactos pueden socavar la economía, la capacidad de respuesta ante emergencias y la conectividad social.
- ▶ Las alternativas de adaptación relacionadas con las TIC incluyen el desarrollo de servicios de respaldo de seguridad, el planeamiento y preparación para los cortes de servicio, colocación de los cables subterráneos por encima de la superficie, y la reubicación de componentes críticos costeros del sistema.

### LASTIC SON ELEMENTOS INTEGRALES DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

USAID y otros profesionales del desarrollo pueden utilizar la tecnología de información y comunicaciones para abordar algunos de los principales desafíos de desarrollo mundial. Las TIC comprenden la difusión de ondas de radio y televisión, las comunicaciones telefónicas fijas y celulares, y el Internet alámbrico e inalámbrico, todos los cuales prestan servicios de comunicación básica y de divulgación de la información que permiten el progreso económico de personas y empresas, y conectarse entre sí socialmente.

Al conectar a las personas y facilitar el intercambio de información, las TIC pueden contribuir a la reducción de la pobreza, la lucha contra las enfermedades y a reducir la desigualdad de género. Apoyan las actividades económicas como el comercio en línea, facilitan las respuestas ante emergencias y prestan servicios de monitorización y control en muchos sectores. Empoderan a las mujeres dándoles acceso a la información, educación y servicios y les permiten expresarse más allá de sus comunidades locales y establecer redes con otras mujeres de todo el mundo.

Las TIC incrementan la resiliencia y adaptación ante el cambio climático ya que permiten educar a los actores involucrados y proporcionarles oportunamente la información que necesitan. También pueden contribuir

#### LASTIC INCLUYEN:

- Infraestructura de transmisión (cableado, torres celulares, etc.)
- Señales inalámbricas (radio, satélite, microondas, etc.)
- Edificaciones y equipos (centros de datos, etc.)
- Dispositivos para usuarios finales (computadoras, teléfonos celulares, radios, etc.)

#### LASTIC SUSTENTAN:

- La educación y capacitación
- El crecimiento económico y el comercio
- La igualdad de género
- Los programas urbanos
- La reducción y manejo de riesgos en caso de desastres

a la mitigación del cambio climático mejorando la eficiencia de los sistemas de energía, transporte y las edificaciones, y haciendo que su propia actividad sea más eficiente. Por tanto, si bien las TIC sufren las consecuencias del cambio climático, también son parte de la solución, al facilitar tanto la mitigación como la adaptación.

***Invirtiendo en TIC de bajas emisiones y resilientes al clima, USAID y otros profesionales del desarrollo pueden promover soluciones duraderas para las prioridades programáticas críticas.***

### LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO LOS SERVICIOS DE LASTIC

Varios estresores climáticos pueden afectar las redes y servicios de las TIC. En sí, éstas ya son vulnerables a los impactos del clima, incluyendo los eventos climáticos extremos. Además, las TIC son vulnerables a los impactos del tiempo y el clima en los sistemas de energía y, en menor grado, en la infraestructura de transporte. Los posibles impactos del cambio climático en las TIC varían considerablemente dependiendo de si se trata de infraestructura subterránea, de superficie, o inalámbrica, de radio o de satélite. La infraestructura subterránea puede ser afectada por inundaciones, aumento del nivel del mar; subsidencia causada por sequías o inundaciones y daños a la infraestructura de superficie (como las carreteras).

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en la infraestructura y servicio de las TIC<sup>1</sup>

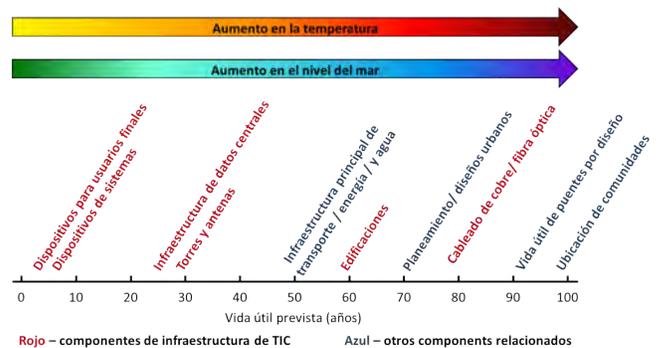
|                                                                   | Infraestructura de transmisión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Señal inalámbrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Edificios y equipo <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores riesgos de salud y seguridad de los trabajadores de mantenimiento debido al calor</li> <li>• Hundimiento e inclinación de las torres de telecomunicaciones debido al derretimiento de la capa de hielo</li> </ul>                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor rango de la transmisión de señales inalámbricas haciendo que la ubicación/ densidad de las torres de señal inalámbrica sean subóptimas</li> <li>• Interrupción de la señal inalámbrica debido a cambios en el crecimiento de la vegetación ocasionado por modificaciones de los ecosistemas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recalentamiento de los centros de datos, intercambios, estaciones base, etc.</li> <li>• Mayor requerimiento y costo por aire acondicionado</li> <li>• Menor requerimiento y costo de calefacción</li> </ul> |
| <b>Cambios en las precipitaciones</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores inundaciones de la infraestructura a baja altura/ subterránea y de puntos de acceso, especialmente en áreas costeras, llanuras inundables y ciudades</li> <li>• Exposición de los cables /rutas troncales debido a la erosión o daño de la infraestructura de transporte</li> <li>• Menor necesidad de mantenimiento por problemas de nieve</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor calidad y fuerza del servicio inalámbrico debido a mayores precipitaciones</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la necesidad de mantenimiento de entornos de los dispositivos del sistema debido a cambios en la humedad</li> </ul>                                                                              |
| <b>Aumento del nivel del mar y oleadas causadas por tormentas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor inundación y corrosión por agua salina en la infraestructura en las áreas de baja elevación/ costeras</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en los datos referenciales para los cálculos de transmisión de telecomunicaciones o satelitales</li> </ul>                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre o mayor acceso a las edificaciones costeras de baja altura debido a las inundaciones permanentes o temporales</li> </ul>                                                                             |
| <b>Cambios en tormentas y vientos extremos</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrubiamiento de torres de celulares o postes telefónicos debido a fuertes viento o caída de árboles</li> <li>• Mayor daño de la infraestructura de superficie</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | Impacto mínimo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Impacto mínimo                                                                                                                                                                                                                                       |

La infraestructura de superficie puede recibir el impacto de cambios de las precipitaciones, vientos fuertes e inestabilidad del suelo. Los servicios inalámbricos, de radio o satélite pueden ser impactos por las mayores temperaturas, mayores precipitaciones y cambios en la vegetación debido a cambios del clima. Éstos y otros riesgos asociados al cambio climático varían en importancia relativa, dentro de una gama de implicaciones para los costos, efectos combinados e impactos sobre los objetivos del desarrollo. La Tabla 1 de esta sección presenta ejemplos adicionales. Los ejemplos enumerados en la tabla a continuación pueden deteriorar la infraestructura, interrumpir los servicios, reducir la disponibilidad y calidad del servicio, modificar los costos de operación y mantenimiento e impactar la salud y seguridad de los trabajadores.

## LAS ORGANIZACIONES DE DESARROLLO PUEDEN INTEGRAR LA ADAPTACIÓN RELACIONADA CON LASIC EN LOS PROGRAMAS EXISTENTES

A diferencia de otras categorías de infraestructura, muchos componentes del sector TIC se caracterizan por un desarrollo y cambio rápidos. Los dispositivos para usuarios finales sufren una rotación natural extremadamente rápida. La infraestructura de los centros de datos y de transmisión, como los mástiles y antenas también se reemplazan más rápidamente que muchos otros tipos de infraestructura. Este rápido ritmo permite una adaptación flexible, gradual y prácticamente reactiva ante

**Figura 1.** Vida útil (en años) de los componentes de la infraestructura de TIC e impacto creciente del cambio climático<sup>3</sup>



el cambio climático, si se incluye los riesgos de cambio climático en las decisiones de diseño.

La infraestructura de TIC de mayor vida útil como las edificaciones y cableado, no podrán adaptarse incrementalmente con tanta facilidad. En general, mientras mayor sea la vida útil prevista de la infraestructura, más importante será incorporar condiciones del cambio climático en su planeamiento y diseño. La Figura 1 muestra la vida útil prevista de los componentes de la infraestructura de TIC junto con el creciente impacto del cambio climático. Debido a que se puede incorporar las acciones de

<sup>1</sup> La tabla se basa principalmente en la Tabla 4.1 de AEA (2010).

<sup>2</sup> Téngase en cuenta que los dispositivos para usuarios finales (por ejemplo, teléfonos celulares) no aparecen en la tabla porque la rápida rotación natural de dichos aparatos minimiza los impactos del cambio climático en los dispositivos para usuarios finales

<sup>3</sup> Esta figura corresponde a la Figura 4.1 de AEA (2010).

**Tabla 2.** Ejemplos de acciones relacionadas con TIC por etapa del ciclo del proyecto

| Etapa del ciclo del proyecto                                                                                                                                                                       | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>ALCANZAR</p>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con las TIC de más importancia para el país, comunidad o sector con el que trabaja</li> <li>Identificar los factores y condiciones facilitadoras necesarias para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar el impacto de los estresores climáticos y no climáticos en dichos factores</li> </ul>                                                                    |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|  <p>ANÁLISIS</p>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los impactos climáticos en la infraestructura de TIC para entender las necesidades de adaptación</li> <li>Analizar críticamente los diferentes servicios de TIC para priorizar acciones</li> <li>Analizar los riesgos relacionados con el clima en el contexto de otros riesgos de las TIC</li> <li>Identificar oportunidades para reducir la dependencia de las TIC respecto del sector energía</li> </ul> |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|  <p>DISEÑO</p> <p>Planeamiento<br/>Cambios de política<br/>Desarrollo de proyectos</p>                            | Opciones de adaptación (Ejemplos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                    | <p><b>REAJUSTAR/GESTIONAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar servicios redundantes para manejar las interrupciones</li> <li>Prever eventos climáticos extremos (equipos de campo adicionales, combustible adicional, hardware imprescindible extra)</li> </ul>                                                                                                                                                                      | <p><b>PROTEGER/FORTALECER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar especificaciones de diseño para elevar o proteger infraestructura crítica</li> </ul>               | <p><b>RETIRAR/REUBICAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planear reubicación de infraestructura costera</li> </ul>                            |
|  <p>IMPLEMENTACIÓN Y GESTIÓN</p> <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p> | Opciones de adaptación (Ejemplos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                    | <p><b>REAJUSTAR/GESTIONAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar combustible para energía de seguridad en antenas, torres celulares, y oficinas centrales</li> <li>Podar árboles cerca de cables</li> <li>Educar a la población para los cortes de energía</li> </ul>                                                                                                                                                                      | <p><b>PROTEGER/FORTALECER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enterrar cables</li> <li>Erigir barreras de protección alrededor de infraestructura de TIC crítica</li> </ul> | <p><b>RETIRAR/REUBICAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicar o re-enrutar los componentes críticos del sistema tierra adentro</li> </ul> |
|  <p>EVALUACIÓN Y AJUSTES</p>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer un seguimiento al desempeño de infraestructura de TIC como intensidad de señal y claridad de las comunicaciones</li> <li>Monitorear los cambios en la necesidad de mantenimiento</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |

adaptación a la tasa de rotación presente, el costo de la adaptación de las TIC probablemente sea más bien modesto.

Sin embargo, la adaptación podría ser más costosa si componentes importantes del sistema, como empalmes, nodos u oficinas centrales de la red, están ubicados en áreas costeras y deben ser reubicados, re-enrutado o protegidos de alguna manera importante respecto del aumento del nivel del mar o las oleadas por tormentas. Además, se debe tener en cuenta medidas de adaptación más proactivas cuando se diseñan los componentes de infraestructura de mayor vida, tales como edificaciones y cableado. Las prioridades de adaptación deben elegirse a partir de la evaluación por los encargados de las decisiones respecto de cuatro factores clave que aparecen como preguntas. El Panorama General precedente ofrece mayor información.

- **Naturaleza crítica** – ¿Qué tan importante es la infraestructura para la comunidad de región? ¿Se necesita el componente de infraestructura para la respuesta ante emergencias? ¿Se cuenta con servicios de respaldo?
- **Probabilidad** – En vista de las proyecciones del clima, ¿es probable que este componente sea afectado por el impacto climático?
- **Consecuencias** – ¿Qué tan significativo es el impacto? ¿Interrumpirán los cambios climáticos los servicios de comunicación permanente o temporalmente? ¿O los impactos simplemente darán como consecuencia una reducción de la calidad del servicio?

- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se puede efectuar cambios con aumento modesto del costo de la sustitución ya en curso? ¿Tendría que reemplazarse prematuramente la infraestructura?

USAID y otros profesionales del desarrollo deben aprovechar el desarrollo y rotación natural del sector TIC integrando estrategias de adaptación como las que aparecen en la Tabla 2 desde el inicio del planeamiento y diseño. Integrando intencionalmente las proyecciones climáticas al desarrollo de programas y decisiones de inversiones, los profesionales del desarrollo pueden evitar errores costosos, como la colocación de torres para comunicaciones inalámbricas a distancias que no permitirían una reducción de la capacidad de transmisión debido al aumento de la temperatura. Si bien un enfoque fraccionado para el desarrollo de las TIC podría tener efectos positivos a corto plazo, un enfoque integrado con resiliencia al cambio climático permitirá preservar el valor de la inversión realizada a largo plazo. La Tabla 2 ilustra este enfoque en línea con el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático. El Panorama General proporciona mayor orientación al respecto.

## LECTURAS ADICIONALES

AEA, 2010. Adapting the ICT Sector to the Impacts of Climate Change: Final Report. (Adaptación del sector TIC a los impactos del cambio climático: Informe Final) <http://archive.defra.gov.uk/environment/climate/documents/infrastructure-aea-full.pdf>

Department for Environment, Food, and Rural Affairs, 2011. Climate Resilient Infrastructure: Preparing for a Changing Climate. (Infraestructura resiliente al clima: Preparación para el cambio climático) <http://www.defra.gov.uk/publications/files/climate-resilient-infrastructure-full.pdf>

Royal Academy of Engineering, 2011. Engineering the Future. (Haciendo la ingeniería del futuro) [http://www.raeng.org.uk/societygov/public\\_affairs/pdf/Manifesto.pdf](http://www.raeng.org.uk/societygov/public_affairs/pdf/Manifesto.pdf)

U.S. Agency for International Development, 2012. Global Broadband and Innovations (GBI) Program: Leveraging Clean Energy and ICT. Forthcoming. (Programa de banda ancha e innovaciones globales: Reforzando la energía limpia y las TIC. En prensa)

U.S. National Climate Assessment Technical Input, 2012. U.S. Cities and Climate Change: Urban, Infrastructure, and Vulnerability Issues. Forthcoming. (Las ciudades de los Estados Unidos y el Cambio Climático. Temas urbanos, de infraestructura y vulnerabilidad. En prensa).

---

Enviar las preguntas, retroalimentación, sugerencias y solicitudes de apoyo a [climatechange@usaid.gov](mailto:climatechange@usaid.gov).

Publicado en abril de 2013



# ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Estructura de control de inundaciones en Iloilo, Filipinas. Foto: IRG



- ▶ Los cambios en el clima amenazarán la eficacia, idoneidad y durabilidad de las estructuras de control de inundaciones y la continuidad de sus servicios.
- ▶ Dado que las estructuras de control de inundaciones brindan una protección contra las inundaciones pequeñas frecuentes en los ríos y estuarios, aumentos de los niveles del mar y oleadas causadas por tormentas, los impactos del cambio climático en estas estructuras pueden afectar significativamente las comunidades que dependen de esta protección. Dichos impactos tienen implicaciones para la estabilidad urbana, el crecimiento económico y el comercio y la disponibilidad de alimentos y agua.
- ▶ Se puede proteger estas estructuras y sus servicios con estrategias de adaptación que incluyen fortalecer las estructuras existentes y actualizar los estándares de diseño para adaptarse a los cambios climáticos futuros.

### LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES SON ELEMENTOS INTEGRALES DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

Las estructuras de control de inundaciones están diseñadas para proteger las áreas costeras y a las orillas de los ríos, incluyendo a las comunidades urbanas y agrícolas, casas y otras áreas económicamente valiosas y a las personas ubicadas dentro de éstas. Estas estructuras se utilizan para desviar los flujos de agua, re-direccionando los ríos, reduciendo la velocidad de los cambios naturales en diques y líneas costeras, o evitando la inundación de líneas costeras o llanuras inundables vulnerables. Los diques, espolones, canales, y muros de contención marinos a menudo actúan como la primera línea de defensa contra el desborde de ríos, inundaciones, oleadas causadas por tormentas y, a largo plazo, el aumento del nivel del mar. Manteniendo el agua alejada, las estructuras de control de inundaciones reducen el daño causado a la infraestructura física y ayudan a asegurar la continuación de la actividad económica y social de las comunidades.

Sin embargo, las estructuras de control de inundaciones no eliminan el riesgo por completo. Se pueden producir inundaciones si se supera los niveles de agua del diseño. Si las estructuras no fueron bien diseñadas, construidas, operadas o mantenidas, éstas pueden aumentar el riesgo de brindar una falsa sensación de seguridad y alentar el establecimiento o desempeño de actividades económicas en áreas propensas al riesgo.

#### LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES INCLUYEN:

- Diques
- Espolones
- Canales
- Muros de contención marinos

#### LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES SUSTENTAN:

- Los programas urbanos
- El crecimiento y comercio económico
- La disponibilidad de alimentos y agua

No obstante, muchos programas de desarrollo confían en estas estructuras para mantener los objetivos del programa, incluyendo los suministros continuos de agua y alimentos, la actividad económica y la protección contra las tormentas e inundaciones. Por ejemplo, las iniciativas urbanas (e.g., proyectos de transporte urbano) en las ciudades costeras como Dhaka, Bangladesh, necesariamente confían en estructuras de control de inundaciones efectivas, como estaciones de bombas y diques, para mantener la efectividad del programa en el corto plazo. **Apoyando el diseño, construcción y mantenimiento resilientes al clima de las estructuras de control de inundaciones, USAID y otros profesionales del desarrollo pueden ayudar a asegurar efectos duraderos de los proyectos y programas de desarrollo en las áreas vulnerables.**

### LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES Y SUS SERVICIOS

Al igual que muchos otros tipos de infraestructura, las estructuras de control de inundaciones frecuentemente están diseñadas para perdurar por muchas décadas. Diversos estresores climáticos afectan la eficacia y durabilidad de las estructuras de control de inundaciones, incluyendo los cambios en las precipitaciones, niveles del mar, eventos extremos y las oleadas causadas por las tormentas resultantes. Las estructuras de control de inundaciones son únicas ya que pueden verse comprometidas por los mismos estresores contra los cuales fueron diseñadas. Por ejemplo, los incrementos en la intensidad y frecuencia de las inundaciones podrían

**Tabla 1.** Ejemplos de los impactos potenciales del cambio climático sobre las estructuras y servicios de control de inundaciones

|                                       | <b>Estructuras y servicios de control de inundaciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambio en las precipitaciones</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla de las estructuras de control de inundaciones existentes debido a un incremento en las inundaciones por aumento de la precipitación</li> <li>• Debilitamiento de los diques o coraza impermeable ineficiente debido a la erosión por inundaciones recurrentes e intensas</li> </ul>                                                                                                                                       |
| <b>Aumento del nivel del mar</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desborde de las estructuras más antiguas construidas según estándares que no integran el aumento del nivel del mar</li> <li>• Debilitamiento de las estructuras de control de inundaciones debido al hundimiento de la tierra y erosión combinadas con el aumento del nivel del mar</li> <li>• Inundación de las estructuras ubicadas en zonas bajas debido a la falla de las estructuras de control de inundaciones</li> </ul> |
| <b>Oleadas causadas por tormentas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avasallamiento de las estructuras debido a un incremento en la altura de las olas, mareas y oleadas</li> <li>• Debilitamiento o daño de las estructuras (por ejemplo, grietas en juntas críticas) debido a oleadas causadas por tormentas reiteradas</li> </ul>                                                                                                                                                                 |
| <b>Eventos extremos</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño y destrucción de las estructuras de control de inundaciones debido a ciclos de congelamiento-descongelamiento repentinos o las fuerzas combinadas de extremos escalonados como ciclones, deshielos y precipitaciones fuertes</li> <li>• Fisuras de la estructura que conllevan a la inundación temporal o permanente</li> </ul>                                                                                            |

saturar estas estructuras, causando su destrucción. Estos estresores aumentarán en importancia a medida que el cambio climático continúa alterando su intensidad, variabilidad y potencial de riesgo asociado.

Los impactos potenciales dependerán de una serie de factores que afectan la vulnerabilidad de estas estructuras. Por ejemplo, si se construyen muros de contención marinos en áreas que están sufriendo de hundimiento de tierra, serán más vulnerables a las oleadas causadas por tormentas y la elevación del nivel del mar. Los riesgos del cambio climático varían en importancia relativa, con un rango de implicancias de costos, efectos de composición e impactos en los objetivos de desarrollo. Las fallas en las estructuras de control de inundaciones pueden resultar en consecuencias funestas para los servicios prestados y las inversiones realizadas por la comunidad en desarrollo. La Tabla 1 brinda diversos ejemplos de los impactos potenciales del cambio climático sobre las estructuras de control de inundaciones.

## **LA ADAPTACIÓN RELACIONADA CON LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE INUNDACIONES PUEDE SER INSTITUCIONALIZADA EN LOS PROGRAMAS EXISTENTES**

Para reducir los impactos del cambio climático en las estructuras de control de inundaciones y el daño y destrucción resultantes para las comunidades costeras y ubicadas en zonas bajas, los profesionales del desarrollo tienen que adaptar las estructuras de control de inundaciones a los estresores climáticos futuros. La adaptación de las estructuras de control de inundaciones protegerá las inversiones en una serie de sectores, incluyendo los programas de transporte, energía y urbanos.

La resiliencia de las estructuras de control de inundaciones puede incrementarse de muchas maneras. Por ejemplo, las estructuras de control de inundaciones se deben construir en niveles más elevados y con materiales más resilientes y diseñados para soportar inundaciones repetidas y más extremas. De manera similar, al diseñar las estructuras de control de inundaciones, USAID y otras organizaciones de desarrollo deben considerar, cuando sea factible, la construcción de estructuras de respaldo para brindar servicios en caso de producirse una falla. Además, los estándares de diseño deben incorporar las proyecciones de aumento del nivel del mar, así como la hidrología y fisiografía de la cuenca con el fin

de minimizar y evitar impactos adversos imprevistos.

Es fundamental que sean ingenieros capacitados y registrados quienes diseñen, implementen y revisen las construcciones nuevas y las mejoras para asegurar su estabilidad, ya que las estructuras de control de inundaciones no validadas pueden constituir una amenaza directa para la vida humana. Además, las comunidades deben evitar promover una sensación infundada de seguridad ya que cualquier estructura puede ceder en circunstancias extremas.

Para comprender las implicaciones de las estructuras de control de inundaciones, los tomadores de decisiones deben identificar los escenarios climáticos futuros plausibles para comprender cómo se proyecta que cambien los factores relevantes - como los niveles del mar y la intensidad de un evento extremo. Haciendo uso de esta información, los tomadores de decisiones pueden identificar los cambios necesarios al diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras. Los profesionales del desarrollo tienen que comprender las vulnerabilidades de las diferentes estructuras, en base a la ubicación, diseño y construcción además de los impactos hidrológicos, ambientales y del ecosistema. Las acciones de adaptación deben integrarse en la estrategia de manejo del riesgo general para las estructuras de control de inundaciones.

Las prioridades de adaptación deben seleccionarse en base a la evaluación de los tomadores de decisiones de los siguientes cuatro factores clave (presentados con preguntas ilustrativas, referirse al Panorama general para obtener mayor información):

- **Naturaleza crítica** – ¿Cuál es el potencial de riesgo de falla de estas estructuras, incluyendo la población y el valor de los activos en el área protegida por las estructuras?
- **Probabilidad** – En vista de las proyecciones climáticas, ¿qué tan probable es que esta estructura se vea debilitada o saturada por causa de cambios climáticos?
- **Consecuencias** – ¿Conducirán los cambios climáticos a fisuras, rebosamiento o falla completa de estas estructuras o desestabilizarán los diques? Si la estructura falla, ¿qué daño y destrucción se producirá?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se puede fortalecer la estructura con un costo reducido? ¿Se necesita construir estructuras nuevas para brindar servicios de protección adecuados? ¿Se cuenta con ingenieros especializados certificados para diseñar, construir, inspeccionar y mantener estas estructuras en el área objetivo?

**Tabla 2.** Ejemplos de acciones relacionadas con el control de inundaciones por etapa del ciclo del proyecto

| Etapas del ciclo de proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Acciones según el ciclo del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionadas con el control de inundaciones que sean importantes para el país, la comunidad o el sector con que se trabaja</li> <li>Identificar los factores y condiciones facilitadoras necesarios para alcanzar dichas metas</li> <li>Considerar los impactos de los estresores climáticos y no climáticos en dichos factores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los impactos climáticos para comprender cómo debe modificarse el diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras de control de inundaciones</li> <li>Analizar los riesgos relacionados con el clima con respecto de los demás riesgos que amenazan las estructuras de control de inundación existentes y los servicios asociados</li> <li>Analizar los impactos sociales, hidrológicos, ambientales y ecosistémicos de las acciones propuestas</li> <li>Analizar los factores no climáticos, como cambios en el patrón de uso de tierras, para comprender de qué manera podrían mejorar o exacerbar los efectos de las inundaciones</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de políticas<br/>Desarrollo del proyecto</p>                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <b>AJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar estructuras o servicios redundantes para usar en caso de falla de las estructuras</li> <li>Aumentar la frecuencia de las inspecciones para asegurar que las estructuras están soportando las presiones del cambio climático</li> <li>Diseñar planes de manejo de riesgos de inundaciones con opciones de adaptación ecosistémicas y constructivas</li> </ul> | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar las especificaciones de diseño para integrar el aumento del nivel del mar y oleadas de tormentas proyectados</li> <li>Reforzar los diques para contrarrestar los efectos de los aumentos de erosión costera</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prever la reubicación de comunidades</li> <li>Examinar enfoques de gestión de recursos naturales que permitan aumentar el almacenamiento en las cuencas o rompeolas, como por ejemplo, la creación de manglares</li> <li>Actualizar los códigos de zonificación de las tierras costeras creando zonas naturales de amortiguamiento</li> </ul> |  |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <b>AJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar los recursos de mantenimiento y reparación más frecuentes</li> <li>Evacuar áreas temporalmente</li> <li>Recurrir a opciones ecosistémicas, por ejemplo, amortiguación ribereña, para absorber de manera natural el exceso de agua</li> </ul>                                                                                                                    | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar materiales permeables en ubicaciones seleccionadas para permitir una mejor absorción del agua</li> <li>Utilizar mezclas de asfalto /concreto mejoradas</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicar las comunidades tierra adentro o lejos de las cuencas inundables</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer seguimiento a las estructuras de control de inundaciones y evaluar si se requiere servicios redundantes u otras opciones adicionalmente- Monitorear el cambio de las condiciones ambientales afectadas por el clima, inclusive cambios en los niveles de oleadas de tormentas, velocidad del viento y precipitaciones</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |

Un enfoque integrado, resiliente al clima para el manejo de control de inundaciones asegurará que los resultados del programa de desarrollo sean duraderos y a largo plazo. Las proyecciones del cambio climático deben incluirse de manera deliberada y consciente en las diversas etapas del ciclo, incluyendo el diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras de control de inundaciones. Existen diferentes opciones para mitigar los impactos de estos estresores climáticos, incluyendo cambios estructurales (por ejemplo, cambios en las pendientes de los diques) y cambios de las políticas (por ejemplo, código de zonificación, reubicación, planes de redundancia del diseño). La Tabla 2 presenta ejemplos ilustrativos de las alternativas de adaptación para las estructuras de control de inundaciones de acuerdo con el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático. El Panorama General ofrece más pautas sobre dicho Marco.

### LECTURAS ADICIONALES

British Columbia Ministry of Environment, 2011. Climate Change Adaptation Guidelines for Sea Dikes and Coastal Flood Hazard Land Use. (Lineamientos de Adaptación al Cambio Climático para los Diques Marinos y Utilización de Tierras en Riesgo de Inundación Costera) Disponible en [http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public\\_safety/food/pdfs\\_word/draft\\_policy\\_rev.pdf](http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/food/pdfs_word/draft_policy_rev.pdf)

U.S. Army Corps of Engineers, 2011. USACE Climate Change Adaptation Plan and Report 2011. (Plan e Informe de Adaptación al Cambio Climático 2011) Disponible en [http://www.corpsclimate.us/docs/usace\\_climate\\_change\\_adaptation\\_report\\_03\\_june\\_2011.pdf](http://www.corpsclimate.us/docs/usace_climate_change_adaptation_report_03_june_2011.pdf)

Enviar las preguntas, retroalimentación, sugerencias y solicitudes de apoyo a [climatechange@usaid.gov](mailto:climatechange@usaid.gov).

Publicado en abril de 2013





# ACTIVOS DEL PATRIMONIO CULTURAL

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Cobertura de protección de los mosaicos de la Basílica de Soli, Chipre. Foto: Glen Anderson, 2008



- ▶ El cambio climático tiene impactos como la erosión de las estructuras y superficies decoradas, inundación de edificaciones, y meteorización salina de materiales históricos y arqueológicos irremplazables.
- ▶ Ya que los activos del patrimonio cultural son fundamentales para la preservación de los valores e identidad culturales y a menudo desempeñan un papel clave en el sustento de las economías regionales, los impactos del cambio climático en dichos activos pueden tener efectos de largo alcance en los programas de desarrollo.
- ▶ Las alternativas de adaptación del patrimonio cultural incluyen el mantenimiento y refuerzo de estructuras, monumentos y edificaciones; construcción de represas o diques para proteger los lugares o el traslado de la infraestructura y bienes históricos del patrimonio cultural lejos de áreas de baja altura.

### LOS ACTIVOS DEL PATRIMONIO CULTURAL INCLUYEN:

- Monumentos
- Estructuras históricas y asentamientos históricos
- Lugares de veneración
- Cementerios
- Lugares arqueológicos

### LOS ACTIVOS DEL PATRIMONIO CULTURAL SUSTENTAN:

- La educación
- El desarrollo cultural y social
- El crecimiento económico

## LOS ACTIVOS DEL PATRIMONIO CULTURAL SON ELEMENTOS INTEGRALES DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

Los activos del patrimonio cultural contribuyen a proporcionar y conservar recursos sociales, culturales y educativos. Los edificios, monumentos y asentamientos de carácter a menudo irremplazable contribuyen a menudo al desarrollo económico, dando como consecuencia la creación de puestos de trabajo e ingresos.

Las misiones de USAID y otros profesionales del desarrollo colaboran con las organizaciones locales para preservar el patrimonio cultural y apoyar el desarrollo y uso de capacidades de conservación. **Al proteger el patrimonio cultural y apoyar el turismo sostenible, los profesionales del desarrollo también pueden mejorar las oportunidades económicas para el futuro.**

## LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS PUEDEN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS ACTIVOS DEL PATRIMONIO CULTURAL

Los estresores climáticos pueden afectar directamente los edificios, monumentos y asentamientos que forman parte del patrimonio cultural. El aumento del nivel de los mares amenaza los activos costeros debido a la mayor erosión e intrusión de aguas salinas. La mayor frecuencia e

intensidad de las tormentas e inundaciones puede dañar estructuras que no fueron diseñadas para soportar presión estructural, erosión e inmersión prolongadas. El cambio de los patrones de precipitación puede erosionar rápidamente activos que fueron construidos para un clima diferente. Por ejemplo, las edificaciones de la peculiar ciudad de Leh en Ladakh, India, fueron construidas en un entorno de desierto de gran elevación y no se adecúan a los actuales incrementos de precipitación. El aumento de la humedad del suelo debido a la mayor precipitación puede reducir la capacidad física de los edificios históricos y los restos arqueológicos, la mayor temperatura y humedad puede dañar los materiales y estructuras de las edificaciones al fomentar la descomposición, pestes y erosión. La sequía, mayores temperaturas, meteorización salina y erosión amenazan los activos del patrimonio cultural en áreas desérticas como la Mezquita Chinguetti en Mauritania, construida con piedras secas y adobe. Éstos y otros riesgos ocasionados por el cambio climático varían en importancia relativa, dentro de una gama de costos, efectos combinados e impactos en los objetivos de desarrollo. La Tabla 1 proporciona ejemplos adicionales.

## LAS ORGANIZACIONES DE DESARROLLO PUEDEN INTEGRAR LA ADAPTACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL A LOS PROGRAMAS EXISTENTE

USAID, otros profesionales del desarrollo y los encargados locales de toma de decisiones pueden identificar las prioridades de acción para

**Tabla 1.** Ejemplos de posibles impactos del cambio climático en los activos y objetos del patrimonio cultural<sup>1</sup>

|                                                                              | <b>Artefactos, estructuras, edificaciones y asentamientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro debido al estrés térmico y actividad bioquímica</li> <li>• Deterioro debido a mayor frecuencia de plagas</li> <li>• Deterioro debido a ciclos de congelamiento-derretimiento o heladas</li> <li>• Deterioro dentro de ladrillos, piedras y objetos de cerámica en los que el agua se congela antes de secarse</li> <li>• Calentamiento del interior de edificios y artefactos, que causa alteraciones negativas de los materiales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Cambios en las precipitaciones (inclusive derretimiento de glaciares)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de integridad estratigráfica por rajaduras y deformaciones debido a cambios del contenido de humedad de los sedimentos</li> <li>• Cambios físicos en los materiales porosos y acabados debido a una mayor humedad</li> <li>• Cristalización y disolución de sales debido al ciclo de humedecimiento y secado que afecta las edificaciones, arqueología, murales, frescos y otras superficies decoradas</li> <li>• Erosión y corrosión de metales causada por inundaciones</li> <li>• Ataque biológico de los materiales orgánicos por insectos, moho, hongos y especies invasoras, como las termitas</li> <li>• Fractura, rajadura, escamado y pulverizado de materiales y superficie debido a los cambios cíclicos de humedad relativa</li> </ul> |
| <b>Aumento del nivel del mar</b>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión o pérdida de sitios</li> <li>• Intrusión de agua salina en las estructuras subterráneas</li> <li>• Inundación permanente de recursos en áreas de baja elevación</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Viento</b>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetración de la humedad en materiales porosos</li> <li>• Daño y colapso estructurales</li> <li>• Deterioro de superficies debido a la erosión</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Desertificación</b>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión</li> <li>• Meteorización salina</li> <li>• Colapso de las estructuras</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

la adaptación e integrarlas a los programas existentes de mejora y mantenimiento. Mediante un proceso de revisión, se puede elegir las prioridades de adaptación a partir de la evaluación que realicen los tomadores locales de decisiones respecto de los siguientes cuatro factores clave (que aparecen como preguntas ilustrativas).

- **Naturaleza crítica** – ¿Es importante el activo de patrimonio cultural para la historia de la zona y el sentido de identidad de la población? ¿Constituye el activo un atractivo turístico importante?
- **Probabilidad** – ¿Cuál es la probabilidad de que el cambio climático afecte el activo cultural?
- **Consecuencias** – ¿Destruirán las consecuencias de los impactos del cambio climático activos irremplazables del patrimonio permanentemente? ¿Será dicho daño irreparable?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Se puede conservar los activos del patrimonio a un costo asequible dentro del presupuesto gubernamental? ¿Se requiere un cronograma gradual para la restauración y protección de activos?

Por ejemplo, en Bangladesh, la ciudad histórica de Sonargaon, contiene miles de complejos edificios medievales. Los edificios ya se están deteriorando debido a la falta de mantenimiento así como por el aumento del nivel del mar e inundaciones causadas por la pérdida de barreras naturales, como los bosques de manglares. El aumento futuro del nivel del mar podría incrementar la intensidad de las inundaciones dando como lugar una mayor pérdida del patrimonio cultural, así como al desplazamiento de un número significativo de personas. Los

encargados de tomar decisiones deben considerar estos impactos y consecuencias del cambio climático y asignar los recursos necesarios para crear conciencia sobre los peligros presentes y futuros, dar capacitación y proteger y mantener el sitio.

Las alternativas relacionadas al patrimonio cultural incluyen la capacitación de las partes interesadas; cambios en las prácticas y políticas de gestión relacionadas con el mantenimiento, refuerzo y desarrollo de las infraestructuras para proteger y fortalecer las edificaciones; y alianzas que incluyan posibilidades de compartir los beneficios ya que quienes buscan preservar un sitio importante pueden no ser los mismos cuya acción se necesita para protegerlo. Se puede incorporar algunos factores desde el inicio del planeamiento y diseño mientras que otros podrían requerir recursos adicionales significativos. La institucionalización de las estrategias de adaptación en los planes y programas existentes de gestión del patrimonio cultural puede fortalecer los esfuerzos de conservación a largo plazo.

Cuando se rehabilita, renueva y monitoriza los activos del patrimonio cultural, se debe tomar en cuenta todos los factores de largo plazo. Por ejemplo, existen tres sitios incluidos en el Patrimonio de la Humanidad a lo largo del río Támesis en y cerca de Londres. Al evaluar la capacidad de la barrera del río Támesis para proteger a la ciudad de inundaciones, los funcionarios municipales debieron tomar en cuenta la protección de las propiedades y las personas, así como la preservación de los sitios del patrimonio cultural del planeta. Este esfuerzo requiere el análisis de datos actuales así como la monitorización y predicción de cambios de los niveles del nivel de agua, el nivel de los mares y de las precipitaciones debido al

<sup>1</sup> Adaptado de (UNESCO), 2007. World Heritage Reports 22 - Climate Change and World Heritage: Report on predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage and Strategy to assist States Parties to implement appropriate management responses. (Informe 22 sobre Patrimonio Cultural. Cambio climático y patrimonio cultural. Informe de predicción y gestión de los impactos del cambio climático en el patrimonio cultural y estrategia para asistir a los estados parte a implementar respuestas de manejo.) Colette, A. (ed). UNESCO World Heritage Centre.

**Tabla 2.** Ejemplos de acciones relacionadas con el patrimonio cultural por etapa del ciclo del proyecto

| Project Cycle<br>Etapa del ciclo de proyecto                                                                                                                | Acciones según el ciclo de proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las metas de desarrollo relacionados con el patrimonio cultural que son importantes para el país, comunidad o el sector con el que se trabaja</li> <li>• Identificar los factores y condiciones facilitadoras necesarios para lograr dichas metas</li> <li>• Considerar los impactos de los estresores climáticos y no climáticos sobre dichos factores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los riesgos, impactos y vulnerabilidades climáticos para entender las necesidades de adaptación</li> <li>• Analizar los riesgos relacionados con el clima en vista de todos los riesgos existentes para los recursos del patrimonio cultural</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <br>Planeamiento<br>Cambios de política<br>Desarrollo de proyecto          | <p style="text-align: center;"><b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar acuerdos multilaterales ambientales y crear asociaciones y redes para facilitar el desarrollo e implementación de estrategias de adaptación, monitoreo y esfuerzos de evaluación</li> <li>• Planificar la preparación para emergencias</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <br>Construcción<br>Operación<br>Mantenimiento<br>Actividades del programa | <p style="text-align: center;"><b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener y restaurar periódicamente las estructuras, edificios y asentamientos del patrimonio cultural</li> <li>• Reforzar los diques y sistemas de drenaje para enfrentar el aumento del nivel del mar y eventos de precipitaciones intensas</li> <li>• Reubicar los artefactos y estructuras, sacándolas de zonas bajas y de alto riesgo</li> <li>• Regular el ingreso y salida de agua mediante protección de represas y anti-inundaciones</li> <li>• Sustituir los sistemas tradicionales de eliminación y captura del agua que no permiten manejar fuertes precipitaciones</li> <li>• Crear zonas de límite y amortiguamiento para proteger los edificios y estructuras de la invasión de la arena</li> <li>• Implementar iniciativas multilaterales para apoyar los esfuerzos de adaptación del patrimonio cultural</li> <li>• Aumentar la conciencia sobre los retos que plantea el cambio climático, mejores prácticas, investigación y adaptación</li> <li>• Capacitar a los interesados, tomadores de decisiones y comunidades locales sobre el manejo, preparación para emergencias y monitorización</li> <li>• Realizar investigación para apoyar la toma de decisiones a nivel nacional y regional</li> <li>• Apoyar las técnicas y materiales tradicionales</li> </ul> |
|                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer el seguimiento del desempeño de las acciones de adaptación y evaluar la necesidad de desarrollar e implementar métodos innovadores o mejorados como la reparación de materiales antiguos o su sustitución con materiales similares más resilientes</li> <li>• Realizar permanentemente mapeo, monitoreo e informes sobre la tasa e intensidad de los impactos climáticos en los activos del patrimonio cultural, incluyendo fisura de estructuras, edificios o monumentos, actividad de las mareas y oleadas por tormentas sobre las estructuras y sitios costeros de baja elevación; efectividad de los sistemas de drenaje de agua pluviales; eficiencia de las zonas de amortiguamiento y meteorización de las superficies de las estructuras</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

cambio climático. Tal evaluación se puede realizar en coordinación con otras iniciativas de planeamiento urbano y de las medidas de adaptación.

Si bien algunas medidas de adaptación para los activos del patrimonio cultural son similares a las de otros tipos de infraestructura, los activos de dicho patrimonio también plantean problemas únicos. Por ejemplo, los activos culturales generalmente no son sustituibles. Además, algunas estrategias de adaptación son específicas para los activos culturales, como combinar materiales y habilidades tradicionales con métodos de

ingeniería moderna, para el refuerzo, estabilización y renovación de los activos históricos que permita preservar su aspecto estético histórico y aumentar su longevidad. Las alternativas de adaptación también difieren dependiendo de si el activo del patrimonio cultural puede o no ser reubicado. La Tabla 2 presenta una lista ilustrativa de medidas de adaptación relacionadas a las construcciones que pueden resultar apropiadas durante las etapas de Diseño e Implementación y Gestión bajo el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático (CRD). El Panorama General presenta más orientación respecto del Marco CRD.

## LECTURAS ADICIONALES

United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO), 2007. Informes del Patrimonio Cultural 22 – Cambio Climático y Patrimonio de la Humanidad: Report on predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage and Strategy to assist States Parties to implement appropriate management responses. (Informe sobre la predicción y manejo de los impactos del cambio climático en el patrimonio mundial y estrategia para ayudar a los estados parte a implementar respuestas apropiadas de gestión) [http://whc.unesco.org/documents/publi\\_wh\\_papers\\_22\\_en.pdf](http://whc.unesco.org/documents/publi_wh_papers_22_en.pdf)

UNESCO, 2007. Case Studies on Climate Change and World Heritage. (Estudios de caso sobre cambio climático y Patrimonio Mundial) <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001506/150600e.pdf>



# EDIFICACIONES

## MEDIDAS PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA: PREPARÁNDOSE PARA EL CAMBIO

Hospital Gueckedou en Guinea. Foto: USAID/Plan Guinea



- ▶ Los cambios climáticos tales como el aumento del nivel del mar y eventos de tormenta más intensos incrementan el riesgo de daño y destrucción a las edificaciones poniendo en riesgo su estabilidad, así como los servicios y las operaciones.
- ▶ Ya que las edificaciones sirven a menudo como base para el desarrollo de proyectos, el cambio climático puede tener implicaciones profundas e inesperadas en las iniciativas de desarrollo social.
- ▶ Para proteger la infraestructura, sus operaciones y los servicios que presta, se deben considerar medidas de reducción de riesgo en todas las etapas del ciclo del proyecto. Las opciones de adaptación van desde cambiar los programas de mantenimiento hasta proponer renovaciones o relocalizaciones para las canalizaciones fluviales.

## LAS EDIFICACIONES SON PARTE INTEGRAL DE LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO

Las edificaciones actúan como el centro de las actividades que promueven el desarrollo económico y social sostenible y equitativo en todas las escalas.

- Las instalaciones públicas proveen la infraestructura y las operaciones necesarias para promover la democracia y para proporcionar servicios esenciales, tales como educación, salud, políticas públicas y defensa civil.
- La infraestructura industrial y comercial permite a las empresas desarrollarse y ayuda a crear y a mantener la industria, comercio, inversión, desarrollo de la mano de obra, suministro de alimentos y los mercados internos e internacionales.
- La infraestructura de vivienda ayuda a responder a necesidades básicas de albergue, genera oportunidades de empleo, mejora la salud pública y apoya el desarrollo de comunidades estables.

Las edificaciones son componentes críticos para la mayor parte de programas de desarrollo. Por ejemplo, para desarrollar de manera efectiva la democracia y la gobernabilidad representativa, los profesionales del desarrollo necesitan asegurar la disponibilidad de edificaciones que permitan la interacción entre las instituciones públicas y las organizaciones de la sociedad civil.

Sin embargo, las edificaciones y su operación son también una fuente de emisión de gases de efecto invernadero y contribuyen de manera significativa al cambio climático.

### LAS EDIFICACIONES INCLUYEN:

- **Edificaciones públicas**
  - Escuelas, hospitales y centros de salud
  - Otras instalaciones de servicios (oficinas de gobierno y de policía, servicios postales, etc.)
- **Infraestructura industrial y comercial**
  - Edificios y estructuras
  - Maquinaria pesada y equipos
- **Vivienda**
  - Casas para una o varias familias
  - Departamentos y condominios
  - Asentamiento informales

### LAS EDIFICACIONES SUSTENTAN:

- El crecimiento económico y el comercio
- La asistencia humanitaria y la seguridad alimentaria
- La educación, la salud y los programas urbanos
- El turismo, las empresas y el desarrollo de la mano de obra
- La democracia y la gobernabilidad

***Al apoyar la construcción de edificaciones y operaciones seguras, con bajas emisiones de gases de invernadero, USAID y otros profesionales del desarrollo facilitarán la prestación de servicios confiables y sostenibles que son básicos para el desarrollo económico y para una sociedad que funciona correctamente.***

## LOS FACTORES DE PERTURBACIÓN CLIMÁTICA PUEDEN IMPACTAR DE MANERA SIGNIFICATIVA LAS EDIFICACIONES Y SUS SERVICIOS

Las edificaciones están típicamente diseñadas para un clima específico y están destinadas a durar varias décadas. Sin embargo, el cambio climático que altera las condiciones actuales, constituye un reto para las edificaciones y les exige operar bajo un espectro de condiciones climáticas más amplio que puede requerir la revisión de las especificaciones actuales de diseño. Un cierto número de cambios climáticos, tales como el cambio de temperatura, las lluvias, el aumento del nivel del mar; así como eventos extremos, afectará la infraestructura de las edificaciones y sus operaciones. Un evento extremo, por ejemplo, puede causar el deterioro o el daño

al interior o exterior de una estación de policía o de una fábrica y el equipo ubicado dentro de estas edificaciones. De manera alternativa, las lluvias intensas pueden causar inundaciones o destruir asentamientos mal contruidos o mal ubicados.

Las altas temperaturas y las olas de calor pueden causar un aumento brusco en las temperaturas internas de las edificaciones, particularmente cuando éstas están combinadas con el efecto de "islas de calor urbano". Esto puede dar como consecuencia el estrés térmico, problemas de salud y pérdidas de productividad para quienes ocupan los edificios.

Un clima más húmedo afectará las edificaciones en las zonas de clima cálido, tales como el sur de India. El aumento del nivel del mar podría inundar permanentemente casas, centros de trabajo o centros de servicio. Los centros de salud costeros inundados podrían dificultar la prestación de servicios de salud fundamentales, tales como la distribución de medicinas contra la malaria.

La Tabla I a continuación ilustra cómo los factores climáticos pueden impactar la infraestructura de edificaciones y su funcionamiento. Los impactos incluyen daños estructurales, reducción del tiempo de vida de las edificaciones y mayor estrés en las operaciones. Estos impactos pueden tener implicaciones severas para la infraestructura de los edificios, su operación y los servicios que proporcionan. Las posibles implicaciones

incluyen la pérdida del valor de los edificios, elevados costos de reparación y mantenimiento, mayores problemas de salud y seguridad, y la eliminación o interrupción de servicios o de la producción.

Los riesgos ligados al cambio climático varían en importancia relativa en un rango de costos, efectos combinados e impactos en los objetivos de desarrollo. Al dañar las instalaciones o al interrumpir las actividades **los impactos del cambio climático en los edificios pueden tener profundas implicaciones en la seguridad, crecimiento económico, reducción de la pobreza y otros objetivos de desarrollo.**

Por ejemplo, una pérdida de capacidad de procesamiento agrícola industrial podría afectar el mercado de alimentos al reducir el acceso e incrementar los precios. Estos efectos, a su vez, tendrán probablemente impactos desproporcionados en las poblaciones más pobres.

## LAS ORGANIZACIONES PARA EL DESARROLLO PUEDEN INTEGRAR LAS ADAPTACIONES LIGADAS A LAS EDIFICACIONES A LOS PROGRAMAS EXISTENTES

Las medidas de adaptación pueden ayudar a reducir los impactos

**Tabla I.** Ejemplos de los impactos potenciales del cambio climático en la infraestructura y las operaciones de las edificaciones

|                                                                                | Infraestructura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Operaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cambios en la temperatura</b>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de más enfriamiento</li> <li>Deterioro prematuro de las estructuras / de los equipos debido al estrés térmico (ciclos de congelación/descongelación, radiación solar, etc.)</li> <li>Cambios en la dimensión / forma de los materiales de construcción y del equipo debido a fisuras y resquebrajamiento</li> <li>Infestaciones de insectos, por ejemplo, termitas, que impactan la estructura de la edificación y la salud de los constructores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en las temperaturas internas que causan estrés climático, problemas de salud o reducen la productividad para los trabajadores</li> <li>Daños a las infraestructuras sensibles a las temperaturas que permiten operaciones (sistemas eléctricos, etc.)</li> <li>Impacto en el equipamiento de las edificaciones, incluyendo la calefacción, los sistemas de enfriamiento, los sistemas de desechos y los sistemas de agua</li> <li>Interrupción de las actividades de construcción, mantenimiento y en las cadenas de suministro, redes de transporte, etc.</li> </ul> |
| <b>Cambios fluviales</b>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>El aumento de los ríos puede ocasionar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Filtración de agua e inundación adentro de las edificaciones</li> <li>Cambios físicos en los materiales de construcciones (por ejemplo, la corrosión de los metales y en los acabados)</li> <li>La destrucción de estructuras domésticas temporales o mal construidas</li> </ul> </li> <li><b>Los menores niveles de los ríos pueden causar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resquebrajamiento de suelos y hundimiento en las áreas con suelos de arcilla y poca humedad de suelo</li> <li>Daños de los cimientos y fachadas de las edificaciones debido a movimiento y hundimiento del suelo</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en las temperaturas internas que causan estrés climático, problemas de salud o reducen la productividad para los trabajadores</li> <li>Daños a las infraestructuras sensibles a las temperaturas que permiten operaciones (sistemas eléctricos, etc.)</li> <li>Impacto en el equipamiento de las edificaciones, incluyendo la calefacción, los sistemas de enfriamiento, los sistemas de desechos y los sistemas de agua</li> <li>Interrupción de las actividades de construcción, mantenimiento y en las cadenas de suministro, redes de transporte, etc.</li> </ul> |
| <b>Aumento del nivel del mar y oleadas</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre y /o menor acceso a edificios en regiones costeras bajas debido a inundaciones permanentes o temporales</li> <li>Problemas de almacenamiento de desechos</li> <li>Aumento de la intrusión de agua salina en los sistemas de abastecimiento de agua</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Eventos extremos (incluyendo tormentas costeras, viento, hielo y polvo)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Daños estructurales debidos a los cambios intensos de patrones climáticos</li> <li>Menor durabilidad de las superficies debido a los cambios climáticos y erosión</li> <li>Deterioro acelerado del recubrimiento de las edificaciones debido a un aumento de partículas materiales o humo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Interrupción en las actividades operacionales y en las cadenas de suministros</li> <li>Aumento del riesgo a la seguridad y daños físicos a los trabajadores</li> <li>Mayores perturbaciones de los servicios de soporte operacionales (por ejemplo, agua de tormenta y redes de electricidad)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Tabla 2.** Ejemplos de opciones de adaptación para la construcción según etapa del ciclo del proyecto

| Etapa del ciclo de proyecto                                                                                                                                          | Acciones según el ciclo de proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas de desarrollo relacionados con la construcción que son importantes para el país, comunidad o el sector con el que se trabaja</li> <li>Identificar los factores y condiciones facilitadoras necesarios para lograr dichas metas</li> <li>Considerar los impactos de los estresores climáticos y no climáticos sobre dichos factores</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Usar el análisis de impacto climático para identificar ubicaciones o comunidades con el riesgo climático más elevado</li> <li>Priorizar necesidades de adaptación y desarrollar una estrategia</li> <li>Analizar los riesgos relacionados al clima a la luz de todos los riesgos existentes en la construcción de infraestructura, operaciones y servicios</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|  <p>Planeamiento<br/>Cambios de política<br/>Desarrollo de proyecto</p>             | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                      | <b>AJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Integrar proyecciones de clima al desarrollo de proyectos y al planeamiento de operaciones</li> <li>Desarrollar protocolos efectivos de respuesta urgente que reducirá responsabilidades y protegerán a los proveedores de servicio</li> <li>Incorporar responsabilidades ligadas al clima en los contratos de propiedad para institucionalizar la protección de las facilidades</li> <li>Prepararse para disrupciones desarrollando planes de contingencia</li> <li>Reconsiderar la zonificación y las opciones de planeamiento para ubicar en lugares adecuados las casas según que las zonas sean seguras o menos vulnerables</li> </ul> | <b>PROTEGE/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Poner al día, cambiar los estándares de diseño para poder adaptarse a condiciones climáticas futuras</li> <li>Planear construir edificios con diseño y materiales resistentes (por ejemplo, usar cimientos mejorados o sobre pilotes, tener menos áreas que calentar/ enfriar o requerir menos agua). Las medidas específicas incluyen cambiar la talla y la orientación de las construcciones, instalar inodoros de bajo flujo y construir cimientos más profundos</li> <li>Incorporar la flexibilidad en el diseño de las construcciones permitirá nuevas adaptaciones e innovaciones</li> </ul> | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construir nuevos edificios en áreas de bajo riesgo</li> <li>Planear la reubicación de construcciones ubicadas en áreas de alto riesgo</li> <li>Convertir los terrenos de la costa en zonas de amortiguación naturales</li> </ul>                                                                                                                                                                    |
|  <p>Construcción<br/>Operación<br/>Mantenimiento<br/>Actividades del programa</p> | <b>Opciones de adaptación (Ejemplos)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                      | <b>AJUSTAR/GESTIONAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pagar un seguro para protegerse contra daños o destrucción inesperados</li> <li>Adaptar las operaciones para permitir un mantenimiento más frecuente (por ejemplo, limpiar y drenar los surcos y cunetas)</li> <li>Comunicar protocolos de manejo de riesgos que reducirán responsabilidades y protegerán a los trabajadores durante eventos extremos</li> <li>Guardar a mano materiales de emergencia (como por ejemplo, bolsas de arena)</li> </ul>                                                                                                                                                                                       | <b>PROTEGER/FORTALECER</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Usar materiales de construcción reforzados (concreto, ladrillo, etc.)</li> <li>Fortalecer los cimientos de las casas</li> <li>Incorporar capacidad adicional para agua/ energía</li> <li>Construir diques, usar pavimento impermeable y plantar vegetación para reducir las inundaciones</li> <li>Construir techos que reflejen el calor (por ejemplo, reemplazar techos negros por techos verdes o marrones)</li> <li>Instalar sistemas mecánicos que prevengan humedad y moho</li> </ul>                                                                                                        | <b>RETIRAR/REUBICAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicar los edificios que estén en zonas costeras vulnerables al aumento del nivel del mar; así como a inundaciones, incendios y zonas de deslizamiento de terreno</li> <li>Cerrar temporalmente las construcciones y relocalizar servicios en caso de clima extremo y /o daños</li> <li>Elevar los equipos eléctricos y las estructuras por encima del nivel de inundaciones y del mar</li> </ul> |
|                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener un registro del desempeño de las medidas de la adaptación al monitorear los indicadores relacionados a la construcción (temperaturas internas, flujos de aire, etc.)</li> <li>Monitorear las condiciones ambientales cambiantes afectadas por el clima</li> <li>Mantener un registro de la eficacia de los nuevos programas de mantenimiento</li> <li>Implementar acciones de adaptación adicionales cuando éstas sean necesarias</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

potenciales discutidos previamente. Por ejemplo, mejores sistemas de manejo de riesgos pueden reducir responsabilidades potenciales y proteger las inversiones ligadas a los proyectos, a los habitantes de las construcciones y mantener la provisión de servicios. Planear para un incremento en la temperatura podría ayudar a asegurar la comodidad, la salud y la productividad de empleados y de beneficiarios del servicio,

y así beneficiando a los proveedores de servicio y protegiendo a los beneficiarios.

Para proteger la infraestructura de las edificaciones, las operaciones y los servicios, los profesionales del desarrollo deben reconocer las áreas de posible impacto del cambio climático e identificar prioridades de

adaptación que reducirán esos impactos de manera efectiva respecto del costo. Las prioridades de adaptación deben ser incorporadas a la fase de diseño de nuevos proyectos e integradas en los planes de construcción de activos y a los ciclos de mantenimiento de los proyectos existentes.

Los encargados de tomar decisiones deberían considerar cuatro factores clave cuando establecen las prioridades de medidas de adaptación. (Ver más detalles en la sección de Panorama General.)

- **Naturaleza crítica** – ¿Qué tan importantes son las edificaciones para alcanzar los objetivos de desarrollo tales como la educación, el empleo o el crecimiento económico? ¿Son necesarias las edificaciones durante emergencias?
- **Probabilidad** – Dados los escenarios de cambio climático, ¿es posible que estas edificaciones sean impactadas por el cambio climático?
- **Consecuencias** – ¿Qué tan severamente será afectada la infraestructura de la edificación o sus operaciones? ¿Interrumpirán los impactos del cambio climático permanente o temporalmente el uso de estas edificaciones?
- **Disponibilidad de recursos** – ¿Pueden ser incorporadas las medidas de adaptación dentro de los planes actuales de mantenimiento y de renovación? ¿Se necesitan inversiones sustanciales para mantener estas edificaciones en uso?

Los profesionales del desarrollo pueden recurrir a una serie de acciones de adaptación que reducen la vulnerabilidad de la infraestructura de las edificaciones y de las operaciones a los impactos del cambio climático. Las acciones incluyen cambios operacionales y de política tales como incrementar las actividades de mantenimiento, desarrollar protocolos de manejo de riesgo o apoyar códigos vestimentarios flexibles que permitan vestirse de una manera adaptada al clima. Otras opciones son también los cambios estructurales tales como las alteraciones en las construcciones y en los equipos, trasladando las infraestructuras eléctricas a niveles por encima de los niveles de inundación o usar cimientos más profundos. Algunas estrategias de adaptación, particularmente los cambios en los materiales de construcción y el diseño, son proactivas y deben ser consideradas durante la fase de diseño del proyecto.

Otras estrategias de adaptación, como la renovación de paisajes exteriores, pueden ser implementadas después y a medida que las condiciones evolucionan. La Tabla 2 presenta una lista ilustrativa de medidas de adaptación relacionadas a las edificaciones que pueden resultar apropiadas durante las etapas de Diseño e Implementación y Gestión bajo el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático. El Panorama General presenta más orientación respecto del Marco CRD.

## LECTURAS ADICIONALES

Roaf et al., 2009. Adapting Buildings and Cities for Climate Change, A 21st Century Survival Guide. (Adaptar los edificios y ciudades para el cambio climático. Una guía de supervivencia para el Siglo XXI). [http://files.uniteddiversity.com/Ecological\\_Building/Adapting\\_Buildings\\_and\\_Cities\\_for\\_Climate\\_Change.pdf](http://files.uniteddiversity.com/Ecological_Building/Adapting_Buildings_and_Cities_for_Climate_Change.pdf)

London Climate Change Partnership, 2006. Adapting to climate change impacts – A good practice guide for sustainable communities. (Adaptación a los impactos del cambio climático. Guía de buenas prácticas para comunidades sostenibles.) <http://www.london.gov.uk/lccp/publications/docs/guide-sustainable-communities.pdf>

London Climate Change Partnership – Finance Group, 2009. Commercial Building Stock and Climate Change Adaptation: Costs, Value and Legal Implications. (Edificaciones comerciales y adaptación al cambio climático. Adaptación: costos, valor e implicaciones normativas.) <http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wp-content/PDFs/londons-commercial-building-stock-09.pdf>

Jones Lang Lasalle, 2010. From Sandbags to Solar Panels: Future-proofing UK real estate for climate change resilience. (De las bolsas de arena a los paneles solares. Protección a futuro de los bienes inmuebles del Reino Unido mediante la resiliencia al cambio climático.) [http://www.joneslanglasalle.com/MediaResources/Global/GSP/JLL\\_UK\\_Upstream\\_From\\_Sandbags\\_to\\_Solar\\_Panels.pdf](http://www.joneslanglasalle.com/MediaResources/Global/GSP/JLL_UK_Upstream_From_Sandbags_to_Solar_Panels.pdf)

International Institute for Environment and Development, 2009. Climate Change and the Urban Poor. (El cambio climático y los pobres de las ciudades) <http://pubs.iied.org/pdfs/G02597.pdf>

United Kingdom Climate Impacts Program (UKCIP), 2008. Your home in a changing climate. (Tu vivienda en un clima cambiante.)



**Agency for International Development**

1300 Pennsylvania Avenue, NW

Washington, DC 20523

Tel: (202) 712-0000

Fax: (202) 216-3524

[www.usaid.gov](http://www.usaid.gov)