

La GIRH como herramienta para la adaptación a los cambios climáticos

Manual de capacitación y guía para los moderadores

Julio de 2009



UNESCO-IHE
Institute for Water Education



GIRHAMA





Prefacio

A pesar de que las causas de los cambios climáticos provienen principalmente del uso de la energía, el impacto se sentirá especialmente a través del agua. Se espera que los cambios climáticos impacten en los países de diferentes maneras, con tormentas más intensas, aumentos o disminuciones en las precipitaciones anuales, inundaciones y sequías. Indudablemente, los cambios en uno de los recursos más importantes afectarán a las personas, las economías y el medio ambiente, quizás de un modo drástico.

Si consideramos nuestro conocimiento existente de los cambios climáticos se hace evidente que aún estamos en un estado de incertidumbre. En la mayoría de los países todavía se sigue debatiendo cómo los cambios climáticos se manifestarán y los efectos que tendrán. Sin embargo, a pesar de esta incertidumbre hay presión para actuar ahora y asignar los recursos para la adaptación a los cambios climáticos.

Estos materiales de capacitación tienen por objetivo aumentar nuestra comprensión sobre los cambios climáticos y descubrir qué podemos hacer ahora. *Existen* medidas que pueden tomarse para estar preparados para un clima más cambiante y *podemos* plantearles a nuestros políticos que se preparen para el cambio. La medida inmediata más importante se relaciona con el modo en que gestionamos nuestros recursos hídricos. Mejorar la gestión de los recursos hídricos hoy nos preparará para adaptarnos mañana. Una mayor comprensión de los recursos hídricos permitirá sistemas de asignación más eficientes y flexibles, así como una mejor inversión en infraestructura, tanto para optimizar el acceso al agua como para reducir los riesgos de los cambios climáticos. Podemos actuar ahora, y estos materiales de capacitación nos pueden ayudar a identificar las medidas.

Cap-Net también pone a disposición otros materiales que abarcan problemas más específicos de los cambios climáticos, entre ellos, desastres hidrológicos, gestión de inundaciones urbanas y gestión de inundaciones de la comunidad.

Nuestra colaboración con la Organización Meteorológica Mundial y el instituto UNESCO-IHE brinda el marco en el que se desarrolla este programa y agradecemos su respaldo.

Paul Taylor
Director, Cap-Net

Agradecimientos

Muchas personas han contribuido al desarrollo del manual de capacitación y la guía para los moderadores. La asociación entre Cap-Net, APFM, UNESCO-IHE, REDICA y Rhama ha sido muy provechosa y deseamos agradecer al equipo por preparar este paquete de capacitación. El equipo estuvo formado por Joachim Saalmueller de APFM, Erik de Ruyter van Steveninck de UNESCO-IHE, Lilliana Arrieta de REDICA, Carlos Tucci de Rhama, Hamed Assaf de la Universidad Americana de Beirut, Ashvin Gosain del Instituto Indio de Tecnología y Kees Leendertse de Cap-Net que actuó como líder del equipo. Deseamos agradecer a Edwin Hes de UNESCO-IHE por compartir el juego de roles presentado en la guía para los moderadores. Los comentarios más valiosos que hemos recibido fueron de los participantes de cursos de capacitación que se realizaron en diversas regiones. El paquete actual se ha desarrollado a partir de los materiales utilizados en dichos cursos.

Este documento se ha producido con asistencia financiera de la Unión Europea. No puede considerarse de ningún modo que los puntos de vista expresados aquí reflejen la opinión oficial de la Unión Europea.

Aviso

Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. Las opiniones expresadas en este documento no pueden en modo alguno considerarse como la opinión oficial de la Unión Europea.

Fotos

Las siguientes personas e instituciones han provisto fotos usadas en esta publicación: Austrian Armed Forces; Erik de Ruyter van Steveninck; Inje-Gun County, Republic of Korea; Kees Leendertse; Lilliana Arrieta y Vivek Umrao Glendenning.

Índice

Prefacio	3
Introducción	7
Parte 1:	9
1. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS Y A LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS	10
1.1 Introducción	10
1.2 Qué es la Gestión integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)?	12
1.3 Marco de la gestión de los recursos hídricos	13
1.4 Principios de la gestión de los recursos hídricos	14
1.5 Importancia de la GIRH para la adaptación a los cambios climáticos	18
1.6 ¿Cómo puede la GIRH a ayudar a tratar los cambios climáticos?	19
1.7 Implementación de la GIRH	20
Síntesis	21
Lectura sugerida	22
2. FACTORES E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	23
2.1 Comprensión de los ríos y la base de las ciencias físicas de los cambios climáticos	23
2.2 Comprensión de los impactos observados y proyectados en el ciclo del agua	32
Síntesis	42
Lectura sugerida	42
3. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS Y PLANEAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN	43
3.1 Introducción	43
3.2 Guía disponible según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	44
3.3 Elementos principales basados en las pautas disponibles según la UNECE	45
3.4 Elementos principales basados en las pautas disponibles de acuerdo con el PNUD	48
3.5 Diálogo sobre la adaptación a los cambios climáticos para la gestión del agua y la tierra	50
3.6 Economía de adaptación	51
3.7 Desafíos y oportunidades de adaptación	52
Síntesis	55
Lectura sugerida	55
Enlace Web	56
4. IMPACTO DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SOBRE LOS SECTORES DEL USO DEL AGUA	57
4.1 Cambios climáticos proyectados por región	57
4.2 Impactos sobre los sectores del uso del agua	59
4.3 Técnicas para evaluar impactos	64
Síntesis	69
5. TRATAMIENTO DE LAS INCERTIDUMBRES	70
5.1 Incertidumbre y cambios climáticos	70
5.2 Tratar con las incertidumbres en la gestión medioambiental	71
5.3 Tipología de las incertidumbres	72
5.4 Adaptación a los cambios climáticos bajo la incertidumbre	72
Síntesis	78
Sitios Web para los índices de vulnerabilidad	78
6. INSTRUMENTOS Y MEDIDAS PARA LA ADAPTACIÓN	79
6.1 Introducción	79
6.2 Medidas de adaptación	80
6.3 Temas de los enfoques de adaptación	86
Síntesis	91
Lectura sugerida	92

7. ADAPTACIÓN A LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	93
7.1 Introducción	93
7.2 ¿Cómo puede ayudar la GIRH?	93
7.3 Medidas posibles de gestión	94
7.4 Cambios climáticos en el planeamiento de la GIRH	96
7.5 Dentro del contexto institucional de la gestión de las cuencas hidrográficas	99
7.6 Adaptación al nivel adecuado	100
Lectura sugerida	101
Parte 2: Guía Para Los Moderadores	102
Programa Modelo Del Curso	103
Descripción De Las Clases	105
Ejercicios	109
Juego de roles: Lago Naivasha	118
Planificación De Un Taller Y Desarrollo De Destrezas De Capacitación	122
Lectura sugerida	126
Referencias	127
Glosario	134
Siglas	140

Introducción

El objetivo de este manual de capacitación y guía para los moderadores es presentar los conceptos generales y la utilización práctica de la gestión integrada de los recursos hídricos como instrumento para la adaptación a los cambios climáticos. La audiencia objetivo para el manual es doble: los participantes de los cursos sobre la materia recibirán conocimiento conceptual y práctico, y los desarrolladores de capacidades encontrarán ayuda para realizar cursos cortos de capacitación sobre la GIRH y la adaptación a los cambios climáticos. El manual se creó de modo que sea instructivo y al mismo tiempo informativo para el grupo objetivo de dichos cursos, principalmente para los administradores de los recursos hídricos y los desarrolladores de políticas de adaptación a los cambios climáticos. El formato y contenido del manual son flexibles como para adaptarse a diferentes propósitos y también pueden utilizarse para programas educativos y campañas de concientización. Se alienta a los docentes y moderadores o facilitadores a adaptar los materiales a sus contextos regionales o locales particulares, ajustando las estrategias y medidas de adaptación a cada conjunto de condiciones únicas según fuera necesario.

El documento está estructurado en dos secciones principales: un manual de capacitación y una guía para los moderadores. La primera parte, el manual de capacitación, brinda conceptos, estrategias, desarrollos y guía sobre el uso de los principios y funciones de la GIRH, en particular a nivel de la cuenca hidrográfica, para la adaptación a las manifestaciones e impactos de los cambios climáticos. Sostiene que los principios y conceptos de la GIRH son instrumentales cuando se elabora una estrategia de adaptación a los cambios climáticos. Para abordar esto, el manual está estructurado de acuerdo a siete temas:

- Introducción a la GIRH y a los cambios climáticos;
- Factores e impactos de los cambios climáticos;
- Desarrollo de estrategias y planificación para la adaptación;
- Impacto de los cambios climáticos sobre los sectores del uso del agua;
- Tratamiento de las incertidumbres;
- Instrumentos y medidas para la adaptación; y
- Adaptación a los cambios climáticos en la gestión de los recursos hídricos.

Para cada uno de los capítulos presentados se proporcionan objetivos, y en todo el documento se desafía al usuario con preguntas y comentarios para incentivar la reflexión sobre la aplicabilidad de los conceptos y estrategias a su propia situación. Al final de cada capítulo se recomiendan fuentes de lectura adicionales.

La segunda sección de este documento consiste en una guía para los moderadores. Tiene como objetivo brindarles a los desarrolladores de capacidades pautas prácticas para la organización y conducción de cursos o programas educativos sobre el tema. Se proporciona una descripción del curso de muestra para ayudar a estructurar un curso sobre la GIRH y la adaptación a los cambios climáticos, pero no es de ninguna manera un programa para la organización de dicho curso. La guía para los moderadores también presenta resúmenes de las clases para el esquema del curso propuesto que contienen los objetivos de aprendizaje, breves resúmenes de cada clase, materiales para utilizar y horarios sugeridos para el trabajo en grupo.

interactivo, ejercicios y discusiones. Además, la guía incluye referencias a sitios Web útiles y otros recursos. Se proporcionan pautas prácticas para la conducción de un curso, que incluyen consejos para la planificación de un taller y el uso de rompehielos. Además, recomendamos que el organizador del curso consulte la herramienta de Cap-Net acerca de planificación de cursos cortos de capacitación publicada en el sitio Web de Cap-Net.

El manual de capacitación y la guía para los moderadores combinados también se encuentran disponibles en CD-ROM, que incluye materiales de soporte como presentaciones para las clases, materiales de recursos que se pueden utilizar como lectura complementaria, referencias y casos de estudio.

El desarrollo del manual de capacitación se ha beneficiado en gran parte de las opiniones recibidas de los participantes de diversos cursos en varias regiones. El intercambio entre los participantes y los desarrolladores del curso ha sido muy enriquecedor porque se señalaron claramente las debilidades y la adaptabilidad de los materiales. El objetivo del presente paquete es estimular las interacciones entre los participantes para contribuir a una mejor comprensión del uso y la efectividad de la aplicación de los conceptos y principios de la GIRH para elaborar estrategias para la adaptación a los cambios climáticos.

Parte 1: Manual de Capacitación



1. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS Y A LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS

Propósito

El propósito de este capítulo es presentar el concepto de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y sus principios, y brindar una visión general preliminar de los modos en que la implementación de la GIRH puede tratar los desafíos causados por los *cambios climáticos*.

1.1 Introducción

El agua sustenta la vida. Por lo tanto, es una necesidad básica y un derecho sin el cual ningún ser humano podría sobrevivir. Cada persona necesita un mínimo de 20 a 40 litros de agua por día para consumo e higiene básicos. Sin embargo, los recursos de agua dulce del mundo enfrentan grandes demandas por el crecimiento de la población, la actividad económica y, en algunos países, los estándares de vida mejorados. Además, se hace evidente que el desarrollo sostenible incluye mantener *ecosistemas* y biodiversidad saludables, lo que requiere suficiente agua. Demandas competitivas y conflictos acerca de los derechos de acceso, a pesar del hecho de que mucha gente todavía no tiene acceso equitativo al agua y saneamiento. Se la ha descrito como una crisis inminente de agua. Según las Naciones Unidas, el acceso al agua potable y al saneamiento básico es esencial para el cumplimiento de las Metas de desarrollo del milenio (MDG) (UN, 2006). Es un requisito fundamental para el cuidado primario efectivo de la salud y una precondition para el éxito en la lucha contra la pobreza, el hambre, la mortalidad infantil, la desigualdad entre sexos y el daño ambiental.

Muchas personas sostienen que el mundo enfrenta una crisis inminente de agua. El cuadro 1.1 sintetiza unos cuantos hechos que respaldan esta creencia.

Cuadro 1.1: Crisis de agua – hechos

- 1,1 mil millones de personas aún no tienen acceso al agua segura.
- En la actualidad, la falta de agua en más de 40 países afecta a más de 2 mil millones de personas.
- Cuatro de cada diez personas en todo el mundo aún usan instalaciones sanitarias que no reúnen los requisitos básicos para la salud.
- Dos millones de toneladas de residuos humanos se desechan en los cursos de agua por día.
- Cada año, el agua insegura y la falta de saneamiento básico matan al menos a 1,6 millones de niños menores de cinco años.
- La mitad de la población mundial en vías de desarrollo está expuesta a fuentes de agua contaminada que aumentan la incidencia de enfermedades.
- El 90% de los desastres naturales en la década de 1990 estuvo relacionado con el agua.
- El incremento en la población mundial de 6 mil millones a 9 mil millones será el factor principal de la gestión de los recursos hídricos para los próximos 50 años.

Source: Cap-Net 2006

El tutorial de Cap-Net acerca de los Principios básicos para la GIRH (2005a) establece que:

- Los recursos hídricos se encuentran en escasez debido al crecimiento de la población, la actividad económica y la competencia intensificada entre los usuarios.
- Las extracciones de agua se han incrementado dos veces más rápido que la población y, actualmente, un tercio de la población mundial vive en países que experimentan una falta de agua de moderada a alta.
- La contaminación eleva la escasez de agua porque reduce la utilidad del agua río abajo.
- Los defectos en la gestión del agua, una prioridad orientada a desarrollar nuevas fuentes en vez de manejar mejor las ya existentes, y los enfoques del sector jerárquico hacia la gestión del agua resultan en una descoordinación del desarrollo y la gestión del recurso.
- Un mayor desarrollo significa mayores impactos sobre el medioambiente.
- Las preocupaciones actuales acerca de la *variabilidad del clima* y los cambios climáticos demandan una mejor gestión de los recursos hídricos para enfrentar las inundaciones y *sequías* cada vez más intensas, así como los cambios en la estacionalidad.

Esta crisis inminente del agua presenta desafíos a los sectores del agua, muchos de los cuales son multifacéticos porque deben tratar cuestiones tales como:

- ¿De qué forma la gente puede acceder al agua y al saneamiento?
- ¿Cómo puede tratarse la competencia entre los usuarios, sin socavar los objetivos de crecimiento económico?
- ¿De qué forma puede asegurarse la protección de los ecosistemas vitales?

La falta de cumplimiento de dichos desafíos complejos aleja a las sociedades del objetivo del desarrollo sostenible, y de una gestión y desarrollo sostenible de los recursos hídricos en particular. Existe un creciente apoyo para la habilidad de la GIRH en cumplir con estos desafíos.

Cuadro 1.2: Desafíos y soluciones en el suministro de agua y el saneamiento

La mejora del acceso al agua puede ser difícil debido a que la responsabilidad sobre la gestión de los recursos hídricos generalmente se encuentra dividida entre muchos departamentos del gobierno en los países en desarrollo. Ningún departamento puede asumir la responsabilidad principal y generalmente tienen puntos de vista contrarios. Por ejemplo, los departamentos de agricultura generalmente se encuentran más interesados en promover la irrigación y la producción de alimentos, mientras que otros ministerios están más interesados en mejorar la provisión de agua potable y saneamiento.

La mejora del acceso al agua y al saneamiento requiere:

- Un compromiso por parte de los gobiernos de los países en desarrollo a darle prioridad al problema;
- Una financiación apropiada a largo plazo;
- Acuerdos para resolver las demandas competitivas de agua y otros desafíos medioambientales relacionados;
- Una mayor representación de los pobres a fin de asegurar que sus demandas sean oídas;
- Capacidad mejorada de los gobiernos a fin de facilitar el suministro de servicios a todos los ciudadanos; y
- Una mejor responsabilidad del gobierno a fin de satisfacer las necesidades de todos los usuarios, pero especialmente para las personas que viven en la pobreza.

Fuente: Adaptación del Departamento para el Desarrollo Internacional (Department for International Development, DFID), 2006

1.2 ¿Qué es la Gestión integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)?

La GIRH es el desarrollo sostenible, la asignación y el control del uso de los recursos hídricos en el contexto de objetivos sociales, económicos y medioambientales (Cap-Net, 2005a). Involucra a muchos sectores y por lo tanto se encuentra en marcado contraste con el enfoque sectorial tradicional que han adoptado muchos países. Se ha ampliado en mayor medida a fin de incorporar la toma de decisiones participativa de todos los grupos de interés.

La GIRH constituye un cambio en el paradigma. Se diferencia de los enfoques tradicionales de tres formas:

- Los múltiples propósitos y objetivos son interdisciplinarios, por lo tanto, la GIRH se diferencia del enfoque tradicional sectorial.
- El foco relativo al espacio se encuentra en la cuenca del río en lugar de los cursos de agua.
- Supone una diferenciación de las reducidas fronteras y perspectivas profesionales y políticas, y la ampliación para incorporar la decisión participativa de todos los grupos de interés (por ejemplo, inclusión contra exclusión)

La base de la GIRH es que existe una variedad de usos de los recursos hídricos que son interdependientes. La falla para reconocer la interdependencia junto con un uso no regulado puede llevar al mal uso de los recursos hídricos y, a largo plazo, a recursos hídricos insostenibles.

Cuadro 1.3: Interdependencia y necesidad de una GIRH

Las elevadas demandas de riego y la contaminación de los ríos de la agricultura reducen la cantidad de agua dulce disponible para beber o para el uso industrial; las aguas residuales municipales e industriales contaminan los ríos y amenazan a los ecosistemas; y dejar el agua de río sin explotar para proteger a la industria pesquera y a los ecosistemas significa que se puede destinar menos a los cultivos. La GIRH reconoce esta interdependencia de los usos del agua.

Fuente: Cap-Net 2006

La gestión integrada no segrega los usos de agua ni utiliza un enfoque sectorial tal como se adopta en muchos países. Por el contrario, las decisiones acerca de la asignación y la gestión del agua consideran el impacto de cada uso sobre los demás usos. Al hacerlo, los propósitos interdisciplinarios de la sostenibilidad social, económica y del medio ambiente se consideran de forma colectiva, y las políticas intersectoriales se examinan a fin de desarrollar políticas más coherentes y coordinadas. En resumen, la GIRH reconoce que el agua es un recurso natural escaso que se encuentra sujeto a varias interdependencias en su transporte y uso.

¿Puede dar ejemplos acerca de dónde existe esta interdependencia de los usos de agua en su propio país?

El concepto básico de la GIRH se ha ampliado para incorporar la toma de decisiones participativa y se discutirá en detalle en la sección 1.4, que trata sobre los principios de la gestión del agua.

Los diferentes grupos de usuarios (agricultores, comunidades, ecologistas y otros)

pueden tener influencia sobre las estrategias para el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos. Esto brinda beneficios adicionales, ya que los usuarios informados aplican las autorregulaciones locales en relación con cuestiones tales como la conservación del agua y la protección de los depósitos de abastecimiento de una forma más efectiva que lo que pueden lograr una regulación y supervisión centrales.

El término "gestión" se utiliza en su sentido amplio, ya que destaca no sólo la necesidad de focalizarse en el desarrollo de los recursos hídricos, sino también de administrar de forma consciente el desarrollo de los recursos de modo que se asegure un uso sostenible para las futuras generaciones (Cap-Net, 2005a).

1.3 Marco de la gestión de los recursos hídricos

La GIRH ocurre en un marco integral, que trata sobre:

- Toda el agua (espacial);
- Todos los intereses (social);
- Todos los grupos de interés (participativo);
- Todos los niveles (administrativo);
- Todas las disciplinas relevantes (organizativo);
- Sostenibilidad (en todos los sentidos: medioambiental, político, social, cultural, económico, financiero y legal). (Jaspers, 2001)

El marco es tan amplio que el propósito de la GIRH es descartar enfoques del sector y crear una sostenibilidad medioambiental, institucional, social, técnica y financiera por medio de la creación de una plataforma para el gobierno y los grupos de interés para el planeamiento e implementación, y para tratar con los conflictos de interés.

En el centro del marco de la gestión de los recursos hídricos se encuentra el tratamiento del agua como un bien económico así como un bien social, combinado con las estructuras de gestión descentralizada y de provisión, una mayor confianza en la fijación de precios, y una participación total por parte de los grupos de interés (Banco Mundial, 1993). Todos estos principios y cuestiones se discutirán en detalle en la próxima sección (1.4).

¿Qué hará un marco de gestión de los recursos hídricos?

- 1) Proveerá un marco para el análisis de políticas y opciones que guiará las decisiones acerca de la gestión de los recursos hídricos en relación con:
 - La escasez de agua;
 - La eficiencia del servicio;
 - La asignación del agua; y
 - La protección del medio ambiente.
- 2) Facilitará la consideración de las relaciones entre el ecosistema y las actividades socioeconómicas de las cuencas hidrográficas.

El análisis debería tener en cuenta los objetivos sociales, medioambientales y económicos; evaluar el estado de los recursos hídricos dentro de cada cuenca; y evaluar el nivel y composición de la demanda proyectada. Debería prestarse especial atención a los puntos de vista de todos los grupos de interés por medio de

actividades diseñadas para facilitar la participación. La sección 1.4 provee detalles acerca del Principio 2 de los Principios Dublín, que resalta los beneficios y desafíos de la participación. El cuadro 1.4 también indica cómo se puede hacer para que la participación sea más operativa al utilizar mecanismos consultivos, el desarrollo de la concientización y la educación.

La participación de los grupos de interés esencialmente incluye cuatro pasos:

1. Identificar los grupos de interés clave entre la amplia gama de grupos e individuos que pueden potencialmente afectar, o ser afectados por los cambios en la gestión de los recursos hídricos;
2. Evaluar los intereses de estos grupos y el impacto potencial de los planes de la GIRH sobre estos intereses;
3. Evaluar la influencia e importancia de los grupos de interés identificados; y
4. Esbozar una estrategia para la participación de los grupos de interés (un plan para hacer que los grupos de interés participen en las diferentes etapas de la preparación del plan).

Los resultados de los análisis en el nivel de la cuenca hidrográfica pueden formar parte de la estrategia nacional para la gestión de los recursos hídricos. El marco analítico podría proveer los fundamentos para formular políticas públicas sobre regulaciones, incentivos, planes de inversión pública, gestión medioambiental, y los vínculos entre ellos. Se necesita un marco legal de apoyo y una capacidad regulatoria adecuada, así como un sistema de cargos por agua para dotar a las entidades hídricas con una autonomía operativa y algún tipo de autonomía financiera a fin de lograr un servicio eficiente y sostenible.

1.4 Principios de la gestión de los recursos hídricos

Hace una década y media (en la Conferencia Internacional sobre Agua y el Medio ambiente, celebrada en Dublín, Irlanda, 1992), surgieron cuatro principios básicos del agua que se han convertido en los fundamentos de la reforma posterior del sector del agua.

Principio 1: El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

Este principio resalta el hecho de que el agua es un elemento crítico para la vida. Sin embargo, el agua dulce es un recurso limitado ya que el *ciclo hidrológico* en promedio rinde una cantidad fija de agua por período, y las medidas humanas no pueden ajustar significativamente la cantidad de recursos hídricos. Asimismo, como recurso, el agua es paradójicamente esencial para el desarrollo y al mismo tiempo vulnerable a sus efectos. La gestión efectiva de recursos hídricos, que intenta asegurar que los servicios que se encuentran en demanda puedan ser provistos y sostenidos con el tiempo, requiere un enfoque integral que vincule al desarrollo social y económico con la protección de los ecosistemas naturales. La gestión efectiva no produce una dicotomía entre los usos de la tierra y del agua, pero ve la integración de dichos usos a través de la zona de captación completa de una cuenca hidrográfica.

El enfoque integrado hacia la gestión de los recursos hídricos requiere la coordinación del rango de actividades humanas que crean la demanda de agua, determinan los usos de la tierra y generan productos de desecho del agua. El principio 1 también reconoce a la zona de captación o a la cuenca hidrográfica como la unidad lógica para la gestión de los recursos hídricos.

Principio 2: El desarrollo y la gestión de los recursos hídricos debería basarse en un enfoque participativo, que involucre a los usuarios, a los moderadores y a los políticos en todos los niveles.

Cuando el agua está involucrada, todas las personas son grupos de interés. Por consiguiente, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos deberían basarse en un enfoque participativo que se forme sobre el principio de la democratización de la toma de decisiones, y brinde reconocimiento al aporte de múltiples grupos de interés incluyendo usuarios, moderadores y políticos de todos los niveles.

La participación real sólo tiene lugar cuando los grupos de interés forman parte del proceso de toma de decisiones. Esto puede ocurrir directamente cuando las comunidades locales se reúnen para tomar decisiones acerca del suministro, la gestión y los usos de los recursos hídricos. La participación también tiene lugar si se eligen de forma democrática o de otra forma agencias o portavoces que representen a los grupos de interés; pero hasta en dicha situación, el acceso a la información, los procesos consultivos y las oportunidades de participación deberían también existir.

Beneficios de la participación:

- La participación enfatiza la intervención en la toma de decisiones en el nivel más factible (subsidiariedad), con una consulta pública total y un ingreso de los usuarios en la planificación e implementación de los proyectos sobre recursos hídricos. Esto lleva a proyectos más exitosos en relación con la escala, el diseño, la operación y el mantenimiento.
- La participación también ayuda a asegurar que los recursos medioambientales sean protegidos y que los valores culturales y los derechos humanos sean respetados.
- La participación también ayuda a coordinar los intereses y a aumentar la transparencia y responsabilidad en la toma de decisiones.
- La mayor participación también puede mejorar el recupero de costes, que es fundamental para generar ganancias y financiar la GIRH.

Cuadro 1.4: La participación es más que una consulta

La participación requiere que los grupos de interés en todos los niveles de la estructura social tengan un impacto sobre las decisiones en distintas etapas de la gestión de los recursos hídricos. Los mecanismos de consulta, desde cuestionarios hasta reuniones con los grupos de interés, no permitirán una participación real si se utilizan simplemente para legitimar las decisiones ya tomadas para calmar a la oposición política o para retrasar la implementación de medidas que podrían afectar negativamente a un grupo de interés poderoso.

La participación no siempre logra consenso. También deberán implementarse procesos de arbitraje u otros mecanismos de resolución de conflictos.

La capacidad de participación necesita crearse, particularmente entre las mujeres y otros grupos socialmente marginados. Esto no solo puede involucrar una toma de conciencia, desarrollo de confianza y educación, sino también la provisión de recursos económicos necesarios para facilitar la participación y el establecimiento de fuentes buenas y transparentes de información. Debe reconocerse que la simple creación de oportunidades de participación no contribuirá con los grupos que actualmente se encuentran en desventaja, a menos que se aumente su capacidad de participación.

Fuente: Cap-Net, 2005b

Cuadro 1.5: Determinantes, condiciones para la participación efectiva y desafíos

Como fue establecido, la participación real sólo tiene lugar cuando los grupos de interés realmente son parte del proceso de toma de decisiones. Sin embargo, existen determinantes, condiciones y desafíos relacionados con la participación en la mayoría de los países.

Determinantes de los tipos de participación y condiciones para la participación efectiva

- La *escala espacial* (cuenca del río o sistema de agua de los pueblos) relevante a la gestión de recursos hídricos particular y la decisión sobre inversión; y
- La naturaleza del entorno político en el cual la decisión tiene lugar.

Desafíos al enfoque participativo

La participación no siempre logra un consenso ya que los siguientes desafíos demuestran que:

- A veces se requieren procesos de arbitraje y otros mecanismos de resolución de disputas.
- A veces se necesita la intervención del gobierno a fin de crear un entorno facilitador para los grupos sociales marginados, tales como los pobres, los indigentes, los ancianos y las mujeres.
- La simple oportunidad de participar es insuficiente para brindar los beneficios del enfoque participativo. Los grupos en desventaja también deben tener la capacidad para participar; así, el desarrollo de capacidades resulta esencial.

Fuente: Cap-Net, 2006

Principio 3: Las mujeres tienen un papel central en la provisión, gestión y cuidado de los recursos hídricos.

Es ampliamente reconocido el hecho de que las mujeres desempeñan un papel clave en la recolección y protección de agua para uso doméstico y, en muchos países, para el uso agrícola. Sin embargo, las mujeres contribuyen materialmente en menor medida que los hombres en áreas clave tales como la gestión, el análisis de problemas y los procesos de toma de decisiones relacionados con los recursos hídricos. En general, las raíces del rol marginado de la mujer en la gestión de recursos hídricos pueden rastrearse hasta tradiciones sociales y culturales, las que también varían entre las distintas sociedades.

Hay evidencia sólida de que los administradores del agua deben considerar que existe una necesidad urgente de género dominante en la GIRH para lograr el objetivo del uso sostenible del agua. Cap-Net y la Alianza de Género y Agua (GWA) desarrollaron un tutorial para los administradores del agua titulado "Why Gender Matters" (Por qué importa el género). Algunas partes del tutorial se cubren en esta sección, pero se aconseja a los usuarios del manual revisar el tutorial para una mayor comprensión de la importancia de obtener un enfoque imparcial en cuanto a género en la GIRH.

En su país, ¿están todos los grupos de interés involucrados en la toma de decisiones acerca del suministro, gestión e inversión de los recursos hídricos? ¿decisions?

Vínculos básicos entre el género y la GIRH

Existen tres vínculos básicos entre el género y las cuestiones relacionadas con la GIRH:

- 1) Vínculos entre el género y la sostenibilidad del medioambiente
 - Las mujeres y los hombres afectan a la sostenibilidad del medio ambiente en proporciones diferentes y por diferentes medios, ya que tienen distintos accesos, controles e intereses.
 - Las situaciones de inundación y sequía tienen mayor impacto sobre las

mujeres debido a que ellas no poseen los medios para afrontar desastres.

2) Vínculos entre el género y la eficiencia económica

- En muchas sociedades, las mujeres pagan por beber agua pero tienen restricciones de movilidad y de pago. Si se permite a los usuarios pagar menores cantidades de forma más frecuente y en puntos más cercanos a su hogar hará que el agua sea más asequible para ellos. (Suministro de agua)
- La elección de tecnología afecta los precios asequibles. Si se realizan consultas a usuarios masculinos y femeninos podría conducir a un servicio más aceptable, amigable hacia los usuarios y sostenible. (Suministro de agua)
- La falta de acceso a la financiación por parte de los pobres y de las mujeres agricultoras no permite que desarrollen emprendimientos agrícolas prósperos y eficientes en relación con el agua, y limita su participación en la agricultura como su actividad de subsistencia. (Agricultura)

En su país, ¿existe un enfoque sensible al género que se utilice en la gestión de los recursos hídricos? De no ser así, ¿por qué no se ha adoptado este enfoque?

3) Vínculos entre el género y la *equidad social*

- Los grupos poderosos de la sociedad, generalmente dominados por hombres, pueden explotar los recursos de manera más sistemática y a gran escala, y también pueden conducir la transformación industrial del medio ambiente; por lo tanto, su potencial para producir daño es mayor. (Medio ambiente)
- Cuando el agua no es suministrada por un sistema de cañerías, la carga de la recolección de agua recae en las mujeres y los niños, quienes deben utilizar tiempo y energía considerables en esta actividad. (Suministro de agua)
- Muy pocas veces las mujeres tienen el mismo acceso al agua para el uso productivo y son las primeras en verse afectadas en los tiempos de escasez. (Agricultura)
- Las mujeres y los niños son los más susceptibles a contagiarse enfermedades provenientes del agua debido a sus roles en la recolección de agua, el lavado de ropa y otras actividades domésticas. (Saneamiento)

Principio 4: El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debería ser reconocida como un bien económico y como un bien social.

Muchos de los antiguos errores en la GIRH pueden atribuirse a la falta de reconocimiento del verdadero valor del agua. Si la percepción errónea del valor del agua persiste, entonces no podrá obtenerse el máximo beneficio de los recursos hídricos.

Valor contra cargos

El valor y los cargos son dos conceptos distintos. El valor del agua en usos alternativos es importante para la asignación racional del agua como un recurso escaso, ya sea por medios regulatorios o económicos. En cambio, los cargos por el agua consisten en aplicar un instrumento económico para lograr objetivos múltiples de la siguiente manera:

- Respaldar a los grupos en desventaja;

- Influir las conductas de conservación y uso eficiente del agua;
- Proveer incentivos para la gestión de la demanda;
- Garantizar la recuperación del costo; y
- Señalar la buena voluntad de los consumidores de pagar una inversión adicional en los servicios de agua.

¿En qué situaciones es apropiado tratar al agua como un bien económico?

Tratar al agua como un bien económico es imperante para la toma de decisiones lógicas acerca de la asignación del agua entre sectores competitivos, especialmente en un entorno de escasez de recursos hídricos. Se torna necesario cuando la extensión del suministro ya no es una opción viable. En la GIRH, el valor económico de los usos alternativos del agua provee una guía para los tomadores de decisiones en la priorización de la inversión. En países donde existe una abundancia de recursos hídricos, es menos probable que se trate al agua como un bien económico ya que la necesidad de racionalizar el uso del agua no es tan urgente como en países con escasez de agua.

¿Por qué el agua es un bien social?

Aunque el agua es un bien económico, también es un bien social. Es particularmente importante considerar la asignación del agua como un medio para alcanzar metas sociales de equidad, paliación de la pobreza y cuidado de la salud. En países donde existe una abundancia de recursos hídricos, existe una mayor tendencia a tratar al agua como un bien social para cumplir con los objetivos de equidad, de paliación de la pobreza y de salud, por encima de los objetivos económicos. La seguridad y la protección del medio ambiente también son parte de la consideración del agua como un bien social. Las funciones estéticas y religiosas del agua a menudo se olvidan o al menos no se consideran lo suficiente en la gestión de los recursos hídricos.

El Capítulo 2 trata sobre las situaciones en las que es apropiado tratar al agua como un bien económico y un bien social.

Poniendo en práctica los conceptos

En el mundo real, en una situación de escasez de agua, ¿debería el agua proveerse a una planta de fabricación de acero debido a que los fabricantes tienen la habilidad de pagar más por el agua que cientos de personas pobres que no tienen acceso al agua segura? ¿Puede encontrar ejemplos similares desde el nivel inicial en su país? ¿Cómo se resolvió dicha situación?

1.5 Importancia de la GIRH para la adaptación a los cambios climáticos

El agua es el primer sector que se verá afectado por los cambios climáticos. Los cambios climáticos llevan a la intensificación del ciclo hidrológico y posteriormente tienen graves efectos en la frecuencia e intensidad de acontecimientos extremos. El aumento del nivel del mar, la evaporación incrementada, las precipitaciones imprevisibles y las sequías prolongadas son sólo algunas de las manifestaciones de la variabilidad climática que impacta directamente en la disponibilidad y calidad del agua.

Mediante la gestión del recurso en el nivel más adecuado, la organización de la participación en las prácticas de gestión y el desarrollo de políticas, y la garantía de que se consideren a los grupos más vulnerables, los instrumentos de la GIRH ayudan directamente a las comunidades a enfrentar la variabilidad climática. En 2001 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) reconoció que debe utilizarse el potencial de la GIRH como medio de reconciliación de los diversos y cambiantes usos y demandas de los recursos hídricos, y que parece ofrecer mayor flexibilidad y capacidad adaptativa que los enfoques de gestión de los recursos hídricos convencionales. Es crítico que se considere a los cambios climáticos en la gobernabilidad de los recursos hídricos en el contexto de la reducción de la *vulnerabilidad* de los pobres, en el mantenimiento de los medios de vida sostenibles y en el apoyo del desarrollo sostenible. El informe del IPCC aconseja sobre la mejora de la *adaptación*, la vulnerabilidad y la capacidad; la principal recomendación afirma que reducir la vulnerabilidad de las naciones o de las comunidades a los cambios climáticos requiere mayor habilidad para adaptarse a sus efectos. Trabajar para mejorar la capacidad adaptativa al nivel de la comunidad probablemente tenga un efecto mayor y más duradero en la reducción de la vulnerabilidad. Ajustar la asistencia de la adaptación a las necesidades locales requiere las siguientes medidas:

- Tratar las vulnerabilidades reales locales;
- Involucrar a los grupos de interés reales con anticipación y de modo considerable; y
- Conectarse con los procesos de toma de decisiones locales.

1.6 ¿Cómo puede la GIRH a ayudar a tratar los cambios climáticos?

Como se demostró anteriormente en este capítulo, la GIRH ofrece estas herramientas e instrumentos que se encargan del acceso al agua y de la protección de la integridad del ecosistema, para cuidar la calidad del agua para las generaciones futuras. De este modo, la GIRH puede ayudar a las comunidades a adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes que limitan la disponibilidad del agua o pueden causar inundaciones y sequías excesivas.

Las funciones clave de la gestión de los recursos hídricos son:

- Asignación del agua;
- Control de la contaminación;
- Control;
- Gestión financiera;
- Gestión de inundaciones y sequías;
- Gestión de la información;
- Planeamiento de la cuenca; y
- Participación de los grupos de interés.

Estas funciones son instrumentales para la gestión integrada de los recursos hídricos y pueden ser de ayuda para enfrentar la variabilidad climática. Por ejemplo:

- En el control del desarrollo de cantidad y calidad del agua, la gestión puede tomar medidas de precaución hacia la adaptación.
- La gestión de inundaciones y sequías, como función clave de la GIRH, permite

la intervención directa en casos de acontecimientos extremos.

- En el planeamiento de la cuenca, se puede incorporar la evaluación de riesgos y medidas para la adaptación.
- El agua se puede asignar al uso más eficiente y efectivo para reaccionar a la variabilidad climática de manera flexible.

En resumen, la GIRH facilita la respuesta a los cambios en la disponibilidad del agua. Se pueden identificar y mitigar mejor los riesgos en el proceso del planeamiento de la cuenca. Cuando se necesiten medidas, la participación de los grupos de interés ayuda a movilizar a las comunidades y a generar la acción. Se puede estimular a los usuarios del agua para que utilicen el recurso de forma sostenible frente a las condiciones cambiantes de los recursos hídricos.

1.7 Implementación de la GIRH

A pesar de que ha habido progreso en la comprensión general del significado de la GIRH, su importancia dentro del contexto de la escasez, la aceptación de los principios más importantes (Dublín) y el creciente reconocimiento de la necesidad de utilizar la mezcla justa de instrumentos económicos y financieros, la implementación efectiva de la GIRH es un proceso desafiante.

Existen varios obstáculos en el camino hacia la implementación de la GIRH, comenzando con los afianzados intereses sectoriales, las inseguridades profesionales y los mitos socioculturales. Sin embargo, estos desafíos no son insuperables. La superación de los obstáculos para la implementación de la GIRH requiere de un enfoque creciente en la negociación de las diferencias, la integración entre los sectores y las reformas institucionales (incluyendo reformas políticas y legales).

Los conflictos entre los profesionales que trabajan en los diversos sectores, combinados con un sentido de vulnerabilidad en la adopción de enfoques alternativos hacia el desarrollo y gestión del agua que se extiende en grupos profesionales requieren la búsqueda de habilidades en la negociación de soluciones beneficiosas y en el suministro de plataformas para diferentes grupos de interés a fin de que desarrollen su colaboración en la implementación de la GIRH. Estos procesos llevan tiempo y requieren paciencia.

La GIRH sólo puede implementarse de forma exitosa si, entre otras reformas, existe un esfuerzo colectivo para integrar las perspectivas y los intereses divergentes de varios usuarios de agua en el marco de la gestión. Los mecanismos formales y los medios de cooperación e intercambio de información deberían establecerse en diferentes niveles a fin de alcanzar la integración de los diferentes sectores. Los intentos informales pasados no han tenido éxito, y un conjunto formalizado de mecanismos debería tener el efecto de asegurar el compromiso en los distintos niveles. Las incertidumbres son parte de un cambio en el paradigma de la gestión y el proceso de implementación considera tratarlas (consultar Capítulo 5).

Los marcos institucionales y legislativos existentes no fueron completamente responsables frente a las demandas y requisitos para la implementación de la GIRH. Por lo tanto, la implementación de la GIRH requiere reformas en casi todas las etapas del ciclo de planeamiento y gestión de los recursos hídricos.

A pesar de que existe una necesidad urgente de reforma, los cambios sólo pueden ocurrir paulatinamente, algunos ocurren inmediatamente y otros llevan varios años de planeamiento y desarrollo de capacidades. Deberá incluir la creación de un

entorno favorable y el desarrollo de un marco institucional e instrumentos de gestión para una GIRH sostenible.

Cuadro 1.6: ¿Hay una crisis del agua o estamos en camino para lograr el objetivo?

Agua – Lento progreso: El objetivo 10 de las MDG7 es reducir la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable segura para el año 2015 (UN, 2006). La cantidad de personas en el mundo con acceso al agua potable segura ha continuado en crecimiento, alcanzando el 83% en 2004 (a partir de un 78% en 1990). Sin embargo, según las tendencias actuales, África subsahariana no alcanzará este objetivo. Esto se debe a factores tales como las altas tasas de crecimiento de la población, bajos gastos del gobierno (especialmente en operación y mantenimiento), conflictos e inestabilidad política. Grandes disparidades entre las áreas rurales y urbanas de África subsahariana, donde los moradores de la ciudad tienen el doble de probabilidades que sus pares rurales de acceder al agua segura.

Saneamiento – Lento progreso: 1,2 mil millones de personas ha ganado acceso al saneamiento entre 1990 y 2004. Sin embargo, para alcanzar la meta de saneamiento de 2015, más de 1,6 mil millones de personas necesitan ganar acceso a un saneamiento mejorado. Los problemas más serios son en África subsahariana y en Asia del Sur.

Mensajes clave:

- África subsahariana continúa siendo el área de mayor preocupación. Durante el período entre 1990-2004, la cantidad de personas sin acceso al agua segura aumentó un 23 por ciento y la cantidad de personas sin saneamiento aumentó más del 30 por ciento.
- Existen grandes disparidades entre las regiones: mientras que el porcentaje de personas que tiene acceso al agua potable por medio de una conexión hogareña es tan bajo como el 16 por ciento en África subsahariana, es mucho mayor en Asia del Este (70 por ciento), África del Norte (76 por ciento) y Asia Occidental (81 por ciento).

Source: DFID, 2006

Síntesis

Recientemente la GIRH ha surgido como el sistema de gestión aceptado internacional y localmente para garantizar recursos hídricos suficientes de calidad adecuada, no sólo en la actualidad sino también para las generaciones futuras. Los cuatro principios de la GIRH son:

- El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable.
- El desarrollo y la gestión de los recursos hídricos se deben basar en un enfoque participativo.
- Las mujeres desempeñan un papel central.
- El agua como bien económico y social

Como el agua es el primer sector que se verá afectado por los cambios en las condiciones climáticas, la GIRH tiene un rol importante en el tratamiento de los problemas de los cambios climáticos. Las funciones clave de la gestión de los recursos hídricos en el marco de una GIRH son instrumentales para capacitar a organizaciones y comunidades a fin de que se enfrenten a la variabilidad climática.

Tenga en cuenta la gestión de los recursos hídricos en su país. ¿Cómo puede ayudar a tratar los

Lectura sugerida

Cap-Net (2005) Tutorial acerca de los principios básicos de la gestión integrada de los recursos hídricos.

Global Water Partnership (2000) TAC Background Paper No. 4: Integrated Water Resources Management. GWP: Estocolmo, Suecia.

WHO-UNICEF (2000) Informe Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000. Organización Mundial de la Salud y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/globalassess/en

WHO-UNICEF (2006) Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target. The Urban and Rural Challenge of the decade.

United Nations (2009) Water in a Changing World.
http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf

2. FACTORES E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Propósito

El propósito de este módulo es familiarizar a los participantes con los factores y la base de las ciencias físicas de los cambios climáticos, así como ayudarles a comprender los impactos potenciales en el ciclo del agua y las consecuencias del uso del agua y el funcionamiento del ecosistema.

2.1 Comprensión de los ríos y la base de las ciencias físicas de los cambios climáticos

Desde que el Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del IPCC se publicó en 2007, no hubo escasez de evidencia científica sobre los cambios climáticos mundiales. El calentamiento atmosférico es inequívocamente evidente a partir de los incrementos observados en las temperaturas del aire promedio mundiales, las temperaturas de los océanos, el derretimiento generalizado de la nieve y del hielo, y el aumento mundial del nivel promedio del mar. En cuanto a la atribución del aumento observado en las temperaturas promedio mundiales a partir de la mitad del siglo XX, el AR4 establece que esto es "muy probable debido al incremento observado en las concentraciones de gases de efecto invernadero antropogénicos" (IPCC, 2007a: 10).

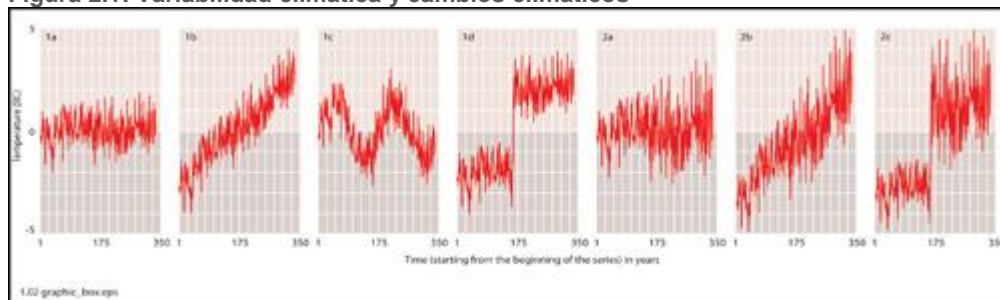
No hay dudas de que estos cambios climáticos van a tener impactos en el agua y en muchos otros sectores que son sensibles a la variabilidad y a los cambios climáticos. Por lo tanto, es imperativo desarrollar una buena comprensión de algunos de los aspectos básicos de los cambios climáticos y de cómo detectarlos antes de tener en cuenta los impactos de dichos cambios.

2.1.1 Variabilidad climática y cambios climáticos

El sistema climático mundial está compuesto por la *atmósfera*, la *hidrósfera* (agua líquida), la *criósfera* (hielo y nieve), la *litósfera* (tierra y piedra) y la *biósfera* (plantas y animales, incluidos los humanos). El clima de un lugar en particular depende de las interacciones no lineales complejas entre estos componentes bajo los efectos de la *radiación* solar, la rotación de la tierra en su movimiento orbital alrededor del sol.

El clima generalmente está definido en términos de una descripción estadística (promedio y variabilidad) de variables tales como temperatura y precipitaciones por un período de tiempo que abarca desde unos pocos años a millones. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda 30 años como período mínimo para promediar dichas variables con el propósito de verificar la variabilidad (OMM, 2003).

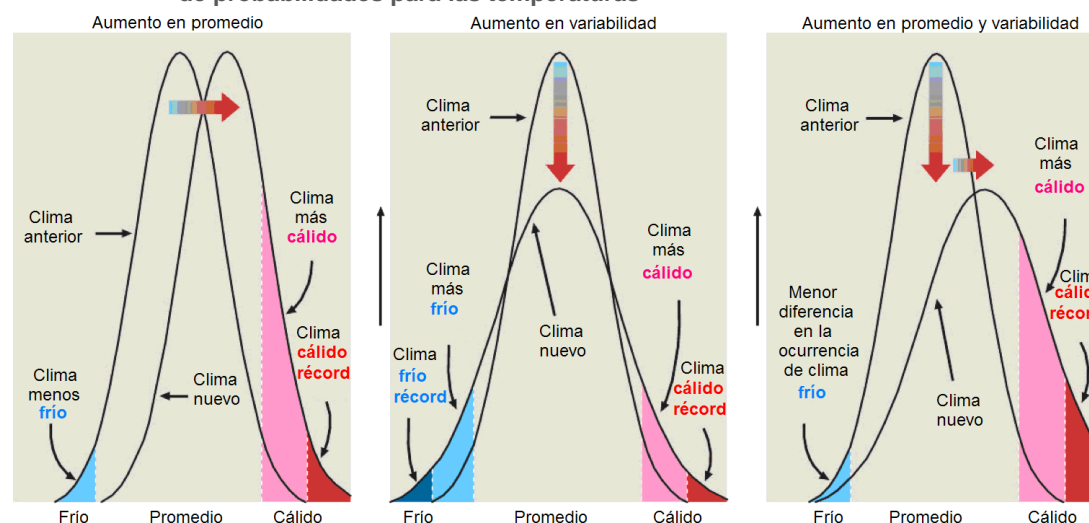
Figura 2.1: Variabilidad climática y cambios climáticos



Fuente: Adaptado de la OMM, 2003

La Figura 2.1 ilustra una cantidad de series de tiempo de temperatura (nocional) según la variabilidad climática y los cambios climáticos. La Figura 1a muestra un ejemplo de variabilidad climática: la temperatura fluctúa entre una observación y otra en torno a un valor promedio. Los ejemplos 1b a 1d combinan la variabilidad con los cambios climáticos. El ejemplo 2a indica un incremento de la variabilidad sin ningún cambio en el promedio. Los ejemplos 2b y 2c combinan variabilidad incrementada con los cambios climáticos.

Figura 2.2: La variabilidad climática y los cambios climáticos, ilustrados como distribuciones de probabilidades para las temperaturas



Fuente: Adaptado de la OMM, 2003

Es importante acentuar que ningún evento climático individual puede atribuirse a los cambios climáticos y que los registros instrumentales para dichos eventos ya no son suficientes para caracterizar la gravedad de eventos futuros. La Figura 2.2 indica a través de un simple razonamiento estadístico cómo la variabilidad incrementada y el promedio en diferentes combinaciones afectarán a los extremos de temperatura.

¿Puede definir tiempo y clima?

Los cambios climáticos se refieren a cambios en el estado del clima que se pueden identificar (por ejemplo, mediante el uso de pruebas estadísticas) a partir de cambios en el promedio y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persisten por un período prolongado, típicamente décadas o más tiempo. Los cambios climáticos pueden deberse a procesos internos naturales o a fuerzas externas, o a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra. Observe que la Convención Marco sobre los Cambios Climáticos (CMNUCC), en el Artículo 1, define a los *cambios climáticos* como: "un cambio del clima que se

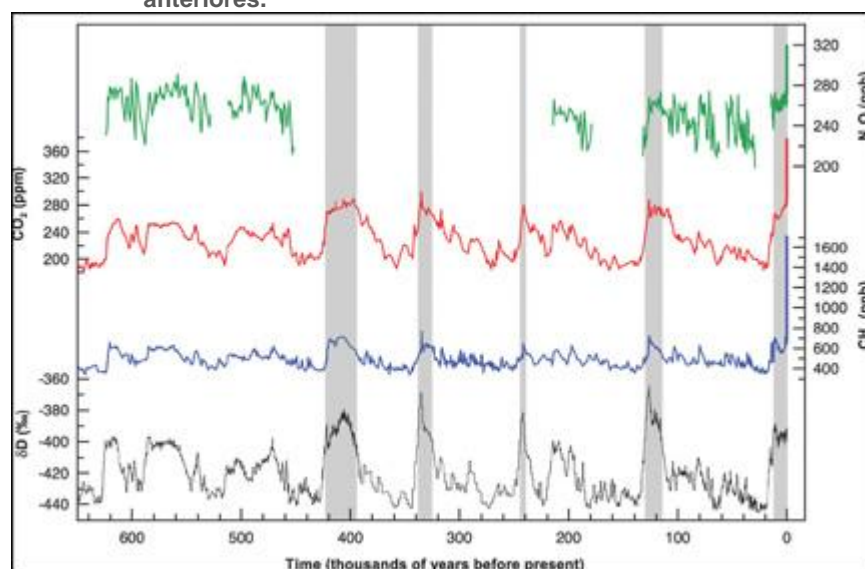
atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y es adicional a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables." Así, la CMNUCC hace una distinción entre los cambios climáticos atribuibles a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica, y la *variabilidad climática* atribuible a causas naturales (IPCC, 2007b: 943)

2.1.2 Las concentraciones de gases de efecto invernadero, las fuerzas radiactivas y el cambio de temperatura observado y proyectado

El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los clorofluorocarbonos (CFC) son los principales *gases de efecto invernadero* disponibles en la atmósfera. Hay algunos otros gases pero sólo aparecen rastros de ellos. La superficie de la tierra emite radiación. Esta radiación emitida es absorbida por las moléculas de los gases de efecto invernadero y se vuelve a emitir en todas las direcciones, lo que causa un calentamiento de la superficie de la tierra. Cualquier cambio en el contenido de los gases de efecto invernadero de la atmósfera provoca un cambio en el clima mundial al modificar las variables climáticas tales como la temperatura.

La Figura 2.3 presenta las variaciones de deuterio (δD) en 650.000 años en el hielo Antártico, que es representante de la temperatura local, y las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) de los gases de efecto invernadero en el aire atrapadas en los núcleos de hielo y de las últimas mediciones atmosféricas. Tanto los factores naturales como los producidos por los hombres pueden ser responsables de los cambios en el contenido de los gases de efecto invernadero de la atmósfera. El *efecto invernadero* natural puede ser causado por cambios en la concentración de CO_2 y CH_4 en la atmósfera asociados con transiciones entre episodios glaciales e interglaciares (bandas sombreadas en la Figura 2.3), la vegetación, la erosión de piedras, etc.

Figura 2.3: Variaciones de deuterio (δD) en el hielo Antártico, y de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) en el aire atrapado en los núcleos de hielo. Las bandas sombreadas indican los períodos de calentamiento interglaciario actuales y anteriores.



Fuente: Solomon et al., 2007

¿Cómo diferencia
variabilidad climática
y cambios
climáticos?

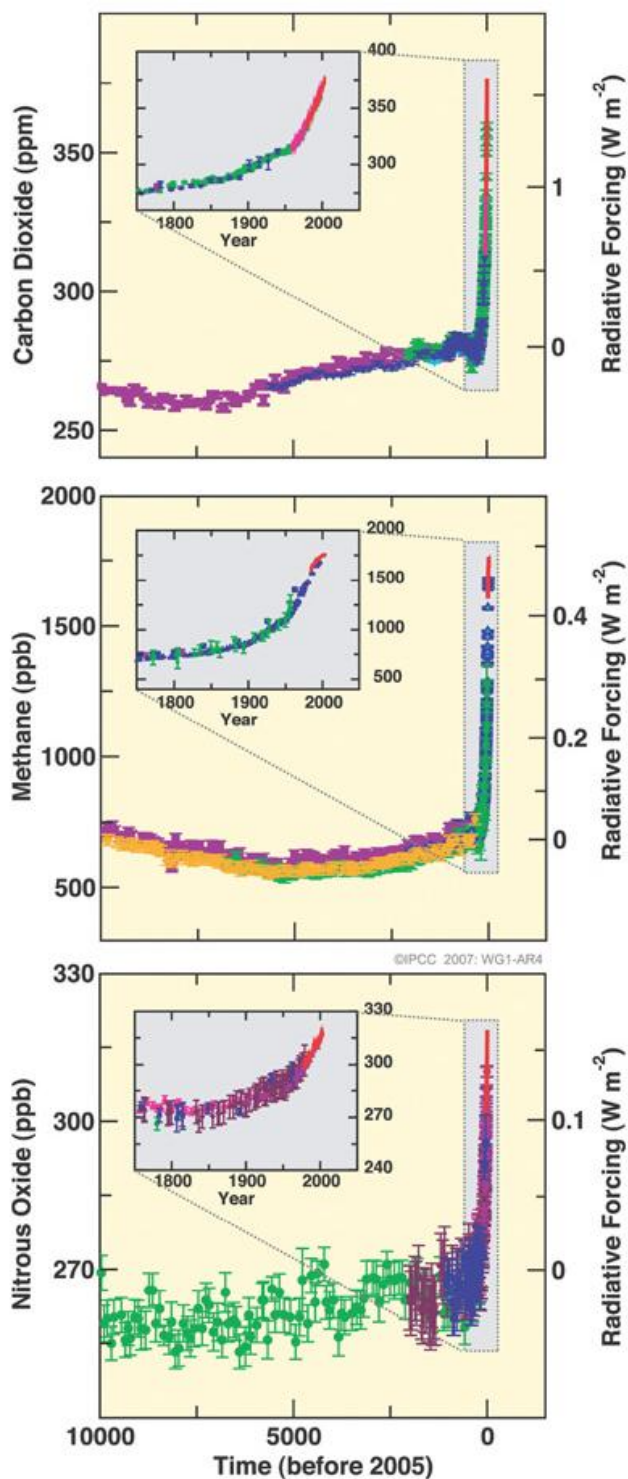
Los factores antropogénicos que han aumentado la cantidad de CO_2 y de otros gases de efecto invernadero desde el siglo XVIII incluyen la quema de combustibles fósiles, la deforestación y los procesos industriales. La concentración de CO_2 en la atmósfera se ha elevado de 270 ppm a 370 ppm en los últimos doscientos cincuenta años (Figura 2.3), principalmente por la combustión de combustibles fósiles. Esto excede la variación natural (establecida a través de los núcleos de hielo) durante los últimos 650.000 años (180–300 ppm) (Jansen et al., 2007). La tasa de crecimiento anual promedio de concentración de CO_2 entre 1995 y 2005 fue de $1,9 \text{ ppm y}^{-1}$, lo que es significativamente superior al promedio de 40 años desde 1960 ($1,4 \text{ ppm y}^{-1}$), cuando comenzó el registro continuo de las mediciones atmosféricas (Forster et al., 2007).

Fuerza radiactiva

Hay un equilibrio entre la radiación solar entrante y la radiación terrestre saliente. Cualquier proceso que altere el equilibrio de la energía del sistema atmosférico de la tierra es conocido como *fuerza radiactiva* (FR). Algunas de las principales causas que pueden

provocar

fuerza radiactiva incluyen una variación en la órbita de la tierra, la radiación solar, la actividad volcánica y la composición atmosférica (Forster et al., 2007). La Figura 2.4 describe la fuerza radiactiva causada por las concentraciones atmosféricas de CO_2 , CH_4 y N_2O durante los últimos 10.000 años (paneles grandes) y desde 1750 (paneles insertados). Se muestran las mediciones de los núcleos de hielo (símbolos con diferentes colores para diferentes estudios) y muestras atmosféricas (líneas rojas).

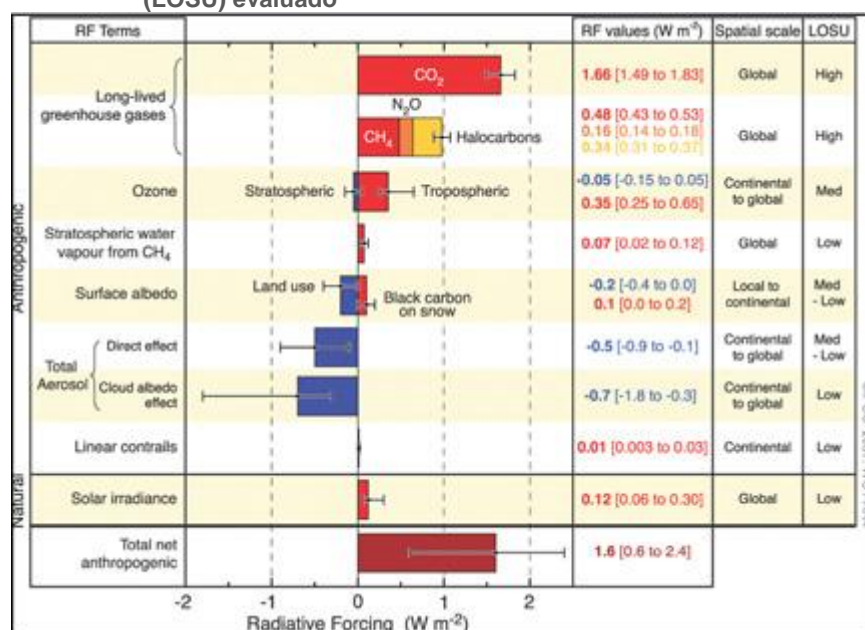


Fuente: IPCC, 2007a

¿Cuál es la definición de "fuerza radiactiva" según IPCC?

En la Figura 2.5, el AR4 proporciona estimaciones y rangos de fuerza radiativa promedio mundiales en 2005 para los agentes y mecanismos antropogénicos, junto con el alcance geográfico típico (escala espacial) de la fuerza y del *nivel de comprensión científica* (LOSU, level of scientific understanding) evaluado exhaustivamente (IPCC, 2007a). También se muestra la fuerza radiativa antropogénica neta y su rango. Estas requieren estimaciones de incertidumbre asimétricas aditivas de los términos de los componentes, y no se pueden obtener por simple adición. Se considera que los factores de fuerza adicional no incluidos aquí tienen un LOSU muy bajo. Los aerosoles volcánicos contribuyen una fuerza natural adicional pero no se incluyen en esta figura debido a su naturaleza episódica.

Figura 2.5: Las estimaciones y los rangos de fuerza radiativa (RF) promedio mundiales en 2005 para el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nítrico (N_2O) antropogénicos y otros agentes y mecanismos importantes, junto con el alcance geográfico típico (escala espacial) de la fuerza y del nivel de comprensión científica (LOSU) evaluado

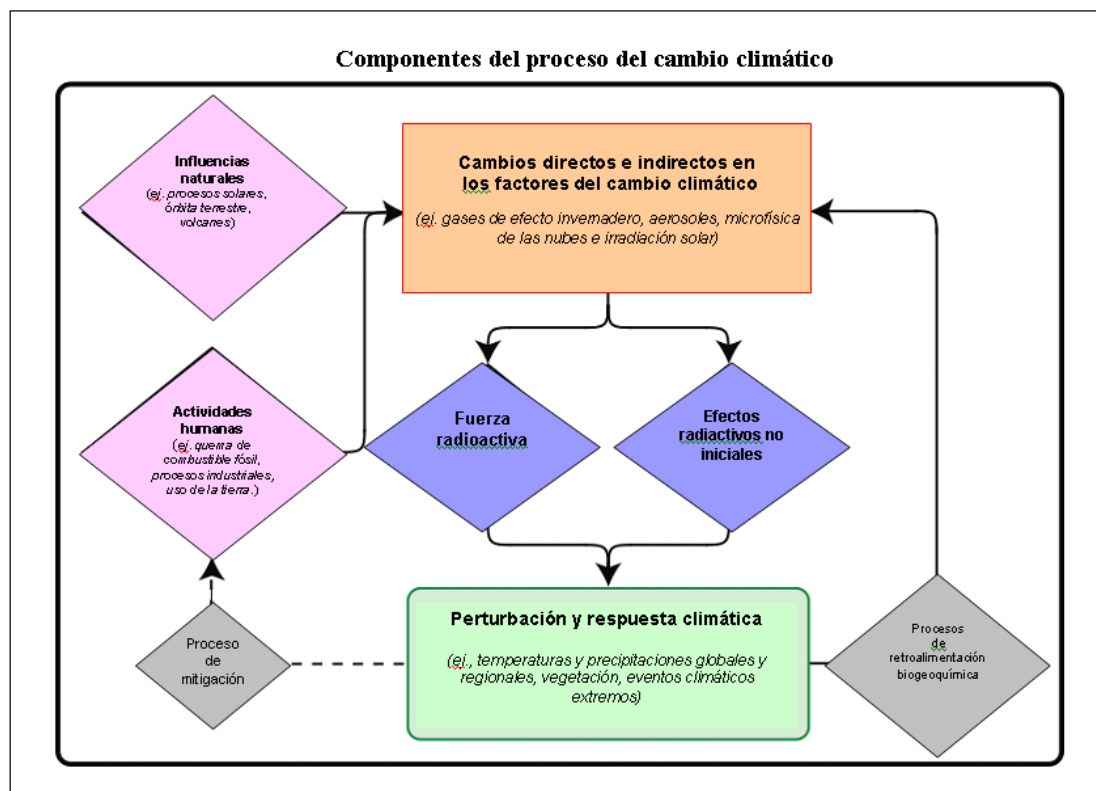


Fuente: IPCC, 2007a

¿Cuáles son las causas de la fuerza radiativa? ¿Qué gas representa principalmente la fuerza radiativa por año?

La Figura 2.6 presenta los mecanismos de "fuerza climática" que "fuerzan" al clima a cambiar imponiendo un cambio en el equilibrio de la energía planetaria. Se ilustra el vínculo de la fuerza radiativa con otros aspectos de cambios climáticos. Las actividades humanas y los procesos naturales causan cambios directos e indirectos en los factores de los cambios climáticos. La fuerza radiativa y los efectos radiativos no iniciales llevan a perturbaciones y respuestas climáticas. Los cambios climáticos también pueden atribuirse a factores antropogénicos y naturales. El acoplamiento entre los procesos biogeoquímicos lleva a la *retroalimentación* de los cambios climáticos a sus factores. Un ejemplo de esto es el cambio en las emisiones de los humedales de CH_4 que pueden ocurrir en un clima más cálido (consultar también el Cuadro 5.1). Los enfoques potenciales para mitigar los cambios climáticos mediante la alteración de las actividades humanas (línea discontinua) son temas tratados por el Grupo de trabajo III del IPCC.

Figura 2.6: Diagrama que ilustra cómo la FR está vinculada con otros aspectos de los cambios climáticos tratados por el IPCC



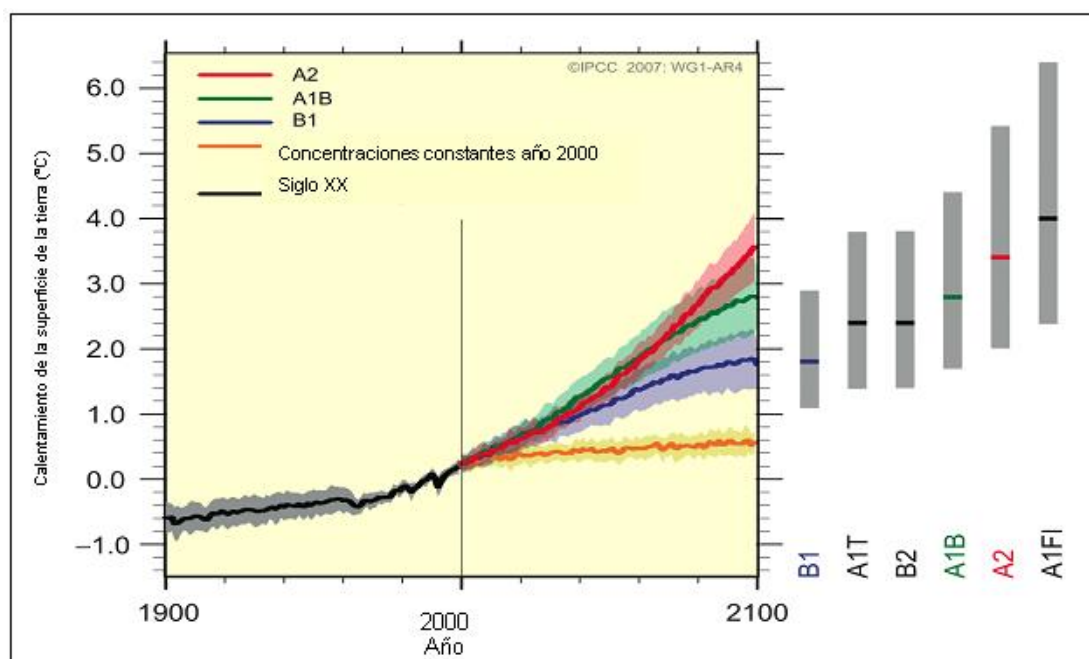
Fuente: Forster, 2007

Cambio de temperatura observado y proyectado

Los cambios climáticos antropogénicos se manifiestan en el aumento de la temperatura promedio de la superficie terrestre como resultado de los incrementos en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, que absorben, reflejan y vuelven a emitir parcialmente la radiación terrestre de onda larga, lo que evita que salgan de la atmósfera de la tierra.

A partir del análisis de registros de temperatura promedio mundial a largo plazo, la comunidad científica aceptó que la temperatura promedio mundial ha aumentado $0,6^{\circ}\text{C}$ en el siglo XX, como se muestra en la Figura 2.7. Es importante observar que este cambio no es homogéneo en todo el mundo y tampoco es lineal. Los registros también muestran que el año más cálido (hasta 2006) desde que comenzaron las observaciones científicas de temperatura hace unos 140 años fue 1998, con las temperaturas de la superficie promedio de $0,55^{\circ}\text{C}$ por encima del promedio anual entre 1961 y 1990. El segundo, tercer, cuarto y quinto años más cálidos registrados son 2002, 2001, 2004 y 1995, respectivamente. Once de los últimos 12 años (1995–2006) figuran entre los 12 años más cálidos en el registro instrumental de temperatura de la superficie mundial (desde 1850).

Figura 2.7: Las líneas sólidas son promedios multimodelos mundiales del calentamiento de la superficie (referidos a 1980–1999) para los escenarios A2, A1B y B1, que se muestran como continuaciones de las simulaciones del siglo XX



Fuente: IPCC, 2007a

El cambio de temperatura proyectado con respecto a los escenarios de emisiones (consultar la Figura 2.8) se describe en la Figura 2.7. Las líneas sólidas son promedios mundiales multimodelos del calentamiento de la superficie (referidos a 1980–1999) de los escenarios A2, A1B y B1, que se muestran como continuaciones de las simulaciones del siglo XX. El sombreado denota el rango de *desviación estándar* ± 1 de promedios anuales modelos individuales. La línea anaranjada denota el experimento donde las concentraciones se mantuvieron constantes con respecto a los valores del año 2000. Las barras grises a la derecha indican la mejor estimación (línea sólida en cada barra) y el rango de probabilidad evaluado para los seis escenarios marcadores del Informe especial sobre escenarios de emisiones (IE-EE; consultar sección 2.1.4).

2.1.3 Calibración de la confianza y la incertidumbre

El IPCC ha diseñado enfoques para desarrollar juicios expertos, al evaluar incertidumbres y comunicar la confianza e incertidumbre en hallazgos que surgen en el contexto del proceso de evaluación (Manning et al., 2004). Se propone utilizar un lenguaje que minimice las posibles malas interpretaciones y ambigüedades para evitar la incertidumbre. Los términos como "virtualmente cierto" o "probable" pueden comprometer al lector efectivamente, pero se pueden interpretar de modo muy diferente por distintas personas a menos que se proporcione alguna escala de calibración. Por lo tanto, se utilizaron tres formas de lenguaje para describir los diferentes aspectos de confianza e incertidumbre y para brindar consistencia en todo el AR4 (consultar Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1: Comunicar la confianza e incertidumbre

Niveles de comprensión definidos cuantitativamente

Nivel de acuerdo o consenso	Acuerdo alto evidencia limitada	Acuerdo alto mucha evidencia

	Acuerdo bajo evidencia limitada	Acuerdo bajo mucha evidencia
	Cantidad de evidencia (teoría, observaciones, modelos)		

Niveles de confianza calibrados cuantitativamente

Terminología	Grado de confianza para ser correcto
Confianza muy alta	Probabilidad de al menos 9 de 10
Confianza alta	Probabilidad de alrededor de 8 de 10
Confianza media	Probabilidad de alrededor de 5 de 10
Confianza baja	Probabilidad de alrededor de 2 de 10
Confidencia muy baja	Probabilidad de menos de 1 de 10

Escala de probabilidad

Terminología	Probabilidad de la ocurrencia/resultado
Virtualmente cierto	> 99% de probabilidad de ocurrencia
Muy probable	> 90% de probabilidad
Probable	> 66% de probabilidad
Tan probable como no	de 33 a 66% de probabilidad
Improbable	< 33% de probabilidad
Muy improbable	< 10% de probabilidad
Exceptionally unlikely	< 1% de probabilidad

Fuente: Manning et al., 2004

2.1.4 Escenarios de emisiones

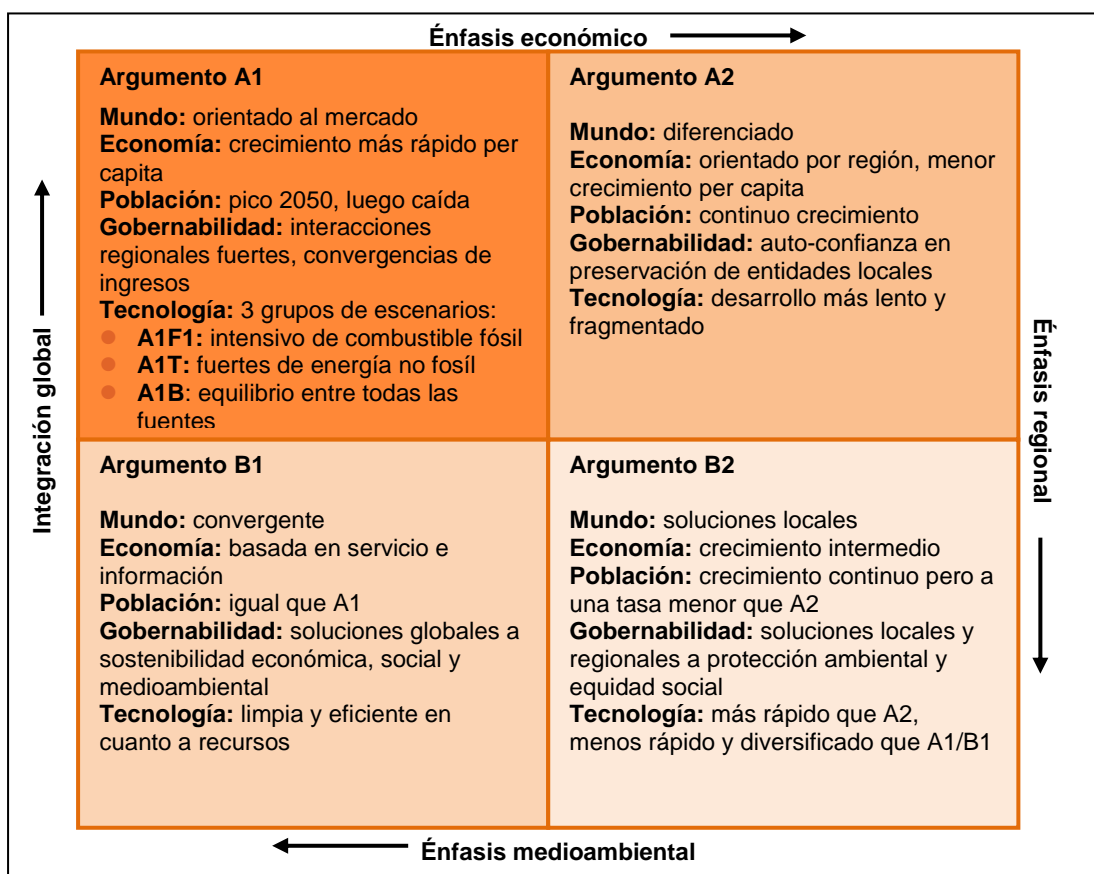
En 1992 el IPCC lanzó un conjunto de seis escenarios de emisiones mundiales (IS92a a f) conocidos como escenarios IS92. Se basan en emisiones posibles de gases de efecto invernadero de acuerdo con un amplio rango de suposiciones del crecimiento económico y de la población futuro. Los escenarios IS92a (también conocidos como los escenarios "sin cambios" o "business as usual") fueron los más ampliamente utilizados por los científicos hasta que el IPCC los actualizara en 2000 y los publicara a través del IE-EE (IPCC, 2000).

Los escenarios del IE-EE están formulados de un modo fundamentalmente diferente con respecto a los escenarios anteriores, con un rango diferente para cada proyección, que se denomina "argumento". Se han definido cuatro argumentos, particularmente: A1, A2, B1 y B2. Describen las maneras posibles en que la población mundial, los cambios en el uso de la tierra, las nuevas tecnologías, los recursos energéticos y la estructura económica y política pueden evolucionar durante las próximas décadas (Anandhi, 2007). Estas influencias futuras mundiales se representan en dos dimensiones: una representa las preocupaciones económicas

¿Conoce algún signo de los cambios climáticos? ¿Cuánta certeza tiene de que esto es causado por los cambios climáticos?

medioambientales y la otra representa los modelos de desarrollo mundiales o regionales (Figura 2.8). Para el argumento A1, se formularon varios escenarios de emisiones pero sobre todo las "familias de los escenarios" se confinaron a cuatro. El argumento A1 tiene tres escenarios marcadores, particularmente: A1B, A1F1 y A1T, mientras que el resto sólo tiene uno cada uno.

Figura 2.8: Los escenarios considerados por el IPCC en su Tercer Informe de Evaluación de 2001



Fuente: IPCC, 2001

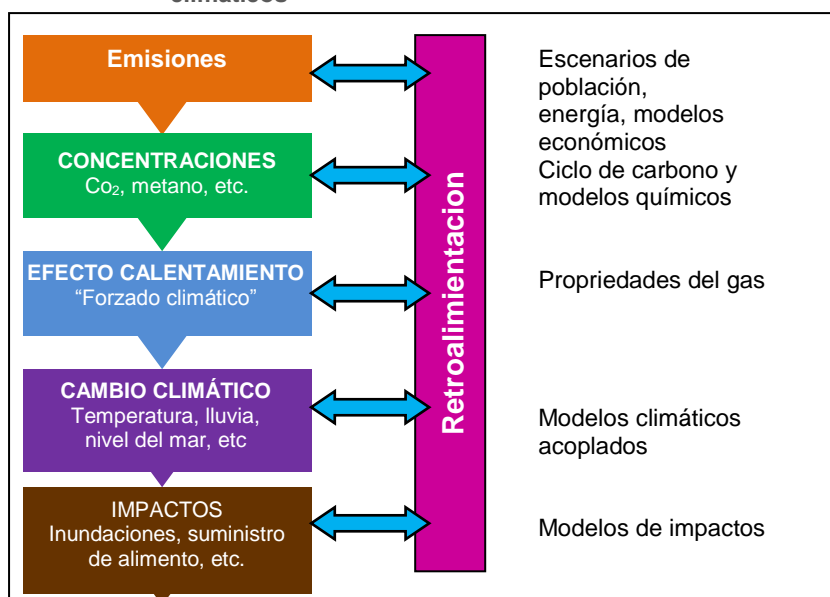
Argumento A1: Este argumento designa un crecimiento muy rápido con globalización creciente, un incremento de la riqueza mundial, con convergencia entre regiones y diferencias reducidas en los ingresos regionales per capita. Además, supone el consumismo materialista, con rápido cambio tecnológico y bajo crecimiento de la población. Hay tres variantes en esta familia para las fuentes de energía: un equilibrio a través de todas las fuentes (A1B), uso intensivo de combustible fósil (A1F1) y uso de combustible no fósil (A1T).

Argumento A2: En este argumento, se ha considerado un mundo heterogéneo regido por el mercado con rápido crecimiento de la población pero con un crecimiento económico menos rápido que A1. El tema subyacente es la confianza en uno mismo y la preservación de las identidades locales.

Argumento B1: Este argumento supone un mundo de desmaterialización y la introducción de tecnologías limpias. El énfasis está en las soluciones globales para lograr la sostenibilidad económica, social y medioambiental.

Argumento B2: En este argumento, la población aumenta a una tasa inferior que en A2 pero a una tasa superior que en A1 con desarrollo guiado por caminos de sostenibilidad social, económica y medioambiental orientados a nivel local.

Figura 2.9: De las emisiones de gases de efecto invernadero al impacto de los cambios climáticos



Fuente: Saunby, 2007

Es esencial recordar que estos escenarios de emisiones se basan en suposiciones de fuerzas impulsoras futuras tales como el desarrollo demográfico, socioeconómico y tecnológico que pueden o no producirse. Como se describe en la Figura 2.9, estos escenarios de emisiones se transforman en escenarios de concentraciones, que se usan finalmente para que los modelos climáticos computen las proyecciones climáticas. Son incertidumbres implicadas en cada paso, comenzando por las emisiones, a través del nivel de adaptación, y en cada etapa sucesiva el alcance de las incertidumbres aumenta. Resultará difícil para cualquier gobierno invertir en mediciones de adaptación con dichos niveles de incertidumbre (consultar el Capítulo 5).

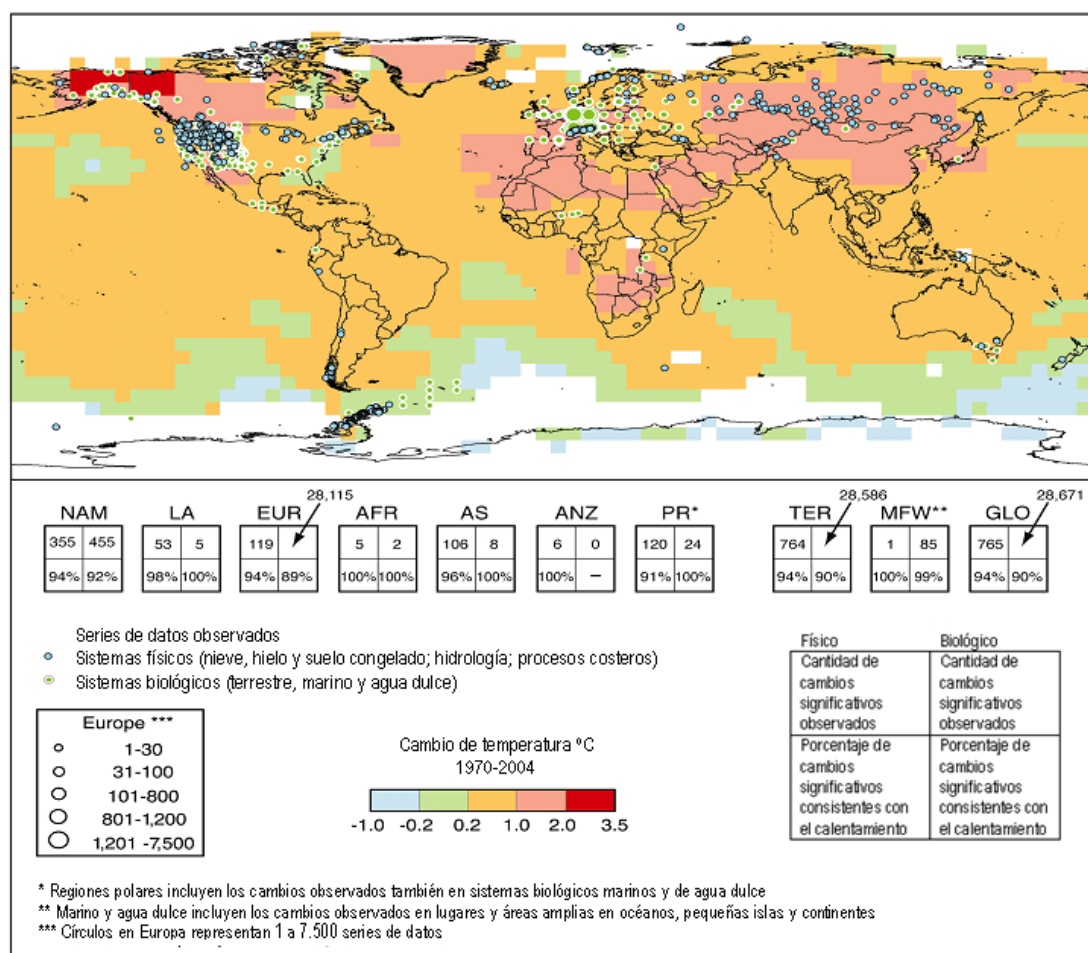
¿Qué escenarios del IE-EE cree que sea más relevante en su región y por qué?

2.2 Comprensión de los impactos observados y proyectados en el ciclo del agua

2.2.1 Cambios y tendencias observados en el ciclo del agua

El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (Rosenzweig et al., 2007) produjo una composición global (Figura 2.10) que presenta las ubicaciones de los cambios significativos en series de datos de los sistemas físicos (nieve, hielo y suelo congelado; hidrología; y procesos costeros) y sistemas biológicos (sistemas terrestres, marinos y biológicos de agua dulce). Estos se muestran junto con los cambios en la temperatura de aire de la superficie en el período 1970–2004.

Figura 2.10: Las ubicaciones de cambios significativos en las series de datos de los sistemas físicos y de los sistemas biológicos junto con los cambios en la temperatura del aire de la superficie en el período 1970–2004



Fuente: Rosenzweig et al., 2007

Se seleccionó un subconjunto de casi 29.000 series de datos entre casi 80.000 series de datos de 577 estudios. Cumplían con los siguientes criterios: (1) finalizar en 1990 o después; (2) extenderse por un período mínimo de 20 años; y (3) mostrar un cambio significativo en cualquier dirección, como el evaluado en los estudios individuales. Estas series de datos son de casi 75 estudios (de los cuales casi 70 son nuevos desde la Tercera Evaluación). Sin embargo, debe observarse que de las 29.000 series de datos, alrededor de 28.000 son de estudios europeos. Las áreas blancas no contienen suficientes datos climáticos observacionales para estimar una tendencia de la temperatura.

Los cuadros 2x2 muestran la cantidad total de series de datos físicos (izquierda) y biológicos (derecha) con cambios significativos (fila superior) y el porcentaje de los consistentes con el calentamiento (fila inferior) para las (i) regiones continentales: América del Norte (AMN), América Latina (AL), Europa (EUR), África (AFR), Asia (AS), Australia y Nueva Zelanda (ANZ) y las Regiones Polares (RP) y la (ii) escala mundial: Terrestre (TER), Marina y Agua Dulce (MAD) y Global (GLO). La cantidad de estudios de los siete cuadros regionales (AMN ... RP) no se incorporan a los totales globales (GLO) porque las cantidades de las regiones excepto las Polares no incluyen las cantidades relacionadas con los sistemas Marinos ni de Agua Dulce (MAD). Las ubicaciones de cambios marinos de área grande no se muestran en el mapa.

Muchos estudios han presentado evidencias de cambios y tendencias observados en las precipitaciones y otras variables hidrográficas asociadas. Se han evaluado estas tendencias durante el AR4 del IPCC y se han resumido a continuación.

Criósfera

Los cambios en los sistemas y sectores relacionados con el deshielo acelerado en la criósfera se han documentado en las inundaciones glaciares, en las avalanchas de hielo y piedra en las regiones montañosas, en los residuos líquidos en las cuencas de nieve y de glaciares, en los mamíferos del Ártico, en la fauna de la Península Antártica, en la infraestructura de base *gelisuelo* en el Ártico, en la reubicación de los centros de esquí en zonas de elevación más altas y en los impactos en los medios de vida de los aborígenes en el Ártico (confianza alta). Los cambios en los sistemas y sectores se igualan a la abundante evidencia que conduce a la evaluación de que la criósfera está experimentando un deshielo acelerado como respuesta al *calentamiento global*, que incluye hielo de mar, hielo de agua dulce, barreras de hielo, el manto de hielo de Groenlandia, glaciares, cubierta de nieve y gelisuelo (confianza muy alta).

Hidrología y recursos hídricos

Las últimas evidencias muestran que las áreas más afectadas por las crecientes sequías se encuentran en las regiones áridas y semiáridas debido al clima ya cálido y seco (confianza alta). En los últimos 20 años, hay aumentos documentados sobre las *inundaciones súbitas* y avalanchas debido a lluvias torrenciales e intensas en las zonas montañosas durante la estación cálida (confianza alta).

Procesos y zonas costeros

La erosión costera generalizada y las pérdidas de los humedales ocurren según las tasas actuales de aumento del nivel del mar, pero en la actualidad son principalmente las consecuencias de la modificación antropogénica de la costa (confianza media). En muchas zonas costeras de baja altitud, el desarrollo en conjunto con el aumento del nivel del mar en el último siglo ha exacerbado el daño a las estructuras fijas de las tormentas modernas, que eran relativamente menores hace un siglo.

Sistemas biológicos marinos y de agua dulce

Muchas de las respuestas observadas en los sistemas marinos y de agua dulce se han asociado con las temperaturas crecientes del agua (confianza alta). Los cambios climáticos, junto con otros impactos humanos, ya han causado daño sustancial a los arrecifes de coral (confianza alta). El movimiento documentado hacia los polos del plancton en 10 grados en el Atlántico Norte es mayor que en cualquier estudio terrestre registrado. Las observaciones indican que los lagos y los ríos en todo el mundo se están calentando, con efectos en la estructura térmica, la química de los lagos, la abundancia y la productividad, la composición de la comunidad, la *fenología*, la distribución y la migración (confianza alta).

Sistemas biológicos terrestres

La inmensa mayoría de estudios que examinan los impactos del calentamiento global en las especies terrestres revelan un patrón consistente de cambio (confianza alta). Las respuestas de los ecosistemas terrestres al calentamiento en el hemisferio norte están bien documentadas por los cambios fenológicos, especialmente el inicio temprano de las fases de primavera. Los cambios climáticos en las décadas pasadas resultaron en la disminución de la población y la desaparición de ciertas especies (confianza media) y en el desplazamiento de plantas y animales silvestres hacia los polos y hacia arriba (confianza media). Se encontró cierta evidencia de adaptación en las especies migratorias (confianza media).

¿Conoce algún ejemplo de impacto de los cambios climáticos en el ciclo del agua? ¿Qué espera para el futuro?

Agricultura e ingeniería forestal

En América del Norte y Europa, hay un alargamiento de la temporada de cultivo sin escarcha y un adelanto en la fenología de los cultivos de primavera-verano, que pueden atribuirse al calentamiento reciente (confianza alta). La vinicultura parece ser altamente sensible, con una mejora documentada de la calidad relacionada con el calentamiento. Las reducciones en las precipitaciones, en escalas de décadas en el Sahel, son responsables de los bajos rendimientos de las cosechas (confianza alta).

2.2.2 Proyecciones de los impactos de los cambios climáticos futuros en el ciclo del agua

Se espera que los cambios climáticos probablemente alteren el ciclo hidrológico de modos que resultarán en impactos sustanciales en la cantidad y en la calidad de los recursos hídricos. Se espera que las precipitaciones, que son el principal componente de la hidrología, cambien de intensidad y de distribución espacial. A continuación se brinda un breve resumen de los impactos potenciales en los elementos más importantes de los recursos hídricos como los destacó el IPCC en el AR4 (Parry et al., 2007). En el capítulo 4 se presentarán más detalles sobre la diferenciación regional.

Cambios en las precipitaciones

Se ha pronosticado un aumento en el promedio global de las precipitaciones y la evaporación como una consecuencia directa de las temperaturas más cálidas (Figura 2.11). La evaporación aumentará con el calentamiento porque una atmósfera más cálida puede mantener más humedad y las temperaturas más elevadas incrementan la tasa de evaporación. Un incremento en el promedio global de precipitaciones no significa que habrá más humedad en todos lados y en todas las estaciones. En realidad, todas las simulaciones de modelos climáticos muestran patrones complejos de cambios de precipitaciones, con algunas regiones que reciben menos y otras que reciben más precipitaciones que ahora. Los cambios en los patrones de circulación serán de importancia crítica en la determinación de los cambios en los patrones de precipitaciones locales y regionales.

La Figura 2.11 presenta el rango de los cambios de las temperaturas y precipitaciones de invierno y verano hasta fines del siglo XXI en los modelos recientes (15 – barras rojas) y modelos anteriores al AR3 (7 – barras azules). Las

proyecciones de los Modelos de circulación general acoplada atmósfera-océano (MCGAO) según los escenarios de emisiones del A2 del IE-EE para las 32 regiones del mundo, expresadas como tasa de cambio por siglo. Las barras lilas y verdes muestran la variabilidad natural modelada de 30 años. Los números en los gráficos de precipitaciones muestran la cantidad de temporadas recientes del A2 que dieron un cambio en las precipitaciones negativo/positivo.

Cambios en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones

También se espera que, además de los cambios en el promedio global de precipitaciones, se puedan producir más cambios pronunciados en las características de las precipitaciones regionales y locales debido al calentamiento global. En promedio, las precipitaciones serán menos frecuentes pero más intensas, lo que implicará una mayor incidencia de inundaciones y sequías extremas.

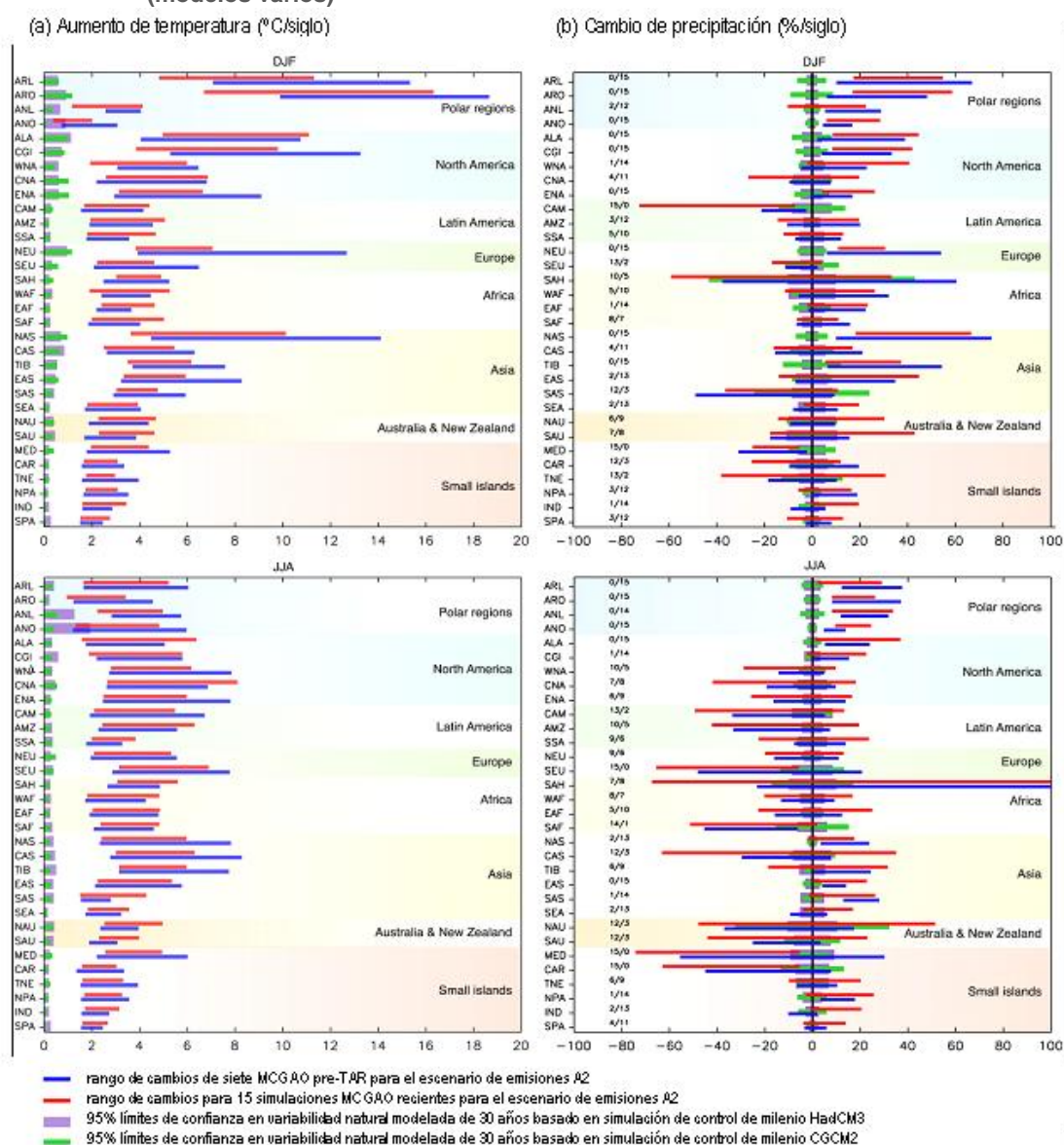
Cambios en los residuos líquidos anuales promedio

Los cambios en los residuos líquidos dependerán de los cambios en la temperatura y las precipitaciones, entre otras variables. La mayoría de los estudios de modelado hidrológico han encontrado que a pesar de que existe un incremento promedio global en las precipitaciones, hay zonas sustanciales donde existen grandes disminuciones en los residuos líquidos debido a temperaturas más elevadas, que llevan a pérdidas de *evapotranspiración* mayores. Por lo tanto, el mensaje mundial de precipitaciones aumentadas no se traslada fácilmente a los aumentos regionales en la disponibilidad del agua superficial y de los recursos hídricos freáticos.

Impactos del aumento del nivel del mar en las zonas costeras

Algunos de los impactos clave del aumento del nivel del mar en las zonas costeras, incluyen (1) inundación de las tierras bajas y desplazamiento de los humedales, (2) amplitud de marea alterada en ríos y bahías, (3) cambios en los patrones de sedimentación, (4) inundaciones debido a tormentas más severas, (5) intrusión de agua salada incrementada en los estuarios y *acuíferos* de agua dulce, y (6) daño incrementado por vientos y precipitaciones en las regiones propensas a ciclones tropicales.

Figura 2.11: Cambios en las precipitaciones y temperaturas regionales a finales del siglo XXI (modelos varios)



Fuente: Parry et al., 2007

Cambios en la calidad del agua

Aunque el IPCC no encontró evidencia para una tendencia relacionada con el clima en la calidad del agua (Kundzewicz et al., 2007), se puede esperar que ocurran varios impactos. Por lo tanto, las precipitaciones más intensas generalmente resultan en mayores residuos líquidos y posteriormente en un incremento en la concentración de sólidos suspendidos (y turbiedad) en ríos y lagos. Si estos residuos líquidos están acompañados por el transporte de contaminantes (p. ej. fertilizantes, pesticidas, desbordamientos de aguas pluviales), la calidad del agua empeorará. Por otra parte, las descargas río arriba reducirán las concentraciones de los químicos disueltos. Por lo tanto, la calidad del agua mejorará, aunque la carga total de contaminantes no cambie. Durante los períodos de sequía, la calidad del agua puede empeorar, a causa del efecto opuesto: menor dilución de la contaminación. Los cambios en los caudales de los ríos también afectará el nivel de intrusión de sal en los estuarios: durante los caudales bajos, las concentraciones de sal de los ríos

aumentarán en mayor medida tierra adentro, exacerbadas por el aumento del nivel del mar. Esto tendrá repercusiones en la producción y suministro de agua para el consumo, riego, procesos industriales, etc.

Se han observado temperaturas más elevadas del agua, hasta 2°C desde 1960, en lagos y ríos (consultar Rosenzweig et al., 2007 para obtener un resumen general). Esto ha resultado en la estratificación temprana del verano y *termoclinas* poco profundas, agotamiento de los nutrientes en las aguas superficiales y mayores concentraciones de nutrientes en estratos acuíferos más profundos (cf. 4.2.2: Lago Tanganica). Además, la proliferación perjudicial de algas parece estar vinculada con el aumento de las temperaturas del agua y con el aumento de la respiración, y las concentraciones de oxígeno más bajas resultantes en aguas más cálidas acelerarán el agotamiento del oxígeno, lo que ocasionará condiciones anaeróbicas con impactos consiguientes en la producción acuática y la industria pesquera.

Aún no existe ninguna evidencia de impacto de los cambios climáticos en los niveles del agua en lagos poco profundos (Rosenzweig et al., 2007). Sin embargo, si se produce un descenso durante períodos de sequía prolongados, la resuspensión de los materiales del fondo mejorará. Esto disminuirá la transparencia del agua y podría resultar en la liberación de nutrientes (p. ej., fósforo), lo que aumentará la *eutrofización* y/o la liberación de componentes tóxicos presentes en los sedimentos del fondo.

Cambios en los recursos hídricos freáticos

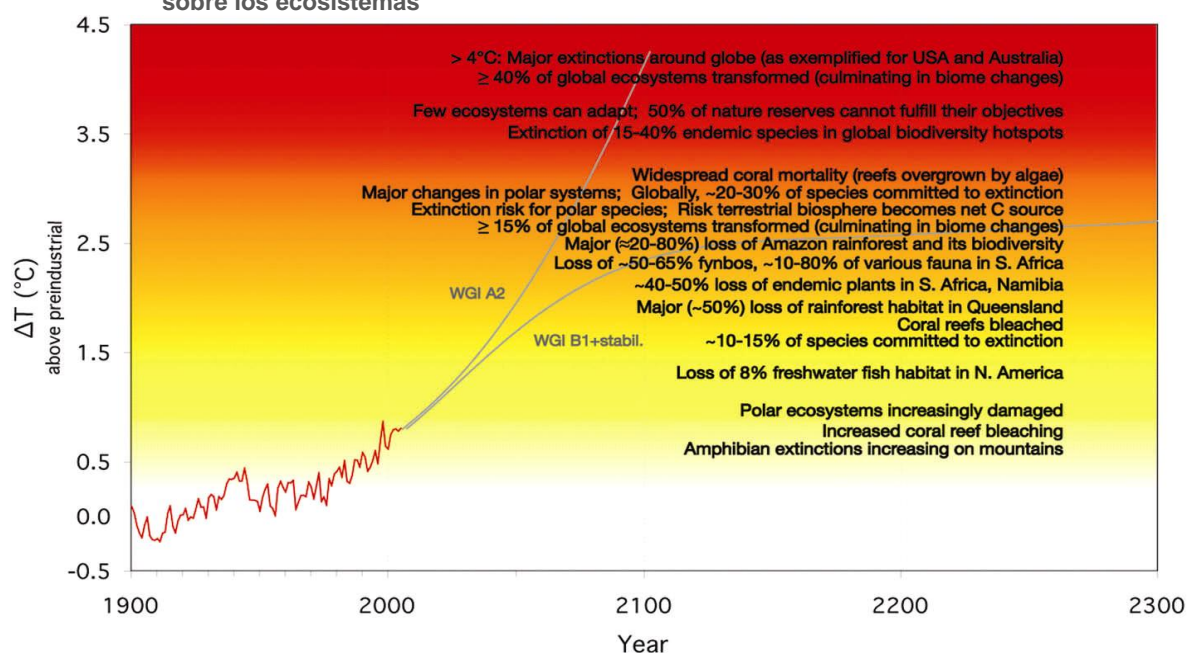
En muchas comunidades, los recursos hídricos freáticos son la principal fuente de agua para el riego, uso doméstico y demandas industriales. Generalmente hay dos tipos de recursos hídricos freáticos: renovables y no renovables. Los recursos hídricos freáticos renovables están directamente relacionados con los procesos hidrológicos cerca de la superficie; por lo tanto, están intrínsecamente ligados al ciclo hidrológico general y podrían verse directamente afectados por los cambios climáticos. En muchos lugares, a causa de las crecientes demandas, el descubrimiento de los acuíferos de aguas freáticas renovables ocurre porque la tasa de extracción excede a la tasa de recarga. Por lo tanto, los cambios climáticos podrían afectar directamente a dichas tasas de recarga y a la sostenibilidad de las aguas freáticas renovables.

Impactos del cambio climático en los ecosistemas

Los riesgos proyectados debido a los impactos críticos de los cambios climáticos sobre los ecosistemas para los diferentes niveles del cambio de temperatura anual promedio global (ΔT) se muestran en la Figura 2.12. Están relacionados con el clima preindustrial y se utilizan como un representante para los cambios climáticos. La curva roja muestra las anomalías de temperatura observadas para el período 1900–2005. Las dos curvas grises brindan ejemplos de la evaluación futura posible del cambio de temperatura promedio global, con el tiempo ejemplificado por simulación de Grupo de trabajo I, las respuestas promedio multimodelo al (i) escenario de la fuerza radiactiva del A2 y (ii) un escenario del B1 ampliado, donde la fuerza radiactiva más allá de 2100 se mantuvo constante en el valor de 2100. El sombreado blanco indica los impactos o riesgos neutrales, negativos pequeños o positivos; el amarillo indica los impactos negativos para algunos sistemas o riesgos bajos; y el rojo indica los impactos negativos o riesgos que están más generalizados y/o son mayores en magnitud. Los impactos ilustrados consideran los impactos de los cambios climáticos únicamente y omiten los efectos del cambio de uso de la tierra o

la fragmentación de hábitat, la sobrecosecha o la contaminación (por ejemplo, la deposición de nitrógeno).

Figura 2.12: Riesgos proyectados debido a los impactos críticos de los cambios climáticos sobre los ecosistemas

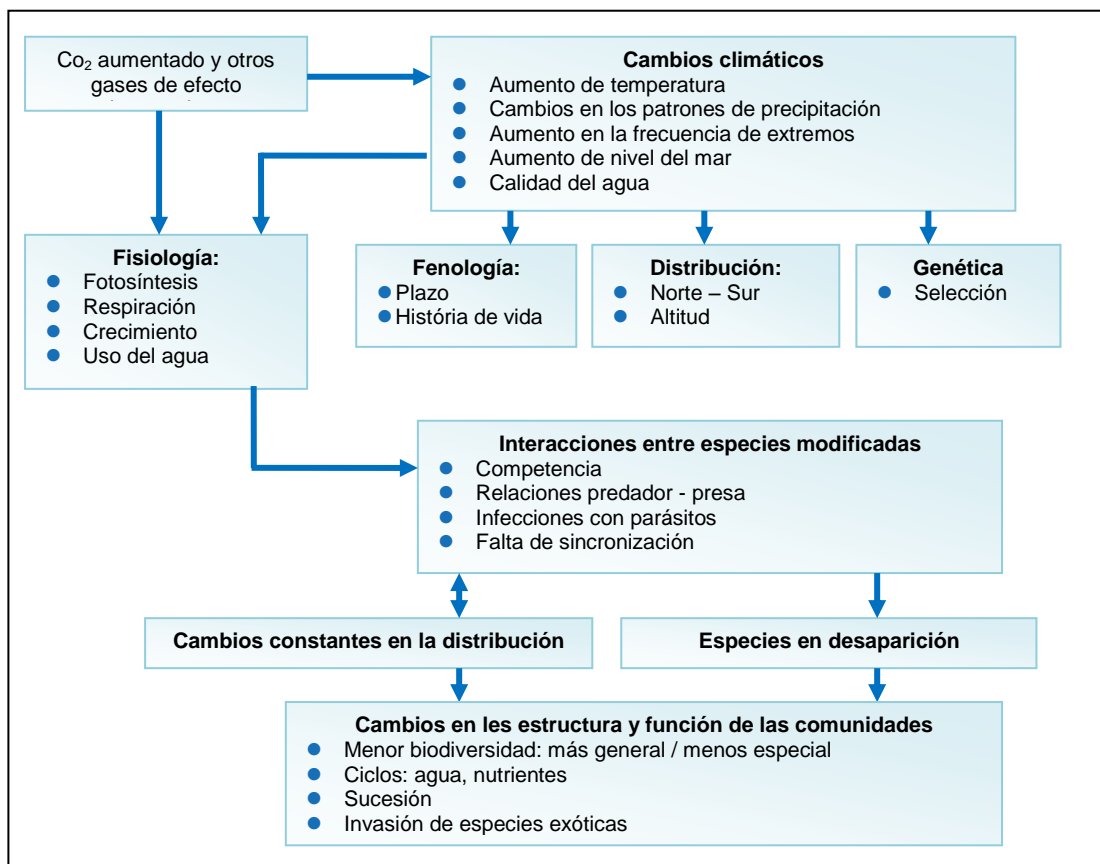


Fuente: Fischlin et al., 2007

2.2.3 Impactos sobre los procesos ecológicos

Para comprender los impactos de los cambios climáticos sobre los procesos ecológicos, y por lo tanto sobre los ecosistemas, la biodiversidad, la seguridad de los alimentos, la propagación de enfermedades, etc., se debe comprender que las mayores concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera tienen efectos directos e indirectos. Así, los niveles más elevados de CO_2 en la atmósfera afectarán a los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la respiración, el crecimiento y el uso del agua en las plantas. Pero a causa de las temperaturas más altas, los patrones de precipitaciones cambiados, el aumento del nivel del mar, los cambios en la calidad del agua, etc., varias funciones y procesos ecológicos relevantes también se verán afectados. La Figura 2.13 resume algunos de los principales impactos de los cambios climáticos en los procesos ecológicos y las consecuencias para la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Los cambios en la fenología y los patrones de distribución se elaboran a continuación.

Figura 2.13: Impactos de los gases de efecto invernadero y de los cambios climáticos en los procesos ecológicos



Fuente: Adaptado de Hughes, 2000

Fenología

La fenología está relacionada con las fechas de la primera aparición de los eventos naturales en su ciclo anual (por ejemplo, la fecha de afloramiento de hojas y flores, el primer vuelo de las mariposas y la primera aparición de las aves migratorias). Con frecuencia, estos eventos son provocados por los eventos climáticos (por ejemplo, la temperatura) y, por lo tanto, se pueden utilizar como representantes de los cambios climáticos. Sin embargo, muchas especies dependen unas de otras (p. ej., en redes alimentarias complejas, para la polinización, en relaciones mutualistas, etc.), y por lo tanto, los ciclos de vida de muchas especies están sincronizados. De este modo, si los cambios climáticos afectan a los ciclos de vida de distintas especies de modo diferente, y si las especies dependientes no pueden adaptarse a la nueva situación, las relaciones funcionales en los ecosistemas pueden estar seriamente obstaculizadas. Por ejemplo, en los ecosistemas acuáticos templados (agua dulce, marina) al florecer de la primavera del fitoplancton le sigue de algún modo el desarrollo del zooplancton que se alimenta de las algas. Varios autores (en Rosenzweig et al., 2007) han observado un adelantamiento del florecimiento de algas primaverales (hasta cuatro semanas). Y aunque la fenología de zooplancton también está afectada, en muchos casos, el zooplancton no ha respondido del mismo modo que el fitoplancton. En el Mar del Norte, por cierto, se han observado cambios de más de seis semanas en los ciclos estacionales de las comunidades de plancton, incluidas las larvas de peces. Las respuestas, sin embargo, variaron entre los diferentes grupos funcionales (Edwards y Richardson, 2004). Así, las

poblaciones de predadores están en riesgo cuando su aparición no se corresponde con la disponibilidad de su alimento principal. Esto no sólo es verdadero para las relaciones de redes alimentarias, sino también para las flores que dependen de los insectos para la polinización, por ejemplo.

Patrones de distribución

Las diferentes especies están adaptadas a condiciones medioambientales específicas. Si las condiciones medioambientales cambian, las especies pueden reaccionar de diferentes maneras: se pueden adaptar a un nuevo medio ambiente, pueden emigrar a entornos más apropiados (y llegar a extinguirse localmente) o se extinguen por completo. En relación con los cambios climáticos, son la temperatura y las concentraciones atmosféricas de CO₂ los principales factores directos que cambian. Estos cambios pueden estar acompañados por modificaciones en las precipitaciones, las frecuencias de las tormentas, el aumento del nivel del mar, la calidad del agua, etc., incluida su variabilidad a escalas temporales y espaciales. Un problema adicional es que hay demasiados factores no climáticos que derivan de las actividades humanas. De este modo, el crecimiento de la población humana que causa cambios en el uso de la tierra, degradación de la tierra, deforestación, urbanización, contaminación, etc. afectarán a la supervivencia de las especies de un modo complejo, con muchas interacciones y mecanismos de retroalimentación.

¿Qué tan importante es el impacto de los cambios climáticos en los ecosistemas comparado a otros factores estresantes (p. ej., crecimiento de la población, contaminación o fragmentación)?

Cuadro 2.2: Ejemplos de los desplazamientos de rango (hacia los polos y hacia elevaciones más altas) y modificaciones en las densidades de la población en relación con los cambios en las condiciones climáticas

- Extensión de las especies sureñas hacia el norte;
- Cambios en las comunidades entre mareas en el Pacífico y alrededor de las Islas Británicas;
- Comunidades de peces de algas marinas y comunidades de zooplancton fuera de la costa sur de California;
- Disminución del krill en el Océano del sur;
- Aparición de especies de plancton subtropical en aguas templadas;
- Cambios en las distribuciones geográficas de especies de peces;
- Desplazamientos hacia el norte en la distribución de insectos acuáticos y peces en el Reino Unido;
- Reemplazo de especies de peces e invertebrados de agua fría en el río Ródano por especies *termofílicas*;
- Especies de pájaros que ya no emigran de Europa durante el invierno;
- Expansión hacia los polos de los rangos de distribución (Tabla 1.9 en Rosenzweig et al., 2007);
- Extensión de las plantas alpinas a altitudes mayores; y
- Propagación de los vectores de enfermedades (p. ej., malaria, enfermedad de Lyme, lengua azul) e insectos dañinos.

Source: Rosenzweig et al., 2007

La distribución global de los biomas (p. ej., bosque tropical húmedo, bosque templado, sabana, tundra, desierto) depende principalmente de una combinación de la disponibilidad del agua (o precipitaciones anuales) y la temperatura promedio. Por lo tanto, se espera que con un clima cambiante ocurran cambios importantes en la distribución actual de los componentes de la vegetación global. Dichos cambios se produjeron anteriormente en escalas temporales geológicas. Se pronostica que un aumento en la temperatura promedio anual de 3°C corresponde a un cambio en los isoterms de 300–400 km de latitud (en la zona templada) o 500 m de altitud

(Hughes, 2000), cuyo efecto podría resultar en la desaparición de tipos únicos de vegetación.

Síntesis

Es crucial comprender la base de las ciencias físicas de los cambios climáticos y los factores asociados antes de analizar sus posibles consecuencias. El agua, como recurso revitalizador y también como el que se verá más afectado por los cambios climáticos, necesita atención especial. Los administradores de los recursos hídricos necesitan comprender cómo los cambios climáticos impactarán en los recursos hídricos y en los ecosistemas y cómo esto puede afectar el uso del agua. Pero también deben conocer las incertidumbres antes de que puedan tomar decisiones justificadas.

Lectura sugerida

PCAC (2009) Business. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. El Programa Cooperativo sobre el Agua y el Clima (CPWC): Den Haag, Países Bajos.

<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

PCAC (2009) The Changing Himalayas. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

IPCC (2008) Informe técnico VI: Cambios Climáticos y Agua. Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC).

3. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS Y PLANEAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN

Propósito

El propósito de este módulo es familiarizar a los participantes con los principios y pasos básicos del planeamiento de adaptación, así como proporcionar una introducción básica a las economías de adaptación y a los desafíos y las oportunidades de adaptación a los cambios climáticos en el sector del agua.

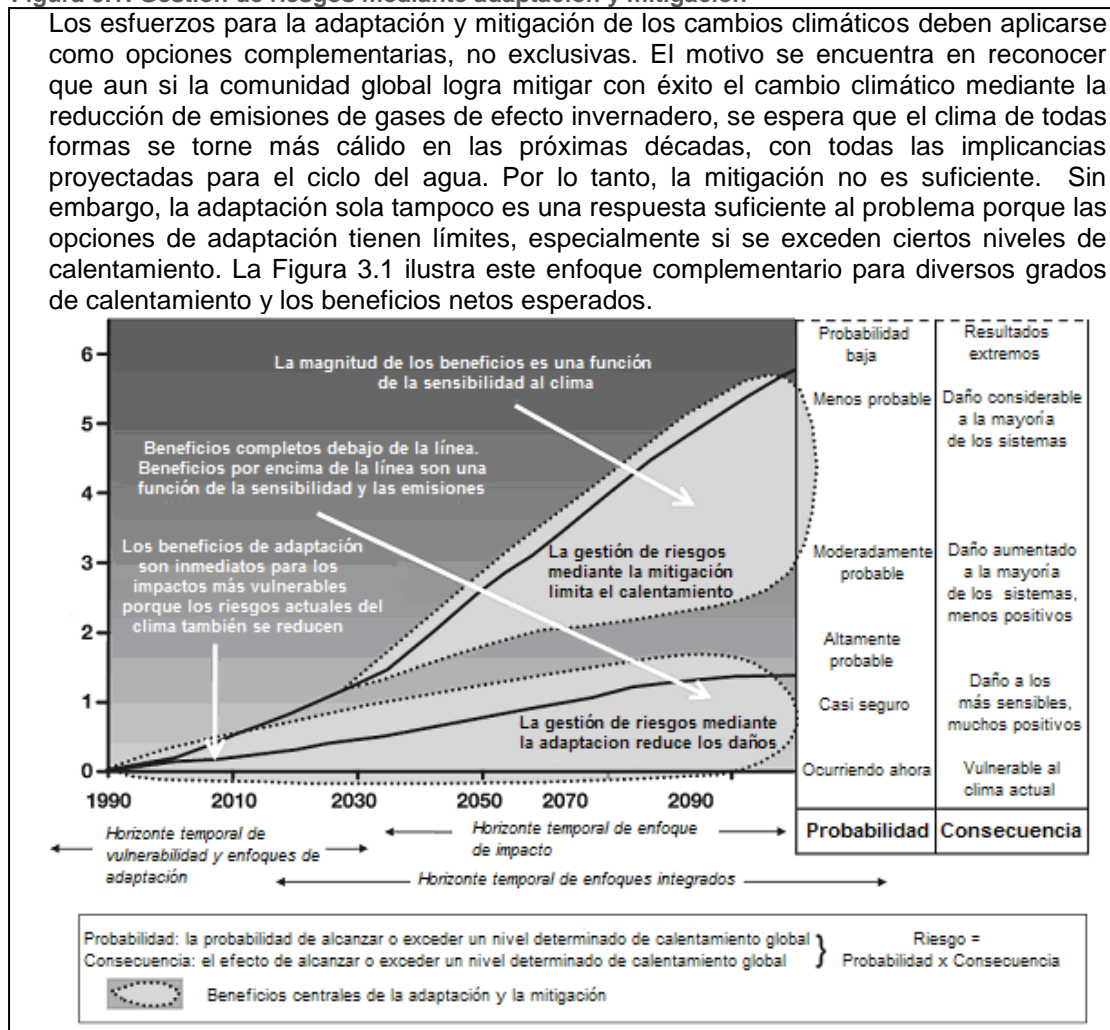
3

3.1 Introducción

La GIRH es el proceso clave que se debe utilizar en el sector del agua para los desarrollos y medidas relacionados con el agua y, por lo tanto, para alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio relacionados con el agua. Sin embargo, los impactos potenciales de los cambios climáticos y la variabilidad climática en aumento relacionada deben estar incorporados en los planes de la GIRH. La GIRH debe formar el paradigma abarcativo para afrontar la variabilidad climática natural y el prerrequisito para la adaptación a las consecuencias del calentamiento global y asociadas con los cambios climáticos bajo condiciones de incertidumbre.

La adaptación es un proceso por el cual los individuos, las comunidades y los países buscar afrontar las consecuencias de los cambios climáticos, incluida la variabilidad climática. Debe llevar a la armonización con las prioridades de desarrollo más urgentes de los países, tales como la paliación de la pobreza, la seguridad de los alimentos y la gestión de desastres. La gestión de la tierra y de los recursos hídricos presenta el mayor aporte en el tratamiento de todas las prioridades de desarrollo; por lo tanto, los procesos de planeamiento de la GIRH deben incorporar una dimensión sobre la adaptación a los cambios climáticos. Los siguientes subcapítulos describen los elementos de guía disponibles a partir de un rango de instituciones internacionales clave comprometidas en el debate de la adaptación. La necesidad de tratar los cambios climáticos y la variabilidad climática cada vez mayor es una cuestión comparablemente nueva en el debate global del agua. A pesar de que el incremento de eventos extremos se haya identificado como un nuevo desafío para los administradores del agua en la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 (Cumbre de la Tierra) en Río de Janeiro (NU, 1992), no estuvo explícitamente vinculado con los cambios climáticos o la variabilidad climática creciente; se recomendó un conjunto integral de medidas para el sector del agua. El Plan de Implementación de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de 2002 (CMDS, 2002) reitera que estas recomendaciones aún tienen validez en la actualidad.

Figura 3.1: Gestión de riesgos mediante adaptación y mitigación



Fuente: IPCC 2007a: Figura 2.1

3.2 Guía disponible según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La CMNUCC trata la adaptación en el Artículo 4 al convocar a las Partes a "formular, implementar, publicar y actualizar de manera regular los programas nacionales y, cuando sea apropiado, los regionales que contengan las medidas para mitigar los cambios climáticos [...] y las medidas para facilitar la adaptación adecuada a los cambios climáticos" (CMNUCC, 1994). Se ha desarrollado una serie de elementos programáticos sobre el planeamiento de la adaptación según la CMNUCC con aportes de varias organizaciones de las Naciones Unidas y de otros mecanismos internacionales. Los que se destacaron aquí son los Programas Nacionales de Acción para la Adaptación y del Programa de Trabajo de Nairobi. Estos procesos juegan un papel esencial en la promoción de la agenda de adaptación a los cambios climáticos y, por lo tanto, deben jugar un papel en la inspiración de acciones de adaptación en el sector del agua. Dichos procesos también deben considerarse al establecer planes nacionales de la GIRH.

Los Programas Nacionales de Acción para la Adaptación (PNAA) proporcionan un proceso para que los Países Menos Desarrollados (PMD) identifiquen las

actividades prioritarias que respondan a sus necesidades urgentes e inmediatas con respecto a la adaptación a los cambios climáticos. El fundamento de los PNAA descansa en la habilidad limitada de PMD para adaptarse a los efectos adversos de los cambios climáticos. Para tratar las necesidades urgentes de adaptación de los PMD, se necesitó un nuevo enfoque que se centre en la mejora de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática, que por sí misma trataría los efectos adversos de los cambios climáticos. Los PNAA tienen en cuenta estrategias de afrontamiento existentes en los niveles de base, y sacan ventajas de eso para identificar las actividades prioritarias, en lugar de centrarse en un modelo basado en escenarios para evaluar la vulnerabilidad futura y la política a largo plazo a nivel estatal.

Los pasos para la preparación de los PNAA incluyen:

- Síntesis de la información disponible;
- Evaluación participativa de la vulnerabilidad a la variación climática actual y a los eventos extremos, y de las áreas donde podrían aumentar los riesgos a causa de los cambios climáticos;
- Identificación de medidas de adaptación clave, así como criterios para priorizar actividades; y
- Selección de una lista breve de actividades prioritarias (consultar el Capítulo 5 para conocer índices de incertidumbres y vulnerabilidad).

El desarrollo de los PNAA también incluye perfiles o proyectos breves y/o actividades que traten las necesidades de adaptación urgentes e inmediatas de las partes de PMD.

El **programa de trabajo de Nairobi** es un programa de 5 años (2005–2010) implementado por las partes para la CMNUCC, las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales (ONG), el sector privado y las comunidades. Tiene por objetivo ayudar a todas las partes de la CMNUCC, en países en desarrollo particulares, a:

- Mejorar su comprensión y evaluación de los impactos, vulnerabilidad y adaptación a los cambios climáticos; y
- Tomar decisiones informadas sobre medidas y acciones de adaptación prácticas para responder a los cambios climáticos en una base científica, técnica y socioeconómica sólida, que tenga en cuenta la variabilidad y los cambios climáticos actuales y futuros.

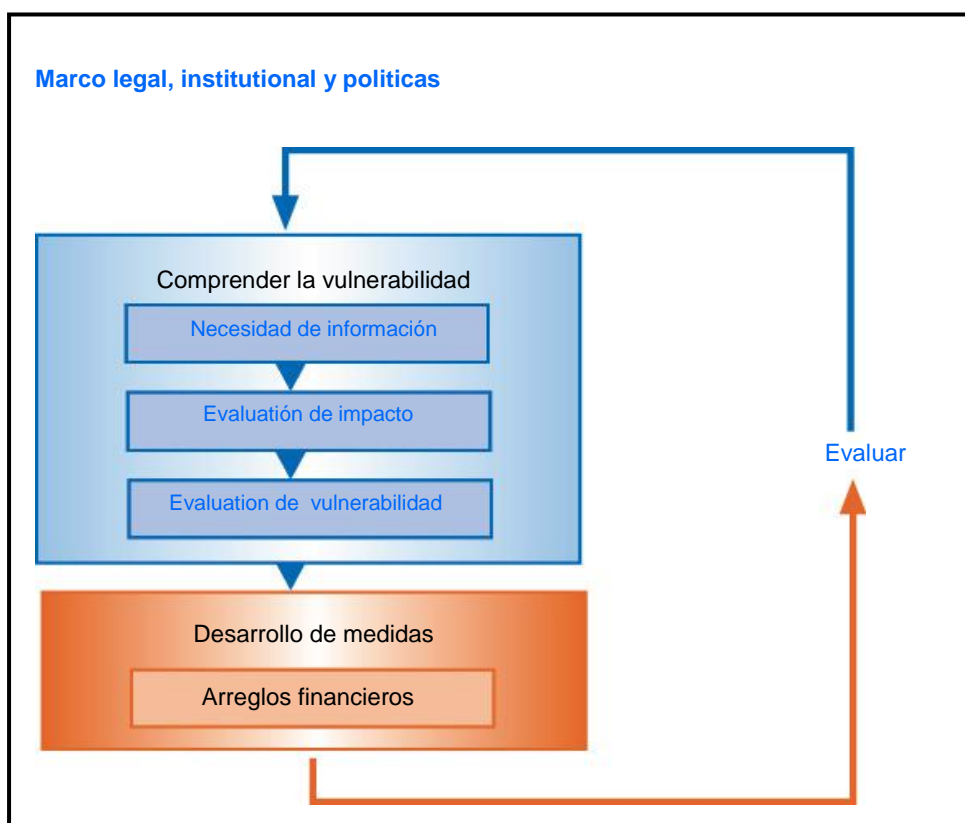
El programa está estructurado en nueve áreas de trabajo, todas vitales para aumentar la capacidad de adaptación de los países. Un reciente informe de taller de la CMNUCC sobre las prácticas y el planeamiento de adaptación (CMNUCC, 2007b) proporciona pautas específicas de planeamiento de adaptación para el sector de los recursos hídricos.

3.3 Elementos principales basados en las pautas disponibles según la UNECE

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), de acuerdo con su Convenio sobre la protección y uso de los cursos de agua transfronterizos y los lagos internacionales, se ha embarcado en un proceso para desarrollar un documento guía sobre la Adaptación al clima y al agua (UNECE, 2009). Aunque actualmente se encuentra disponible sólo en borrador, proporciona un buen resumen

del debate actual de políticas sobre la cuestión y los requisitos y pasos generales involucrados en el planeamiento de adaptación para el sector del agua. Los pasos involucrados para desarrollar una estrategia de adaptación se describen en la Figura

Figura 3.2: Desarrollo de una estrategia de adaptación

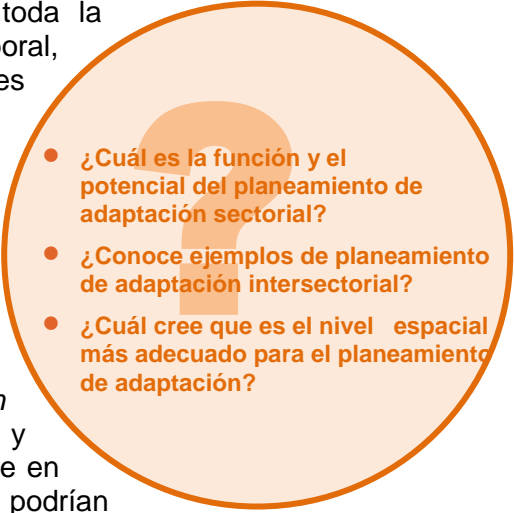


Fuente: UNECE, 2009

El documento guía (UNECE, 2009) continúa con la descripción de algunos de los principios más importantes para el planeamiento de la adaptación:

1. Los cambios climáticos son un proceso caracterizado por ciertos **riesgos e incertidumbres** relativos respecto a la magnitud, el tiempo y la naturaleza de los cambios. Sin embargo, los responsables de tomar decisiones no están acostumbrados a dicha incertidumbre cuando tratan con otros problemas. Para tener en cuenta esta situación, deben utilizarse varios métodos. Entre estos se incluyen análisis de sensibilidad, análisis de riesgos, simulaciones y desarrollo de escenarios.
2. Como los cambios climáticos incrementan las amenazas de daño a la salud humana y al medio ambiente, debería aplicarse el **principio de prevención** y se deberían tomar medidas preventivas aún cuando algunas de las relaciones causa-efecto todavía no se hayan comprobado científicamente por completo. De acuerdo con el principio de prevención, la falta de certidumbre sobre el daño que se producirá no debe ser un argumento para retrasar la acción. Frente a una gran incertidumbre, un enfoque de prevención hasta podría resultar en una respuesta de adaptación y/o un objetivo de reducción de emisiones más riguroso.
3. Los siguientes **principios generales** deberían aplicarse a cualquier marco de políticas de adaptación:
 - La adaptación a la variabilidad climática y a los eventos extremos a corto

- plazo constituye una base para reducir la vulnerabilidad a los cambios climáticos a largo plazo;
- La política y las medidas de adaptación se evalúan en un contexto de desarrollo socioeconómico;
 - De acuerdo con los principios del desarrollo sostenible, la política y las medidas de adaptación tienen en cuenta asuntos sociales, económicos y medioambientales y garantizan que se cumplan las necesidades de la generación actual sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras; y
 - Las estrategias y políticas de adaptación se elaboran en diferentes niveles de la sociedad, incluido el nivel local.
4. La cooperación **interdepartamental (interministerial) e intersectorial sólida** con la participación de todos los grupos de interés pertinentes debe ser una condición previa para la toma de decisiones, el planeamiento y la implementación.
 5. La GIRH debe aplicarse para garantizar la integración de múltiples capas de la gestión en la que los enfoques existentes son diferentes entre sí y tienen en cuenta las condiciones medioambientales, económicas, políticas y socioculturales de la región respectiva.
 6. Las **opciones sin lamentaciones y con pocas lamentaciones** deben considerarse prioritarias. Las opciones sin lamentaciones son medidas o actividades que vale la pena probar aún si no se produjeran (más) cambios climáticos. Por ejemplo, los sistemas de control y advertencia temprana para las inundaciones y otros eventos climáticos extremos serán beneficiosos aún si la frecuencia de los eventos no aumenta como se espera. Las opciones de pocas lamentaciones son opciones de bajo costo que potencialmente pueden traer grandes beneficios si ocurren cambios climáticos, y si los cambios no se producen, sólo tendrán un bajo costo. Un ejemplo es tener en cuenta los cambios climáticos en la etapa de diseño de los nuevos sistemas de drenaje al fabricar cañerías más anchas.
 7. La selección de escenarios, metodologías y medidas relacionadas para tratar con la adaptación a los cambios climáticos debe tener en cuenta los posibles **efectos secundarios** de la implementación.
 8. Las medidas para afrontar los efectos de los cambios climáticos deben tenerse en cuenta en **escalas diferentes**, en espacio y tiempo. Con respecto al componente espacial, las medidas deben dar cuenta de los asuntos locales así como de los asuntos regionales y para toda la cuenca. Con respecto al componente temporal, se deben hacer distinciones entre los niveles estratégicos, tácticos y operativos.
 9. **Estimar los costos** de una medida es un prerrequisito para clasificar una medida e incluirla en el presupuesto o en un programa de adaptación de mayor envergadura. Los cuatro métodos principales utilizados para priorizar y seleccionar opciones de adaptación son análisis de costo-beneficio, *análisis con múltiples criterios*, análisis de rentabilidad y juicio de expertos. También deberían tenerse en cuenta los costes de la falta de acción que podrían

- 
- ¿Cuál es la función y el potencial del planeamiento de adaptación sectorial?
 - ¿Conoce ejemplos de planeamiento de adaptación intersectorial?
 - ¿Cuál cree que es el nivel espacial más adecuado para el planeamiento de adaptación?

llevar a ciertos efectos medioambientales y socioeconómicos (por ejemplo, pérdida de trabajo, desplazamiento de la población y contaminación).

Mientras que los principios genéricos mencionados son necesarios para la guiar la política de adaptación, no dicen mucho sobre poner la política en acción. Mientras los países comienzan a informar sus logros en el contexto de la CMNUCC, brindan escenarios de casos sobre el planeamiento y la práctica de adaptación, y será necesario sintetizar la información obtenida de ellos. Para el propósito de este manual, se brinda un caso de ejemplo en los ejercicios de este capítulo que muestra una opción de cómo pasar **de los principios a la práctica** en forma de un proyecto de planeamiento de adaptación en el contexto de un país árido en desarrollo.

3.4 Elementos principales basados en las pautas disponibles de acuerdo con el PNUD

3

El PNUD como un partícipe principal del desarrollo internacional ha desarrollado el marco de políticas de adaptación (MPA). Los pasos del MPA se describen en la Figura 3.3, a continuación. Cada paso tiene un informe técnico individual que especifica los requisitos en detalle. El proceso del MPA puede usarse para formular y diseñar proyectos relacionados con la adaptación o para explorar el potencial para añadir consideraciones de adaptación a otro tipo de proyectos. Los proyectos pueden centrarse en cualquier escala de la producción, desde el nivel del pueblo al nacional. Los siguientes pasos son parte del MPA:

Componente 1: Definir el alcance y diseñar un proyecto de adaptación implica garantizar que un proyecto, cualquiera sea su escala o alcance, se integre correctamente al planeamiento de la política nacional y al proceso de desarrollo. Esta es la etapa más importante del proceso del MPA. El objetivo es implementar un plan de proyecto efectivo de modo que se puedan implementar las estrategias, las políticas y las medidas de adaptación.

Componente 2: Evaluar la vulnerabilidad actual implica responder a varias preguntas, tales como: ¿Dónde se posiciona una sociedad hoy en día con respecto a la vulnerabilidad a los riesgos climáticos? ¿Qué factores determinan la vulnerabilidad actual de una sociedad? ¿Qué tan exitosos son los esfuerzos para adaptarse a los riesgos climáticos actuales?

Componente 3: Evaluar los riesgos climáticos futuros se centra en el desarrollo de escenarios del clima futuro, la vulnerabilidad, y tendencias medioambientales y socioeconómicas como base para considerar los riesgos climáticos futuros.

Componente 4: Formular una estrategia de adaptación en respuesta a la vulnerabilidad actual y a los riesgos climáticos futuros implica la identificación y selección de un conjunto de medidas y opciones de políticas de adaptación, y la formulación de dichas opciones en una estrategia cohesiva e integrada.

Componente 5: Continuar con el proceso de adaptación implica implementar, controlar, evaluar, mejorar y sostener las iniciativas lanzadas por el proyecto de adaptación.

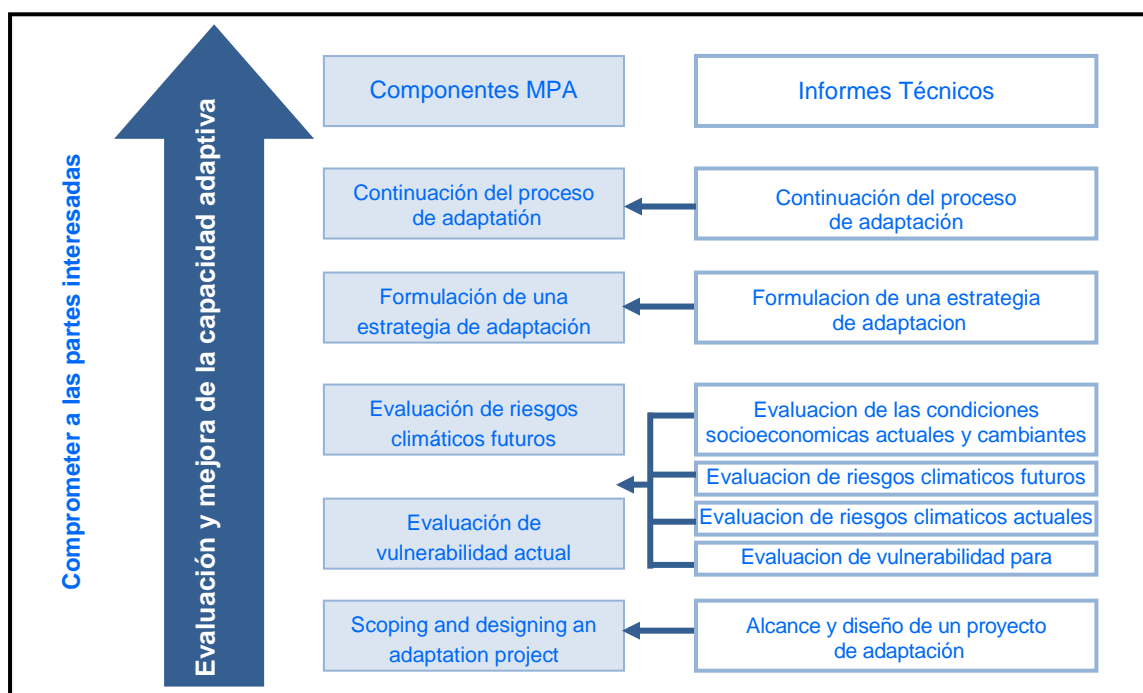
Figure 3.3: Components of the Adaptation Policy Framework (APF)

Source: UNDP, 2004

Figure 3.3: Components of the Adaptation Policy Framework (APF)

Source: UNDP, 2004

Figura 3.3: Componentes del marco de políticas de adaptación (MPA)



Fuente: PNUD, 2004

El MPA distingue cuatro maneras básicas de centrarse en un proyecto de adaptación: enfoques basados en riesgos, basados en vulnerabilidad, de capacidad de adaptación y basados en políticas. La tabla 3.1 a continuación proporciona definiciones y ejemplos de los cuatro enfoques para diferentes escalas institucionales de aplicación.

Tabla 3.1: Identificar el enfoque del proyecto de adaptación de acuerdo con la escala de implementación

	Enfoque basado en la vulnerabilidad	Enfoque basado en la vulnerabilidad	Enfoque capacidad adaptativa	Enfoque basado en la política
	Aumento de la resistencia a inundaciones severas y a riesgos climáticos futuros	Mejora del acceso a los nuevos mercados y respaldo de la diversificación de los medios de vida en el clima futuro	Mejora de la conciencia y de la resistencia comunitaria empresarial respecto del cambio climático, incluyendo la variabilidad	Reducción de la vulnerabilidad para control de las mareas y nivel del mar inducidos por el cambio climático
Nacional	¿Cómo pueden cambiar los servicios meteorológicos para controlar de mejor manera la evolución de las amenazas futuras?	¿Cómo afectarán los cambios recientes de los mercados mundiales la acuicultura en Bangladesh (ya en riesgo de inundación debido al aumento del nivel del mar) con el clima futuro?	¿Cuáles sectores empresariales se verán más afectados por el cambio climático y por qué? ¿Qué tipo de concientización se requiere y para quién? ¿Qué foros deben estar involucrados?	¿Cuáles incentivos o desincentivos deberían utilizarse para desalentar el desarrollo de zonas costeras vulnerables al aumento del nivel del mar y tempestades inducidas por el cambio climático?

	Enfoque basado en la vulnerabilidad	Enfoque basado en la vulnerabilidad	Enfoque capacidad adaptativa	Enfoque basado en la política
	Aumento de la resistencia a inundaciones severas y a riesgos climáticos futuros	Mejora del acceso a los nuevos mercados y respaldo de la diversificación de los medios de vida en el clima futuro	Mejora de la conciencia y de la resistencia comunidad empresarial respecto del cambio climático, incluyendo la variabilidad	Reducción de la vulnerabilidad para control de las mareas y nivel del mar inducidos por el cambio climático
Regional	¿Cómo pueden ser más efectivos los sistemas de advertencia temprana contra inundaciones en el clima futuro para las comunidades de difíciles acceso?	¿Cómo puede facilitarse el acceso a nuevos mercados requerido por las actividades de diversificación de los medios de vida en el clima futuro moderado?	¿Cómo pueden las empresas regionales respaldar de forma más efectiva los medios de vida identificados como vulnerables al cambio climático, incluyendo la variabilidad?	¿Realineación o retirada? ¿Cómo decidir qué áreas están protegidas y cuáles se sumergirán en el clima futuro?
Local	¿Qué técnicas son las más apropiadas para el planeamiento efectivo de preparación para desastres a nivel local con el clima futuro?	¿Cómo pueden los esquemas de crédito respaldar mejor la diversificación de medios de vida en áreas rurales para reducir los riesgos climáticos?	¿Cuáles procesos de visión participativa son más apropiados para identificar amenazas y oportunidades potenciales que resulten de escenarios de cambios climáticos para los miembros de las asociaciones y empresas de comercio locales?	¿Cuáles proyectos guiados por grupos de interés son más apropiados para investigar formas de mitigar los daños de inundaciones en un área urbana en el clima futuro?

Fuente: PNUD, 2004

3.5 Diálogo sobre la adaptación a los cambios climáticos para la gestión del agua y la tierra

En abril de 2009, un conjunto de grupos de interés clave que estaban comprometidos en el Diálogo sobre la adaptación para la gestión del agua y la tierra acordaron cinco principios guía para la adaptación a los cambios climáticos después de un proceso consultivo regional. Esos principios, reproducidos posteriormente, "promueven el desarrollo sostenible mientras que responden a los impactos del cambio climático" (Diálogo sobre la adaptación para la gestión del agua y la tierra, 2009). Los principios incluyen lo siguiente:

Principio guía n.º 1 (Desarrollo sostenible):

Se debe tratar la adaptación en un contexto de desarrollo más amplio, que

reconozca el cambio climático como un desafío adicional para reducir la pobreza, el hambre, las enfermedades y la degradación del medio ambiente.

Principio guía n.º 2 (Resistencia):

Construir resistencia para los cambios climáticos en curso y futuros requiere la adaptación para "comenzar ahora" al tratar los problemas existentes en la gestión del agua y la tierra.

Principio guía n.º 3 (Gobernabilidad):

Reforzar las instituciones para la gestión del agua y la tierra es crucial para la adaptación efectiva y debería construirse sobre los principios de participación de la sociedad civil, la igualdad de género, la subsidiariedad y la descentralización.

Principio guía n.º 4 (Información):

La información y el conocimiento para la adaptación local deben mejorarse y considerarse un bien público que debe compartirse en todos los niveles.

Principio guía n.º 5 (Economía y financiación):

El costo de la inacción, así como los beneficios sociales y económicos de las medidas de adaptación, requieren mayor inversión y financiación innovadoras.

Para obtener información más detallada consulte la declaración completa (Dialogue on Adaptation for Land and Water Management, Diálogo sobre la adaptación para la gestión del agua y la tierra, 2009).

¿Cuáles serían las implicaciones de separar la adaptación a los cambios climáticos de los programas y objetivos de desarrollo generales? ¿Podría ser posible en su país?

3

3.6 Economía de adaptación

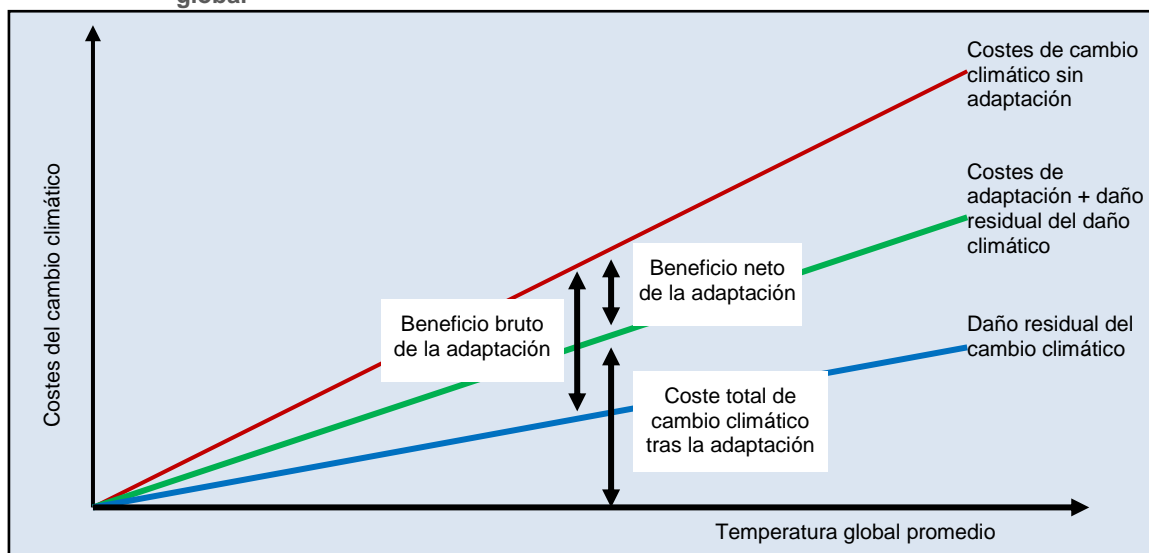
Ha existido intenso debate con respecto a los aspectos económicos de tratar el asunto de los cambios climáticos, tanto sobre el costo y los beneficios de mitigar los cambios climáticos como de adaptarse a los mismos. El informe más citado es el Informe Stern, publicado en 2006 por el Gobierno Británico (Stern, 2006). Reconoce la necesidad de incorporar medidas adaptativas y políticas apropiadas en las estrategias de desarrollo de los países, integradas en planes de desarrollo, así como de la financiación y el gasto de adaptación a nivel regional, nacional y local, y no al establecer procesos paralelos, como se estipula en el Informe:

"En conjunto, esto implica que en lugar de tratar la adaptación independientemente del desarrollo, debería verse como un coste y complejidad adicionales para cumplir con los objetivos de desarrollo estándar. Específicamente, la adaptación tiene los mismos resultados pretendidos que el desarrollo, incluida la sostenibilidad o la mejora de la protección social, salud, seguridad, suficiencia económica, y por eso el gasto (ya sea etiquetado como adaptación o desarrollo) debe priorizarse de acuerdo con los impactos esperados de estos resultados. El modo más efectivo de lograrlo es integrar el riesgo climático, y los recursos adicionales requeridos para abordarlo, en la planificación y el presupuesto para cumplir estos objetivos de desarrollo". (Stern, 2006)

El Informe Stern trata sobre los aspectos económicos de la adaptación que se discuten en el Capítulo 5 del informe. Mientras que evitar el daño de los cambios climáticos se considera un beneficio de adaptación, el informe aclara que con frecuencia puede ser un daño (o riesgo) residual sustancial. La Figura 3.4 proporciona un modelo sustancialmente simplificado para la economía de

adaptación. La relación entre el coste del cambio climático y los aumentos en la temperatura promedio global se muestra aquí como lineal, mientras que en realidad las tendencias en el coste de la temperatura en aumento pueden ser exponenciales.

Figura 3.4: Los costes y beneficios de adaptación en relación con la temperatura promedio global



Fuente: Stern, 2006

El concepto de "**beneficios netos**" de **adaptación** es crucial para el modelo, por ejemplo, el daño eludido menos el costo de adaptación. El concepto de beneficios netos como un indicador en el diseño de políticas ya es una práctica común en varias políticas de desarrollo relacionadas con el clima, tales como la gestión integrada de inundaciones: los beneficios netos de una estrategia de gestión de inundaciones son los beneficios generales incurridos al usar el área de inundación menos el coste de protección contra inundaciones y los daños residuales de la inundación (OMM, 2004). Esto implica que en las decisiones de planeamiento se debe combinar la gestión de riesgos (como una construcción de probabilidad su consecuencia asociada) con una perspectiva sobre el riesgo aceptable en vista de los beneficios incurridos. Esta perspectiva ayuda a evitar la mala adaptación en el sentido de limitar innecesariamente las oportunidades de desarrollo cruciales para la reducción de la pobreza y la generación de medios de vida.

3.7 Desafíos y oportunidades de adaptación

Desafíos

- **Sistemas de observación y control insuficientes e intercambio de información**

Comprender el estado actual de los recursos hídricos constituye la base de partida para detectar y establecer el significado de las tendencias, por ejemplo, en los patrones de precipitaciones y residuos líquidos o en la distribución de humedad del suelo. Los sistemas de observación y control insuficientes para los recursos de agua superficial y subterránea, por ejemplo, la cantidad y calidad, los patrones de precipitaciones predominantes y el

¿Cómo se vería el diagrama en la Figura 3.4 para un ejemplo de un proyecto de defensa contra inundaciones?

estado de la criósfera, son factores inhibidores para muchos países en términos de gestión y desarrollo de los recursos hídricos, y consecuentemente, para el planeamiento de la adaptación. Los datos insuficientes sobre los cambios en el uso de la tierra en cuencas hidrográficas dificultan la evaluación de los cambios hidrológicos debido a la variación climática.

Aun si estos datos estuvieran disponibles, podrían tratarse como "fuentes estratégicas" y no podrían compartirse lo suficiente, o los arreglos institucionales podrían no ser tan contundentes como para generar declaraciones conclusivas sobre el estado del recurso. Por lo tanto, la evaluación de los recursos hídricos, incluidas las necesidades de programas de control operativo, debería considerarse como una parte indispensable (temprana) de la planificación de adaptación.

- **Asentamientos en áreas vulnerables**

Incluso fuera de un escenario de cambio climático, los problemas que presenta el crecimiento de la población (especialmente en los países en desarrollo) y la presión resultante en los recursos limitados de la tierra y el agua son enormes. Se espera que los cambios climáticos exacerben estos problemas al afectar la frecuencia y/o intensidad de los riesgos relacionados con el agua, como inundaciones, inundaciones repentinas, inundaciones de barro y derrumbes. La pobreza y la urbanización son los principales factores que siguen llevando a las personas a zonas vulnerables previamente no ocupadas, porque la tierra es más barata o es la única disponible. El planeamiento de adaptación, por lo tanto, debe incorporar una perspectiva de desarrollo.

- **Marco político, tecnológico e institucional apropiado**

La adaptación no debe comprenderse como un proceso independiente del desarrollo de un país, sino como una parte integral del mismo. Mientras que la debilidad de las estructuras institucionales y la capacidad institucional continúan siendo un desafío clave del sector del agua en los países en desarrollo, existe un desafío adicional que presentan los procesos de adaptación: el riesgo de dejar de lado las estructuras institucionales establecidas. En el planeamiento de adaptación se debe considerar la consolidación y definir claramente el papel de las autoridades competentes, las ONG y el sector privado en su búsqueda de los objetivos de adaptación. Existe una necesidad renovada de un proceso multidisciplinario que permita un cambio hacia opciones de adaptación (y mitigación) que sean económicamente eficientes, socialmente equitativas y de sostenibilidad medioambiental. El discurso político durante los últimos años sobre el diseño de opciones de mitigación de los cambios climáticos ha demostrado claramente esa necesidad (p. ej., el uso de biocombustibles).

- **Equidad social en la toma de decisiones**

La falta de representación de los grupos de interés en la toma de decisiones es un obstáculo principal para soluciones más equitativas en la gestión de los recursos hídricos en general, y el nexo de los cambios climáticos no simplifica los problemas en ese campo. La vulnerabilidad a los impactos de los cambios climáticos tiene un gran potencial para aumentar las desigualdades en las sociedades, ya que la base del recurso natural puede seguir escaseando y los medios de vida, particularmente la agricultura, se ven amenazados por la falta de

inversión y desarrollo de capacidades en el sector. Mientras que los cambios climáticos se consideran el único factor para determinar las decisiones de migración, las consecuencias en la equidad entre generaciones y de género pueden ser importantes. Esto es real especialmente si desestabilizan las comunidades rurales (p. ej., donde la población activa masculina se retira para buscar trabajo, dejando atrás comunidades de ancianos, mujeres y niños). Por lo tanto, en el planeamiento de la adaptación se debe desarrollar una perspectiva sensible al género sobre las vulnerabilidades de varios grupos y los diferentes papeles que pueden desempeñar. Un elemento complicado adicional en la equidad de la toma de decisiones es que las generaciones futuras no están representadas en el proceso y que el gobierno tiene que asumir ese papel.

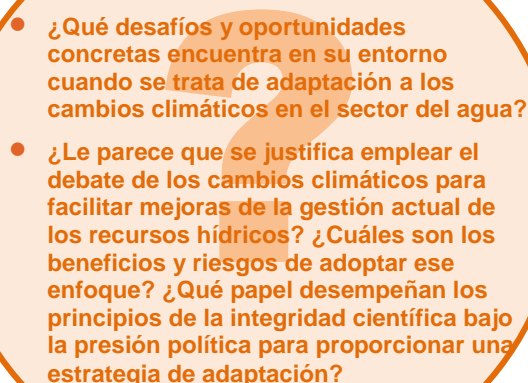
Oportunidades

● **Planificación de nuevas inversiones para la expansión de capacidades**

- Predecir los impactos de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos puede ayudar a acelerar las decisiones de planeamiento e inversión en nuevos esquemas de desarrollo de los recursos hídricos. Estos esquemas se requieren con urgencia en áreas que carecen de infraestructura esencial del agua, ya que esta carencia ha sido un impedimento para el proceso de desarrollo en el pasado. En muchas áreas, el almacenamiento creciente y las opciones de gestión orientada en la demanda han sido un asunto político y financiero desafiante que debería volver a tratarse, especialmente en vista de las condiciones de variabilidad desarrolladas en los patrones de precipitaciones. Dichos esquemas también pueden ser un elemento de paquetes de estímulos económicos que tienen grandes portafolios para la inversión en infraestructura como respaldo para el sector de la construcción. Las propuestas que completaron el ciclo de planeamiento legalmente declarado pero que pudieron carecer de financiación o apoyo político principal ahora deberían ser el centro de atención de dicha inversión para evitar la inversión equivocada o la mala adaptación.

● **Mantenimiento y rehabilitación principal de los sistemas existentes**

De modo similar, los aspectos descuidados del mantenimiento de la infraestructura del agua (seguridad de los diques, sistemas de drenaje y mantenimiento de canales, rehabilitación de diques, etc.) deben revitalizarse a través de la reevaluación de los procedimientos de diseño (tales como las "precipitaciones máximas probables" y la "inundación máxima probable"), los niveles de seguridad y los programas de control y seguridad. Esta es una oportunidad para fortalecer la infraestructura y la seguridad pública más allá de las cuestiones del cambio climático.

- 
- ¿Qué desafíos y oportunidades concretas encuentra en su entorno cuando se trata de adaptación a los cambios climáticos en el sector del agua?
 - ¿Le parece que se justifica emplear el debate de los cambios climáticos para facilitar mejoras de la gestión actual de los recursos hídricos? ¿Cuáles son los beneficios y riesgos de adoptar ese enfoque? ¿Qué papel desempeñan los principios de la integridad científica bajo la presión política para proporcionar una estrategia de adaptación?

- **El funcionamiento y la regulación de los sistemas existentes para su uso óptimo y el cumplimiento de nuevos propósitos**

La complejidad adicional de la variabilidad y los cambios climáticos ofrece varias oportunidades para reevaluar y optimizar el funcionamiento y regulación de la infraestructura del agua. Esto podría incluir los requisitos de caudales medioambientales mínimos y otros requisitos ecológicos relacionados con la calidad del agua, la estacionalidad del caudal, la vulnerabilidad de las comunidades río arriba y río abajo a las tasas de caudal de cambio rápido, así como los arreglos más allá de las fronteras para compartir el agua, etc.

- **Modificaciones en los procesos y demandas (conservación del agua, precio, regulación)**

La variabilidad climática en aumento también puede ser una oportunidad para establecer regulaciones más inteligentes y sólidas sobre la conservación y el precio del agua (aunque no por medio del aumento de regulaciones, *per se*). Ha sido una tarea difícil, aún bajo la suposición de un clima estacionario.

- **Introducción de nuevas tecnologías eficientes**

Los cambios esperados en la disponibilidad del agua pueden fomentar el desarrollo y la aplicación de tecnologías innovadoras y eficientes para el desarrollo de los recursos hídricos (p. ej., la *desalinación* y la reutilización) así como para la conservación de los recursos hídricos (sistemas de tratamiento para las aguas residuales, mejoras en la eficiencia de la irrigación ("mayor cosecha por gota"), etc. Sin embargo, estos esquemas nuevos requieren pruebas minuciosas para establecer sus respectivas virtudes y defectos para reducir el riesgo de objetivos contradictorios en las áreas de adaptación y mitigación a los cambios climáticos.

Síntesis

La adaptación a la variabilidad climática y a los eventos extremos presentes constituye la base para reducir la vulnerabilidad a los cambios climáticos futuros. Se debe desarrollar una estrategia de adaptación en el contexto de desarrollo del país o región en que se implementará para evitar la mala adaptación. La adaptación ocurre en varios niveles de la sociedad: nacional, regional, local, comunitario e individual. El proceso de adaptación es tan importante como la estrategia de adaptación, especialmente para optimizar los recursos disponibles a través de los sectores y para comprometer al número más grande posible de grupos de interés.

Lectura sugerida

Cap-Net (2005) Integrated Water Resources Management Plans: Training Manual and Operational Guide.

CPWC (2009) Arid and Semi-Arid Regions. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. The Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC): Den Haag, The Netherlands.

<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

CPWC (2009) Deltas. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Energy. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Local Government. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Financial Issues. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

Enlace Web

Página principal de Adaptación a los cambios climáticos de la CMNUCC:
<http://unfccc.int/adaptation/items/4159.php>

4. IMPACTO DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SOBRE LOS SECTORES DEL USO DEL AGUA

Propósito

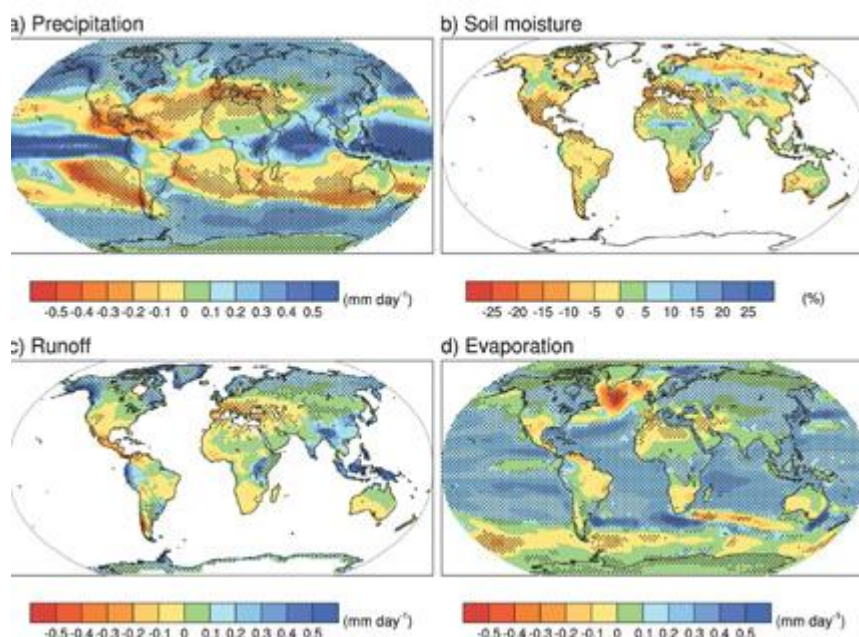
El propósito de este capítulo es familiarizar a los participantes con los impactos esperados de los cambios climáticos en diferentes regiones y en sectores de uso del agua seleccionados, así como con los métodos para analizar y evaluar los impactos.

4.1 Cambios climáticos proyectados por región

Aunque se espera que los cambios climáticos causen un aumento de las temperaturas mundiales, su impacto sobre los recursos hídricos es más complejo (consultar Capítulo 2) y varía en todo el mundo. Mientras que se espera que algunas regiones reciban mayores precipitaciones, otras regiones enfrentarán una falta de agua incrementada debido a la significativa reducción en las precipitaciones netas. El último informe del IPCC (Bates et al., 2008) brinda una perspectiva general de los impactos proyectados sobre los recursos hídricos de diferentes regiones del mundo.

Las proyecciones de los cambios climáticos están basadas únicamente en Modelos de circulación general (MCG). La Figura 4.1 presenta los resultados de quince MCG que comparan los cambios de los promedios anuales de cuatro variables hidrometeorológicas (precipitaciones, humedad del suelo, residuos líquidos y evaporación) para el período 2080–2099, relativo a 1980–1999 para el escenario A1B del IE-EE (cf. Figura 2.8). Las regiones donde los modelos coinciden en el signo del cambio promedio tienen puntos. Los resultados del modelo indican escasez de agua incrementada proyectada en varias regiones áridas y semiáridas incluida la cuenca del Mediterráneo, el oeste de Estados Unidos, Sudáfrica y el noreste de Brasil. En contraste, se espera que las precipitaciones aumenten en altas latitudes (p. ej., en el norte de Europa) y en algunas regiones subtropicales.

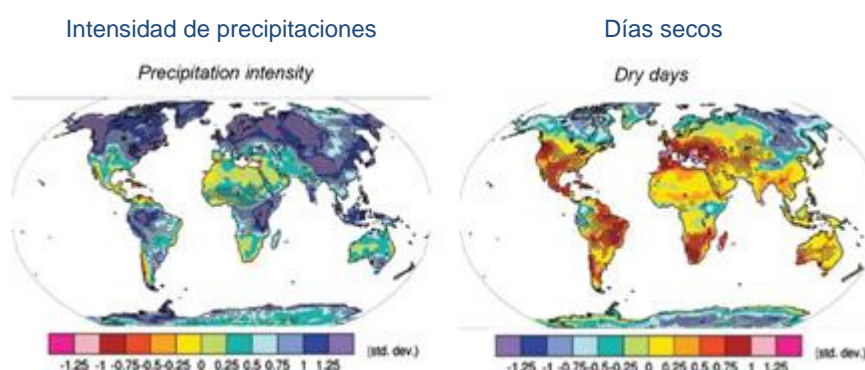
Figura 4.1: Cambios en el promedio de quince modelos en (a) precipitaciones (%); (b) humedad del suelo (%); (c) residuos líquidos (%) y (d) evapotranspiración (%). Los cambios son promedios anuales: escenario A1B, período 2080–2099 relativo a 1980–1999



Fuente: Bates et al., 2008

Se espera que los cambios climáticos aumenten la frecuencia y la intensidad de inundaciones y sequías en muchas partes del mundo, como se muestra en los resultados de modelo de nueve MCG presentados en la Figura 4.2, con regiones con puntos donde al menos cinco de los modelos coinciden en que los cambios son estadísticamente significativos. Los resultados muestran que la intensidad de las precipitaciones aumentará en latitudes altas y en las regiones subtropicales, mientras que las condiciones de sequía se intensificarán en la cuenca del Mediterráneo, el oeste de Estados Unidos, Sudáfrica y el noreste de Brasil.

Figura 4.2: Proyecciones mundiales de intensidad de precipitaciones y días secos (cantidad máxima anual de días secos consecutivos)



Source: Adapted from Bates et al., 2008

A continuación encontrará una breve síntesis de los impactos esperados de los cambios climáticos en diferentes regiones (Bates et al., 2008):

África

Se espera que los cambios climáticos exacerbén las condiciones de escasez de agua en África del norte y del sur. Sin embargo, se espera que África oriental y occidental reciban más precipitaciones. Las condiciones de sequía severas en el

Sahel han persistido durante las últimas tres décadas. Se espera que los niveles crecientes del mar tengan un impacto severo en el delta del Nilo.

Asia

Se espera que los cambios climáticos reduzcan las precipitaciones en la cuenca Tigris-Eufrates. Se espera que las precipitaciones invernales disminuyan en el subcontinente indio, lo que causará una mayor falta de agua, mientras que se espera que se intensifiquen los eventos de lluvias monzónicas. Se espera que los caudales mensuales máximos y mínimos del río Mekong aumenten y disminuyan, respectivamente. Se espera que la disminución observada de los glaciares continúe reduciendo la provisión de agua para poblaciones extensas.

Australia y Nueva Zelanda

Se espera que los residuos líquidos en la cuenca del Darling, que cubre el 70% de la demanda de agua para la agricultura en Australia, disminuyan significativamente. Se espera que aumente la frecuencia de las sequías en las partes orientales de Australia. Se espera que aumenten los residuos líquidos de los ríos en el sur de Islandia.

Europa

En general, las proyecciones indican que las precipitaciones anuales promedio aumentarán en el norte de Europa y que disminuirán más en el sur. El Mediterráneo y algunas partes de Europa Central y Oriental serán más propensos a las sequías. Se espera que el riesgo de inundaciones aumente en Europa Oriental y del Norte, así como a lo largo de la costa Atlántica.

Latinoamérica

Se espera que aumente la cantidad de días húmedos en partes del sudeste de Sudamérica y en el centro de Amazonas. Sin embargo, se espera que los extremos de precipitaciones diarias más débiles aumenten en la costa noreste de Brasil. Se proyecta que las estaciones secas extremas sean más frecuentes en América Central, en todas las estaciones. Se espera que los glaciares continúen con la tendencia de disminución observada.

América del Norte

Los cambios climáticos constreñirán los recursos hídricos ya sobreasignados de América del Norte, especialmente en el oeste semiárido de los Estados Unidos. Se proyecta que el nivel del agua descenderá en los Grandes Lagos. Se espera que continúe la recesión de los glaciares. La demora y reducción de la capa de nieve disminuirá la capacidad de almacenamiento estratégico del manto de nieve.

¿Cuáles son los cambios esperados en el clima para su región y cómo espera que afecten a los recursos hídricos?

4.2 Impactos sobre los sectores del uso del agua

4.2.1 Agricultura

Los impactos positivos de los cambios climáticos podrían ser tasas de crecimiento incrementadas a causa de mayores concentraciones de CO₂ y la duración de la época de cultivo. Sin embargo, como la agricultura es el mayor consumidor de agua, se verá fuertemente afectada por la variabilidad de las precipitaciones, la temperatura y otras condiciones climáticas (Kabat y van Schaik, 2003) y, por

consiguiente, por los cambios climáticos. De la misma forma, no se comprenden bien los impactos en la agricultura de secano con relación a los sistemas de riego (FAO, 2007). Más del 80% de la tierra agrícola mundial es de secano y, en condiciones áridas y semiáridas, la producción será muy vulnerable a los cambios climáticos (Bates et al., 2008). Y aunque la tierra irrigada sólo represente alrededor del 18% de la tierra agrícola mundial, su producción es en promedio de 2 a 3 veces mayor que aquella de las zonas de secano. Por lo tanto, la producción mundial de alimentos depende de las precipitaciones y, cada vez más, de la disponibilidad de los recursos hídricos. La mayor variabilidad de los últimos, a su vez, afectará a la agricultura irrigada. En bajas latitudes, por ejemplo, el derretimiento prematuro de la nieve puede causar inundaciones en primavera que llevan la escasez de agua en verano (Bates et al., 2008). Además, si las precipitaciones reducidas resultan en un aumento en el uso del agua para riego, la incidencia de *enfermedades provenientes del agua* podría aumentar debido al uso de aguas residuales tratadas insuficientemente (Bates et al., 2008).

Obviamente, muy poca agua afectará directa y negativamente la producción agrícola. Por otra parte, los eventos extremos de precipitaciones pueden llevar a la humedad excesiva del suelo, a la erosión del suelo, al daño directo a las plantas y a la demora en los trabajos agrícolas, todos factores que interrumpen la producción de alimentos (Bates et al., 2008). La FAO (2007) clasifica a los impactos de los cambios climáticos sobre la producción de alimentos en dos grupos: biofísicos y socioeconómicos (Tabla 4.1). En conjunto, la producción general de alimentos puede no verse amenazada, pero las diferencias regionales y locales serán considerables y aquellos con menos capacidades para luchar (por ejemplo, los pequeños productores en las zonas marginales) serán los más afectados.

Tabla 4.1: Impactos biofísicos y socioeconómicos de los cambios climáticos en la producción de alimentos

Biofísicos	Socioeconómicos
<ul style="list-style-type: none"> • Efectos fisiológicos en los cultivos, pastos, bosques, ganado (cantidad, calidad) • Cambios en la tierra, el suelo, los recursos hídricos (cantidad, calidad) • Desafíos frente al aumento de malezas y pestes • Cambios en la distribución espacial y temporal de los impactos • Aumento del nivel del mar, cambios en la salinidad y acidez de los océanos • Aumento de la temperatura del mar que hace que los peces habiten en diferentes ámbitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del rendimiento y la producción • PBI marginal reducido de la agricultura • Fluctuaciones en los precios del mercado mundial • Cambios en la distribución geográfica de los regímenes comerciales • Mayor cantidad de personas en riesgo de inseguridad alimentaria y hambre • Emigración y malestar social.

Fuente: Adaptado de la FAO, 2007

4.2.2 Industria pesquera

Algunos impactos esperados de los cambios climáticos en la industria pesquera y en la acuicultura incluyen la falta de agua debido a temperaturas más altas y a la demanda de oxígeno, a la calidad deteriorada del agua, a los caudales reducidos, etc. Sin embargo, es probable que los impactos humanos (causados por el crecimiento de la población, la mitigación de inundaciones, las extracciones de agua, los cambios en el uso de la tierra, la sobrepesca) sean mayores que los efectos climáticos (consultar Bates et al., 2008). Por ejemplo, O'Reilly et al. (2003) observó una disminución en la pesca pelágica en el lago Tanganica, atribuida a una combinación de los impactos del cambio climático y la

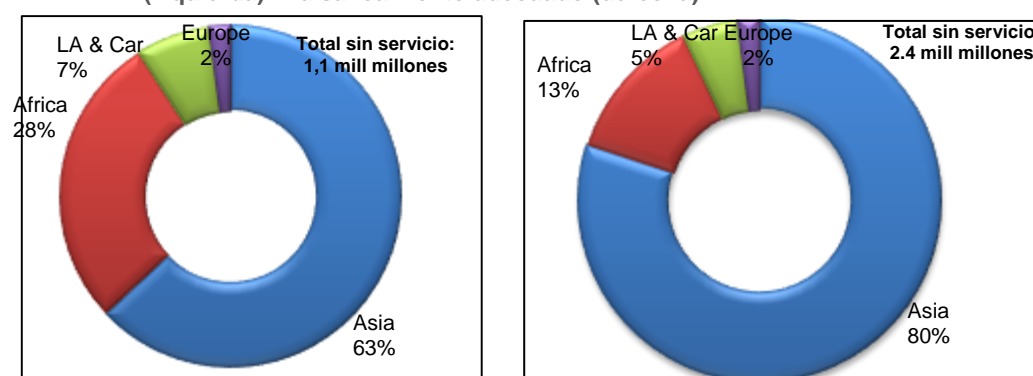
¿Cómo se verá afectada la producción agrícola en su región por los cambios esperados en el clima? ¿Es esto positivo o negativo? ¿Puede pensar en alguna medida de adaptación en caso de impactos

sobrepesca. El lago Tanganica es un lago grande (ancho medio, 50 km; longitud media 650 km), profundo (profundidad media, 570 m; profundidad máxima, 1.470 m) de curso norte sur en el Gran Valle del Rift y es una importante fuente para la nutrición y los ingresos de los países limítrofes de Burundi, Tanzania, Zambia y la República Democrática del Congo. Las temperaturas de las aguas profundas aumentaron entre 1920 y 2000, y la profundidad de la termoclina ha disminuido desde 1940. Esto se atribuye a los efectos de los cambios climáticos que resultan en temperaturas ambiente más elevadas y velocidad de los vientos reducida lo que causa una disminución de la profundidad de mezcla. Como consecuencia, la productividad primaria en la *zona fótica* (más estrecha) ha disminuido, porque tiene el aporte de nutrientes de aguas profundas en esta zona productiva.

4.2.3 Suministro de agua y salud humana

Una de las mayores amenazas a la salud humana es la falta de agua limpia. A pesar del progreso en el suministro de agua y en los sectores de saneamiento, 1,1 mil millones de personas aún carecen de suministro de agua adecuada y 2,4 mil millones no tienen saneamiento conveniente (OMS/UNICEF/WSSCC, 2000). La mayoría de estas personas vive en Asia y África (Figura 4.3). Si el suministro de agua se acentúa a causa de los cambios climáticos, la disponibilidad de agua para consumo e higiene se reducirá aún más. La disminución de la eficiencia de los sistemas de alcantarillado podría llevar a mayores concentraciones de microorganismos en los suministros de agua natural. Las concentraciones de contaminantes aumentarán a causa de la dilución reducida. La mayor salinidad debido a los caudales bajos y la cesación de los recursos hídricos freáticos podrían forzar a las personas a usar las aguas superficiales contaminadas. Las mayores precipitaciones, por otra parte, ejercerán más presión en los sistemas de alcantarillado y resultarán en más desbordamientos, por lo tanto, aumentará el riesgo de enfermedades de propagación. La incidencia de las enfermedades provenientes del agua seguirá aumentando, porque las temperaturas más elevadas estimulan la propagación de muchas enfermedades. Asimismo, los aumentos de temperatura también pueden introducir nuevas enfermedades en zonas no afectadas anteriormente. En general, se espera que aumente la incidencia de enfermedades (Kabat y van Schaik, 2003, Ludwig y Moench, 2009).

Figura 4.3: Distribución de la población mundial sin acceso a un suministro de agua adecuado (izquierda) ni a saneamiento adecuado (derecha)



Fuente: OMS/UNICEF/WSSCC, 2000

La Tabla 4.2 sintetiza los cambios climáticos que, por sus impactos en los recursos hídricos, afectan a la salud humana (Kabat y van Schaik, 2003).

Table 4.2: Sintetiza los cambios climáticos que, por sus impactos en los recursos hídricos, afectan a la salud humana (Kabat y van Schaik, 2003).

Procesos de mediación	Resultado en la salud
Efectos directos	
El cambio en la frecuencia o intensidad de eventos climáticos extremos (por ejemplo, tormentas, huracanes, ciclones)	Muertes, lesiones, trastornos psicológicos; daño a la infraestructura de la salud pública
Efectos indirectos	
Cambio en la ecología local de los agentes infectivos del agua y los alimentos	Cambio en la incidencia de diarrea y otras enfermedades infecciosas
Cambio en la productividad de los alimentos a través de cambios en el clima y en plagas y enfermedades asociadas	Malnutrición y hambre
Aumento del nivel del mar con desplazamiento de la población y daño a la infraestructura	Mayor riesgo de enfermedades infecciosas y trastornos psicológicos
Desarticulación social, económica y demográfica por efectos en la economía, la infraestructura y el suministro de recursos.	Amplio rango de consecuencias en la salud pública: salud mental y deterioro nutricional, enfermedades infecciosas, contienda civil.

Fuente: Kabat y van Schaik, 2003

4.2.4 Energía

A pesar de que muchos otros sectores y actividades económicas también se verán afectadas por los cambios climáticos (p. ej., la infraestructura urbana, el turismo, el transporte), el sector de la energía en particular es susceptible a los cambios climáticos. La generación de energía hidráulica es sensible a los patrones de cantidad, de tiempo y geográficos de las precipitaciones, así como a los impactos directos de las temperaturas (agua) (Kabat y van Schaik, 2003). La producción de energía hidráulica disminuye con los caudales reducidos. Asimismo, durante los períodos de caudales bajos, pueden surgir más conflictos entre los usuarios (p. ej., asignaciones para la agricultura, la naturaleza). Si la temperatura del agua excede un cierto nivel, dejará de ser apropiada para su uso con fines de refrigeración. Por ejemplo, la sequía de La Niña de 1997/1998 resultó en una disminución de la generación de energía hidráulica del 48% en Kenia, lo que ocasionó costes económicos muy altos para el país. En el río Colorado (Estados Unidos) se estima que un 10% de disminución de los residuos líquidos reducirá la producción de energía en un 36% (Kabat y van Schaik, 2003).

¿Cuál es la condición general en su región con respecto al suministro de agua y saneamiento?
¿Se verá afectada por los cambios climáticos?

¿Cómo se verá afectado su sector de energía por los cambios climáticos?
¿Existen también impactos positivos?

1.2.5 Infraestructura del agua

Considere las siguientes citas:

"La gestión de los recursos hídricos se trata exclusivamente de gestionar la variabilidad climática. Los cambios climáticos y la variabilidad climática aumentada sólo transformarán las condiciones límite para los administradores del agua." (van Beek, 2009)

"En vista de la magnitud y ubicuidad del cambio hidroclimático que aparentemente ahora está en marcha, sin embargo, afirmamos que la estacionariedad murió y que debería dejar de servir como una suposición por defecto central en la evaluación de riesgos y el planeamiento de los recursos hídricos. ... El mundo hoy en día enfrenta los enormes desafíos duales de renovar la infraestructura decadente del agua y de crear una

nueva infraestructura hídrica. Ahora es un momento oportuno para actualizar las estrategias analíticas utilizadas para planificar dichas importantes inversiones con un clima cambiante e incierto". (Milly et al., 2008)

Los administradores de agua se han dedicado, como objetivo principal de sus funciones, a la variabilidad climática por siglos. Los ingredientes básicos de la práctica de diseño establecida son el uso de herramientas de análisis estadístico para obtener la descarga de diseño o las precipitaciones a partir de las observaciones a largo plazo de dichos parámetros. En el diseño de diques, por ejemplo, los niveles del agua de inundación derivados del diseño se combinan con un francobordo (un aumento razonable del dique) para llegar al nivel de defensa del diseño actual. El francobordo representa:

- Las incertidumbres en el análisis hidrológico y en la ingeniería;
- El incremento de olas; y
- El hundimiento.

Las citas mencionadas anteriormente se toman aquí como dos aspectos del discurso actual acerca de las implicaciones que tiene el cambio climático en el planeamiento y el funcionamiento de la infraestructura hidrológica. Algunos argumentan que las herramientas estadísticas actuales disponibles son suficientes para ajustar las incertidumbres de las condiciones no estacionarias en las series temporales (impuestas por los cambios climáticos). Otros sostienen que la duración de la infraestructura hídrica (en comparación con las escalas temporales climáticas) permite que se adapte en el tiempo de manera secuencial. Sin embargo, esto parece implicar que los cambios climáticos suceden a un ritmo gradual o lineal. Esto está lejos de ser cierto. Los cambios regionales en el clima, como en las precipitaciones anuales promedio, puede suceder a un ritmo mucho más rápido que los promedios globales.

Si observamos el caso de la gestión de las inundaciones al considerar estos aspectos, se debe tener en cuenta que la decisión sobre qué clase de inundación de diseño debe aplicarse esté basada en un balance riesgo beneficio, establecido no sólo en principios científicos sino también en la dependencia del evento. Una ciudad o complejo industrial se protegerá con estándares de seguridad más altos que una zona agrícola. La política de gestión de inundaciones ya ha cambiado en varios lugares hacia un enfoque más allá del mito conducido políticamente de "seguridad absoluta frente a las inundaciones". Dichos enfoques de "gestión integrada de las inundaciones" reconocen el valor de las medidas de protección contra las inundaciones, pero también reconocen sus límites, tales como los riesgos residuales si por ejemplo, si los diques fallan o están desbordados (OMM, 2004). Esto se puede realizar al emplear herramientas tales como los controles de planeamiento del uso de la tierra, prueba de inundaciones de infraestructura clave, pronóstico de inundaciones, planeamiento de preparación de emergencia para escenarios con fallas de diques y soluciones compartidas para los riesgos (por ejemplo, esquemas de seguros contra inundaciones, bonos de catástrofes, etc.) Este enfoque es necesario, pero se deben tener en cuenta las ramificaciones políticas eventuales en términos de quiénes participan en la toma de decisiones en este esquema multisectorial.

El caso de las sequías es más complejo en términos de su previsibilidad, duración y conjunto de medidas atenuantes disponibles. En particular, el diseño y el funcionamiento de la infraestructura de almacenamiento del agua es un área de preocupación. Aún en un escenario de variabilidad climática, las sequías reciben mucho menos atención que las inundaciones. Los científicos que sostienen las

líneas de la segunda cita (arriba) trabajan con la suposición de que un enfoque "sin cambios" en las prácticas actuales de desarrollo de la infraestructura del agua puede resultar en graves consecuencias en una etapa posterior, y que a largo plazo es más rentable tomar medidas preventivas o atenuantes en la actualidad. Como las herramientas analíticas actualmente disponibles para desarrollar y operar la infraestructura del agua en condiciones no estacionales pueden no ser completamente suficientes y las demandas de la sociedad de soluciones medioambientalmente sostenibles y socialmente equitativas hacia los administradores del agua aumentan, será necesarios mayores esfuerzos en la investigación y el desarrollo de soluciones alternativas que combinen los aspectos sólidos de varias disciplinas científicas.

4.3 Técnicas para evaluar impactos

Un componente clave de cualquier esfuerzo de adaptación a los cambios climáticos, independientemente de su escala, es realizar una evaluación razonablemente confiable de los impactos potenciales de los cambios climáticos en diferentes condiciones proyectadas, incluidas aquellas con o sin la implementación de medidas de adaptación. Para apreciar su importancia, las evaluaciones de los impactos deben caracterizarse por las incertidumbres inherentes a las diferentes etapas del proceso de evaluación.

4.3.1 Marcos de las evaluaciones de los cambios climáticos

Evaluar el impacto de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos se conduce generalmente dentro de un marco más amplio. Debe respaldar la selección y la formulación de políticas y medidas de adaptación para mejorar la resistencia y reducir la vulnerabilidad de los sistemas de los recursos hídricos frente a los inminentes cambios climáticos. El Informe del Grupo de Trabajo II del IPCC (Carter et al., 2007) identifica cinco tipos de marcos de evaluación de Impacto de los Cambios Climáticos, la Adaptación y la Vulnerabilidad (CCIAV) (vea Cuadro 4.1), diferenciados por su propósito y enfoque de evaluación, métodos y enfoques para tratar la incertidumbre. En general, las evaluaciones están cambiando su enfoque que solía estar centrado en la investigación, para respaldar el análisis de políticas y la toma de decisiones con énfasis en la participación de los grupos de interés. Las incertidumbres se reconocen como características inherentes del proceso de evaluación que deben administrarse en lugar reducirse (consultar el Capítulo 5).

Cuadro 4.1: Marcos de evaluación de CCIAV

El IPCC (Carter et al., 2007) identifica cinco tipos de marcos de evaluación de CCIAV:

- **Evaluación del impacto:** un enfoque descendente basado en escenarios de primera generación que aún domina la literatura de CCIAV.
- **Evaluación de la adaptación:** un enfoque ascendente que se centra en las medidas de evaluación para mejorar la resistencia de un sistema expuesto al riesgo de los cambios climáticos.
- **Evaluación de la vulnerabilidad:** un enfoque ascendente que está estrechamente asociado con el enfoque de la adaptación, pero se centra más en los riesgos mismos para reducir sus impactos.
- **Evaluación integrada:** brinda una plataforma para coordinar y representar las interacciones y comentarios entre los diferentes estudios de evaluación del CCIAV.
- **Gestión de riesgos:** enfatiza la caracterización y gestión de las incertidumbres y se ocupa directamente de las políticas y la toma de decisiones. Se puede aplicar para facilitar el análisis integrado de políticas de mitigación y adaptación.

4.3.3 Una perspectiva general de los métodos de evaluación de impactos

La mayoría de los estudios de evaluación de impactos que se encuentran en la literatura están basados en el marco de evaluación de siete pasos del IPCC como se describen en la Tabla 4.3. En este enfoque descendente, se seleccionan los escenarios para representar un rango de condiciones socioeconómicas potenciales que generalmente están basadas en los argumentos del IE-EE del IPCC (Figura 2.8). Los escenarios correspondientes a las liberaciones de gases de efecto invernadero después pasan por MCG para producir escenarios de cambios climáticos, cada uno con un conjunto de variables hidrológicas y meteorológicas necesarias para simular el sistema de recursos hídricos dado. Como alternativa, se pueden crear estos escenarios a través de métodos sintéticos o análogos. Generalmente se utiliza una herramienta de modelo para evaluar la respuesta del sistema de recursos hídricos hacia los escenarios de cambios climáticos.

¿Qué tan útiles son estos métodos para ayudarle a administrar sus recursos hídricos en tierra? ¿Qué tipo de información necesita de los meteorólogos?

Tabla 4.3: El marco de evaluación de siete pasos del IPCC

1	Definir el problema
2	Seleccionar el método
3	Probar método/sensibilidad
4	Seleccionar los escenarios
5	Evaluar los impactos biofísicos/socioeconómicos
6	Evaluar los ajustes autónomos
7	Evaluar las estrategias de adaptación.

Fuente: Carter et al., 1994

El proceso de evaluación se conduce en varias iteraciones para establecer las condiciones de la línea de base y para representar la *adaptación autónoma y planificada*. Los desempeños de las diferentes medidas y políticas de adaptación se evalúan según un conjunto de criterios que refleja las prioridades establecidas por la agencia de planeamiento. Idealmente, se deben elegir esos criterios para lograr un equilibrio entre los tres principios clave de la GIRH: eficiencia económica, protección del medio ambiente y equidad social.

4.3.4 Tipos de escenarios de los cambios climáticos

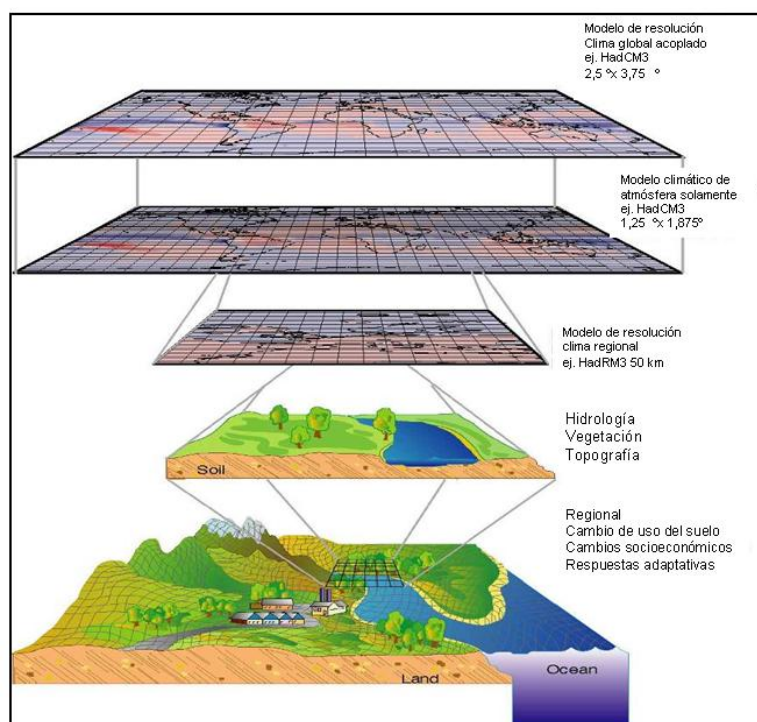
Hay tres métodos principales para generar los escenarios de los cambios climáticos. El método más común es utilizar la producción de los MCG simulada con liberaciones de gases de efecto invernadero que representen los escenarios socioeconómicos. Se pueden crear escenarios sintéticos para representar un rango de cambios climáticos potenciales. Se pueden crear escenarios análogos que empleen las condiciones históricas observadas o aquellas de otra área (Feenstra et al., 1998).

Escenarios de cambios climáticos basados en los Modelos de Circulación General (MCG)

Los MCG son aplicaciones informáticas diseñadas para simular el sistema climático de la tierra con el propósito de proyectar los potenciales escenarios climáticos. Varían en complejidad desde modelos de energía simples hasta MCG Atmósfera-Océano en 3D (MCGAO; consultar la sección 2.2.2). En un estudio de evaluación de los impactos, las condiciones de los gases de efecto invernadero basadas en un IE-EE se administran por un MCG para producir proyecciones climáticas. Pueden hacerse funcionar según las condiciones de equilibrio, en que se supone que los climas actuales y los futuros llegan a sus concentraciones de gases de efecto invernadero al instante. Más representativos, pero más costosos, los MCG pueden operarse suponiendo que el clima futuro se logra mediante un aumento fijo de las liberaciones de gases de efecto invernadero.

La *resolución espaciotemporal* del resultado de los MCG es mucho menor que la requerida para evaluar las condiciones hidrológicas, lo que la vuelve inutilizable directamente para los modelos hidrológicos (consultar la Figura 4.4). Los resultados de los modelos de MCG pueden utilizarse para realizar modelos climáticos regionales (MCR), que producen los escenarios de cambios climáticos de una resolución susceptible a los modelos de los recursos hídricos. Como alternativa, el resultado de los MCG puede reducirse estadísticamente según las mediciones de la tierra.

Figura 4.4: Diferencias en las resoluciones espaciales entre los modelos de los recursos climáticos e hídricos



Fuente: Programa Climático Mundial, 2007

Escenarios sintéticos de los cambios climáticos

Los escenarios sintéticos se basan en cambios combinados en incrementos en variables meteorológicas. Por ejemplo, las series temporales sintéticas de temperaturas se pueden crear mediante la combinación de los datos de la línea de base con un cambio uniforme de temperaturas. En general, los datos sintéticos de las precipitaciones se crean usando un cambio uniforme de los porcentajes. Los escenarios sintéticos son costosos y fáciles de aplicar y se los puede seleccionar para representar un amplio espectro de cambios climáticos potenciales. Sin embargo, la suposición de los cambios uniformes en variables meteorológicas no tiene una base física, y es posible que las variables sintéticas no sean internamente consistentes entre sí. Por ejemplo, las mayores precipitaciones siempre deben asociarse con el aumento de nubes y la humedad.

¿Cuál es su opinión sobre el uso de cualquiera de estos dos escenarios de los cambios climáticos?

Escenarios análogos de los cambios climáticos

Se pueden utilizar dos tipos de escenarios análogos. Los escenarios análogos temporales se basan en la utilización de climas cálidos anteriores como escenarios para el clima futuro. Los escenarios análogos espaciales se basan en el uso de climas contemporáneos de otras ubicaciones como escenarios de clima futuro en áreas de estudio. Sin embargo, el IPCC (Carter et al., 1994) ha hecho recomendaciones contra el uso de los escenarios análogos. Puesto que los análogos temporales del calentamiento global no fueron causados por las emisiones antropogénicas de los gases de efecto invernadero, no existe ningún fundamento válido de que los análogos espaciales sean probablemente similares a aquellos en el futuro.

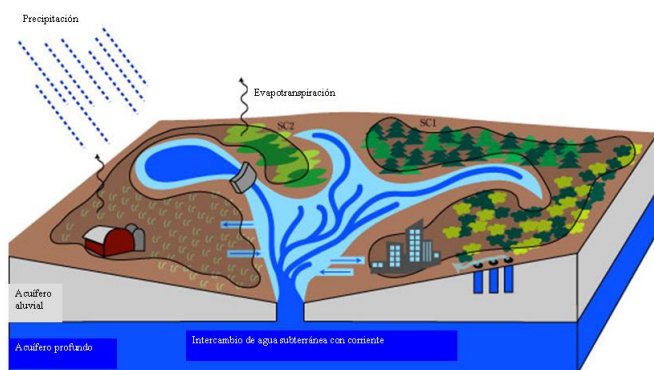
4.3.5 Evaluación de las respuestas de los sistemas de los recursos hídricos para los factores estresantes climáticos

En su más amplia interpretación, un sistema de recursos hídricos está compuesto por componentes naturales y sociales interrelacionados (Figura 4.5). La variabilidad y los cambios climáticos tienen un impacto directo y significativo sobre las precipitaciones y la evapotranspiración, que son los principales factores de las respuestas hidrológicas que determinan el potencial de las inundaciones y sequías, las dos principales clases de riesgos relacionadas con el agua. A través de *medidas estructurales* y *no estructurales*, incluyendo por ejemplo a los diques, canales, zonificación de áreas de inundaciones y regulaciones, las sociedades administran los recursos hídricos para asegurar el suministro de agua limpia y para brindar protección contra inundaciones.

Debido a la complejidad y a la naturaleza altamente variable de la mayoría de los sistemas de recursos hídricos, evaluar sus respuestas bajo condiciones climáticas cambiantes es una tarea generalmente desafiante. Se han desarrollado diversos métodos y herramientas para estudiar los diferentes componentes de los sistemas de los recursos hídricos, que incluyen los residuos líquidos de la superficie, las corrientes subterráneas y la calidad del agua. Sin embargo, la mayoría de esas herramientas se aplican de modo individual, lo que dificulta la evaluación del comportamiento general del sistema. Pero se han desarrollado unos pocos modelos integrados de simulación de agua para proporcionar una representación integral de los sistemas de los recursos hídricos, incluidos aquellos relacionados con la demanda y la regulación del agua. Algunos también incluyen respaldo para las características de los análisis económicos y de políticas.

Las siguientes secciones brindan una breve perspectiva general de los tipos de métodos de evaluación de los recursos hídricos.

Figura 4.5 Representación conceptual de un sistema de los recursos hídricos



Fuente: CMNUCC, 2005

4.3.6 Métodos para la evaluación de los procesos individuales de los sistemas de los recursos hídricos

Debido a la complejidad y al amplio rango de los procesos físicos y sociales subyacentes de los sistemas de los recursos hídricos, el análisis y el desarrollo de herramientas para simular estos procesos han seguido históricamente distintas líneas de investigación. Por consiguiente, muchos de los estudios de evaluación de los recursos hídricos informados en la literatura se han centrado en uno o en sólo

unos pocos de los subsistemas de los recursos hídricos, especialmente en aquellos relacionados con los procesos físicos. Estos incluyen, por ejemplo, análisis del impacto en un río como resultado de los cambios en los patrones de las precipitaciones y del derretimiento de la nieve, el almacenamiento de los recursos hídricos freáticos como respuesta a la reducción de la infiltración y la calidad del agua como resultado de los aumentos en la temperatura. En CMNUCC (2005) se puede encontrar una buena perspectiva general de varias herramientas de modelo que se utilizan en este tipo de estudio de impacto de los cambios climáticos. A pesar de que estos estudios son relativamente simples y económicos de aplicar, brindan una consideración mínima de la gestión y los aspectos sociales de los sistemas de los recursos hídricos.

Métodos para la evaluación integrada del impacto de los cambios climáticos en los sistemas de los recursos hídricos

Un enfoque más reciente que se aplica cada vez más en los estudios de evaluación climática está basado en una simulación integrada holística de los aspectos físicos, administrativos y sociales de los sistemas de los recursos hídricos. Este enfoque considera a la gestión de los recursos hídricos no como un problema de suministro, sino también como uno en que la gestión de las demandas y la eficiencia económica son cuestiones importantes que deben considerarse explícitamente. Además, el mayor énfasis está puesto en el análisis de las políticas y de toma de decisiones. Al considerar la desafiante tarea de capturar todos estos elementos en un ambiente integrado, unos pocos modelos se han implementado con éxito (Assaf et al., 2008). El Cuadro 4.2 presenta una lista de algunos de los modelos de gestión de los recursos hídricos comúnmente utilizados.

Cuadro 4.2: Una lista de modelos de gestión de los recursos hídricos

UNFCCC CMNUCC (2005) compiló la siguiente lista de modelos de gestión de recursos hídricos:

- **WEAP**: modelo de suministro de agua, gestión de la demanda y análisis de las políticas;
- **SWAT**: un modelo de balance del agua y de crecimiento de los cultivos utilizado principalmente para simular actividades agrícolas;
- **Paquete HEC**: un conjunto de modelos que simulan diferentes componentes de sistemas de cuencas hidrográficas; y
- **Aquarius**: un modelo de optimización con atención en la eficiencia económica.

Uno de los modelos centrales de simulación de los sistemas de recursos hídricos es el Modelo de Evaluación y Planeamiento del Agua (WEAP). A diferencia de la mayoría de los modelos de simulación, WEAP explícitamente representa la demanda del agua junto a los elementos del suministro de agua y brinda herramientas de análisis económico y políticas de gran alcance. WEAP21 se aplicó como la herramienta principal en un importante estudio de evaluación de impacto de los cambios climáticos autorizado por el estado de California (Purkey et al., 2008).

Síntesis

Se destacaron los impactos de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos a nivel mundial y regional, así como en varios sectores de uso del agua. Se brinda una perspectiva general de los marcos para evaluar los impactos de los cambios climáticos para respaldar el planeamiento de la adaptación, la mayoría de los cuales utilizan MCG e incluyen argumentos socioeconómicos.

5. TRATAMIENTO DE LAS INCERTIDUMBRES

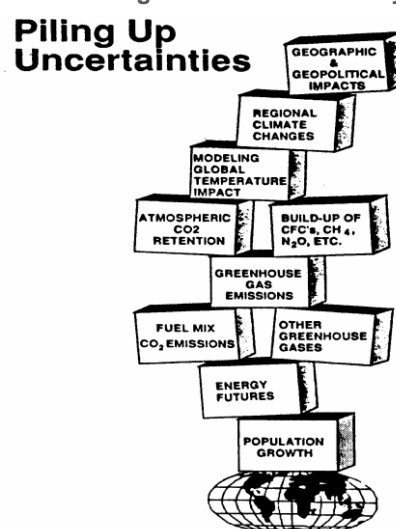
Propósito

El propósito de este capítulo es familiarizar a los participantes con las incertidumbres involucradas en el pronóstico y la adaptación a los impactos esperados de los cambios climáticos.

5.1 Incertidumbre y cambios climáticos

Una cosa es cierta: con los cambios climáticos, la incertidumbre aumenta. Cuando se realizan las evaluaciones de los impactos de los cambios climáticos, surge una "catarata" de incertidumbre (Dessai y van der Sluijs, 2007; consultar la Figura 5.1 y el Cuadro 5.1). Por ejemplo, existen incertidumbres asociadas con las futuras emisiones de gases de efecto invernadero y los aerosoles de sulfato, incertidumbres sobre la respuesta del sistema climático a dichos cambios a escala mundial y local, incertidumbres asociadas con los modelos de los impactos y las distribuciones espaciales y temporales de los impactos. Los impactos de los cambios climáticos como los cambios de temperatura, precipitaciones, residuos líquidos o grados-día de calefacción están, por lo tanto, caracterizados por las incertidumbres con respecto a su magnitud y distribución temporal y espacial. Los modelos hasta pueden mostrar las signos contrarios (por ejemplo, algunas proyecciones muestran más precipitaciones, mientras que otras muestran menos). Además, las incertidumbres también existen cuando se intenta comprender las vulnerabilidades actuales a los impactos de los cambios climáticos con el propósito de identificar las respuestas adaptativas.

Figure 5.1: Possible impacts of climate change are characterized by high levels of uncertainty



Cuadro 5.1: Retroalimentación

Un factor que complica a la ciencia climática y que, por lo tanto, ocasiona amplios rangos de incertidumbre, es la existencia de retroalimentación. Se trata de interacciones entre diferentes partes del sistema climático en que un proceso o un evento activa cambios que a su vez influyen en el desencadenante inicial. Un ejemplo es la reducción del hielo y la nieve, tanto en la tierra como en el mar. El hielo, al ser blanco, refleja de vuelta al espacio hasta un 90% de la radiación solar que alcanza su superficie, lo que evita la intensificación del calentamiento atmosférico. Pero cuando se derrite puede exponer tierra, vegetación, piedra o agua, todos elementos más oscuros y, por lo tanto, con mayor probabilidad de absorber la radiación en vez de reflejarla. Así, el derretimiento inicial puede ocasionar una retroalimentación que ayude a apresurar su ritmo. Otra retroalimentación posible es el deshielo del gelisuelo en las latitudes altas del norte. Cuando se derrite, puede liberar grandes cantidades de dióxido de carbono y metano, que ahora están retenidos bajo la capa del suelo helado. Si eso ocurre, acelerará el calentamiento que ya se inició. Otra retroalimentación esperada: las temperaturas más elevadas de la tierra y del océano tienen la tendencia de reducir su absorción de CO₂ atmosférico, aumentando la cantidad que permanece en la atmósfera. Estos son todos casos de retroalimentación positiva porque intensifican el proceso original. La retroalimentación negativa, por otra parte, son cambios en el medio ambiente que llevan a un proceso compensador y mitigan al cambio mismo.

Fuente: UNEP, 2009

5.2 Tratar con las incertidumbres en la gestión medioambiental

El reconocimiento de que, cuando se trata de las cuestiones medioambientales, existen incertidumbres y cargas de valor severas ha resultado en el desarrollo de nuevos enfoques para la ciencia. Las ciencias preventivas o postnormales tratan las situaciones donde los hechos son inciertos, los valores están en disputa, los riesgos son altos y las decisiones son urgentes (Ravetz, 2005). Además, la gestión de los recursos hídricos se desplaza cada vez más de una práctica que consiste de tareas más o menos simples (por ejemplo, garantizar una cierta cantidad y calidad de suministro de agua) a situaciones con grandes incertidumbres, carga de valores y diversas clases de cuestiones políticas y sociales (por ejemplo, las controversias en torno a la construcción de diques, modelos hidrológicos que no sean lo suficientemente exactos). Esto lleva a una situación donde las políticas se basan menos en los hechos y más en los principios guía, que se expresan como apelaciones para la protección de ciertos intereses. La ciencia y la ingeniería tradicionales no pueden adjudicarse entre tales valores contrapuestos. Principalmente es una tarea política comparar los **riesgos** como una función de probabilidad y consecuencia esperada (incluidas las incertidumbres predominantes) en el discurso político con el público y grupos de interés más amplios. Dicho discurso también brinda una oportunidad de comparar las **oportunidades** derivadas de la aceptación de un cierto nivel de riesgo (residual), por ejemplo, al permitir ciertos usos de la tierra en zonas con tendencia a inundarse. Esto es esencial para llegar a un **diseño contundente de políticas de adaptación** que integre una perspectiva sobre la reducción de la pobreza y la seguridad de los medios de vida.

Claramente, esto también se aplica a la adaptación a los impactos de los cambios climáticos en la gestión de los recursos hídricos. La incertidumbre, la variabilidad y el riesgo son probablemente las consecuencias más importantes de los cambios climáticos (Aerts y Droogers, 2009). Como se ha visto anteriormente (Capítulo 4), varias proyecciones de los cambios climáticos pueden ser inconsistentes o carecer de exactitud a escala regional y local. Tradicionalmente, la gestión de los recursos hídricos se ha basado en los datos históricos climáticos e hidrológicos, suponiendo la estacionalidad en el clima y en el comportamiento de los sistemas de agua (Ludwig y Moench, 2009). Con un clima cambiante llega a ser cuestionable si el planeamiento para la variabilidad y los extremos pueden seguir basándose únicamente en los datos históricos. La experiencia del pasado ya no puede ser una guía confiable en el futuro (Pahl-Wostl et al., 2007).

Los desafíos para el futuro radican en el mejoramiento de los pronósticos climáticos a escala temporal y espacial necesaria para los administradores de los recursos hídricos. Sin embargo, también es igualmente importante permitir un marco de cooperación entre la comunidad de información climática y la comunidad de gestión de los recursos hídricos para obtener una mejor comprensión de los requisitos y métodos de información respectivos empleados por cada comunidad. Sin embargo, para hacer frente a las incertidumbres futuras también se requiere un enfoque más adaptativo y flexible para lograr un ciclo de adaptación más rápido que permita la evaluación y la implementación rápidas de las consecuencias de nuevas opiniones (Pahl-Wostl et al., 2007). La gestión adaptativa de los recursos hídricos apunta a la flexibilidad institucional y a un papel central para los grupos de interés (cf. Aerts y Droogers, 2009). Su objetivo es aumentar la capacidad adaptativa para

¿Cómo cree que los cambios climáticos afectarán a los enfoques aceptados de la GIRH?

hacer frente a los desarrollos inciertos, en lugar de tratar de encontrar soluciones óptimas (Pahl-Wostl et al., 2007).

5.3 Tipología de las incertidumbres

La incertidumbre se puede clasificar en una escala gradual que va desde "saber con certeza" a "no saber" (Dessai y van der Sluijs, 2007; consultar Figura 5.2). En el Cuadro 5.2. se explican tres clases de incertidumbres

Figura 5.2 Niveles de incertidumbre entre el determinismo y la ignorancia total



Fuente: Dessai y van der Sluijs, 2007

Cuadro 5.2: Niveles de incertidumbre

La incertidumbre estadística se ocupa de las faltas de certidumbres que se pueden expresar adecuadamente en términos estadísticos, por ejemplo, como rango con probabilidad asociada. Por ejemplo, las expresiones estadísticas para las inexactitudes de las mediciones, las incertidumbres debidas a los efectos de muestreo, las incertidumbres en las estimaciones de los parámetros de los modelos, etc. En las ciencias naturales, los científicos generalmente se refieren a esta categoría si hablan de incertidumbre, por consiguiente, con frecuencia suponen implícitamente que las relaciones involucradas de los modelos ofrecen descripciones adecuadas del sistema real del estudio, y que los datos (de calibración) empleados son representativos de la situación del estudio. Sin embargo, cuando éste no es el caso, están en juego formas de incertidumbre "más profundas", que pueden sobrepasar la incertidumbre estadística en tamaño y seriedad, y que requieren de una adecuada atención.

La incertidumbre de los escenarios se ocupa de las incertidumbres que no se pueden describir adecuadamente en términos de oportunidades o probabilidades, pero que sólo pueden especificarse en términos de (un rango de) resultados posibles. Para dichas incertidumbres, es imposible especificar un grado de probabilidad u opinión, ya que los mecanismos que llevan a los resultados no son lo suficientemente conocidos. Las incertidumbres de los escenarios con frecuencia se interpretan en términos de enunciados "¿y si?".

La ignorancia reconocida se ocupa de aquellas incertidumbres que de algún modo nos damos cuenta que están presentes, pero de las que no podemos establecer ninguna estimación útil, por ejemplo, debido a límites de previsibilidad y cognoscibilidad ("caos") o debido a procesos desconocidos. Un modo de poner en funcionamiento a esta clase de incertidumbres en los estudios de evaluación de los riesgos climáticos es por medio de escenarios sorpresa. Generalmente no existe consenso científico sobre la plausibilidad de dichos escenarios, a pesar de que hay evidencia científica para sustentarlos. Son ejemplos el acelerado aumento del nivel del mar o el posible cierre de la *circulación termohalina del océano*.

Si continuamos en la escala, después de la ignorancia reconocida, llegamos al área de la **ignorancia completa** ("desconocidos desconocidos") de la que aún no podemos hablar y donde inevitablemente andamos a tientas en la oscuridad.

Fuente: Dessai y van der Sluijs, 2007

5

5.4 Adaptación a los cambios climáticos bajo la incertidumbre

Dessai y van der Sluijs (2007) plantean dos enfoques distintos en la adaptación a los cambios climáticos: enfoques orientados a la predicción y a la resistencia. El primero se centra en la caracterización, la reducción, la gestión y la comunicación de la

incertidumbre, que resulta en herramientas de modelos de mayor sofisticación y en técnicas para describir a los futuros climas e impactos. El segundo enfoque reconoce que algunas incertidumbres no se pueden reducir. El énfasis está en aprender del pasado. Estos dos enfoques no son mutuamente exclusivos, sino que se consideran complementarios. A continuación se presentan algunos ejemplos de ambos enfoques.

5.4.1 Enfoques orientados a las predicciones

El enfoque del IPCC

El método de evaluación de los impactos del IPCC descrito en el capítulo 4 brinda un ejemplo de un enfoque orientado a las predicciones, que confía con exceso en la información incierta al utilizar los escenarios de los cambios climáticos como factores para los impactos de los que se desarrollan las estrategias de adaptación.

Enfoques de los riesgos

Una amplia definición de evaluación de riesgos es el proceso de identificación, evaluación, selección e implementación de medidas para reducir el riesgo para la salud humana y los ecosistemas (Dessai y van der Sluijs, 2007).

Para la evaluación de los riesgos es fundamental la gestión de las incertidumbres, que permite que se determine el riesgo a algo (en su forma más simple, este riesgo se calcularía como consecuencia de las ocurrencias de probabilidad). La evaluación de los riesgos y la gestión de los riesgos se han aplicado ampliamente a ciertos problemas medioambientales, pero sólo muy recientemente a los cambios climáticos.

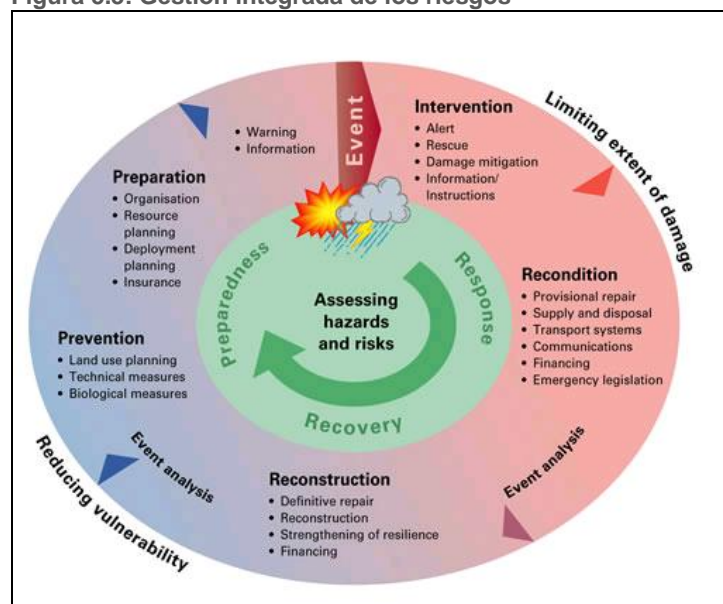
Dessai y van der Sluijs (2007) presentan un marco de gestión de evaluación/riesgo medioambiental que incluye las siguientes etapas:

1. Identificar las variables climáticas clave que afectan a las unidades de exposición que se evalúan;
2. Crear escenarios y/o rangos proyectados para las variables climáticas clave;
3. Realizar un análisis de la sensibilidad para evaluar la relación entre los cambios climáticos y los impactos;
4. Identificar los umbrales de los impactos a analizarse por el riesgo con los grupos de interés;
5. Realizar el análisis de los riesgos;
6. Evaluar el riesgo e identificar la retroalimentación probable que resulte en adaptaciones autónomas; y
7. Consultar con los grupos de interés, analizar las adaptaciones propuestas y recomendar las opciones de adaptación planificadas.

Mientras que dicho marco es conceptualmente simple, es difícil implementarlo por la complejidad de los cambios climáticos. Al igual que el enfoque del IPCC, la incertidumbre se tiene en cuenta a través de los escenarios climáticos (Paso 2), pero este enfoque particular de los riesgos no está dirigido a los escenarios por completo. Depende más de la participación de los grupos de interés y su definición de los umbrales críticos de los impactos.

Enfoques de la cadena de seguridad y la gestión integrada de los riesgos

Figura 5.3: Gestión integrada de los riesgos



Fuente: PLANAT, n.d.

La cadena de seguridad, o el concepto de ciclo de vida peligroso proviene de los Estados Unidos e incluye cuatro vínculos: 1) mitigación, 2) preparación, 3) respuesta y 4) recuperación (ten Brinke et al., 2008). En los Países Bajos, se ha adoptado este enfoque de gestión de los riesgos y se ha ajustado levemente: en lugar del vínculo de mitigación, se distinguen dos vínculos: proacción y prevención. Esto permite la discriminación entre medidas de reducción de los riesgos en el planeamiento espacial (proacción) y medidas como diques y barreras para las mareas de tempestades (prevención). Una definición de los vínculos usados en este enfoque se presenta en la Tabla 5.1. Un enfoque similar se utiliza en Suiza bajo el término "gestión integrada de los riesgos" (Figura 5.3).

Tabla 5.1. La definición de los vínculos sucesivos en la cadena de seguridad

	Vínculo	Definición
Gestión de los riesgos	Proacción	La eliminación de las causas estructurales de los accidentes y los desastres para evitar que ocurran en primer lugar (por ejemplo, mediante la creación de restricciones en áreas que tienden a inundarse)
	Prevención	Tomar medidas con antelación que tengan como objetivo evitar accidentes y desastres, y a limitar las consecuencias en caso de que estos eventos ocurran (p. ej., mediante la construcción de diques y barreras para las mareas de tempestades)
Gestión de la crisis	Preparación	Tomar medidas para garantizar la suficiente preparación para ocuparse de los accidentes y desastres en caso que ocurran (p. ej., el planeamiento de las contingencias)
	Respuesta	Ocuparse realmente de los accidentes y desastres (p. ej., los equipos de respuesta)
	Recuperación	Todas las actividades que llevan a una rápida recuperación de las consecuencias de accidentes y desastres, y que garantizan que todos los afectados puedan regresar a la situación "normal" y recuperar su equilibrio.

Fuente: ten Brinke et al., 2008

Cuadro 5.3: Ejemplos de los enfoques de la cadena de seguridad y la gestión integrada de los riesgos

Históricamente, la **política holandesa** se centró en restringir la probabilidad de inundaciones, por ejemplo, protección mediante diques (prevención). Actualmente, provocados por descargas altas incidentales del río Rin y el debate actual sobre los efectos de los cambios climáticos, se exploran las posibilidades para tener en cuenta también las consecuencias de una posible inundación. Esto puede lograrse con medidas más proactivas, al comparar los niveles de protección y los valores de los intereses y el tamaño de la población a la que se debe proteger, y mediante esfuerzos adicionales de preparación, respuesta y recuperación. De acuerdo con la Directiva Europea de Gestión de Riesgos de Inundación recientemente adoptada, estas inversiones adicionales convertirían la estrategia histórica de defensa contra las inundaciones en una verdadera política de riesgos al tomar más en cuenta las consecuencias de una posible inundación (ten Brinke et al., 2008).

En **Suiza**, se considera un enfoque en que se ajuste la infraestructura de defensa contra las inundaciones para conservar su integridad estructural durante los eventos extremos más allá de los criterios de diseño, junto con medidas para reducir el riesgo residual para las áreas inundadas tales como medidas de planeamiento espacial, sistemas de advertencia y evacuación, y seguro contra inundaciones. Una comisión de expertos de la Sociedad Suiza de Recursos Hídricos (KOHS, 2007) define su posición sobre los cambios climáticos y el control de las inundaciones. Hasta la fecha, la base para la evaluación de amenazas de inundaciones es, entre otros indicadores, la documentación y evaluación de eventos anteriores. El efecto de los cambios climáticos sobre futuros eventos de inundaciones en Suiza sólo puede definirse en términos de tendencias. El objetivo de las medidas de protección es prepararse para un evento de cierta magnitud, el evento de diseño, sin ningún daño como resultado. Se pueden determinar los parámetros de diseño mediante la evaluación estadística de observaciones anteriores. Uno de los principales problemas es que la mayoría de los registros son demasiados cortos, por lo tanto la confiabilidad de las predicciones para los eventos extremos es limitada. Otro problema es que el planeamiento de las medidas de control de las inundaciones sólo puede considerarse para la variabilidad de los procesos naturales hasta un punto limitado. Las inundaciones van siempre acompañadas por la erosión, transporte de sedimentos y restos a la deriva, que ocurren en combinaciones numerosas y a veces arbitrarias. Las condiciones precedentes de un evento también tienen un impacto relevante. Por ejemplo, la saturación del suelo debido a precipitaciones previas tiene una influencia significativa en la generación de inundaciones. Sólo se ha usado una selección representativa de combinaciones del proceso, llamados "escenarios".

El tratamiento de las amenazas naturales requiere una gestión integradora de riesgos que comprenda una amplia variedad de medidas, como medidas de planeamiento urbano y rural para evitar zonas en riesgo, mantenimiento apropiado de los cuerpos de agua, medidas de protección física, alerta y evacuación, así como un seguro. Sin embargo, **la protección total contra las inundaciones no es posible**. Los eventos extremos pueden llevar a la sobrecarga de medidas que fueron diseñadas para un nivel de protección específico. El **riesgo residual** asociado tiene que reconocerse y minimizarse con provisiones adecuadas. El alerta y la evacuación, la protección individual de los objetos así como la cobertura de seguros son los principales elementos disponibles para manejar el riesgo residual. Las medidas de protección físicas contra las inundaciones tienen que ser contundentes y resistentes a la sobrecarga. Por consiguiente, se asegura de que no fracasen de repente y que no ocurra un aumento súbito del daño. Su comportamiento con respecto a la sobrecarga se evalúa durante la etapa de diseño. Además, la delineación de las zonas afectadas durante el evento de sobrecarga sirve como base para la evaluación de los riesgos residuales.

Evaluaciones integradas

Los cambios climáticos se caracterizan por una multitud de impactos diferentes en diversas zonas. A fin de formular una política bien diseñada es necesario tener una perspectiva general completa sobre todos los impactos y las incertidumbres. Esto es posible si se crea un modelo en el que se integren todos estos impactos (e incertidumbres). Las evaluaciones integradas pueden tratar problemas del mundo real que tienen lugar por o en la intersección de varias disciplinas científicas. Pueden ayudar a comprender el fenómeno complejo. En la gestión de los riesgos pueden contribuir, o

¿Se centran los enfoques de los riesgos en su país más en la prevención o en la respuesta/recuperación?

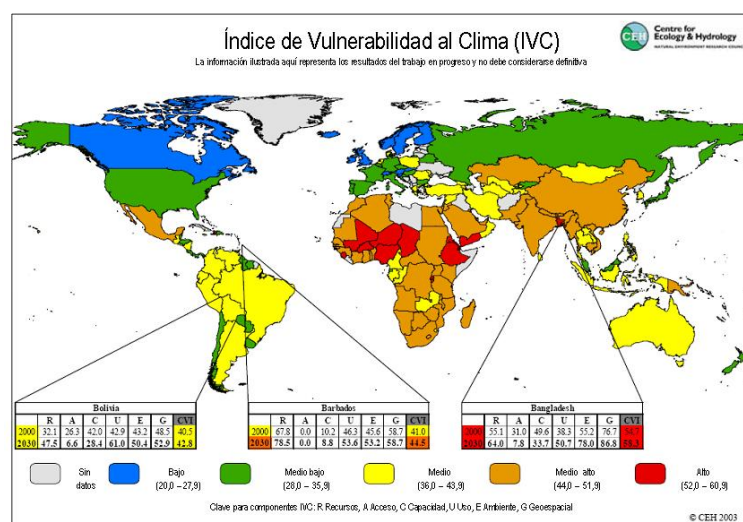
constituir, una parte central de la evaluación de los riesgos, la evaluación de las respuestas, la formulación de objetivos y estrategias, la implementación, la evaluación y el control (Toth y Hizsnyik, 1998). Se han desarrollado varios enfoques, como el Índice de Vulnerabilidad Medioambiental, el Índice de Vulnerabilidad Social y el Índice de Vulnerabilidad a las Inundaciones (para los sitios Web, consultar a continuación). Sullivan y Meigh (2005) presentaron un Índice de Vulnerabilidad al Clima (IVC) que puede ayudar a identificar aquellas poblaciones humanas con mayor riesgo a los impactos de los cambios climáticos (consultar el Cuadro 5.4).

Cuadro 5.4: El Índice de Vulnerabilidad al Clima (IVC)

El IVC se basa en un marco que incorpora una amplia variedad de problemas. Es una metodología integral para la evaluación de los recursos hídricos en concordancia con el enfoque de los medios de vida sostenibles utilizados por muchas organizaciones donantes para evaluar el progreso del desarrollo. Los puntajes del índice varían de una escala de 0 a 100, con el total que se genera como promedio ponderado de seis componentes principales. Cada uno de los componentes también se califica de 0 a 100.

Las seis categorías o componentes principales se muestran a continuación.

Componente IVC	Subcomponentes/variables
Recurso (R)	<ul style="list-style-type: none"> evaluación de disponibilidad de aguas superficiales y freáticas evaluación de la capacidad de almacenamiento de agua y confiabilidad de los recursos
Acceso (A)	<ul style="list-style-type: none"> evaluación de la calidad del agua y dependencia del agua importada/desalinizada acceso al agua limpia y saneamiento
Capacidad (C)	<ul style="list-style-type: none"> acceso a cobertura de irrigación ajustada según las características climáticas gastos en bienes de consumo duraderos o ingresos PBI como proporción de PBN, e inversión en agua como % de la inversión de capital fijo total
Uso (U)	<ul style="list-style-type: none"> nivel educativo de la población y tasa de mortalidad de menores de 5 existencia de sistemas de advertencia de desastres y solidez de las instituciones municipales porcentaje de personas que habitan en viviendas informales
Ambiente (E)	<ul style="list-style-type: none"> acceso a lugar seguro en caso de inundación u otros desastres tasa de consumo de agua doméstica en relación con la nacional y otros estándares uso de agua agrícola e industrial relacionada con sus aportes respectivos al PBI
Geoespacial (G)	<ul style="list-style-type: none"> densidad de ganado y población humana pérdida de hábitats frecuencia de inundaciones extensión de tierra en riesgo por el aumento del nivel del mar, maremotos o derrumbamientos grado de aislación de otros recursos de agua y/o recursos alimenticios deforestación, desertificación y/o tasas de erosión del suelo grado de conversión de la tierra por vegetación natural pérdida de glaciares y riesgo de GLOF



Fuente: Sullivan y Meigh, 2005

5.4.2 Enfoques orientados a la resistencia

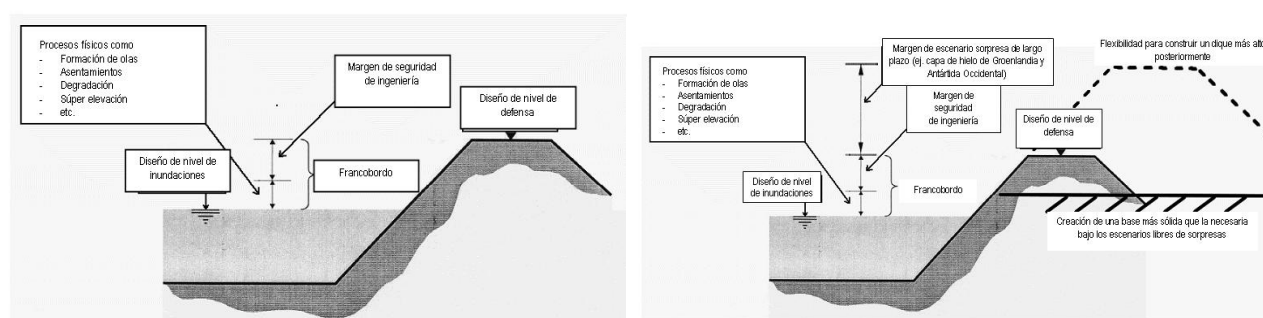
Margen de seguridad de ingeniería y diseño de anticipación

En el diseño de los diques, es práctica común aplicar un margen de seguridad de ingeniería por encima del nivel de las inundaciones de diseño. Esto es para compensar los procesos físicos no previstos en el nivel de los recursos hídricos de diseño (p. ej., desbordamiento por las olas) y la incertidumbre en la predicción de los niveles de las inundaciones de diseño (p. ej., la exactitud en la estimación de las inundaciones, Figura 5.4). Estos márgenes de seguridad principalmente dan cuenta de la incertidumbre estadística y la ignorancia no reconocida; la incertidumbre de los escenarios sólo se justifica en las inundaciones de diseño. Un margen de seguridad basado en la variabilidad observada no parece ser un buen camino para enfrentar la ignorancia reconocida como la probabilidad desconocida de los eventos de alto impacto y las posibles sorpresas (p. ej., el aumento acelerado del nivel del mar de la capa de hielo de Groenlandia y Antártida Occidental). Por lo tanto, existe la necesidad de trazar mapas de lo desconocido, la experiencia del pasado ya no puede ser una base válida para las decisiones, especialmente cuando los cambios traspasan la variabilidad natural.

¿Conoce la
Aplicación de alguno de
estos enfoques de
evaluaciones integradas en
su región? ¿Qué será más
apropiado: un enfoque en las
inundaciones, en las sequías
o en ambas?

In the design of dykes, it is common practice to apply an engineering safety margin on top of the design flood level. This is to compensate for physical processes not foreseen in the design water level (e.g. overtopping by waves) and for uncertainty in the prediction of design flood levels (e.g. accuracy in the flood estimation (Figure 5.4). These safety margins mainly account for statistical uncertainty and unrecognized ignorance; scenario uncertainty is only accounted for in the design flood. A safety margin based on observed variability does not seem to be a good way to cope with recognized ignorance such as the unknown probability of high-impact events and possible surprises (e.g. accelerated sea level rise from the Greenland ice sheet and West Antarctica). Thus, there is a need for mapping the unknowns – experience from the past may no longer be a valid base for decisions, especially when changes go beyond natural variability.

Figura 5.4: Margen de seguridad de ingeniería para un dique (a) y un diseño flexible, sorpresas imaginables de anticipación (b)



Fuente: Dessai y van der Sluijs, 2007

Un modo novedoso de tener en cuenta la incertidumbre del tipo "ignorancia reconocida" en el diseño de diques es la anticipación del diseño. Se pueden usar escenarios "libres de sorpresas" para elegir el nivel de inundaciones de diseño. La incertidumbre referida a la posibilidad de un aumento sustancial más elevado del

nivel del mar se puede incluir en el diseño al crear una fundación que sea sólida como para llevar un dique a un nivel de inundaciones de diseño correspondiente a dicho nivel superior, pero que se dimensione el dique en sí mismo usando el nivel de inundación de diseño. Esto brinda la flexibilidad para construir un dique más alto posteriormente con costos inferiores, si fuera necesario (Figura 5.4b). De modo similar, pueden protegerse los diques contra la erosión para ocuparse de la sobrecarga donde sea apropiado. Esto crea una situación donde el flujo de entrada puede reducirse sustancialmente en el área de inundación durante un evento extremo. Dichas medidas idealmente deben formar parte de un enfoque de gestión integrada de los riesgos que identifique las ubicaciones más deseables para el desbordamiento, ajustando el uso de la tierra detrás del dique en dichas ubicaciones, que mantenga un calentamiento anticipado y un sistema de respuesta de emergencia, y que considere el uso de seguro y de opciones a prueba de inundaciones allí.

Síntesis

Se brinda una breve introducción respecto a diversos aspectos adicionales a las incertidumbres cuando se tratan los cambios climáticos y sobre cómo puede incluirse esto en los enfoques de gestión medioambiental. Se presentan enfoques de predicción y orientados a la resistencia como dos opciones diferentes para la adaptación a los cambios climáticos. Se han ilustrado con algunos ejemplos.

Sitios Web para los índices de vulnerabilidad

- Climate Vulnerability Index: <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/cvi/>
- Environmental Vulnerability Index: www.vulnerabilityindex.net
- Flood Vulnerability Index: www.unesco-ihe-fvi.org
- Social Vulnerability Index: <http://webra.cas.sc.edu/hvri>

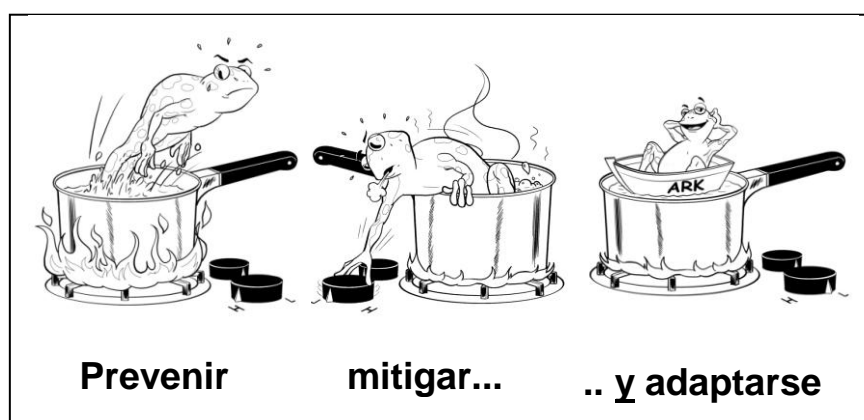
6. INSTRUMENTOS Y MEDIDAS PARA LA ADAPTACIÓN

Propósito

El propósito de esta clase es familiarizar a los participantes con la variedad de medidas de adaptación para ciertos impactos de los cambios climáticos proyectados y para discutir los indicadores para su aplicabilidad en ciertos entornos climáticos y socioeconómicos.

6.1 Introducción

Las actividades de rutina de los administradores de los recursos hídricos incluyen la asignación del agua entre usos múltiples y con frecuencia competitivos, la minimización del riesgo y la adaptación a las circunstancias cambiantes como la variabilidad en los niveles de almacenamiento del agua y la demanda de agua debido a efectos estacionales y/o al crecimiento de la población. Se ha aplicado una amplia variedad de técnicas de adaptación durante muchas décadas, que incluyen: la expansión de capacidades (por ejemplo, la construcción de nuevos embalses), el cambio de las reglas de funcionamiento para los sistemas actuales de suministro del agua, la gestión de la demanda del agua y el cambio de las prácticas institucionales. En este contexto, los registros climáticos e hidrológicos históricos brindan la base para la determinación de rendimientos de agua confiables y la evaluación del riesgo de inundaciones y sequías. El fundamento de dichas investigaciones es el supuesto de que las propiedades estadísticas (por ejemplo, los promedios y la desviación estándar) de las variables climáticas e hidrológicas permanecen constantes a través del tiempo. El potencial de los cambios climáticos implica que las variables climáticas e hidrológicas clave variarán, al igual que la demanda de agua. Los efectos inducidos por el clima pueden ser no lineales y llevar el potencial a sorpresas más allá de aquellas ya incorporadas en los diseños de los sistemas de suministro de agua y en las estrategias actuales de gestión de los recursos hídricos (Kabat y van Schaik, 2003).



6.2 Medidas de adaptación

Los pronósticos de los cambios climáticos pueden ser discutibles por algún tiempo; la evidencia de la variabilidad climática creciente es irrefutable, y la gravedad de esa variabilidad demanda respuestas urgentes de los administradores de los recursos hídricos. El aspecto reconfortante de este argumento es que las opciones de adaptación para afrontar la variabilidad climática ahora también ayudarán a reducir el impacto de los cambios climáticos en el futuro. Estas medidas incluyen los elementos tecnológicos convencionales de la infraestructura del agua, tales como estanques de acumulación, perforaciones, pozos de recarga y pozos de arena, pero con énfasis en las técnicas para aumentar el rendimiento de los recursos disponibles (*recolección de agua de lluvia*, reciclaje/reutilización del agua, desalinación). La adaptación se beneficia enormemente del pronóstico y del modelo climático mejorado. Esto enfatiza la necesidad de reforzar las iniciativas de recopilación de datos. (Muchas estaciones hidrológicas en los países en desarrollo desaparecieron con los años por la falta de inversión). Los riesgos compartidos y el acceso a crédito para las familias afectadas son algunos de los mecanismos financieros que se adaptan para responder a las inundaciones y sequías. En un nivel más estructural, también puede considerarse la modificación de los patrones del uso de la tierra, las carteras de cultivos y las prácticas de cultivo.

Are you aware of the application of any of these integrated assessments approaches in your region? What would be more appropriate, a focus on floods, droughts or both?

6.2.1 Clasificación y perspectiva general de medidas relevantes de adaptación a los cambios climáticos

De acuerdo con el IPCC (IPCC, 2007c: 869), *adaptación* puede definirse como un "Ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados o sus efectos, lo que modera el daño o explota las oportunidades beneficiosas". El término se refiere a los cambios en los procesos, las prácticas o las estructuras para moderar o contrarrestar daños potenciales o para aprovechar las oportunidades asociadas con los cambios en el clima. Implica ajustes para reducir la vulnerabilidad de las comunidades, las regiones o las actividades a la variabilidad y los cambios climáticos. Así, se diferencia de la *mitigación*, que puede definirse como "Una intervención *antropogénica* para reducir la fuerza antropogénica del *sistema climático*; incluye estrategias para reducir las emisiones y *fuentes de gases de efecto invernadero* y mejorar el *sumidero de los gases de efecto invernadero*" (IPCC, 2007c: 878).

La adaptación no es nada nuevo (consultar el Cuadro 6.1) y la mayoría de las medidas de adaptación ocurren espontáneamente, de acuerdo a las necesidades y capacidades individuales de un sector de la sociedad dado; a esto se lo denomina adaptación *autónoma*. Por otro lado, la *adaptación* planificada es resultado de las decisiones que se tomaron basadas en el conocimiento de que las condiciones han cambiado o que están por cambiar (CMNUCC, 2006).

¿Ha escuchado alguna vez acerca de medidas y enfoques de adaptación completamente nuevos? Antes de discutir las medidas de adaptación para los cambios climáticos, ¿cree que hemos trabajado lo suficiente hasta ahora en condiciones de variabilidad climática (por ejemplo, para establecer sistemas de advertencia temprana para inundaciones y sequías en los países en desarrollo)? ¿Cuáles son las consecuencias?

Cuadro 6.1: La adaptación no es nada nuevo

Camas altas y cultivo de *waru waru*, Perú. Esta tecnología se basa en la modificación de la superficie del suelo para facilitar el movimiento y el almacenamiento del agua, y para aumentar el contenido orgánico del suelo para mejorar su aptitud para el cultivo. La tecnología es una combinación de rehabilitación de los suelos marginales, mejora del drenaje, almacenamiento del agua, utilización óptima de la energía radiante disponible y atenuación de los efectos de la escarcha. Este sistema de gestión del suelo para propósitos de riego fue desarrollado por primera vez en el año 300 aC, antes del surgimiento del Imperio Inca. Fue abandonado posteriormente a medida que se descubrieron tecnologías de riego más avanzadas técnicamente.

Fuente: UNEP (1997)Source: Dessai and van der Sluijs, 2007Source: UNEP, 2009

Existen muchas otras maneras de clasificar las opciones de adaptación (CMNUCC, 2006). La adaptación puede ser **reactiva** o **anticipatoria**. La primera ocurre después de que se manifiestan los impactos de los cambios climáticos, mientras que la segunda ocurre antes de que los impactos sean aparentes. La Tabla 6.1 (CMNUCC, 2007a) muestra una perspectiva general de las opciones y respuestas de adaptación sectoriales reactivas y anticipatorias de acuerdo a lo proporcionado por los países en desarrollo en sus comunicados a la CMNUCC.

Tabla 6.1: Medidas de adaptación en sectores vulnerables clave destacados en comunicados nacionales de los países en desarrollo

Sectores vulnerables	Adaptación anticipatoria	Adaptación reactiva
Recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejor uso del agua reciclada ● Áreas de captación de conservación ● Sistema mejorado de gestión de los recursos hídricos ● Reforma de las políticas del agua (precio, políticas de riego) ● Control de las inundaciones, control de las sequías 	<ul style="list-style-type: none"> ● Protección de los recursos hídricos freáticos ● Sistemas mejorados de gestión/mantenimiento del suministro de agua ● Captaciones de protección ● Suministro de agua mejorado ● Recolección de aguas freáticas y de lluvia, desalinización
Agricultura y seguridad de los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo de cultivos tolerantes/resistentes ● Investigación y desarrollo ● Gestión del suelo y el agua ● Diversificación/intensificación de cultivos alimentarios/de plantación ● Medidas de políticas (incentivos tributarios, subsidios, mercados libres) ● Sistemas de advertencia temprana 	<ul style="list-style-type: none"> ● Control de la erosión ● Diques para el riego ● Uso y aplicación de fertilizantes ● Introducción de nuevos cultivos ● Mantenimiento de la fertilidad del suelo ● Época de recolección y plantación ● Diferentes cultivares ● Educación y promoción de la conservación y gestión del suelo y el agua
Salud humana	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistemas de advertencia temprana ● Supervisión/control mejorados de enfermedades/vectores ● Mejoramiento de la calidad medioambiental ● Cambios en el diseño de viviendas/urbano 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reforma de la gestión de la salud pública ● Condiciones mejoradas de vida/viviendas ● Respuesta de emergencia mejorada
Ecosistemas terrestres	<ul style="list-style-type: none"> ● Creación de parques/reservas, áreas protegidas, corredores de biodiversidad ● Identificación/ desarrollo de especies resistentes ● Evaluación de vulnerabilidad en ecosistemas ● Control de especies 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistemas de gestión mejorados, incl. deforestación, reforestación, aforestación ● Promoción de la agroforestería ● Planes nacionales de gestión de incendios forestales

	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo/mantenimiento de bancos de semillas ● Aspectos socioeconómicos incluidos en la política de gestión 	<ul style="list-style-type: none"> ● Almacenamiento de carbón en los bosques
Ecosistemas marinos y de zonas costeras	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión integrada de las zonas costeras ● Planeamiento y zonificación costeros ● Legislación para la protección costera ● Investigación y control de las costas y los ecosistemas costeros. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Protección de la infraestructura económica ● Concientización pública para la protección de los ecosistemas costeros y marítimos ● Construcción de rompeolas y control de las playas ● Protección de los manglares, los arrecifes de coral, las hierbas del mar y la vegetación de la zona costera.

Fuente: Adaptado de CMNUCC, 2007a

Se puede hacer otra distinción con respecto al sistema en el que ocurre la adaptación: el sistema *natural* o *humano*. Dentro del sistema humano, se puede diferenciar entre los intereses *públicos* (gobiernos en todos los niveles) y *privados* (familias individuales, compañías comerciales) (Tabla 6.2).

Tabla 6.2: Matriz que muestra cinco tipos prevalecientes de adaptación a los cambios climáticos, con ejemplos de adaptación

		Anticipatoria	Reactiva
Sistemas naturales			Cambios en la duración de la época de cultivo Cambios en la composición de los ecosistemas Migración de los humedales
Sistemas humanos	Privado	Adquisición de seguro Construcción de casas sobre pilotes Rediseño de plataformas petrolíferas	Cambios en las prácticas agrícolas Cambios en las primas de seguros Adquisición de aire acondicionado
	Público	Sistemas de advertencia temprana Nuevo códigos de construcción, estándares de diseño Incentivos para la reasignación.	Pagos compensatorios, subsidios Cumplimiento de los códigos de construcción Nutrición de las playas.

Fuente: Klein, 1998 y Smit et al., 2001 en CMNUCC, 2006

Por último, cuando se ingresa en las tecnologías para la adaptación, se puede hacer una distinción entre tecnologías *duras* y *blandas* (CMNUCC, 2006). Las tecnologías blandas incluyen seguro, rotación de cultivos y zonas de reserva, así como información y conocimiento. Las tecnologías duras pueden ser rompeolas, semillas resistentes a las sequías y tecnología de riego. En muchos casos, la adaptación exitosa incluye una combinación de tecnologías duras y blandas. La CMNUCC (2006) clasifica en mayor medida a las mismas en tecnologías tradicionales, modernas, altas y futuras.

Es cuestionable si la sociedad puede confiar en la adaptación autónoma para tratar los impactos esperados de los cambios climáticos y la variabilidad en aumento. Por lo tanto, es ampliamente conocido que existe la necesidad de una adaptación de planeamiento anticipatorio, lo que puede tomar las siguientes formas (Klein y Tol, 1997, Huq y Klein, 2003, en CMNUCC, 2006):

1. Aumentar la capacidad de la infraestructura para resistir los impactos de los

- cambios climáticos (por ejemplo, reforzar los diques);
- 2. Aumentar la flexibilidad de los sistemas vulnerables gestionados por los humanos (por ejemplo, prácticas de gestión cambiantes);
- 3. Mejorar la adaptabilidad de los sistemas naturales vulnerables (por ejemplo, reducir otras presiones);
- 4. Revertir tendencias que incrementan la vulnerabilidad (por ejemplo, reducir las actividades humanas en las zonas vulnerables, preservando los sistemas naturales que reducen la vulnerabilidad); y
- 5. Mejorar la concientización y preparación pública (por ejemplo, sistemas de advertencia temprana).

Kabat y van Schaik (2003) dan una perspectiva general de opciones de adaptación agrupadas de acuerdo a las siguientes categorías (Tablas 6.3a–c):

- Políticas contundentes;
- Medidas tecnológicas y estructurales; y
- Riesgos compartidos y difusión.

Políticas contundentes

Durante siglos, las sociedades y los ecosistemas se han adaptado a la variabilidad climática y a los cambios climáticos de un modo evolutivo. Actualmente, la rapidez de los cambios en los regímenes hidrológicos requiere esfuerzos más inmediatos y más concertados. Deben ajustarse las políticas y las reglas de funcionamiento centradas en la explotación óptima de los recursos hídricos disponibles. El aumento del nivel del mar, la reducción de los lagos naturales y la desertificación, todos impulsan cambios en el uso de la tierra y los medios de vida. La creciente susceptibilidad de las áreas de inundaciones a eventos extremos significa que los gobiernos tienen que considerar un planeamiento espacial más rígido como una opción de afrontamiento. Los reasentamientos no son ni populares ni deseables, pero pueden ser inevitables eventualmente donde el riesgo asociado con un lugar en particular puede comenzar a tener más peso que los beneficios percibidos y, por lo tanto, puede llegar a ser inaceptable para la sociedad.

Los conceptos y procesos políticos directamente relacionados y considerados aplicables para el propósito del planeamiento de la adaptación incluyen la GIRH (GWP, 2000), a la Gestión Integrada de las Inundaciones (OMM, 2004), y a la Gestión Integrada de las Zonas Costeras (NU, 1992). Todos estos conceptos son adaptativos en naturaleza y tienen en cuenta opciones de gestión en amplios contextos de desarrollo. Esto es esencial para la contundencia de las políticas en el contexto de la gestión de los recursos naturales. Los observadores del proceso internacional de desarrollo de políticas de los recursos hídricos son conscientes de que ciertas cuestiones específicas tienden a "exacerbarse" y a dominar los intereses por un cierto tiempo, principalmente conducidas por los eventos actuales como las inundaciones, las sequías, los precios de los alimentos, los *biocombustibles*, etc. Es esencial tener en cuenta que las políticas que se desarrollan en dicho contexto de eventos tienen una duración muy limitada. Si, por ejemplo, se toma como base un evento de inundación extrema, el uso del área de inundaciones está gravemente restringido o los programas de reasentamiento se implementan sin consideración de los beneficios del área de inundaciones, dicha política puede tener impactos negativos en la seguridad de los alimentos y los medios de vida. Del mismo modo, si la conservación de los ecosistemas o el control de la contaminación lleva a políticas con propósitos de escaso margen que evitan las inversiones necesarias en el desarrollo de los recursos hídricos, existen con frecuencia consecuencias no

consideradas para la disponibilidad del agua en condiciones de variabilidad y cambio climático, así como para la seguridad de los alimentos y los medios de vida. Las políticas contundentes deben, por lo tanto, basarse en los objetivos y principios amplios de la GIRH, la Gestión Integrada de las Inundaciones y la Gestión Integrada de las Zonas Costeras. Los procesos sugeridos por dichos conceptos brindan los medios para la mediación de los diferentes intereses y los usos competitivos de los recursos hídricos.

Un aspecto fundamental de cualquier estrategia de afrontamiento, por lo tanto, debe ser la **corriente dominante** de los problemas climáticos en la política nacional de la gestión de los recursos hídricos. Para implementar dichas políticas existe la necesidad de disponer de un marco legal e institucional establecido, para permitir a todos los grupos de interés que formen parte del proceso y que gestionen los recursos hídricos de acuerdo a los derechos, poderes y obligaciones convenidos. En la Tabla 6.3a se presenta una perspectiva general de los instrumentos de las políticas que se puede utilizar.

Tabla 6.3a: Compendio de los instrumentos de las políticas para la adaptación

Internacional	Nacional
Convenciones internacionales sobre los cambios climáticos (CMNUCC) Comercio internacional (en particular OMC) AOD/fondos de las influencias del principio "quien contamina paga".	Estrategias nacionales para la reducción de la pobreza Intereses estratégicos nacionales Políticas nacionales del agua y planes de la GIRH Planes nacionales de adaptación para la acción Políticas de gestión de los desastres Preparación nacional contra las inundaciones y planes de mitigación Instrumentos económicos y mercados del agua Transversabilidad de la gestión de los riesgos en los planes de desarrollo Funciones reforzadas de las autoridades de la cuenca hidrográfica Gestión integrada de captación Planeamiento no relacionado con el agua, por ejemplo, zonas urbanas, refugios Planeamiento adaptativo espacial y reasentamiento Diversificación de los medios de vida (en particular para los sectores que dependen sumamente del clima como la agricultura de secano).
Regional	
Planes regionales de adaptación para la acción Planes regionales estratégicos de acción para la GIRH Planes transfronterizos y cooperación interestatal Cooperación informal binacional Instituciones regionales.	

Fuente: Adaptado de Kabat y van Schaik, 2003

Medidas tecnológicas y estructurales

La lista de opciones de afrontamiento en la Tabla 6.3b puede parecer un catálogo de la infraestructura de la gestión de los recursos hídricos y las técnicas de funcionamiento. Es cierto que enfrentarse a los cambios climáticos no involucra muchos procesos o técnicas completamente nuevos, tal vez con la excepción de los avances en la estructura, calidad y resolución de los productos de la información climática como las predicciones climáticas estacionales o interanuales. Sin embargo, debe aclararse que esto no es un argumento a favor la "continuidad". Los instrumentos, métodos y medidas actuales pueden necesitar ser presentados a un ritmo más rápido, y aplicados en diferentes ubicaciones, a escalas diversas, en un contexto socioeconómico diferente y en nuevas combinaciones.

Por ejemplo, si esperamos una mayor ocurrencia de inundaciones repentinas en Europa, se deben considerar las estrategias, los métodos y las técnicas de los países que tuvieron que tratar una frecuencia alta de inundaciones repentinas durante décadas para acelerar el proceso de adaptación. No se espera que esto sea

rápido ni de transición fluida. Pero el mensaje de que puede haber soluciones de adaptación para el sector del agua que se encuentren en lugares que han experimentado condiciones climáticas en el pasado, y que ahora se espera que lleguen a ser comunes en cualquier otro lugar, debe ser un principio conductor del planeamiento de la adaptación.

Tabla 6.3b: Compendio de las opciones tecnológicas y estructurales de adaptación

Almacenamiento y recirculación	Sistemas de advertencia temprana
Grandes depósitos Pequeños depósitos Aguas freáticas Recarga artificial Perforación de pozos Diques de arena Depurador/pozos de galería Opciones relacionadas Mantenimiento del sistema Control de la pérdida de suministro Mantenimiento del equipo de riego Pérdida de los canales de riego Recolección de agua de lluvia Reutilización/reciclaje del agua Desalinación.	Cerca del tiempo real (de horas a días) Corto plazo (de días a semanas) Mediano plazo (de mes a temporada) Largo plazo (de años a décadas) Comunicar los pronósticos a los usuarios finales.
	Mejoras de las operaciones/sistema
	Reglas de operaciones de los depósitos Sistemas integrados, optimizados de depósitos Estructuras actuales de adecuación Programa de riego Gestión de la demanda del agua Estrategias de afrontamiento autóctonas Mejora en las precipitaciones Conservación del suelo y prácticas de cultivo Variedades de cultivos.
Control de inundaciones debido a tormentas	
Estructuras (represas, diques, desvíos, <i>cuencas de detención</i>) Operaciones preventivas.	

Fuente: Adaptado de Kabat y van Schaik, 2003

Lo que también significa que se revisan las operaciones actuales a la luz de circunstancias hidrológicas muy diferentes. La infraestructura de las cuencas es esencial para proteger contra los desastres relacionados con el agua, y reducir su impacto, junto con nuevas obras civiles como los refugios para desastres en las zonas propensas a los riesgos. Puede ser muy práctico mejorar la infraestructura actual, como las rutas, desagües, lagunas y lagos naturales, diques y depósitos, y procesos como la conservación del suelo de pendientes pronunciadas y el control de los sedimentos en los depósitos. Sin embargo, son igualmente importantes las habilidades adecuadas para el funcionamiento y mantenimiento y los medios financieros para ejecutarlas.

En cuanto a las medidas de gestión específicas, como regla general, los depósitos proporcionan el mecanismo más contundente, resistente y confiable para la gestión de los recursos hídricos en una variedad de condiciones e incertidumbres. Sin embargo, otras combinaciones de medidas no estructurales (por ejemplo, la gestión de la demanda, las prácticas de conservación agrícola, fijación de precios, regulación, reasignación) pueden proporcionar resultados comparables en términos de cantidades brutas del suministro de agua, pero no necesariamente en cuanto a la confiabilidad del sistema. La elección de alternativas depende del grado de tolerancia a los riesgos sociales y de la percepción de escasez, así como de la complejidad del problema.

Las posibilidades para afrontar las incertidumbres de la variabilidad y los cambios climáticos son numerosas, tanto en cantidad de estrategias como en las combinaciones de las medidas de gestión que conforman una estrategia. No hay ninguna estrategia única "mejor". Cada una depende de una variedad de factores,

por ejemplo, la eficiencia económica, la reducción del riesgo, la contundencia, la resistencia o la confiabilidad. Sin embargo, las estrategias de adaptación deben desarrollarse, implementarse y controlarse a través de procesos políticos intersectoriales participativos como la GIRH o la Gestión Integrada de las Inundaciones. Sólo si esto tiene éxito, las soluciones resultantes para adaptar las prácticas en el dominio de la gestión y planeamiento de los recursos hídricos tendrán la oportunidad de ser socialmente equitativas, económicamente eficientes y medioambientalmente sostenibles. Asimismo, se debería emplear dicho proceso para minimizar los riesgos de que las medidas de adaptación sean contraproducentes para la agenda de mitigación de los cambios climáticos.

Las reglas hidrológicas han cambiado. Las evaluaciones continuamente actualizadas de los datos meteorológicos e hidrológicos deben ser una parte integral del planeamiento y la gestión de los recursos hídricos. Se requieren esfuerzos continuos de las comunidades de investigación climatológica e hidrológica para absorber dichos datos y transformarlos en resultados adecuados para el planeamiento de la adaptación.

¿Podemos lidiar sin almacenamiento adicional en condiciones de mayor variabilidad? ¿Cuál es el papel de las instalaciones actuales de almacenamiento? ¿Cómo calificamos en términos de mantenimiento y seguridad de dichas instalaciones?

Riesgos compartidos y difusión

El seguro contra desastres es un medio clásico para dividir los riesgos y las pérdidas entre una mayor cantidad de personas durante un período prolongado (Tabla 6.3c). Los desembolsos por los desastres naturales son potencialmente masivos, y son mucho más altos de lo que cualquier simple compañía de seguros pequeña o mediana podría soportar. Por esta razón, existe un mercado activo en el reaseguro. El costo de las primas pueden ser muy alto para una infraestructura importante, y muchos gobiernos no obtienen la cobertura de seguros, y eligen, en cambio, soportar los costes de los reemplazos de las pérdidas parciales que inevitablemente surgen de los presupuestos de su capital. Siempre y cuando los costes a largo plazo del reemplazo sean menores que los costes de las primas, será un enfoque racional; para las sociedades, este enfoque confía en la inversión de los gobiernos en reemplazo. Surge un problema importante cuando un desastre es de tal magnitud que supera la capacidad de una economía para soportar el coste con el presupuesto nacional de gastos ordinarios. Al reconocer que las amenazas relacionadas con el clima no sólo son inevitables, sino que probablemente sigan aumentando, se considera que los mecanismos de seguros tienen un papel en la distribución y difusión de los riesgos.

Tabla 6.3c: Compendio de opciones de riesgos compartidos y difusión

Seguro	Finanzas
Aseguradores primarios	Bancos de desarrollo
Reaseguro	Privado
Microseguro.	Microprestamistas.

Fuente: Adaptado de Kabat y van Schaik, 2003

6.3 Temas de los enfoques de adaptación

En la siguiente sección, se presentan ejemplos seleccionados para ilustrar una variedad de enfoques de adaptación que pueden tomarse en vista de los impactos particulares nacionales o locales esperados.

Enfoque de adaptación 1: Desarrollo y gestión integrada de los recursos hídricos

A la gestión integrada de los recursos hídricos se la reconoce ampliamente como el modo más efectivo de optimizar la disponibilidad del agua para todos los usos, aunque el fortalecimiento institucional que demanda plantea desafíos a muchos países en desarrollo. Junto con la GIRH y su extensión a la gestión integrada de captación aparece una creciente flexibilidad para enfrentarse a grandes fluctuaciones en las precipitaciones y los caudales de los ríos (Kabat y van Schaik, 2003).

La tecnología agrícola y de riego ha hecho posible que se continúe alimentando a la población mundial que se ha triplicado en el último siglo. Del lado negativo, muchos sistemas y políticas de gestión de los recursos hídricos no están bien adaptados para responder al paradigma moderno de la gestión de los recursos hídricos que requiere de la gestión del recurso de una manera sostenible en condiciones de incertidumbre. El grado en que puede implementarse y ponerse en práctica el enfoque de la GIRH depende de la capacidad adaptativa de las instituciones de los países.

Aumentar la producción de la eficiencia del agua mediante el mejoramiento de la eficiencia del riego es la respuesta más simple a la escasez del agua y a la variabilidad climática. El primer paso es mejorar el agua disponible en los sistemas de riego y desagüe.

Enfoque de adaptación 2: Gestión integrada de las inundaciones

Las medidas de adaptación en el contexto de la gestión de las inundaciones debe comprender una mejor combinación de medidas estructurales y no estructurales, con el propósito de minimizar las pérdidas de vida a causa de las inundaciones y de maximizar los beneficios netos derivados de las áreas de inundaciones (OMM, 2004). Este enfoque también se denomina Gestión Integrada de las Inundaciones o gestión de inundaciones en el contexto de la GIRH.

- Las medidas estructurales incluyen, por ejemplo, represas, diques, canales de desvíos, embalses, protección contra inundaciones, etc.
- Las medidas no estructurales incluyen pronósticos de inundaciones y sistemas de advertencia, planeamiento espacial, control de la fuente, preparación de emergencias y procedimientos de respuesta, seguro, programa de concientización del riesgo de inundaciones, etc.

En los últimos años, ciertos países han desarrollado estrategias de adaptación para tratar eventos de inundaciones más extremos. Dichas estrategias involucradas como primer paso detallaron las evaluaciones científicas del cambio observado y proyectado de las variables climáticas y su impacto esperado en los recursos hídricos del país específico. Las estrategias generalmente se basan en los principios de prevención y de gestión de riesgos. Algunos países han considerado ajustar las defensas de las inundaciones al introducir los factores del diseño o concesiones para dar cuenta de los cambios esperados en la descarga de los ríos, el nivel del mar, la actividad de las olas, etc. Otros países recomiendan un enfoque más diversificado en forma de una combinación de medidas para permitir que las defensas contra las inundaciones se desborden durante un evento extremo sin comprometer su integridad estructural, y al mismo tiempo para minimizar los riesgos residuales de las inundaciones mediante un planeamiento espacial, preparación de emergencias y programas de respuesta, así como seguro contra inundaciones.

Inundaciones de los ríos, inundaciones repentinas o inundaciones de las mareas: el pronóstico de inundaciones y los sistemas de advertencia se consideran sistemas de línea de base para la protección de la vida y propiedad en el contexto de la variabilidad climática y los cambios climáticos. A muchos países les falta capacidad sustancial en dicho campo y los cambios climáticos ubican el establecimiento o mejora de dichos sistemas en una posición prioritaria. Se puede considerar a dichos sistemas como parte de las opciones de adaptación sin lamentaciones, al suponer que su establecimiento es beneficioso en un escenario de cambios climáticos, pero también cuando el clima no cambia.

El pronóstico de inundaciones debe abarcar todas las etapas y aspectos de las inundaciones, como las precipitaciones y los niveles costeros del mar (predicciones meteorológicas), niveles del agua en los ríos y en las áreas de inundaciones (predicciones hidrológicas), y proyecciones, por ejemplo, el daño a la agricultura y a la infraestructura (predicciones económicas y de los impactos). Los pronósticos hidrológicos a largo plazo típicamente tienen un tiempo de demora de un mes o más. Éstos sólo pueden brindar una indicación general si existiera riesgo de inundación creciente, y si las inundaciones pronosticadas fueran probablemente promedio, inferiores o superiores al promedio. Sin embargo, dicha información puede ser de gran valor para los gestores de los depósitos en las regiones semiáridas. Estos pronósticos hidrológicos dependen en gran medida de la exactitud de los pronósticos para el tiempo y el clima en las escalas de tiempo estacional. Los pronósticos hidrológicos de mediano plazo tienen un tiempo de demora de aproximadamente una semana, y deben proporcionar estimaciones más exactas de las condiciones de las inundaciones. Estos pronósticos dependen principalmente de la calidad de los pronósticos y la información de las precipitaciones de las cuencas hidrográficas superiores, de la información climática adicional a corto plazo y de la calidad de un modelo de distribución hidrológico utilizado para calcular los residuos líquidos y los caudales de los ríos. Finalmente, los pronósticos hidrológicos a corto plazo, con un tiempo de demora de unos pocos días, se centran en los niveles del agua de los ríos, así como en la extensión y profundidad de las áreas de inundación. Este pronóstico se deriva de la observación en tiempo real de las precipitaciones y los caudales de los ríos en las cuencas hidrográficas superiores, combinadas con los modelos hidrográficos e hidráulicos que calculan o estiman los niveles del agua del río o del almacenamiento de agua en las zonas inundadas (Kabat y van Schaik, 2003).

Enfoque de adaptación 3: Preparación y mitigación de las sequías

Existen enfoques tradicionales (autóctonos) y tecnológicos para afrontar el riesgo de la sequía. Cualquier gestión tecnológica contra la sequía requiere de pronósticos climáticos de medio (estacional) a largo (de años a décadas) plazo y, por lo tanto, de las herramientas de modelos adecuadas. Entonces, dicha información debe trasladarse a la advertencia temprana y a los mecanismos de respuesta.

Las medidas de protección contra la sequía orientadas hacia el suministro incluyen las siguientes:

- Los suministros de agua deben incrementarse mediante la explotación del agua superficial y freática en la zona. Sin embargo, las extracciones intensivas del agua freática para la gestión de las sequías no es un remedio sostenible.
- Se pueden realizar transferencias desde las fuentes de aguas superficiales (lagos y ríos) y freáticas, si son medioambiental y socioeconómicamente aceptables.

- Se puede incrementar el almacenamiento del agua. Los depósitos de los recursos hídricos freáticos (acuíferos), que almacenan agua, cuando están disponibles, pueden ser más ventajosos que los almacenamientos de agua de la superficie, a pesar de los costos de bombeo, debido a la reducción en las pérdidas de evaporación.

En los últimos años, el énfasis en los planes de acción para combatir la sequía han cambiado cada vez más desde la gestión orientada hacia el suministro por la provisión de los recursos hídricos en cantidades necesarias para la gestión efectiva orientada hacia la demanda del recurso de agua dulce limitado y escaso.

Las medidas posibles orientadas hacia la demanda incluyen:

- Prácticas mejoradas del uso de la tierra;
- Gestión de las cuencas hidrográficas;
- Recolección de agua de lluvia/residuos líquidos;
- Reciclaje del agua (p. ej., uso del agua residual municipal tratada para el riego);
- Desarrollo de las estrategias de asignación de los recursos hídricos entre las demandas competitivas;
- Reducción del mal uso;
- Mejoramientos en la conservación del agua por la reducción del agua faltante; y
- Fijación de precios y subsidios del agua.

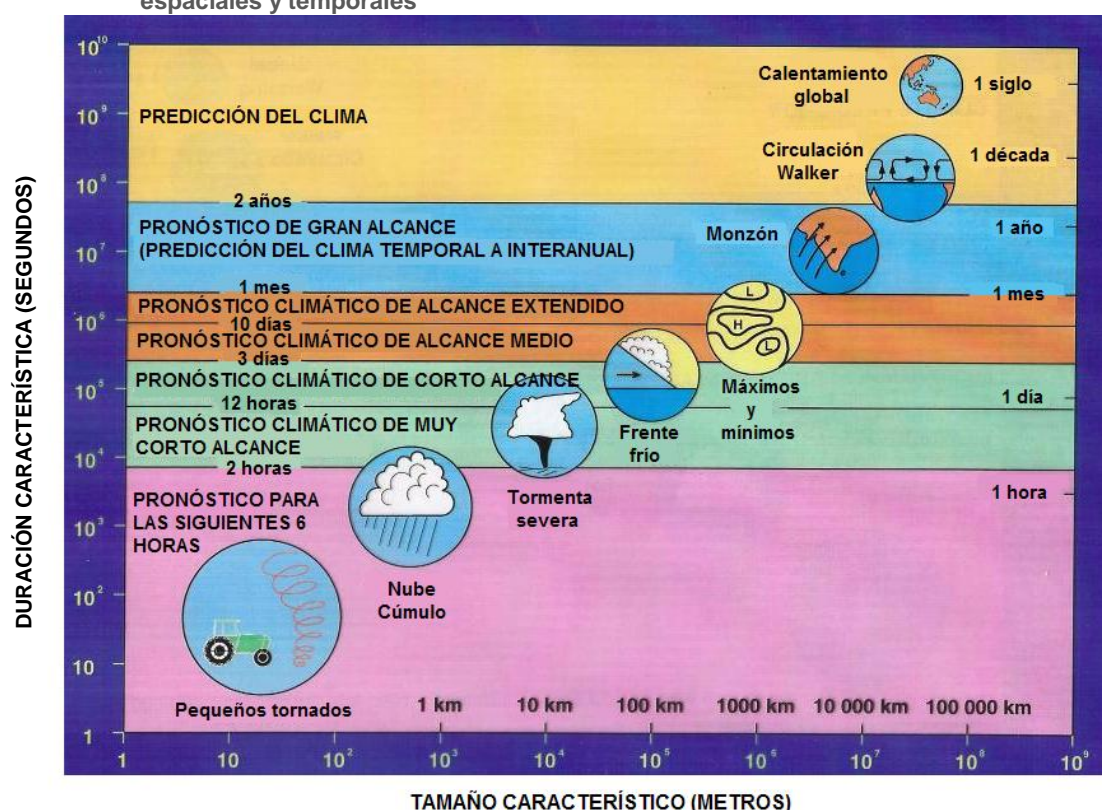
El planeamiento de la contingencia de las sequías también requiere cuidadosa consideración, incluyendo:

- Restricciones del uso del agua;
- Esquemas de racionamiento;
- Tarifas especiales del agua; y
- Reducción de los usos de bajo valor como la agricultura (Kabat et al., 2003).

Enfoque de adaptación 4: Información del tiempo y del clima

La predicción del clima y pronóstico del tiempo son elementos vitales para las estrategias de afrontamiento. Los meteorólogos están mejorando en el seguimiento y pronóstico del clima extremo asociado a ciclones y tifones con exactitud razonable durante períodos de pocos días o semanas. Una comprensión cada vez mayor del fenómeno de *El Niño/La Niña* y de otras anomalías climáticas supone que las variaciones climáticas estacionales predecibles para regiones específicas también están siendo más exactas. En este contexto, los foros regionales sobre la evolución probable del clima (FREPC) han contribuido en el suministro de perspectivas unánimes del clima estacional antes del inicio de la época de lluvias para sustentar la adaptación climática en varios sectores.

Figura 6.1: Productos de la información del tiempo y el clima con las correspondientes escalas espaciales y temporales



Adapted from: J.W., Zillman, WMO Bulletin 48 (2) April 1999).

La Figura 6.1 proporciona una perspectiva general de los productos de la información del tiempo y del clima que abarcan desde el pronóstico hasta las predicciones climáticas con sus escalas espaciales y temporales características. El fortalecimiento de la provisión de los productos de la información del tiempo y del clima se considera una herramienta esencial para la adaptación a la variabilidad climática y, a largo plazo, a los cambios climáticos. La inversión en los productos de la información del tiempo y del clima debería considerarse una prioridad dado que los beneficios que surgen son inmediatos y se materializan en cualquier escenario de cambio climático.

Enfoque de adaptación 5: Mantenimiento de los ecosistemas

Debe prestarse especial atención a las decisiones políticas a nivel gubernamental para la protección de los ecosistemas naturales de los impactos adversos de los cambios climáticos. Las respuestas efectivas dependen de la comprensión de los cambios regionales probables en el clima y el ecosistema. El control de dichos cambios es esencial para ajustar la práctica de la gestión y puede considerarse una opción sin lamentaciones. El estado actual de comprensión sugiere que los impactos que los cambios climáticos sin mitigar tendrán en los ecosistemas serán desastrosos y sin precedentes en la historia de la humanidad, y que las medidas de adaptación para los ecosistemas serán efectivas únicamente para los niveles inferiores de los cambios climáticos. Las políticas actuales para proteger y preservar el ecosistema natural también serán útiles en el régimen de los cambios climáticos. La reducción de las presiones actuales en los ecosistemas naturales como la fragmentación y destrucción de los hábitat, la sobreexplotación, la contaminación y la introducción de especies exóticas proporcionarán varios ecosistemas con un poco de espacio y tiempo para ajustar en los límites específicos y, por lo tanto, necesitan reconocerse como medidas de adaptación.

Algunas de las medidas de adaptación para proteger los ecosistemas naturales son (GWSP, 2005):

- Conservación de la biodiversidad silvestre: fortalecimiento de la Red de Áreas Protegidas;
- Mejoramiento sostenible en la agricultura tradicional para proteger bosques y praderas;
- Protección de los ecosistemas marinos;
- Protección de las zonas costeras; y
- Protección de *humedales* de agua dulce

Los servicios de los ecosistemas como la purificación del agua, la provisión de medios de vida (en particular en un contexto de subsistencia de medios de vida), o la mitigación de las inundaciones pueden verse afectados de manera negativa por los cambios climáticos; sin embargo, el impacto de los cambios climáticos en dichos servicios está sujeto a la investigación en curso y puede contener varias sorpresas mientras los cambios climáticos prosiguen. El AR4 del IPCC (Fischlin et al., 2007) indica que los ecosistemas en las regiones secas, mediterráneas y montañosas pueden ser los más vulnerables. El proceso de la GIRH, basado en la participación de todos los grupos de interés y en los principios de la sostenibilidad medioambiental y ecológica, tiene el potencial para integrar el destino de los ecosistemas vitales terrestres y acuáticos para la conservación de la vida de las futuras generaciones bajo los cambios climáticos.

Síntesis

Se debe establecer la "mejor combinación" y secuencia de medidas de adaptación como parte de un proceso de evaluación de los riesgos. Las opciones sin o con pocas lamentaciones que brindan beneficios aún bajo un escenario de variabilidad climática son las opciones preferidas. El desafío a la adaptación no es meramente un desafío técnico sino un proceso social con fuertes requisitos para ampliar el compromiso de los grupos de interés. Las opciones de adaptación deben desarrollarse en un contexto altamente localizado y con significativa incertidumbre que concierna al futuro estado del recurso local.

Lectura sugerida

CPWC (2009) Environment as Infrastructure. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. The Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC): Den Haag, The Netherlands.

<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

CPWC (2009) IWRM and SEA. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Producing Enough Food. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Water Industry. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) WASH Services Delivery. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

7. ADAPTACIÓN A LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Propósito

El propósito de este módulo es familiarizar a los participantes con el modo de adaptación a los cambios climáticos que se puede incorporar en la gestión de los recursos hídricos en todos los niveles.

7.1 Introducción

Como la calidad y disponibilidad del agua están sustancialmente afectadas por las manifestaciones de los cambios climáticos como las sequías severas o las inundaciones excesivas, existe la necesidad de cambiar el modo en que se usa y se gestiona el agua. La pregunta es, ¿cómo se producirá dicho cambio?

La gestión integrada de los recursos hídricos tiene como fin garantizar que las comunidades cuenten con acceso a recursos suficientes, que el agua esté disponible para el uso productivo y que se asegure la función medioambiental del agua. En estos tres niveles, la gestión se enfrenta a desafíos mediante las manifestaciones de la variabilidad climática que deben considerarse al proponer las estrategias de la gestión.

Para que sea posible, la adaptación a la variabilidad climática debe incorporarse al planeamiento de la gestión de los recursos hídricos.

7.2 ¿Cómo puede ayudar la GIRH?

Las medidas de la gestión tienen que ser factibles, efectivas y aceptables (GWP n.d.). Las medidas para la adaptación a los cambios climáticos a través de la GIRH deben formar parte de estrategias de adaptación más amplias en un contexto más extenso de la gestión sostenible de los recursos hídricos. Las políticas de desarrollo deben revisarse en relación a los nuevos desarrollos climáticos y debe evaluarse si dichas políticas aún se mantienen. En los niveles locales y nacionales, la capacidad para afrontar o adaptarse a la variabilidad puede tratarse en el

Cuadro 7.1: ¿Por qué es importante para tratar las manifestaciones de los cambios climáticos en la gestión de los recursos hídricos?

- Los impactos de los cambios climáticos en los sistemas de agua dulce y su gestión son principalmente causados por los aumentos observados y proyectados en la temperatura, la evaporación, el nivel del mar y la variabilidad de las precipitaciones.
- Se proyecta que la cantidad de personas en las cuencas hidrográficas con mucha presión aumentará significativamente (de 3 a 5 veces en 2050 en comparación con 1995).
- Las zonas semiáridas y áridas están particularmente expuestas a los impactos de los cambios climáticos en el agua dulce.
- La temperatura más elevada del agua, la mayor intensidad de las precipitaciones y los períodos más largos de los caudales bajos causarán mayor contaminación e impactos en los ecosistemas, la salud humana y la confiabilidad en los sistemas de agua y los costes de funcionamiento.
- Los cambios climáticos afectan la función y el funcionamiento de la infraestructura actual del agua, así como las prácticas de la gestión de los recursos hídricos.
- Los procedimientos para la adaptación y las prácticas de gestión de los riesgos para el sector del agua se desarrollan en algunos países y regiones que reconocen la incertidumbre de los cambios hidrológicos proyectados.
- Los impactos negativos de los cambios climáticos en los sistemas de agua dulce sobrepasan a sus beneficios.

Fuente: IPCC. 2007

contexto de planeamiento para la GIRH. Como GWP (n.d.) lo sostiene: "La mejor forma para que los países creen capacidad para adaptarse a los cambios climáticos es mejorar su habilidad para enfrentarse a la variabilidad climática actual." En otras palabras, al mejorar el modo en que usamos y gestionamos el agua en la actualidad, será más fácil tratar los desafíos del mañana (Cuadro 7.1).

¿Qué cambios se esperan en la actualidad que tengan un impacto directo en la disponibilidad y gestión de los recursos hídricos? En términos de cantidad, se espera que las precipitaciones aumenten o disminuyan en un 20%. También se esperan inundaciones y sequías más intensas y más frecuentes. Dichos cambios tendrán impacto directo en el modo en que las personas usan y gestionan sus recursos hídricos.

¿Qué contribución podría hacer la gestión de los recursos hídricos para tratar los problemas inmediatos en las comunidades rurales inundadas?

Las estrategias de adaptación a través de la gestión de los recursos hídricos deben combinar medidas "duras" (de infraestructura) con "blandas" (institucionales) (consultar el Capítulo 6). Los tres desafíos principales son:

- Establecer organizaciones dinámicas que permitan responder estratégica y efectivamente a las circunstancias cambiantes;
- Tomar decisiones basadas en las predicciones en lugar de la información histórica; y
- Garantizar la financiación.

7.3 Medidas posibles de gestión

¿Cuáles son las medidas de gestión posibles que puedan tratar el desafío?

En una situación de falta de agua

La falta de agua, indicada por el porcentaje de extracción para la disponibilidad en un período en particular, es elevado en la mayor parte del África del Norte, África del Sur, Asia occidental y central, el Subcontinente Indio, China del Norte y Mongolia, México y zonas del norte de América Central, las regiones costeras occidentales de Sudamérica, así como las zonas particulares de Argentina y Brasil, y el sur de Tailandia (IPCC 2007a, PNUD 2007). Aquí los déficits sostenidos de precipitaciones y las demandas crecientes de agua aumentan potencialmente la falta. Al medir la falta de agua, no se capturan todos los aspectos de la vulnerabilidad, ni se considera la variabilidad climática. Las zonas más vulnerables en términos de escasez del agua relacionada con el clima son países semiáridos y de bajos ingresos con variaciones anuales altas y concentraciones estacionales de precipitaciones. En estas zonas, las personas cuyo acceso al suministro de agua está vinculado a las precipitaciones, a los residuos líquidos de la superficie y a la recarga de los cuerpos de agua son las más vulnerables.

Las intervenciones de adaptación consistirán en las siguientes medidas para aumentar la disponibilidad del agua:

- Reducción del agua residual;
- Aumento de la eficiencia en la agricultura: "más cultivo por gota"; y
- Ahorro del agua en el uso doméstico.

Las medidas para lograr dichos objetivos incluyen:

- Fijación del precio del agua (controvertido porque puede afectar el acceso al agua de personas pobres);
- Racionamiento del agua estacional durante las épocas de escasez;
- Adaptación de la producción industrial y agrícola para reducir el agua residual;
- Aumento de la captura y del almacenamiento de los residuos líquidos de la superficie;
- Reutilización o reciclaje del agua residual después del tratamiento;
- Desalinación del agua salada o salobre (costoso);
- Mejor uso de los recursos hídricos freáticos (riesgo: sedimentación); y
- Recolección de agua de lluvia.

En una situación de riesgos en la calidad del agua

Los cambios climáticos afectan la calidad del agua. El aumento en la frecuencia y gravedad de las tormentas e inundaciones pone en riesgo a los sistemas de distribución del agua. Los sistemas de drenaje inadecuados en muchas áreas urbanas probablemente sean resultado de los aumentos en la frecuencia de eventos de precipitaciones intensas (consultar Capítulo 2). En lagos y estanques, el en las temperaturas del agua causado por el calentamiento antropogénico afectará la calidad del agua como resultado de los impactos en la química del agua. Las mayores temperaturas en los ríos reducirán el contenido de oxígeno, y por lo tanto, la capacidad de los ríos para purificarse. Los aumentos en las precipitaciones pueden causar que se laven más nutrientes, patógenos y toxinas en los cuerpos de agua.

Las intervenciones se centrarán en revertir los efectos de la calidad del agua asociados con los cambios climáticos, tales como la proliferación de algas como resultado de las temperaturas más altas, o contaminación debido a mayores precipitaciones.

Las medidas posibles son:

- Mejoras en los sistemas de drenaje;
- Mejora o estandarización del tratamiento del agua;
- Mejor control; y
- Medidas especiales durante las temporadas de muchas precipitaciones.

¿Cuáles podrían ser algunas de las medidas especiales durante las temporadas de muchas precipitaciones?

Las intervenciones de adaptación en el agua requerirán una combinación de buena práctica y medidas a largo plazo para tratar impactos específicos de los cambios climáticos en los recursos.

Tabla 7.1: Posibles medidas de beneficios a corto y a largo plazo

Intervenciones con beneficios a corto plazo	Intervenciones con beneficios a largo plazo
<ul style="list-style-type: none"> ● Recolección de agua de lluvia ● Uso incrementado de órdenes de sequía y racionamiento de agua durante períodos de pocas precipitaciones, acompañados por la promoción de medidas de ahorro de agua y medidas de cumplimiento y control. ● Campañas de conciencia pública para fomentar reducciones voluntarias del uso del agua y aumentos en la eficiencia del uso del agua, particularmente durante períodos de mucha escasez de agua ● Reutilización del agua residual en procesos que no requieren agua potable (por ejemplo, riego, uso industrial) ● Control mejorado de la calidad del agua, particularmente durante períodos de mucho riesgo (por ejemplo, sequías, temperaturas extremas, eventos de precipitaciones intensas) ● Alertas sobre la calidad del agua y consejos públicos sobre el tratamiento del agua durante episodios de baja calidad ● Uso de pronósticos estacionales y a corto plazo para planificar el uso del agua ● Introducción de esquemas de precios del agua, con medidas de seguridad para garantizar el acceso a los grupos vulnerables y pobres (por ejemplo, precios sólo aplicables sobre cierto uso per capita/familia/empresa, o sobre cierto radio de uso del agua para la productividad de las empresas). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incorporación de información sobre los cambios futuros posibles en la disponibilidad del agua en los marcos de planeamiento y políticas ● Integración de sistemas de recolección de agua de lluvia en edificios domésticos y comerciales ● Estándares mínimos para la eficiencia del uso del agua en edificios nuevos ● Inversión en industrias que utilizan menos el agua ● Importación estratégica de productos que utilizan mucho el agua ● Concentración de ciertas actividades que utilizan mucho el agua en las temporadas más húmedas ● Actualización de la infraestructura para el tratamiento del agua ● Sistemas mejorados de control de la calidad del agua ● Separación de los sistemas de drenaje y aguas residuales, gestión mejorada de los residuos líquidos ● Actualización de los sistemas de distribución del agua (pérdidas reducidas, evaporación) ● Corriente dominante de los pronósticos del clima y del tiempo en el sector de la gestión de los recursos hídricos ● Construcción de plantas de desalinación, uso de recursos hídricos freáticos de los acuíferos (tener en cuenta los problemas de costes y sustentabilidad) ● Desarrollo de mecanismos internacionales para la gestión de los recursos hídricos compartidos.

Fuente: PNUD, sin publicar

7.4 Cambios climáticos en el planeamiento de la GIRH

Históricamente, en el centro de la gestión de los recursos hídricos estuvo su capacidad y aptitud adaptativa. Anteriormente, las prácticas de gestión respondían a situaciones o a necesidades particulares que surgían de circunstancias cambiantes que podían ser provocadas por causas naturales, cambios institucionales, prioridades políticas y otros factores. Desde esa perspectiva, las estrategias de adaptación y afrontamiento para los cambios climáticos no son nuevas ni carecen de los principios prácticos básicos de la gestión de los recursos hídricos.

Las opciones de gestión para la adaptación a los cambios climáticos no son únicas ni específicamente diferentes de aquellas ya empleadas para afrontar la variabilidad climática actual. La única diferencia importante es si debemos adoptar un enfoque de "no lamentaciones" más convencional e incremental, o uno más anticipatorio y "de prevención". Este es un argumento a favor el uso de la GIRH como un instrumento para la adaptación. Tal vez más importante es que la GIRH es una respuesta a la pregunta de cómo trabajar a través de la gestión de los recursos

¿Qué intervenciones son más efectivas, con beneficios a corto o a largo plazo? ¿Por qué?

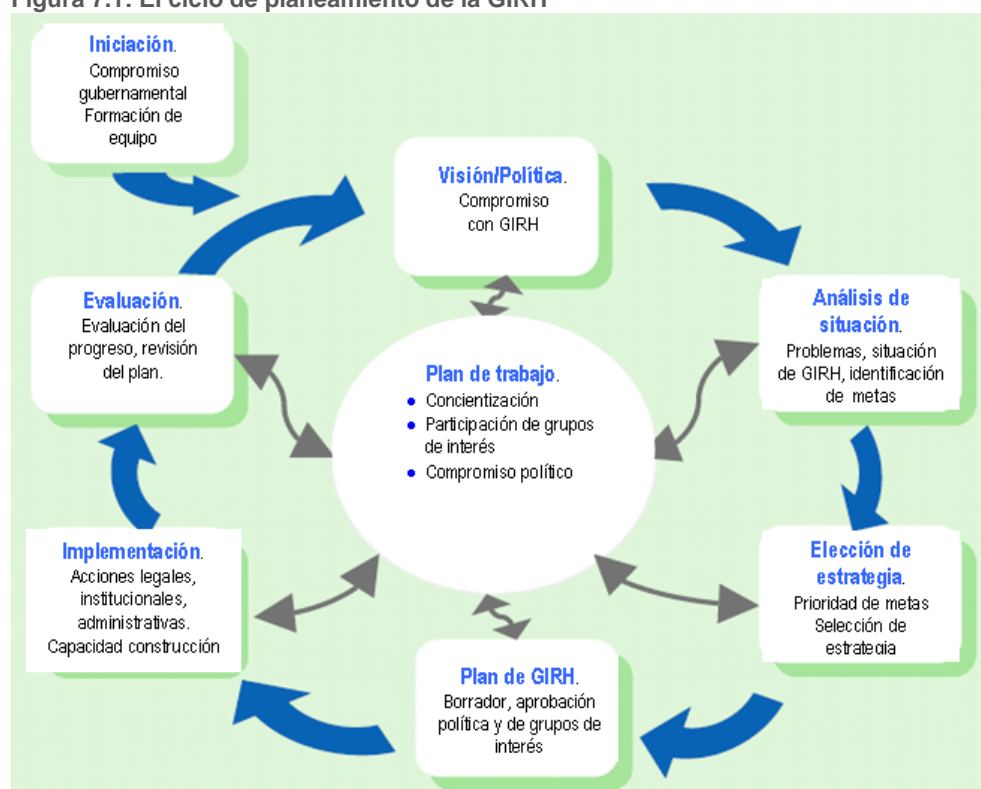
hídricos para alcanzar las Metas de desarrollo del milenio. En este contexto, se ha sugerido correctamente que mientras los hábitos de energía son el centro de la mitigación de los cambios climáticos, la GIRH debe ser el centro de la adaptación (Jonch-Clausen, 2007)

¿Cómo incorporar la dimensión de los cambios climáticos en los planes nacionales de la GIRH?

En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de 2002, los países se comprometieron al desarrollo de los planes nacionales de eficiencia del agua y la GIRH que se incluyeron en el Plan de Implementación de Johannesburgo (NU, 2002). Esto fue instrumental para llevar el desarrollo y la implementación de la GIRH a las agendas nacionales, y muchos países han iniciado o fortalecido más aún los procesos nacionales para el desarrollo de dichos planes.

El Manual de Capacitación y la Guía operativa de Cap-Net sobre los planes de la gestión integrada de los recursos hídricos (Cap-Net, 2005b) presenta el proceso en siete pasos secuenciales como se describe en la Figura 7.1.

Figura 7.1: El ciclo de planeamiento de la GIRH



Fuente: Cap-Net, 2005b

Cuando se ve al proceso de planeamiento de la GIRH como un instrumento para la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes, debe considerarse lo siguiente:

- En el paso "Iniciación", se deben integrar los impactos de los cambios climáticos en el proceso de planeamiento. En defensa de los políticos, puede sostenerse el argumento de que esto será instrumental para que los responsables de tomar decisiones propongan estrategias de gestión de la demanda, que de otro modo serían difíciles de implementar políticamente.

¿En qué etapa del ciclo sería más oportuno introducir medidas de adaptación como parte de la GIRH?

- Durante la etapa "Visión/política", la adaptación a los cambios climáticos es un elemento adicional, no un reemplazo de los objetivos de la GIRH. Los objetivos generales de la GIRH seguirán siendo los mismos.
- En el paso "Análisis de la situación", se debe incorporar el uso de la información climática y el análisis de los impactos. Además, se puede destacar el tema de la adaptación/mitigación para sugerir que el proceso de la GIRH debería reducir el riesgo de las opciones de adaptación que tienen un impacto negativo sobre los objetivos de mitigación, y viceversa.
- En la etapa "Elección de la estrategia", el enfoque anticipatorio o "de prevención" puede introducirse como la base para las estrategias de la GIRH.
- Tenga en cuenta los papeles de las autoridades locales y las organizaciones de la cuenca hidrográfica (OCH) en las estrategias de adaptación cuando se diseña un plan de la GIRH.
- Los marcos legales, la economía y la salud, y otros elementos condicionales variables que fueron analizados desde los fundamentos para la implementación de la GIRH y que son decisivos en cómo ésta contribuye a la adaptación a los cambios climáticos.
- Durante la evaluación, los resultados deben medirse con respecto a los indicadores, teniendo en cuenta las medidas de adaptación propuestas en el plan.
- Durante el proceso, la participación de los grupos de interés es esencial para que los resultados de la evaluación de los impactos y la elección estratégica pertenezcan a las agencias de implementación.

El rango de soluciones y estrategias se fue ampliando a través del tiempo por las mejoras en las tecnologías. Lo que ha cambiado es nuestra comprensión y la implementación del conjunto integrado de medidas de gestión de los recursos hídricos que conforman los principios y políticas modernos. Como se muestra en la Figura 7.2, una captación está compuesta por muchos usuarios, que viven río arriba o río abajo entre sí.

Figura 7.2: Elementos típicos de la GIRH



Fuente: Wageningen Water Impulse; <http://www.wageningen-ur.nl/water>, in: Kabat et al, 2003

El enfoque integrado tiene en cuenta la captación como un todo y considera los impactos que tendrán los cambios en la captación o la distribución del agua en los otros usuarios. Los administradores de los recursos hídricos ya no parten de la suposición de que ciertas medidas estructurales (por ejemplo, represas, diques) son las mejores soluciones. En cambio, comienzan la planificación preguntándose cuáles

son los objetivos de la gestión. En general incluyen tales factores como el bienestar social y comunitario, el papel de las mujeres en los grupos de usuarios del agua y la recuperación del medio ambiente. La GIRH debe estar considerada como el paradigma comprensivo para la adaptación a la variabilidad climática actual, y este es el prerrequisito para afrontar las consecuencias del calentamiento global, los cambios climáticos asociados con el mismo y sus repercusiones en el ciclo del agua.

7.5 Dentro del contexto institucional de la gestión de las cuencas hidrográficas

La gestión de los recursos hídricos y los problemas climáticos generalmente se tratan en diferentes entornos institucionales. La gestión de los recursos hídricos puede supeditarse a un ministerio del agua o departamento de asuntos hídricos, mientras que los cambios climáticos generalmente se tratan en un ministerio del medio ambiente. Igualmente, a nivel de la cuenca hidrográfica, las medidas de los cambios climáticos pueden ser responsabilidad de las agencias medioambientales, mientras que la organización de la cuenca hidrográfica por lo general se ocupa de la asignación y el control de la contaminación (Cap-Net, 2008). El desafío es preparar organizaciones de las cuencas hidrográficas que asuman responsabilidades para tratar la adaptación a los cambios climáticos, junto con las autoridades locales y las agencias medioambientales.

Las funciones típicas de las organizaciones de las cuencas hidrográficas son:

- Asignación del agua;
- Control de la contaminación;
- Control;
- Planeamiento de la cuenca;
- Gestión económica y financiera;
- Gestión de la información; y,
- Organización de la participación de los grupos de interés.

¿Cuáles son las funciones clave de la organización de la cuenca hidrográfica que ayudarían a las municipalidades y comunidades a tratar los efectos de los cambios climáticos?

Para implementar estas funciones a nivel de la cuenca, las organizaciones de las cuencas hidrográficas cuentan con instrumentos prácticos para tratar adecuadamente las manifestaciones de los cambios climáticos. Como tales, las posibles medidas de adaptación mencionadas anteriormente en este capítulo están dentro de los mandatos y responsabilidades de las OCH. En la tabla a continuación, vinculamos algunas de las posibles medidas con funciones de la OCH.

Tabla 7.2: Algunas posibles medidas de adaptación y funciones de las organizaciones de las cuencas hidrográficas

Posibles medidas de adaptación	Función de la OCH	Efecto anticipado
Precios del agua, recuperación de costes, inversión	Gestión económica/financiera	Consumo per capita reducido Eficiencia mejorada
Racionalización estacional del agua, reasignación, administración del uso del agua	Asignación del agua Control de la contaminación	Disponibilidad y acceso mejorados Caudal ininterrumpido Función de purificación asegurada
Mapeo de los riesgos de inundaciones y sequías, infraestructura, desarrollo de escenarios	Planeamiento de la cuenca	Impacto reducido de los eventos extremos

Posibles medidas de adaptación	Función de la OCH	Efecto anticipado
Captura y almacenamiento incrementado de los residuos líquidos de la superficie	Planeamiento de la cuenca	Disponibilidad mejorada Contaminantes reducidos en el sistema
Reutilización y reciclaje, mejor regulación, presión para un saneamiento mejorado.	Control de la contaminación Asignación del agua Planeamiento de la cuenca	Disponibilidad mejorada Contaminación reducida de los recursos hídricos freáticos
Uso de los recursos hídricos freáticos	Asignación del agua Planeamiento de la cuenca	Disponibilidad mejorada
Recolección de agua de lluvia, sistemas de advertencia	Asignación del agua Participación de los grupos de interés	Disponibilidad mejorada Daño reducido al drenaje
Mejora de los sistemas de drenaje y del tratamiento del agua	Control de la contaminación Planeamiento de la cuenca	Contaminación reducida Disponibilidad y recuperación mejorada
Mejor control.	Gestión de la información Control.	Acción mejorada como respuesta a necesidades reales.

7.6 Adaptación al nivel adecuado

Los países en desarrollo probablemente sufran más los impactos negativos de los cambios climáticos. En los países en desarrollo, los sectores sensibles al clima como la agricultura y la industria pesquera son económicamente más importantes que en los países desarrollados. La reducción de la vulnerabilidad de estos sectores y grupos societarios debe ser central para las estrategias de adaptación, lo que garantiza que se sustenten los medios de vida. Las capacidades humanas, institucionales y financieras limitadas para anticipar y responder a los impactos directos e indirectos, particularmente a nivel de la comunidad hacen que sea esencial que las estrategias se desarrollen e implementen en el nivel apropiado.

¿Se le ocurren otros efectos deseados o menos deseados de las medidas de adaptación propuestas?

Las **autoridades locales** desempeñan un papel central para tratar la pobreza, mejorar el acceso a los servicios de agua básicos y para la gestión sostenible de los recursos hídricos. Sin embargo, con frecuencia carecen del conocimiento y de la capacidad para alcanzar estas expectativas. Son las estructuras de gobernabilidad representativa más descentralizadas que tienen responsabilidades para brindar los servicios básicos. En este contexto, son las primeras autoridades responsables de garantizar que se traten las necesidades de los sectores y actores vulnerables en las estrategias de adaptación y que se protejan sus medios de vida.

Se espera que las autoridades locales brinden o faciliten servicios de agua y saneamiento, pero progresivamente también se espera que adopten enfoques participativos para maximizar los aportes de los grupos de interés al planeamiento, las decisiones de gestión y la responsabilidad de los grupos de interés para la gestión de la demanda de los recursos hídricos. Las autoridades locales desempeñan papeles en las agencias de gestión de las cuencas hidrográficas, como usuarios y como representantes de la comunidad, y se espera que respalden los enfoques regulatorios que apoyan la gestión sostenible de los recursos hídricos, incluida la protección medioambiental y del ecosistema. Con descentralización creciente, se les han conferido mayores responsabilidades a las autoridades locales, pero muchas veces tienen una competencia, experiencia y capacidad muy cambiantes. Su efectividad afecta al desarrollo, la pobreza, el medio ambiente y la salud, pero siguen siendo una de las instituciones más desafiantes para alcanzar la asistencia para la gestión mejorada de los recursos hídricos.

Las asociaciones de usuarios, las ONG ecológicas, los grupos de interés y otras personas desempeñan un papel importante en la movilización de los grupos de interés para el desarrollo de estrategias de adaptación y para garantizar su participación en la implementación. En el marco de planeamiento para la adaptación en el contexto de la GIRH, la consulta con los grupos de interés y su participación son centrales para el proceso. Estos garantizan que se traten correctamente los asuntos de equidad de género y que se consideren adecuadamente los sectores más vulnerables y los usuarios del agua cuando se desarrollan estrategias.

En este contexto, se puede hacer una distinción entre la adaptación pública y privada. **La adaptación privada** es iniciada e implementada por individuos, familias u otras entidades privadas, y por lo general sirve a los intereses de quienes la implementan. **La adaptación pública** es iniciada e implementada por las autoridades públicas y por lo general debería servir al interés de la comunidad. Idealmente, la autoridad pública solicita los aportes de los individuos, los grupos de interés u otros representantes de las entidades privadas para desarrollar una estrategia que cumpla con los intereses públicos basada en los requisitos privados. Sin embargo, eso demanda una importante capacidad de la autoridad pública para organizar la participación y convertir los aportes en políticas estratégicas e implementación. Los partidos locales también deben estar informados y lo suficientemente familiarizados con los escenarios de adaptación, así como con las herramientas y las técnicas a su disposición. Se requerirán importantes esfuerzos de creación de capacidades dirigidos hacia las autoridades locales y los representantes de la sociedad civil.

Lectura sugerida

Cap-Net (2005) Planes de la gestión integrada de los recursos hídricos: Manual de capacitación y Guía operativa. Cap-Net: Delft, Países Bajos.

Cap-Net (2008) Gestión integrada de los recursos hídricos para organizaciones de cuencas hidrográficas: Manual de capacitación y guía para los moderadores. Cap-Net: Pretoria, Sudáfrica.

PCAC (2009) Planning Better WRM. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. El Programa Cooperativo sobre el Agua y el Clima (CPWC): Den Haag, Países Bajos.
<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

PCAC (2009) Países islas pequeñas. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

PCAC (2009) Gestión de los recursos hídricos transnacionales. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

PCAC (2009) Recursos hídricos y servicios. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

Para pensar:

Si las autoridades locales, las comunidades y los grupos de interés son esenciales para la adaptación adecuada a los cambios climáticos, y se van a tratar las necesidades de los grupos vulnerables, ¿cómo será considerado esto en escenarios y desarrollado estratégicamente por los gobiernos centrales?

Parte 2:

Guía Para Los Moderadores



PROGRAMA MODELO DEL CURSO

Día 1

Horario	Tema	Contenido
9:00 – 10:30	Introducción	Introducción del programa y los participantes
11:00 – 12:30	Introducción a la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y al cambio climático	En esta clase se introducen los principios y los conceptos de la GIRH, y se discutirá la forma en que la GIRH puede ayudar a tratar la adaptación a los cambios climáticos. A la presentación le sigue la discusión grupal.
13:30 – 14:30	Comprensión de los factores y los impactos de los cambios climáticos – Factores	<i>Introducción y discusión</i> Se introduce la base de las ciencias físicas de los cambios climáticos y los factores relacionados.
14:30 – 15:30	Discusión grupal	Grupos al azar – informe
16:00 – 17:30	Comprensión de los factores y los impactos de los cambios climáticos – Impactos	<i>Introducción y discusión</i> Se discute una noción respecto a cómo los cambios climáticos impactarán en los recursos hídricos y los ecosistemas, y cómo esto podría afectar el uso del agua.

Día 2

Horario	Tema	Contenido
8:30 – 9:00	Resumen del día anterior	<i>Se deben volver a tratar y a clarificar los temas importantes.</i> Se les solicita a los participantes que resuman las presentaciones y discusiones en no más de tres enunciados desafiantes que desencadenen la discusión.
9:00 – 10:30	Desarrollo de estrategias y planificación para la adaptación	<i>Introducción y discusión</i> ¿Qué principios básicos pueden emplearse para el planeamiento de adaptación en el contexto de los recursos hídricos? Se discuten los procesos que se han desarrollado para preparar las estrategias y los proyectos de adaptación, además de ejemplos de planeamiento de adaptación.
11:00 – 12:30	Ejercicio	Grupos formados de acuerdo a 4 casos: definir los TdR de equipos diferentes en un proyecto de adaptación a los cambios climáticos en el sector de los recursos hídricos
13:30 – 15:00	Impacto de los cambios climáticos sobre los sectores del uso del agua	<i>Introducción y discusión</i> ¿Cuáles son los impactos de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos a nivel regional y mundial? Se destacan los impactos esperados para varios sectores de uso del agua.
15:30 – 17:30	Ejercicio	Los mismos grupos de la clase anterior deben discutir los impactos de: Caso 1 – agricultura e inundaciones rurales Caso 2 – navegación y agricultura Caso 3 – infraestructura e inundaciones urbanas Caso 4 – ecosistemas e industria pesquera.

Día 3

Horario	Tema	Contenido
8:30 – 9:00	Resumen del día anterior	
9:00 – 10:30	Técnicas para evaluar impactos	<i>Introducción y discusión</i> A partir de la clase anterior, se introducirán las técnicas para evaluar los impactos identificados.
11:00 – 12:30	Tratamiento de las incertidumbres;	<i>Introducción y discusión</i> Introducción sobre varios aspectos adicionales a las incertidumbres cuando se tratan los cambios climáticos y sobre cómo puede incluirse esto en los enfoques de gestión medioambiental. Incluye una presentación de enfoques orientados a la predicción o la resistencia como dos enfoques diferentes en la adaptación a los cambios climáticos.
13:30 – 18:00	Visita de campo	

Día 4

Horario	Tema	Contenido
8:30 – 9:00	Resumen del día anterior	
9:00 – 10:30	Ejercicio	Los cuatro grupos deben diseñar y planear una evaluación de riesgos que trate con la estrategia de incertidumbres utilizando los índices de vulnerabilidad climática para sus casos respectivos.
11:00 – 12:30	Instrumentos y medidas para la adaptación	<i>Introducción y discusión</i> Perspectiva general de las medidas de adaptación y su tipología.
13:30 – 15:00	Ejercicio	Los cuatro grupos deben proponer medidas de adaptación para sus casos respectivos.
15:30 – 18:00	Juego de roles	

Día 5

Horario	Tema	Contenido
8:30 – 9:00	Resumen del día anterior	
9:00 – 10:30	Adaptación a los cambios climáticos en la gestión de los recursos hídricos	<i>Introducción y discusión</i> Esta clase se ocupa de los instrumentos de gestión de los recursos hídricos disponibles y de cómo pueden ayudar a tratar los cambios climáticos. Considera las etapas de un proceso de planeamiento y dónde puede insertarse la adaptación. También relaciona las medidas de adaptación con funciones de gestión de los recursos hídricos.
11:00 – 12:30	Ejercicio	Los cuatro grupos deben diseñar estrategias e incorporar la adaptación en el planeamiento de la gestión de los recursos hídricos.
13:30 – 14:30	- cont. -	Grupos de trabajo
14:30 – 15:30	- cont. -	Informe y discusión
16:00 – 16:30	Discusión general	Lecciones para llevar en casa
16:30 – 17:30	Evaluación y cierre del curso	

DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES

Clase 1

Título: Introducción a la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y al cambio climático
Objetivos de aprendizaje Al final de esta clase, los participantes podrán: <ul style="list-style-type: none"> ● Describir el significado de GIRH y sus principios centrales; ● Comprender las razones principales para tomar un enfoque GIRH; ● Conocer algunas áreas donde la GIRH pueda ayudar en la adaptación a los cambios climáticos.
Necesidades/requisitos para la clase Equipo de presentación Rotafolios u otro grupo de herramientas de informe de ejercicio Espacio para grupos
Breve síntesis La clase introduce los principios y conceptos principales de la GIRH y trata la cuestión de cómo puede ayudar a la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes para una disponibilidad y calidad del agua mejorada.
Asignación del tiempo Presentación y discusión: 45 minutos Ejercicio: 45 minutos Total: 1 h 30 minutos
Ejercicio Discusión grupal. Según el tamaño del grupo, dividirse en 3 ó 4 grupos y discutir las siguientes preguntas: Tras haber examinado los principios básicos de la GIRH, probablemente podrá evaluar la situación en su propio país en relación con la implementación de la GIRH. Algunas preguntas a las que convendría responder son: <ul style="list-style-type: none"> ● ¿Cuál es la evidencia de compromiso con la GIRH en su país? ● ¿Se han adoptado algunos principios de la gestión de recursos hídricos en su país? ● ¿Cómo son afectados de distinta forma los hombres y mujeres por los cambios en la gestión de recursos hídricos en su país? ● ¿Qué tan adaptables son las prácticas de gestión en su país? ● ¿Cuáles son las manifestaciones de los cambios climáticos en su país que podría tratar la GIRH?

Clase 2

Título: Factores e impactos de los cambios climáticos
Objetivos de aprendizaje Al final de esta clase, los participantes podrán: <ul style="list-style-type: none"> ● Explicar los conceptos básicos de variabilidad climática y cambios climáticos; ● Conocer el lenguaje utilizado por el IPCC para comunicar confianza e incertidumbre; ● Comprender los fundamentos subyacentes al Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones; ● Identificar los impactos de los cambios climáticos en el ciclo del agua, los ecosistemas y el uso del agua.
Necesidades/requisitos para la clase Ordenador y proyector Espacio para grupos
Breve síntesis Es muy importante comprender la base de las ciencias físicas de los cambios climáticos y los factores asociados antes de analizar sus posibles consecuencias. El agua, como recurso revitalizador y como el que se verá más afectado por los cambios climáticos, necesita atención especial. Los administradores de los recursos hídricos necesitan comprender cómo los cambios climáticos impactarán en los recursos hídricos y en los ecosistemas y cómo esto puede afectar el uso del agua.
Asignación del tiempo Introducción y discusión sobre los factores: 60 minutos Discusión grupal e informe: 60 minutos Introducción y discusión sobre los impactos: 90 minutos

Total: 3 h 30 minutos
Ejercicio Discusión grupal. Según el tamaño del grupo, dividirse en 3 ó 4 grupos al azar y discutir las siguientes preguntas: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Ha notado ya algún cambio en el clima de su región? ¿Concuerdan estos cambios con las observaciones y proyecciones del IPCC? • ¿Cuáles fueron los impactos en los recursos hídricos? • ¿Cuáles cree que serán los cambios futuros y cómo podrían afectar los recursos hídricos? Terminar el ejercicio con informes orales breves (5 minutos) para todo el grupo.

Clase 3

Título: Desarrollo de estrategias y planeamiento para la adaptación
Objetivos de aprendizaje Al final de esta clase, los participantes podrán: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los principios y procesos principales que se han propuesto para el proceso de preparación de estrategias de adaptación; • Descubrir las principales fuentes de guía importante para el planeamiento de adaptación; • Conocer mediante un ejemplo de caso las posibilidades de trasladar los principios de adaptación al contexto de un proyecto; • Identificar los vínculos entre los planes de adaptación y los planes de mitigación, y las posibles medidas contrarias entre los dos.
Necesidades/requisitos para la clase Equipo de presentación Rotafolios u otro grupo de herramientas de informe de ejercicio Espacio para grupos
Breve síntesis La clase aclara la cuestión respecto a los principios básicos que pueden emplearse para el planeamiento de adaptación en el contexto de los recursos hídricos. También se exploran los procesos que se han desarrollado para preparar las estrategias y proyectos de adaptación. Esta clase explorará y discutirá más a fondo un ejemplo de planeamiento de adaptación, en especial la forma en que esos principios pueden trasladarse al contexto de un proyecto de adaptación nacional.
Asignación del tiempo Presentación: 40 minutos Discusión: 20 minutos Ejercicio: 120 minutos Total: 3 h
Ejercicio Ejercicio grupal y presentación plenaria. → Consultar la descripción del ejercicio y la solución modelo.

Clase 4

Título: Impacto de los cambios climáticos sobre los sectores del uso del agua
Objetivos de aprendizaje Al final de esta clase, los participantes podrán: <ul style="list-style-type: none"> • Comprender las consecuencias de los cambios climáticos para los recursos hídricos por región del mundo; • Explicar las consecuencias previstas de los cambios climáticos para los principales sectores de uso del agua; • Comprender los diferentes marcos de CCIIV; • Comprender diversos métodos para generar escenarios climáticos.
Necesidades/requisitos para la clase Ordenador y proyector Espacio para grupos
Breve síntesis

Se espera que los impactos de los cambios climáticos no sean uniformes y que varíen en las diferentes regiones geográficas. La clase discute los impactos de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos a nivel regional y mundial. Se destacan los impactos esperados para varios sectores de uso del agua.

El IPCC identificó varios marcos para evaluar los impactos de los cambios climáticos, organizados conjuntamente de acuerdo con el término abarcativo de Impacto de los Cambios Climáticos, Adaptación y Vulnerabilidad (CCIAV). En la mayoría de los estudios de CCIAV, los escenarios climáticos se proyectan a través de Modelos de Circulación General (MCG) basados en argumentos socioeconómicos. Entonces, los escenarios climáticos se procesan mediante diferentes modelos para evaluar el impacto en los sistemas de los recursos hídricos para respaldar el planeamiento de adaptación.

Asignación del tiempo

Introducción y discusión de los impactos sobre los sectores de uso del agua: 90 minutos

Ejercicio y presentaciones plenarias: 120 minutos

Introducción y discusión sobre las técnicas para evaluar los impactos: 90 minutos

Total: 5 h

Nota: El ejercicio sobre las técnicas para evaluar los impactos se combinará con el ejercicio para tratar las incertidumbres.

Ejercicio

En la sección de ejercicios se brindan descripciones de casos. Los participantes se dividirán en cuatro grupos de acuerdo a las descripciones de los casos. Luego, los grupos discutirán los impactos esperados sobre los sectores identificados en los casos respectivos:

Caso 1 – agricultura e inundaciones rurales

Caso 2 – navegación y agricultura

Caso 3 – infraestructura e inundaciones urbanas

Caso 4 – ecosistemas e industria pesquera.

Clase 5

Título: Tratamiento de las incertidumbres

Objetivos de aprendizaje

Al final de esta clase, los participantes podrán:

- Comprender los diversos tipos de incertidumbres involucrados en el tratamiento de los cambios climáticos;
- Conocer las consecuencias que la incertidumbre tiene para la gestión medioambiental;
- Explicar las diferencias entre los enfoques orientados a la predicción y a la resistencia e ilustrarlo con ejemplos.

Necesidades/requisitos para la clase

Ordenador y proyector

Espacio para grupos

Breve síntesis

Se brinda una breve introducción respecto a diversos aspectos adicionales a las incertidumbres cuando se tratan los cambios climáticos y sobre cómo puede incluirse esto en los enfoques de gestión medioambiental. Se presentan enfoques de predicción y orientados a la resistencia como dos formas diferentes para la adaptación a los cambios climáticos. Se han ilustrado con algunos ejemplos.

Asignación del tiempo

Introducción y discusión 90 minutos

Ejercicios y presentaciones plenarias combinados con ejercicios sobre técnicas para evaluar los impactos: 90 minutos

Total: 3 h

Ejercicio

De acuerdo a los cuatro casos, los mismos grupos realizarán una evaluación de riesgos, utilizando el IVC presentado a continuación en la próxima sección. Luego, identificarán las principales incertidumbres.

Clase 6

Título: Instrumentos y medidas para la adaptación
Objetivos de aprendizaje Al final de esta clase, los participantes podrán: <ul style="list-style-type: none"> ● Comprender el concepto de adaptación a la variabilidad y los cambios climáticos; ● Explicar la diferencia entre adaptación y mitigación, y brindar argumentos de por qué es necesaria la adaptación a la variabilidad y los cambios climáticos; ● Distinguir las diversas tipologías de opciones de adaptación; ● Identificar medidas posibles de adaptación para varios sectores e impactos de los cambios climáticos.
Necesidades/requisitos para la clase Equipo de presentación Rotafolios u otro grupo de herramientas de informe de ejercicio (por ejemplo, ordenadores portátiles) Espacio para grupos
Breve síntesis Esta clase les brindará a los participantes una perspectiva general de las medidas de adaptación y su tipología. En un ejercicio grupal deberán proponer medidas de adaptación realistas para casos seleccionados (provistos) o, alternativamente, de su país o región.
Asignación del tiempo Presentación: 40 minutos Discusión: 50 minutos Ejercicio: 90 minutos Total: 3 h
Ejercicio Discusión grupal y presentaciones. Con los mismos grupos que en los ejercicios anteriores trabajar consistentemente con los diferentes aspectos de un caso por grupo. Los grupos deben proponer instrumentos y medidas adecuados para la adaptación como se presenta para sus casos respectivos.

Clase 7

Título: Adaptación a los cambios climáticos en la gestión de los recursos hídricos
Objetivos de aprendizaje Al final de la clase, los participantes podrán: <ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los instrumentos de la gestión de los recursos hídricos disponibles para tratar las manifestaciones de los cambios climáticos; ● Diseñar estrategias para el empleo de diferentes políticas e instrumentos; ● Promover la adaptación al nivel adecuado.
Necesidades/requisitos para la clase Equipo de presentación Rotafolios u otro grupo de herramientas de informe de ejercicio Espacio para grupos
Breve síntesis La GIRH tiene como fin garantizar que las comunidades cuenten con acceso a recursos suficientes, que el agua esté disponible para el uso productivo y que se asegure la función medioambiental del agua. En estos tres objetivos, la gestión se enfrenta a desafíos mediante las manifestaciones de la variabilidad climática que deben considerarse al proponer las estrategias de la gestión. Para que sea posible, la adaptación a la variabilidad climática debe incorporarse al planeamiento de la gestión de los recursos hídricos. Esta clase se ocupa de los instrumentos de gestión de los recursos hídricos disponibles y de cómo pueden ayudar a tratar los cambios climáticos. Considera las etapas de un proceso de planeamiento y dónde puede insertarse la adaptación. También relaciona las medidas de adaptación con funciones de gestión de los recursos hídricos. Finalmente, los participantes deben diseñar estrategias e incorporar la adaptación en el planeamiento de la gestión de los recursos hídricos.
Asignación del tiempo Presentación y discusión: 90 minutos Ejercicio: 150 minutos Informe y discusión: 60 minutos Total: 5 h
Ejercicio Los grupos deben trabajar para incorporar estrategias y medidas de adaptación a los cambios climáticos en el planeamiento de la GIRH. Las tareas se describen en la sección Ejercicios.

EJERCICIOS

Clase 3: Desarrollo de estrategias y planeamiento para la adaptación

Ejercicio 1

Ejemplo de proporción de estructura a un proyecto de adaptación a los cambios climáticos para el sector de los recursos hídricos

Nota: este ejemplo está basado en el caso de un país árido en desarrollo donde se han identificado necesidades de investigación importante como parte de una evaluación preliminar. Por lo tanto, se pone énfasis en el fortalecimiento de la comprensión de impactos específicos para el sector del agua en esa área. Esto puede aplicarse de modo diferente en los lugares donde los proyectos de investigación importante ya se han completado o en un contexto climático y socioeconómico diferente.

Los objetivos del proyecto para este ejemplo son:

- Crear un entorno nacional para facilitar el uso de la información climática en:
 - ◆ Planeamiento de los recursos hídricos;
 - ◆ Funcionamiento de la infraestructura del agua, y
 - ◆ Gestión de desastres.
- Realizar evaluaciones científicas de los impactos de los cambios climáticos sobre los recursos hídricos y crear conciencia;
- Evaluar los impactos de los cambios climáticos en reglas existentes o propuestas del funcionamiento del sistema del agua, diseño y tamaño del sistema, políticas y estrategia del uso del agua;
- Desarrollar conocimientos mediante investigaciones aplicadas en cuestiones de la gestión de los recursos hídricos relacionadas con las predicciones, la variabilidad y los cambios climáticos; y por consiguiente
- Contribuir al desarrollo sostenible mediante el desarrollo de estrategias de adaptación para el planeamiento y el funcionamiento de la infraestructura de los recursos hídricos y la gestión de desastres.

Los siguientes grupos de trabajo se diseñaron para respaldar el proyecto. Observe que los roles varían entre las tareas de investigación científica importante, las tareas de coordinación y facilitación, y las tareas de diseño de políticas y planeamiento estratégico. Los participantes pueden seleccionar la cantidad adecuada de grupos (4 ó 5) para el ejercicio.

Grupo de trabajo 1: Grupo de información climática

Términos de referencia: El grupo trabajará en estrecha colaboración con los proveedores de datos climáticos nacionales e internacionales, tales como las instituciones de modelos climáticos, los desarrolladores de modelos regionales, etc. Además de cumplir con los requisitos de este proyecto, este grupo de trabajo (GT), una vez establecido, tiene el potencial para cumplir con los requisitos de otros estudios de cambios climáticos realizados por diferentes sectores. Para este propósito, el grupo debe trabajar junto con el GT 10 (Grupo de Coordinación Interministerial) y desarrollar mecanismos para obtener aportes de otros sectores. El

Grupo de Trabajo será responsable de proveer la siguiente información climática para que otros grupos la utilicen:

- (i) Base de datos/escenarios de MCG;
- (ii) Redimensiones y modelos climáticos regionales;
- (iii) Modelos de interacción del océano y el clima para la rugosidad del mar;
- (iv) Perspectivas del clima estacional;
- (v) Productos del clima numéricos.

Grupo de trabajo 2: Grupo de datos e información

Términos de referencia: Varios grupos requerirán diferentes clases de datos e información histórica. Estos datos deben gestionarse de modo que estén disponibles con facilidad para todos los grupos y que se consigan adecuadamente para el uso en todos los estudios climáticos futuros. El grupo trabajará en:

- (i) La evaluación y recopilación de los datos disponibles;
- (ii) La evaluación de la necesidad de datos;
- (iii) La creación de plataformas para compartir y gestionar datos;
- (iv) La evaluación de la falta de datos; y
- (v) Las sugerencias para fortalecer la red de control para necesidades futuras y los impactos de control de las estrategias de adaptación.

Grupo de trabajo 3: Grupo de demanda del agua

Términos de referencia: Las futuras demandas de agua de diferentes sectores son propensas cambiar con el calentamiento climático. Para desarrollar estrategias de adaptación, es esencial evaluar estas demandas en íntima colaboración con diversos usuarios. El grupo:

- (i) Evaluará las demandas actuales y futuras;
- (ii) Interactuará con otros ministerios;
- (iii) Interactuará con diversos usuarios; y
- (iv) Explorará posibilidades de gestión de demandas.

Grupo de trabajo 4: Grupo de recursos hídricos freáticos

Términos de referencia: El grupo trabajará en colaboración con el GT 5 (Evaluación de los recursos hídricos) para la evaluación general de los recursos hídricos e implementará las siguientes acciones para estudiar los impactos de los cambios climáticos en los recursos hídricos freáticos:

- (i) Recarga de los recursos hídricos freáticos y su calidad;
- (ii) Interfaz de los recursos hídricos freáticos y el agua dulce en las zonas costeras; y
- (iii) Lagos y lagunas en las zonas costeras.

Grupo de trabajo 5: Grupo de evaluación de los recursos hídricos

Términos de referencia: El grupo se centrará en la evaluación de los recursos hídricos freáticos en términos de cantidad y calidad. Tendrá una estrecha interacción con el Grupo de Trabajo 1 (grupo de información climática) y con el Grupo de Trabajo 4 (grupo de recursos hídricos freáticos). El grupo se concentrará en:

- (i) El estudio del flujo de entrada y de salida de los depósitos de recursos hídricos superficiales;
- (ii) El estudio de la evaporación de los depósitos y la calidad del agua;
- (iii) Los estudios de los sistemas de drenaje; y
- (iv) Los estudios de la calidad del agua de los ríos.

Grupo de trabajo 6: Grupo de planeamiento, adaptación y gestión

Términos de referencia: El grupo sintetizará los aportes de los diferentes grupos. Utilizará la información producida por los GT 3, 4 y 5, y desarrollará un mecanismo y los aportes para la corriente dominante de la información de los riesgos climáticos que se genera en:

- (i) Planeamiento nacional de los recursos hídricos;
- (ii) Evaluación de los proyectos de desarrollo actuales y futuros;
- (iii) Adaptación de las políticas y planes; y
- (iv) Gestión medioambiental de los diferentes cuerpos de agua.

Grupo de trabajo 7: Grupo de gestión de las zonas costeras

Términos de referencia: El grupo será responsable de la evaluación de los impactos de los cambios climáticos en los siguientes elementos costeros y sus impactos en varios elementos naturales y estructuras costeras construidas por el hombre o la infraestructura en las zonas costeras:

- (i) Patrones de olas y corrientes;
- (ii) Control del nivel del mar y la topografía de la tierra;
- (iii) Dinámicas y ecosistemas de los lagos;
- (iv) Desembocaduras de los ríos y lagunas;
- (v) Erosión de las costas;
- (vi) Impactos en las obras de protección costeras; e
- (vii) Infraestructura en las zonas costeras.

Grupo de trabajo 8: Grupo de mantenimiento y funcionamiento del sistema

Términos de referencia: El grupo será responsable de evaluar la sensibilidad de las siguientes estructuras de la infraestructura del agua a los impactos de los cambios climáticos en la disponibilidad del agua:

- (i) Diques;
- (ii) Infraestructura (barreras, puentes, cámaras de bombeo, etc.);
- (iii) Canales; y
- (iv) Sistemas de drenaje.

Grupo de trabajo 9: Grupo de información y concientización

Términos de referencia: Los grupos de trabajo 9 y 10 son grupos de alcance y serán responsables de comunicar los resultados del proyecto del mundo exterior. El grupo desarrollará las estrategias de comunicación con el público y los profesionales y será responsable de mejorar:

- (i) La concientización entre los profesionales del agua;
- (ii) La concientización entre otros sectores;
- (iii) La concientización pública;
- (iv) La concientización a través de la educación; y
- (v) La interacción con las ONG, las cooperativas agrícolas y las asociaciones de usuarios del agua para lograr lo mencionado anteriormente.

Grupo de trabajo 10: Grupo de coordinación interministerial

Términos de referencia: El grupo será responsable de interactuar con los siguientes para evaluar las necesidades de información y comunicar los resultados de las

evaluaciones de forma periódica:

- (i) Diferentes ministerios y usuarios;
- (ii) Otros estados de las cuencas;
- (iii) Comunidades/gobiernos locales;
- (iv) Sector privado; y
- (v) ONG.

Propuestas de medidas posibles

Tipos de medidas	Situación propensa a inundaciones	Situación propensa a sequías	Calidad del agua deteriorada	Efectos en la salud
PREVENCIÓN/ MEJORA DE LA RESISTENCIA Medidas				
PREVENCIÓN Medidas				
REACTIVAS Medidas				
RECUPERACIÓN Medidas				

Descripciones de casos para los siguientes ejercicios:

Caso 1:

Una cuenca hidrográfica está ubicada en un país en desarrollo de Asia con un clima monzónico. La densidad de la población ya es elevada, así como la tasa de la pobreza, y se proyecta que la población seguirá en aumento en las tres o cinco próximas décadas. Aunque haya tendencias de urbanización, la mayoría de los habitantes vive en zonas rurales donde los medios de vida están directamente vinculados con la agricultura (de subsistencia). Las inundaciones ribereñas han sido una característica anual del pasado. Las inundaciones menores (por ejemplo, anuales) son esenciales para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la salud de los ecosistemas ribereños, y para reabastecer los suministros de agua en los depósitos de agua superficial y los sistemas de recursos hídricos freáticos conectados con el área de inundaciones. Los impactos negativos de las grandes inundaciones son las grandes pérdidas de vida, la destrucción de los cultivos y los medios de vida, la interrupción de la infraestructura de transporte, y el daño a las casas y a otras infraestructuras. Las inundaciones recurrentes también llevan a la desviación de los fondos de desarrollo a la mitigación de desastres.

Caso 2:

Una cuenca hidrográfica está situada en un país en desarrollo en África subsahariana. Hay una estación lluviosa (de octubre a marzo), con un período de sequía generalmente en enero. La densidad de la población es relativamente baja. La mayoría de los medios de vida dependen de la agricultura de secano. Los fertilizantes artificiales se usan escasamente debido a los altos costes. La conservación de la humedad del suelo ha sido parte de las prácticas agrícolas tradicionales, pero, debido a la mecanización, es menos común en la actualidad. Se proyecta un mayor aumento en la población en las tres a cinco próximas décadas. Aunque haya tendencias de urbanización, la mayoría de los habitantes vive en zonas rurales donde los medios de vida están directamente vinculados con la agricultura (de subsistencia).

Caso 3:

Una megaciudad costera está situada en un país en desarrollo en Latinoamérica en la desembocadura de un gran río. En los últimos años, las tormentas y las descargas río arriba han ocasionado inundaciones en algunas partes más bajas de la ciudad. Esto ha resultado en el desbordamiento de los alcantarillados, la contaminación de las fuentes de agua potable y el brote de enfermedades provenientes del agua. Durante los períodos de sequía prolongados, no se puede garantizar la disponibilidad suficiente de agua potable. A causa de la emigración desde las zonas rurales hacia la ciudad, se proyecta que la densidad de la población seguirá aumentando en las tres a cinco próximas décadas, lo que forzará más desarrollos en las zonas de alto riesgo.

Caso 4:

Una cuenca hidrográfica está situada en un país tropical en desarrollo en Asia Sudoriental. La densidad de la población es alta y se proyecta que la población siga aumentando en las tres a cinco próximas décadas. Si bien hay tendencias de urbanización, la mayoría de los habitantes viven en zonas rurales donde los medios de vida están directamente vinculados con la agricultura (de subsistencia) y la industria pesquera. Las inundaciones menores (por ejemplo, anuales) son esenciales para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la salud de los ecosistemas ribereños, y para reabastecer los suministros de agua en los depósitos de agua superficial y los sistemas de recursos hídricos freáticos conectados con el área de inundaciones. El río es un hábitat esencial para el pez *Carnitop* comercialmente importante, que pasa parte de su ciclo de vida en los afluentes río arriba y otra parte en los montes de manglares río abajo. *El Carnitop* necesita agua limpia y su fuente de alimentación es muy sensible a los pesticidas.

Clase 4: Impacto de los cambios climáticos sobre los sectores del uso del agua

Según los cuatro casos presentados, los grupos discutirán los impactos esperados en los sectores identificados en los respectivos casos:

- Caso 1 – agricultura e inundaciones rurales
- Caso 2 – navegación y agricultura
- Caso 3 – infraestructura e inundaciones urbanas
- Caso 4 – ecosistemas e industria pesquera.

Clase 5: Tratamiento de las incertidumbres

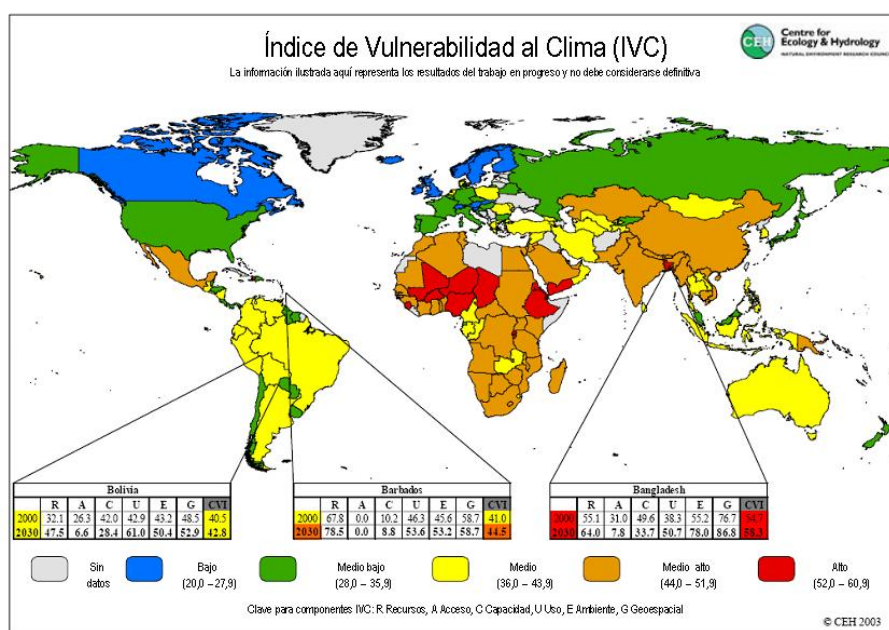
Para los cuatro casos, los mismos grupos realizarán una evaluación de riesgos, usando el Índice de Vulnerabilidad al Clima (IVC). Identificarán las principales incertidumbres.

El Índice de Vulnerabilidad al Clima

El IVC se basa en un marco que incorpora una amplia variedad de problemas. Es una metodología integral para la evaluación de los recursos hídricos en concordancia con el enfoque de los medios de vida sostenibles utilizados por muchas organizaciones donantes para evaluar el progreso del desarrollo. Los puntajes del índice varían de una escala de 0 a 100, con el total que se genera como promedio ponderado de seis componentes principales. Cada uno de los componentes también se califica de 0 a 100.

Las seis categorías o componentes principales se muestran a continuación.

Componente IVC	Subcomponentes/variables
Recurso (R)	<ul style="list-style-type: none"> • evaluación de disponibilidad de aguas superficiales y freáticas • evaluación de la capacidad de almacenamiento de agua y confiabilidad de los recursos
Acceso (A)	<ul style="list-style-type: none"> • evaluación de la calidad del agua y dependencia del agua importada/desalinizada • acceso al agua limpia y saneamiento
Capacidad (C)	<ul style="list-style-type: none"> • acceso a cobertura de irrigación ajustada según las características climáticas • gastos en bienes de consumo duraderos o ingresos • PBI como proporción de PBN, e inversión en agua como % de la inversión de capital fijo total
Uso (U)	<ul style="list-style-type: none"> • nivel educativo de la población y tasa de mortalidad de menores de 5 • existencia de sistemas de advertencia de desastres y solidez de las instituciones municipales • porcentaje de personas que habitan en viviendas informales • acceso a lugar seguro en caso de inundación u otros desastres
Ambiente (E)	<ul style="list-style-type: none"> • tasa de consumo de agua doméstica en relación con la nacional y otros estándares • uso de agua agrícola e industrial relacionada con sus aportes respectivos al PBI
Geoespacial (G)	<ul style="list-style-type: none"> • densidad de ganado y población humana • pérdida de hábitats • frecuencia de inundaciones • extensión de tierra en riesgo por el aumento del nivel del mar, maremotos o derrumbamientos • grado de aislamiento de otros recursos de agua y/o recursos alimenticios • deforestación, desertificación y/o tasas de erosión del suelo • grado de conversión de la tierra por vegetación natural • pérdida de glaciares y riesgo de GLOF



Fuente: Sullivan y Meigh, 2005

Clase 6: Instrumentos y medidas para la adaptación

A cada grupo se le asigna un estudio de caso (arriba) para el que tienen que trabajar y presentar los siguientes asuntos:

1. Identificar un conjunto de probables impactos en el estado de los recursos hídricos en términos de distribución espacial y temporal (incluidos los eventos extremos) y calidad. Su supuesto es que dichos impactos se han evaluado al menos como "probables" por una evaluación científica de impactos.
2. Utilizar dichos impactos para definir un conjunto de medidas que deben considerarse en la adaptación de los impactos proyectados y explicar para

- cada medida cuál debería ser el efecto deseado. Este conjunto de medidas preferentemente debería existir a partir de una combinación de medidas políticas, tecnológicas y que tengan como objetivo compartir los riesgos.
3. Clasificar dichas medidas de acuerdo con la Tabla 2 (apuntes de las clases): ¿son anticipatorias o reactivas y se aplican al sistema natural o al sistema humano?
 4. Para cada medida seleccionada, brindar indicaciones sobre los siguientes criterios:
 - ¿Son las medidas económicamente justificables aun si los impactos proyectados resultan ser menores? (por ejemplo, ¿pueden etiquetarse como medidas sin lamentaciones o de pocas lamentaciones?)
 - ¿Hay restricciones importantes conocidas para su aplicación, por ejemplo, restricciones financieras o políticas, aceptabilidad de los grupos de interés?
 - ¿Comprometen las medidas a los objetivos de mitigación de los cambios climáticos en el sentido de emisiones significativamente crecientes de GEI?
 - Intentar identificar las posibles externalidades de aplicar dichas medidas, por ejemplo, en las áreas de seguridad de los medios de vida, seguridad de los alimentos, salud de los ecosistemas y reducción de la pobreza.

Clase 7: Incorporación de la adaptación de los cambios climáticos en el planeamiento de la gestión de los recursos hídricos

Descripción:

Se espera que los grupos de trabajo de los ejercicios anteriores elaboren en detalle sus casos respectivos.

Asignación a los grupos:

Desarrollar una **estrategia para la adaptación** a los cambios climáticos utilizando los conceptos, los principios, las herramientas y las técnicas presentadas durante la semana.

En el desarrollo de la estrategia, considerar los siguientes elementos:

- Análisis de los problemas;
- Escenarios y modelos;
- Principios y conceptos de la GIRH;
- Impactos en la salud;
- Opciones legales;
- Impactos financieros y económicos;
- Medidas posibles de adaptación;
- Desarrollo de estrategias para diferentes sectores y tratamiento de las incertidumbres;
- Proceso de planificación y participación de los grupos de interés;
- Desarrollo de capacidades;
- Actividades del nivel de la cuenca y la comunidad; y

- Los roles de las organizaciones de las cuencas hidrográficas y las autoridades locales.

Utilizar el ciclo de planificación de la GIRH e identificar los actores de cada etapa del ciclo, las medidas a tomar, las producciones y los indicadores esperados para el éxito.

Consejo: material útil: Planes de la GIRH del manual de capacitación de Cap-Net (2005)

Juego de roles: Lago Naivasha

Leer la siguiente descripción del lago Naivasha, Kenia, de Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Naivasha, en inglés). En esta descripción es evidente que los niveles de agua están bajando en el lago, lo que afecta a muchos grupos de interés. El proceso está causado por un conjunto complejo de factores naturales y antropogénicos, y los cambios climáticos probablemente sean uno de ellos. Los escenarios de los cambios climáticos predicen una disminución en las precipitaciones anuales en la zona de Naivasha.

Descripción del lago Naivasha

Superficie 139 km²; profundidad promedio 6 m; profundidad máx. 30 m; elevación de la superficie 1.884 m.

El lago Naivasha es un lago de agua dulce en Kenia, ubicado al noroeste de Nairobi, en las afueras de la ciudad de Naivasha. Es parte del Gran Valle del Rift. El nombre proviene del nombre local Maasai *Nai'posha*, que significa "agua inquieta" por las tormentas repentinas que pueden surgir. El lago tiene una superficie de 139 km², y está rodeado por un pantano, que cubre un área de 64 km², pero esto puede variar mucho según las precipitaciones. Está ubicado a una altitud de 1.884 m. El lago tiene una profundidad promedio de 6 m, con la zona más profunda en la Isla Crescent, con una profundidad de 30 m. Njorowa Gorge formaba la desembocadura del lago, pero ahora pasa por encima del lago y forma la entrada al Parque Nacional Hell's Gate.

El lago contiene una variedad de vida silvestre; se han informado más de 400 especies diferentes de pájaros. Hay una población considerable de hipopótamos en el lago. Hay dos lagos más pequeños en las cercanías del lago Naivasha: El lago Oloiden y el lago Sonachi (un lago cráter verde). Crater Lake Game Sanctuary se encuentra cerca, mientras que la playa del lago es conocida por su población de inmigrantes y colonos europeos. Entre 1937 y 1950, el lago se utilizó como un lugar de aterrizaje para los hidroaviones en la ruta de pasajeros y correo de Imperial Airways desde Southampton en Gran Bretaña hasta Sudáfrica. Unía a Kisumu y Nairobi.

La floricultura constituye la industria principal que rodea al lago. Sin embargo, el uso muy irregular del agua del lago para el riego está reduciendo el nivel del lago y es tema de preocupación en Kenia. La pesca en el lago también es otra fuente de empleo e ingreso para la población local. El lago varía mucho en nivel y casi se secó completamente en la década de 1890. Una vez reabastecidos, los niveles del agua ahora están bajando nuevamente. La ciudad de Naivasha (antiguamente Nakuru Oriental) se encuentra en la costa noreste del lago.

¹El nivel del agua del lago Naivasha está descendiendo y, por lo tanto, la Asociación de la Ribera del Lago Naivasha (LNRA) propone restringir el uso del agua. La LNRA cree que éste es el único modo en que sus miembros pueden beneficiarse del lago a largo plazo. En especial con los efectos esperados de los cambios climáticos, se necesita acción inmediata. La LNRA convoca a una reunión para discutir y presentar

La descripción y las opiniones de los grupos de interés se basan en términos generales en la IUCN/LNRA (2005). Lago Naivasha: Gestión local de un sitio Ramsar keniano. Programa Regional de África Oriental de la IUCN, Nairobi, y la Asociación Ribereña del Lago Naivasha, Naivasha. 78 pp.

sus planes a los siguientes grupos de interés: los granjeros de menor escala; el sector de floricultura; la industria del turismo; la municipalidad de Naivasha; el ministerio de agua y riego; la asociación de pescadores y el Instituto de Investigaciones Marinas y Pesqueras de Kenia (KMFRI).

Cómo jugar

Cada grupo de interés está representado por un participante y otro participante actúa como ángel guardián del grupo de interés. En este caso hay ocho grupos de interés, lo que significa que actúan 16 participantes y el resto observa. Todos los participantes participan del juego de roles, como grupo de interés, ángel guardián u observador. Las responsabilidades se presentan en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Roles y responsabilidades de los participantes

Rol	Responsabilidad
Grupo de interés	Prepara los objetivos y una estrategia para la reunión junto con el ángel guardián Participa activamente en el juego y se pone en el lugar del grupo de interés (sólo piensa en el escenario más amplio si es más importante para él como grupo de interés) Implementa las sugerencias del ángel guardián Realiza una autoevaluación durante la clase de comentarios que reflexionan sobre los objetivos y las estrategias.
Ángel guardián	Prepara los objetivos y una estrategia para la reunión junto con el grupo de interés Al pasar mensajes en hojas de papel, ayuda a los grupos de interés en la siguiente estrategia convenida.
Observador	Brinda comentarios sobre el juego (identifica los objetivos y la estrategia de los grupos de interés, las técnicas de la negociación, etc.) Realiza conexiones entre el juego de roles y cómo esto está relacionado con la realidad (lo que puede aprender de este juego de roles) Respeto a los actores y comprende que actúan.

²Según la información en la Tabla 2 y la descripción del lago, el grupo de interés y su ángel guardián dedican un tiempo (10 a 15 minutos) para prepararse para la reunión de los grupos de interés. Durante este tiempo acuerdan los objetivos que desean lograr como resultado de esta reunión y una estrategia para alcanzar dichos objetivos. Los objetivos pueden ser, por ejemplo, un acuerdo sobre la restricción del agua o para prevenir un acuerdo en la restricción del agua. La LNRA prepara un orden del día para la reunión y se prepara para presidir la clase y formular los objetivos y una estrategia. Durante el juego, los observadores tratan de resolver los objetivos de los diferentes grupos de interés y evaluar si han logrado dichos objetivos. Durante el tiempo de preparación, los observadores pueden ponerse de acuerdo para distribuir las tareas (centrarse en un grupo de interés específico, por ejemplo).

Tabla 2: Las características de los grupos de interés

Grupo de interés	³ Características
LNRA	Desea la gestión sostenible del lago Tiene en cuenta los efectos potenciales de los cambios climáticos No confía en los floricultores Cree que la municipalidad sólo tiene en cuenta los problemas a corto plazo Muy confiada Desea que la reunión termine con un acuerdo.
Asociación de agricultores de menor escala	Conocen muy bien la zona, han vivido allí por generaciones Tienen en cuenta la necesidad de restricciones

Se deben repartir las características de los grupos de interés al grupo de interés y al ángel guardián respectivos. Por ejemplo, no se supone que la LNRA vea las características de los floricultores. Son ficticias y no siempre reflejan la realidad

Grupo de interés	³ Características
	Sienten que las restricciones se deben aplicar principalmente (si no únicamente) a los floricultores No les agradan los floricultores y sienten que a estas compañías extranjeras no les importa el lago en absoluto Creen que la municipalidad está "gobernada" por los floricultores.
Floricultores unidos	Sienten que tienen todo el derecho de usar tanta agua como necesiten mientras brinden empleo y sean los principales contribuyentes del crecimiento económico de la zona Arrogantes; no quieren estar en la reunión Tratan de "engañar" a la municipalidad y al ministerio No quieren un acuerdo sobre las restricciones del agua, a menos que no se aplique a ellos.
Industria del turismo	Depende del ecosistema para sus ingresos La sustentan los Ministerios de Turismo y Medio ambiente, y Recursos Naturales y los Servicios de Vida Silvestre de Kenia Le gusta mantener una alianza con la LNRA Considera que las grandes industrias no deberían extraer agua de este ecosistema vulnerable (floricultores) Buscan un acuerdo constructivamente.
Municipalidad de Naivasha	Tiende a valorar el empleo sobre la sostenibilidad No cree que los cambios climáticos influenciarán mucho la zona No está en demasiado contacto con los agricultores ni pescadores a pequeña escala Le molestan mucho los rumores de estar "gobernada" por los floricultores.
Ministerio de recursos hídricos y riego	No es consciente de las susceptibilidades locales Aprecia la invitación Cree que un acuerdo en el uso restringido parece necesario Tiende a ayudar a los floricultores, pero puede ser sensible a argumentos sólidos Tiene el potencial para establecer o romper un acuerdo (ayudar a la LNRA o a los floricultores) Se siente importante.
Unión de pescadores	Apoya todas las iniciativas que ayudan a aumentar el nivel del agua del lago No está bien organizada Se siente ignorada.
KMFRI	Tiene una estación permanente en el lago Interés económico y científico El lago ofrece un buen potencial para la cooperación en la investigación internacional Sabe que los floricultores están cerca de los potenciales donantes Europeos (UE, gobierno holandés) Vínculo histórico con las industrias pesqueras Muy preocupado por los potenciales efectos de los cambios climáticos en la ecología del lago.

Durante el juego, los grupos de interés se sientan en un semicírculo frente a los observadores de modo que los grupos de interés puedan verse entre sí. Los ángeles guardianes se sientan detrás de los grupos de interés y anotan sugerencias en hojas de papel y las entregan a sus respectivos grupos de interés. La LNRA abre la reunión y comienza el juego. Durante el juego, se ignora a los observadores. El moderador interviene si la reunión no progresa o si la discusión se vuelve "muy intensa". El juego dura aproximadamente 15 minutos. Después, los observadores brindan sus comentarios. Luego, el grupo de interés y el ángel guardián cambian de posición y el juego comienza de nuevo, seguido de una segunda ronda de comentarios.

Mediación

El moderador del curso explica el proceso y controla el tiempo. Es importante reservar tiempo suficiente para la clase completa, porque a veces el juego en sí

mismo o la clase de comentarios se convierten en una discusión y opiniones muy útiles sobre la participación de los grupos de interés. El moderador también puede animar la reunión (si fuera necesario) al deslizar notas a los grupos de interés, estimulándolos a tomar posiciones más extremas en el debate. El moderador detiene el juego cuando da vueltas, al ingresar en el mismo estado o si el tiempo lo demanda. El moderador lidera las sesiones de opiniones y termina todo el juego de roles con algunos comentarios concluyentes y lecciones aprendidas.

PLANIFICACIÓN DE UN TALLER Y DESARROLLO DE DESTREZAS DE CAPACITACIÓN

Contenido:

- Lo que hay que tener en cuenta cuando se planifica un taller
- Dinámica y activadores
- Actividades para romper el hielo
- Planificación de talleres sobre los cambios climáticos y recursos hídricos

Este capítulo se ha diseñado para ayudar a aquellas personas que desarrollarán actividades de capacitación sobre la adaptación a los impactos de los cambios climáticos y sobre cómo puede ayudar la GIRH.

Introducción

Las actividades de capacitación con participantes adultos tienen necesidades específicas que deben considerarse cuando se planifica el evento a fin de garantizar que se cumplan los objetivos de la capacitación. Los estudiantes adultos favorecen el aprendizaje al compartir experiencias y mediante la aplicación del nuevo conocimiento en los entornos reales de trabajo.

El proceso de planeamiento es una herramienta que usted, al igual que el moderador, puede utilizar para mejorar el proceso de aprendizaje de los participantes.

1. Grupo objetivo

Al considerar que la capacitación debe adaptarse a diferentes audiencias, debe asegurarse de que sus materiales de capacitación traten diferentes necesidades y que cumplan los requisitos de los perfiles de los estudiantes. También es importante identificar el material que utilizará y anticipar todas sus necesidades durante las clases planeadas.

2. Factores externos

Un buen ejercicio preparatorio es proyectar los escenarios de capacitación posibles. De este modo, puede intentar controlar los factores externos que pueden influenciar el evento de capacitación, por ejemplo, días festivos, condiciones climáticas y eventos políticos. Este ejercicio también le brinda la oportunidad de identificar oportunidades particulares que puedan surgir.

3. Factores internos

Es importante ser realista y planear el desarrollo de capacidades de acuerdo a sus fortalezas y al respaldo externo que pueda alcanzar. A continuación se presentan algunos consejos prácticos para el planeamiento, la conducción y la evaluación del curso de capacitación.

A. Antes de la capacitación

- Establezca sus objetivos de capacitación.
- Identifique y evalúe el método de capacitación y escoja el más apropiado para sus objetivos.
- Identifique a sus pares regionales/locales.
- Prepare un presupuesto ajustado a sus necesidades y costes, considere todos los gastos y reserve una suma para emergencias.
- Solicite respaldo financiero.
- Identifique el material desarrollado de fuentes expertas y planifique la revisión y la integración.
- Trate los problemas administrativos y de ubicación (cuarto de aseo, salas de conferencias para clases de grupos de trabajo, distribución de la sala de reuniones, acceso a Internet, aire acondicionado, conexiones, programa de evacuación, etc).
- Decida la forma en que medirá los objetivos.
- Intente establecer la situación o conocimiento de los participantes (por ejemplo, utilice un formulario de solicitud, solicíteles a los participantes que escriban una presentación o un análisis de la situación de su región).
- Identifique las mejoras a las que apunta.
- Identifique responsabilidades de asignación.
- Prepare clases dinámicas y activadoras al planificar el contenido.
- Haga una lista de los materiales y el equipo que necesitará.

B. Durante la capacitación

- Incorpore clases interactivas a las clases técnicas, como aplicación práctica de los conceptos y principios como parte del proceso de aprendizaje.
- Planifique resúmenes diarios para evaluar las actividades y la comprensión de los participantes, pero asegúrese de que los resúmenes no sean simples síntesis de las presentaciones.
- Considere los recesos que necesite y el modo de traer a los participantes de regreso a la clase (reproducir música, hacer sonar una campana, encender o apagar las luces).
- Asigne roles de "control" o roles organizativos a los participantes voluntarios.
- Asegúrese de que el material se devuelva a tiempo.
- Evalúe y trate las necesidades especiales de los participantes y capacitadores.

C. Después de la capacitación

- Mida los logros de los objetivos por los indicadores identificados.
- Revise los comentarios de los capacitadores y los participantes. Evalúe qué mejoras se pueden hacer al programa, a los materiales o a la mediación.
- Controle la efectividad del método de capacitación seleccionado y el tiempo asignado.
- Identifique cualquier falta en la capacitación, e inclúyalas en los planes futuros.
- Controle los resultados financieros.

Si planea repetir su actividad de capacitación, entonces deberá trabajar en la preparación de actividades de seguimiento:

1. Forme grupos por regiones o países (según la cantidad de participantes y del grupo objetivo que ha identificado para el seguimiento).
2. Prepare una propuesta para poner en marcha una actividad en su región, país o nivel de cuenca utilizando el programa y los materiales de la capacitación recién realizada sobre la GIRH y los cambios climáticos.
3. Debe identificar:
 - Grupo objetivo;
 - Duración de la actividad;
 - Establecer los contenidos de acuerdo a la extensión, las necesidades y las características de la región o del país;
 - Identificar a los oradores y expertos regionales o locales;
 - Hacer una lista de requisitos para poner en marcha su actividad de capacitación;
 - Identificar a las personas responsables;
 - Hacer un cronograma;
 - Identificar la financiación;
 - Preparar una presentación para compartir en el plenario.

Algunas sugerencias de actividades para romper el hielo/activadores

Romper el hielo es muy importante cuando trabaja con estudiantes adultos. Usted no sólo es responsable de la calidad del material y de garantizar la entrega sino también de la dinámica de los grupos. Se presentan algunas actividades para romper el hielo para ayudar a que los capacitadores organicen la clase, pero usted puede ser creativo y usar las propias.

Actividades para romper el hielo para crear los equipos

Actividad para conocerse (15 minutos)

Divida a los participantes en grupos de cuatro o cinco personas poniéndoles nombres de acuerdo a los problemas del taller, como lago, río, lluvia, vertiente, etc. Puede usar colores u otras referencias. También puede darles a los participantes un chocolate o dulce con etiquetas diferentes, para que se conozcan con las personas que comparten la misma etiqueta.

Cuénteles a los grupos recientemente formados las reglas y su tarea. Prepare una guía clara y simple para facilitarla. La tarea puede ser algo fácil, como encontrar cinco cosas que tengan en común, que no tengan nada que ver con el trabajo (no partes del cuerpo ni vestimenta). Esto ayuda al grupo a descubrir intereses compartidos más ampliamente.

Una persona (un voluntario) del grupo debe tomar nota y estar preparada para leer la lista a todo el grupo una vez concluida la tarea. Después solicítele a cada grupo que comparta su lista con todo el grupo.

Tarjeta de animales (30 minutos)

Puede distribuir tarjetas con imágenes de animales en pares, o usar tarjetas opuestas y solicitarles a los participantes que se reúnan con la otra persona que tenga la tarjeta equivalente. Cada uno tiene que presentar al otro participante ante los demás contando algo especial sobre él. Puede preparar la pregunta principal que debe ser algo personal, algo que lo haga especial o diferente. Conceda 10 minutos para que las parejas se conozcan y los 20 minutos restantes para las presentaciones al resto del grupo.

El cofre del tesoro (30 minutos)

Lleve una bolsa o caja oscura y pida a los participantes que le presten algo importante para ellos; evite lápices o lapiceras y en cambio sugiera gafas (en su caja), licencias de conducir, anillos, relojes, etc. Cuando tenga todos los tesoros en la bolsa, extraiga uno y solicítele al propietario que diga su nombre y algo personal que sepan muy pocas personas. El grupo decidirá si la información es lo suficientemente personal para recuperar el tesoro, de lo contrario, el participante deberá intentarlo nuevamente. No sea amable con la persona, mantenga el objeto hasta que el grupo esté satisfecho.

Rodar la pelota (20 minutos)

Otra forma de presentar a los participantes es llevar una pelota pequeña y colorida para lanzarla y solicitarles a los participantes que se pongan de pie y se presenten uno a uno cuando tomen la pelota. Asegúrese de que todos los participantes reciban la pelota. También puede usar el mismo ejercicio cuando las personas están cansadas y solicitarles que digan el nombre de la persona a quién han arrojado la pelota. El que se equivoque tendrá un castigo: cantar, bailar o algo que decida el grupo.

El juego del nombre (15 minutos)

Haga sentar a los participantes en círculo. Una de las personas (o un líder) inicia el juego al decir "¡Hola! Mi nombre es...". Después, la persona al lado del principiante continúa diciendo "¡Hola! Mi nombre es... y quien está sentado a mi lado es...". Esto continúa alrededor del círculo, hasta que la última persona se presenta y también debe presentar al círculo completo. Este es un excelente modo para aprender los nombres.

Otras actividades para desarrollar durante el taller

El juego de la foto de bebé

Antes del curso, se les solicita a todas las personas que lleven una foto de cuando eran bebés. Recoja todas las imágenes y póngalas cuidadosamente en una hoja grande en la pared, asignándoles un número a cada foto y prepare un sobre grande al costado; guárdelas allí hasta el último día. Los participantes deben identificar a cada uno de los participantes a partir de sus fotos de bebé, asociando el número con el nombre, y colóquelo en el sobre durante el taller. El último día de la capacitación, la persona que ha adivinado la mayoría de los nombres y fotos correctamente ganará un premio.

Compartir sillas

Todos toman una silla y se sientan en círculo. El líder lee en voz alta una lista de artículos. Si alguno de ellos pertenece a un participante, éste debe desplazar el número apropiado de asientos hacia la derecha. Por ejemplo: 1. "Quien tenga un hermano, desplácese un asiento a la derecha. Si tiene dos hermanos, desplácese dos asientos." 2. "Quien tenga cabello negro, desplácese un asiento a la derecha." 3. "Quien tenga más de 21 años, desplácese tres asientos a la izquierda." 4. "Quienes tengan zapatos marrones desplácese un asiento." Lo gracioso sucede cuando se desplaza, pero su vecino no, y debe sentarse en su falda. A veces, puede haber tres personas ocupando la misma silla. Asegúrese de tener muchas categorías para que todos tengan varias oportunidades para desplazarse.

Dr. Confusión

Todos los participantes están de pie en círculo, tomados de la mano. Seleccione a una persona para que sea "Dr. Confusión". Dicha persona debe salir de la habitación por un momento. Cuando se haya ido, el resto hace todo lo posible para enredarse, por arriba de los brazos, debajo de las piernas, etc., sin soltarse de las manos de quienes estén al lado. Cuando el círculo esté debidamente enredado, todos gritan "¡Dr. Confusión! ¡Venga y desenrédenos!". El Dr. Confusión entonces entra e intenta desenredar el círculo al indicarles a los individuos que pasen por debajo de los brazos, alrededor de los cuerpos, etc.

Fábrica de zapatos:

Mantenga al grupo de pie en un círculo grande hombro a hombro. Luego, solicite que todos se saquen sus zapatos y los coloquen en el centro. Después de que el grupo haya formado una pila de zapatos, el líder les indica a todos que elijan dos zapatos diferentes que no sean los propios. Deben calzárselos (a medias si son demasiado pequeños). El grupo entonces necesita hacer coincidir los zapatos y agruparlos en pares adecuados al pararse junto al individuo que calza el otro zapato. Esto probablemente resulte en un lío de enredos y muchas risas.

Lectura sugerida

Advanced Systems Technology Corp (1999) Facilitator's Guide for the Strategic Planning Module. Crofton, Maryland.

Cap-Net (2007) Planning Short Training Courses: A Network Management Tool. Cap-Net: Pretoria, Sudáfrica.

Advanced Systems Technology Corp (1999) Facilitator's Guide for the Strategic Planning Module. Crofton, Maryland.

Cap-Net (2007) Planning Short Training Courses: A Network Management Tool. Cap-Net: Pretoria, South Africa.

Referencias

- Aerts J. and Droogers P. (2009) Adapting to climate change in the water sector, pp. 87–108. In: *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Ludwig F., Kabat P., van Schaik H. and van der Valk M. (Eds). Earthscan: London, UK.
- Anandhi A. (2007) Impact Assessment of Climate Change on Hydrometeorology of Indian River Basin for IPCC SRES Scenarios Ph.D. Dissertation. Indian Institute of Science: Bangalore, India.
- Assaf H., van Beek E., Borden C., Gijsbers P., Jolma A., Kaden S., Kaltofen M., Labadie J.W., Loucks D.P., Quinn N.W.T., Sieber J., Sulis A., Werick W.J. and Wood D.M. (2008) Generic simulation models for facilitating stakeholder involvement in water resources planning and management: A comparison, evaluation, and identification of future needs. In: *Environmental Modelling, Software and Decision Support: State of the Art and New Perspectives*. Jakeman A.J., Voinov A.A., Rizzoli A.E. and Chen S.H. (Eds). Elsevier series on Developments in Integrated Environmental Assessment. Elsevier Ltd. http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/716398/description
- Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S. and Palutikof J.P. (Eds) (2008) Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat: Geneva, Switzerland. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tp-climate-change-water.htm>
- Cap-Net (2005a) Tutorial on basic principles of integrated water resources management. Cap-Net: Delft, The Netherlands. http://www.archive.cap-net.org/iwrm_tutorial/mainmenu.htm
- Cap-Net (2005b) Integrated Water Resources Management Plans – Training Manual and Operational Guide. Cap-Net: Delft, The Netherlands. <http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/English%20version.doc>
- Cap-Net (2006) [Capacity Building in Water to Support the Achievement of the Millennium Development Goals. Programme Strategy 2006–2010](http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/Capacity%20building%20strategy,%201106.doc). Cap-Net: Delft, The Netherlands. <http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/Capacity%20building%20strategy,%201106.doc>
- Cap-Net (2008) Integrated Water Resources Management for River Basin Organisations – Training Manual and Facilitators Guide. Cap-Net: Pretoria, South Africa. <http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/RBO%20Training%20Manual%20Final.doc>
- Carter T.R., Jones R.N., Lu X., Bhadwal S., Conde C., Mearns L.O., O'Neill B.C., Rounsevell, M.D.A. and Zurek, M.B. (2007) New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions, pp. 133-171. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Eds.)], Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter2.pdf>
- Carter T.R., Parry M.L., Harasawa H. and Nishioka S. (1994) IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, Department of Geography, University College London, United Kingdom and Center for Global Environmental Research, National Institute for

- Environmental Studies: Tsukuba, Japan. <http://www-cger.nies.go.jp/publication/I015/972381-1.pdf>
- DFID- United Kingdom Department for International Development (2006) Fact Sheet November 2006. Policy
- Division Info series. Ref No: PD Info 048, U.K.
- Dessai S. and van der Sluijs J. (2007) Uncertainty and climate change adaptation – A scoping study. Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation: Utrecht, The Netherlands.
- Dialogue on Adaptation for Land and Water Management (2009) The Nairobi Statement on Land and Water Management for Adaptation to Climate Change.
http://en.cop15.dk/files/Docs/Other%20documentation/NAIROBI_STATEMENT.pdf
- Edwards M. and Richardson A.J. (2004) Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature* 430: 881-884.
- FAO (2007) Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j9271e/j9271e.pdf>
- Feenstra J., Burton I., Smith J. and Tol R., editors (1998) Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies (Version 2). United Nations Environment Programme (UNEP): Nairobi, Kenya.
<http://dare.uvu.vu.nl/bitstream/1871/10440/1/f1.pdf>
- Fischlin A., Midgley G.F., Price J.T., Leemans R., Gopal B., Turley C., Rounsevell M.D.A., Dube O.P., Tarazona J. and Velichko A.A. (2007) Ecosystems, their properties, goods and services, pp. 211-272. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. [Parry M.L., Canziani, O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter4.pdf>
- Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P., Bernsten T., Betts R., Fahey D.W., Haywood J., Lean J., Lowe D.C., Myhre G., Nganga J., Prinn R., Raga G., Schulz, M. and van Dorland R. (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, pp. 129-234. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>
- GWP (2000). Integrated Water Resources Management. Technical Background Paper No. 4. <http://www.gwpforum.org/gwp/library/Tacno4.pdf>
- GWP-TEC (n.d.) Climate Change Adaptation and Integrated Water Resource Management – An Initial Overview. Policy Brief 5.
<<http://www.gwpforum.org/gwp/library/Policy%20Brief%205%20Climate%20C>

hange%20Adaptation.pdf>

- GWSP (2005). The Global Water System Project: Science framework and implementation activities. Report No. 3. Earth System Science Partnership.
- Hughes L. (2000) Biological consequences of global warming: Is the signal already appearing? *Tree* 15: 56–61.
- IPCC (2000) Emission scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Nakićenović, N. and R. Swart, Eds. Cambridge University Press, Cambridge.
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission>
- IPCC (2007a) Summary for Policymakers, pp. 1–18. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>
- IPCC (2007b) Annex 1: Glossary, pp. 941–954. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I of the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-annexes.pdf>
- IPCC (2007c) Appendix I: Glossary, pp. 869–883. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-app.pdf>
- Jansen E., Overpeck J., Briffa K.R., Duplessy J.-C., Joos F., Masson-Delmotte V., Olago D., Otto-Bliesner B., Peltier W.R., Rahmstorf S., Ramesh R., Raynaud D., Rind D., Solomina O., Villalba R. and Zhang D. (2007) Palaeoclimate, pp. 433-497. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter6.pdf>
- Jaspers F. (2001) Institutions for Integrated Water Resources Management – Training Manual. UNESCO-IHE: Delft, The Netherlands.
- Jonch-Clausen T. (2007) Water and climate change: The added challenge in meeting the MDGs. www.danishwaterforum.dk/Docs/2007/Climate-change_WaterManagement_TJC.ppt
- Kabat P. and van Schaik H. (2003) Climate changes the water rules: How water managers can cope with toDía 's climate variability and tomorrow's climate change. Dialogue on Water and Climate: Wageningen, The Netherlands.
<http://www.waterandclimate.org/UserFiles/File/changes.pdf>
- Kabat P., Schulze R.E., Hellmuth M.E., Veraart J.A. (Eds) (2003) Coping with impacts of climate variability and climate change in water management: A scoping paper. DWC-Report no. DWCSSO-01 Dialogue on Water and Climate: Wageningen, The Netherlands.

<http://www.waterandclimate.org/UserFiles/File/scoping.pdf>

- KOHS (2007) Impact of Climate Change on Flood Protection in Switzerland – Position Paper of the Commission for Flood Protection of the Swiss Water Resources Society (KOHS); German version published in: «Wasser Energie Luft» – 99. Jahrgang, 2007, Heft 1, CH-5401 Baden.
- Kundzewicz Z.W., Mata L.J., Arnell N.W., Döll P., Kabat P., Jiménez B., Miller K.A., Oki T., Sen Z. and Shiklomanov I.A. (2007) Freshwater resources and their management, pp. 173–210. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter3.pdf>
- Ludwig F. and Moench M. (2009) The impacts of climate change on water, pp. 35–50. In: *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Ludwig F., Kabat P., van Schaik H. and van der Valk M. (Eds). Earthscan: London, UK.
- Manning M.R., Petit M., Easterling D., Murphy J., Patwardhan A., Rogner H-H., Swart R., and Yohe G. (Eds) (2004) IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk and of Options: Workshop report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland. <http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/ipcc-workshop-2004-may.pdf>
- Milly P.C.D., Betancourt J., Falkenmark M., Hirsch R.M., Kundzewicz Z.W., Lettenmaier D.P. and Stouffer R.J. (2008) Stationarity is dead: Whither water management? *Science* 319 (5863): 573–574.
- O'Reilly C.M., Alin S.R., Pilsnier P.-D., Cohen A.S. and McKee B.A. (2003) Climate change decreases aquatic ecosystem productivity of Lake Tanganyika, Africa. *Nature* 424: 766–768.
- Pahl-Wostl C., Jeffrey P., Brugnach M. and Sendimir J. (2007) Adaptive water management: How to cope with uncertainty. NeWater Policy Brief No. 4. <http://www.newater.info/intern/sendfile.php?id=1181>
- Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P. and co-authors (2007) Technical Summary, pp. 23–78. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Eds.)], Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts.pdf>
- PLANAT (n.d.) Natural hazards in Switzerland. The cycle of integrated risk management. <http://www.planat.ch/index.php?userhash=87495823&l=e&navID=5>
- Purkey D., Joyce B., Vicuna S., Hanemann M. and Dale L., Yates D. and Dracup J.A. (2008) Robust analysis of future climate change impacts on water for agriculture and other sectors: A case study in the Sacramento Valley. *Climatic Change* 87(1): 109–122.
<http://www.weap21.org/downloads/CCSacramento.pdf>
- Ravetz J. (2005) The post-normal sciences of precaution. *Water Science and Technology* 52: 11–17.
- Rosenzweig C., Casassa G., Karoly D.J., Imeson A., Liu C., Menzel A., Rawlins S.,

- Root T.L., Seguin B., Tryjanowski P. (2007) Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems, pp. 79–131. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter1.pdf>
- Saunby M. Climate change mash-ups. Presented at Web2forDev conference Rome, September 2007. Met Office Hadley Centre for Climate Change: Exeter, UK.
- Solomon S. D., Qin M., Manning R.B., Alley T., Berntsen N.L., Bindoff Z., Chen A., Chidthaisong J.M., Gregory G.C., Hegerl M., Heimann B., Hewitson B.J., Hoskins F., Joos J., Jouzel V., Kattsov U., Lohmann T., Matsuno M., Molina N., Nicholls J., Overpeck G., Raga V., Ramaswamy J., Ren M., Rusticucci R., Somerville T.F., Stocker P., Whetton R.A., Wood and Wratt D. (2007) Technical Summary, pp. 19–91. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts.pdf>
- Stern N. (2006) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cabinet Office – HM Treasury. Cambridge University Press: Cambridge, UK. http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm
- Sullivan C.A. and Meigh J.R. (2005) Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated indicator approach: The example of the Climate Vulnerability Index. *Water Science and Technology – Special Issue on Climate Change* 51: 69–78.
- ten Brinke W.B.M., Saeijs G.E.M., Helsloot I. and van Alphen, J. (2008) Safety chain approach in flood risk management. *Proceedings of ICE, Municipal Engineer* 161: 93–102.
- Toth F.L. and Hizsnyik E. (1998) Integrated environmental assessment methods: Evolution and applications. *Environmental Modeling and Assessment* 3: 193–207.
- UN (1992) Agenda 21 – The United Nations programme of Action From Rio <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/index.shtml>
- UN (2002) Johannesburg Plan of Implementation. United Nations. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm
- UN (2006) United Nations Millennium Development Goals Report. United Nations (UN): New York, NY.
- UNDP (2004) Adaptation Policy Frameworks (APF) for climate change: Developing strategies, policies and measures. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY. <http://www.undp.org/climatechange/adapt/apf.html>
- UNDP (2007) Adaptation to climate change: Doing development differently. UNDP Briefing Note. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY. <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/index.cfm?module=Library&page=Document&DocumentID=6507>

- UNDP (2008) Human Development Report 2007–2008. Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY.
<http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf>
- UNDP (2008) UNDP and climate change: Fast facts. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY.
<http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentAttachmentID=2389>
- UNECE (2009) Draft Guidance in Water and Climate Adaptation, TFWC/2009/2. Presented at the Second Meeting of the Task Force on Water and Climate under the Convention of the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)
<http://search.unece.org/b/trk?uid=31c9280cb8f51a0f&sn=38599608&ip=194.171.38.2&lqKy=guidance+document+climate&rn=2&http://www.unece.org/env/water/meetings/wgma/2009/workplan-2010-2012-advance-draft.pdf>
- UNEP (1997) Source book of alternative technologies for freshwater augmentation in Latin America and the Caribbean. United Nations Environment Programme (UNEP): <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/techpublications/TechPub-8c/>
- UNEP (2009) Climate in Peril – A popular Guide to the latest IPCC reports. GRID Arendal. United Nations Environment Programme (UNEP):
<http://www.grida.no/res/site/file/publications/ClimateInPeril.pdf>
- UNFCCC (2005) Handbook on Vulnerability and Adaptation Assessment. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/v_and_a/index.htm
- UNFCCC (2006) Application of environmentally sound technologies for adaptation to climate change. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) <http://unfccc.int/resource/docs/2006/tp/tp02.pdf>
- UNFCCC (2007a) Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries.
http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/txt/pub_07_impacts.pdf
- UNFCCC (2007b) Report of the workshop on adaptation planning and practices. Item 3 of the Provisional Agenda. Nairobi Work Programme on Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change (FCCC /SBSTA/2007/15 25 October 2007).
- UNFCCC (1994) United Nations Framework Convention on Climate Change. Article 4. Full text available at:
http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1362.php
- UNISDR (2004) Terminology: Basic terms of disaster risk reduction.
<http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm>
- van Beek E. (2009) Managing water under current climate variability, pp. 51–77. *In: Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Ludwig F., Kabat P., van Schaik H. and van der Valk M. (Eds). Earthscan: London, UK
- WHO, UNICEF, WSSCC (2000) Global water supply and sanitation assessment 2000 report. Geneva, Switzerland
- WMO (2003) Climate – Into the 21st century. World Meteorological Organization (WMO). Cambridge University Press: Cambridge, UK.

- WMO (2004) Integrated Flood Management – Concept Paper. APFM Technical Document Number 1, Second Edition. World Meteorological Organization (WMO). http://www.apfm.info/pdf/concept_paper_e.pdf
- World Climate Programme (2007) Expert meeting on water manager needs for climate information in water resources planning. Geneva, Switzerland, 18–20 December 2006. Final Report. WCASP-74. WMO/TD-No. 1401
- World Bank (1993) Water Resources Management: A World Bank Policy Paper. Washington, DC.
- WSSD (1992) Plan of Implementation. World Summit on Sustainable Development (WSSD). 26 August – 4 September, 2002. Johannesburg, South Africa. http://www.johannesburgsummit.org/html/documents/summit_docs/2309_plan_final.doc

Glosario

Acuíferos

Un cuerpo de roca permeable con capacidad para contener o conducir agua.

Adaptación

Ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados o sus efectos, lo que modera el daño o explota las oportunidades beneficiosas. Se pueden distinguir diversos tipos de adaptación, que incluyen la adaptación anticipatoria, autónoma y planificada.

Adaptación autónoma

Adaptación que no constituye una respuesta consciente a los estímulos climáticos sino que se desencadena por cambios ecológicos en los sistemas naturales y por cambios en el bienestar y el mercado en los sistemas humanos. También se denomina adaptación espontánea.

Almacenamiento de carbono

Un enfoque para mitigar la contribución de las emisiones de carbono al calentamiento global basado en la captura de dióxido de carbono (CO₂) desde grandes fuentes fijas como plantas de energía de combustibles fósiles. De este modo, el dióxido de carbono, podría ser retirado permanentemente de la atmósfera.

Análisis de múltiples criterios

Una metodología de evaluación desarrollada para problemas complejos con muchos objetivos en un proceso de toma de decisiones. Tiene en cuenta una amplia variedad de criterios sociales, medioambientales, técnicos, económicos y financieros.

Atmósfera

La capa gaseosa que rodea a la Tierra. La atmósfera seca consiste casi por completo en nitrógeno y oxígeno, junto con gases traza que incluyen dióxido de carbono y ozono (IPCC 2007c)

Biocombustibles

Combustibles creados a partir de materia orgánica o aceites combustibles producidos por las plantas. Ejemplos de biocombustibles son el alcohol, el licor negro del proceso de fabricación del papel, la madera y el aceite de soja.

Biósfera

Parte del sistema terrestre que comprende todos los ecosistemas y organismos vivos en la atmósfera, en la tierra o en los océanos, incluida la materia orgánica muerta derivada (IPCC 2007c)

Calentamiento global

El aumento en la temperatura promedio de los océanos y el aire de la superficie de la Tierra. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) concluye que los gases de efecto invernadero antropogénicos son responsables de la mayoría de los aumentos de temperatura observados desde la mitad del siglo XX, mientras que los fenómenos naturales como la variación solar y los volcanes produjeron la mayor parte del calentamiento desde la etapa preindustrial hasta 1950 y causaron

un pequeño efecto de enfriamiento después.

Cambios climáticos

Cualquier cambio en el clima a través del tiempo, ya sea por variabilidad natural o como resultado de la actividad humana. Este uso difiere del utilizado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que define a los cambios climáticos como "un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que es adicional a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables" (IPCC 2007c).

Ciclo hidrológico

También denominado ciclo del agua, describe el movimiento continuo del agua por encima y debajo de la superficie de la Tierra. El agua experimenta cambios en sus estados (líquido, vapor y hielo) en varios puntos en el ciclo del agua aunque el equilibrio total del agua en la Tierra permanece constante con el transcurso del tiempo.

Circulación termohalina

Circulación a gran escala impulsada por la densidad en el océano, causada por diferencias en la temperatura y la salinidad.

Combustibles fósiles

Combustibles que contienen un alto porcentaje de carbón e hidrocarburos. Son creados a través de un proceso de descomposición anaeróbica de organismos muertos enterrados que vivieron hasta 300 millones de años atrás. Los combustibles fósiles varían de aquellos con bajas proporciones de carbón e hidrógeno como el metano, al petróleo líquido utilizado en coches, hasta materiales no volátiles compuestos de carbón casi puro, como la antracita.

Criósfera

El componente de un sistema climático que consiste en toda la nieve y el hielo (incluido el gelisuelo) sobre y debajo de la superficie de la Tierra y los océanos.

Cuencas de detención

Un tipo de instalación para la gestión de aguas pluviales instalada en, o junto a, afluentes de ríos, arroyos o lagos, diseñada para proteger contra inundaciones y la erosión río abajo al almacenar el agua por un período de tiempo limitado. También se las denomina "cuencas secas", "cuencas de contención" o "cuencas de detención secas". Existen algunas cuencas de detención llamadas "cuencas húmedas", diseñadas para retener permanentemente volúmenes de agua en todo momento.

Desalinación

Proceso que elimina cualquier exceso de sal y otros minerales del agua o el suelo (desalinación del suelo). <http://en.wikipedia.org/wiki/Desalination> - cite_note-1

Desviación estándar

En estadística y la teoría de la probabilidad, la desviación estándar se refiere a la medida de la variabilidad o dispersión de una población, un conjunto de datos, o una distribución de probabilidades. Una desviación de bajo nivel indica que los datos tienden a estar muy cerca del valor promedio, mientras que una desviación de alto nivel indica que los datos están "esparcidos" en un rango amplio de valores.

Ecosistema

El sistema interactivo formado por todos los organismos vivos y su entorno abiótico

(físico y químico) en un área específica. Los ecosistemas cubren una jerarquía de escalas espaciales y pueden abarcar a todo el mundo, los continentes (biomas) o pequeños sistemas bien limitados como un pequeño estanque.

Efecto invernadero

El proceso en que la absorción de la radiación infrarroja por la atmósfera calienta la Tierra. En lengua vulgar, el término "efecto invernadero" puede utilizarse para referir al efecto invernadero natural, debido a los gases de efecto invernadero que ocurren naturalmente, o a los gases de efecto invernadero (antropogénicos) incrementados, que resultan de gases emitidos por las actividades humanas.

El Niño

Una corriente de agua cálida que fluye periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, y desestabiliza a las industrias pesqueras locales. El evento oceánico está asociado con una fluctuación en el patrón de presión de la superficie intertropical y la circulación en los océanos Índico y Pacífico, llamada la oscilación sureña. Este fenómeno de atmósfera y océano es conocido colectivamente como *El Niño*-oscilación sureña. Durante un evento de *El Niño*, los vientos alisios predominantes se debilitan y la contracorriente ecuatorial se fortalece, lo que provoca que las aguas cálidas superficiales en el área de Indonesia fluyan en dirección este y cubran a las aguas frías de la Corriente del Perú. Este evento tiene un gran impacto en el viento, la temperatura de la superficie del mar y los patrones de precipitaciones en el Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas partes del mundo. El evento contrario a *El Niño* se denomina *La Niña* (consultar más abajo).

Energía hidráulica

También conocida como energía hidroeléctrica, es la potencia o energía derivada de la fuerza o movimiento del agua; puede utilizarse para propósitos como la energía eléctrica comercial.

Enfermedades provenientes del agua

Enfermedades causadas por microorganismos patógenos, que se transmiten directamente cuando se consume agua contaminada.

Equidad social

Igualdad, justicia e imparcialidad para todos en términos de acceso a los recursos, la capacidad de participar en la vida cultural y política, y la autodeterminación para cumplir las necesidades básicas.

Eutrofización

El proceso por el que un cuerpo de agua (a menudo costero) se vuelve (naturalmente o por la contaminación) rico en nutrientes disueltos, con una deficiencia estacional en el oxígeno disuelto.

Evapotranspiración

El proceso combinado de la evaporación del agua de la superficie de la Tierra y la transpiración de las plantas.

Fenología

El estudio de fenómenos naturales que se repiten periódicamente (por ejemplo, etapas de desarrollo, migración) y su relación con los cambios climáticos y estacionales.

Fuerza radiactiva

El cambio en la irradiancia vertical neta en la tropopausa debido a un cambio interno o externo en la fuerza del sistema climático, como un cambio en la concentración de CO₂ o como consecuencia del sol (IPCC 2007c)

Gases de efecto invernadero

Constituyentes gaseosos de la atmósfera, naturales y antropogénicos, que absorben y emiten la radiación en longitudes de onda específicas dentro del espectro de la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes; esta propiedad provoca el "efecto invernadero". Vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (NO₂), metano (CH₄) y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra. El Protocolo de Kioto (consultar más abajo) trata el CO₂, N₂O y CH₄, y también los gases de efecto invernadero sulfuro hexafluoride (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) (consultar Capítulo 2 para obtener más información).

Gelisuelo

Suelo congelado perennemente que ocurre cuando la temperatura permanece inferior a 0°C

Hidrosfera

En geografía física, es la zona que continúa la masa combinada de agua que se encuentra sobre, debajo y por encima de la superficie de un planeta, que incluye los mares, lagos, acuíferos, etc.

Humedales

Áreas transicionales, regularmente saturadas de agua, de suelos con pocos desagües, que se encuentran a menudo entre un ecosistema acuático y otro terrestre, alimentadas por la lluvia, el agua superficial o los recursos hídricos freáticos. Los humedales se caracterizan por un predominio de vegetación adaptada a la vida en condiciones de suelos saturados.

Inundación repentina

Inundación que ocurre rápido y de repente en áreas bajas, a diferencia de la inundación regular que ocurre por lo general dentro de seis horas del evento que desencadena la inundación. Por lo general es causada por la lluvia intensa seguida de una tempestad, un huracán o una tormenta tropical. Las inundaciones repentinas también pueden ocurrir después del colapso de un dique.

La Niña

La etapa fría (o efecto contrario) de *El Niño*, en que la masa de agua fría en el Pacífico Este se intensifica y los vientos alisios se fortalecen.

Litósfera

La capa exterior dura y rígida del planeta que incluye la costra y el manto superior, y puede tener más de 80 km de profundidad.

Medidas estructurales

De acuerdo a la EINURD, se entiende por medidas estructurales cualquier construcción física para reducir o evitar impactos de posibles riesgos, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia a los riesgos y en las estructuras o los sistemas (EINURD 2004).

Medidas no estructurales

Según la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres (EINURD), las medidas no estructurales se definen como cualquier medida que no implica construcción física, y que emplea conocimiento, práctica o acuerdo para reducir riesgos e impactos, en particular a través de políticas y leyes, concientización pública, capacitación y educación.

Nivel de comprensión científica (LOSU)

Este es un índice en una escala de 4 pasos (Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) diseñado para caracterizar el grado de comprensión científica de los agentes de fuerzas radiactivas que afectan a los cambios climáticos. Para cada agente, el índice representa un juicio subjetivo sobre la confiabilidad del parámetro de su fuerza, lo que implica factores como las suposiciones necesarias para evaluar la fuerza, el grado de conocimiento de los mecanismos físicos y químicos que determinan la fuerza y las incertidumbres que rodean al parámetro cuantitativo.

Protocolo de Kioto

El protocolo de Kioto fue adoptado en la tercera sesión de la Conferencia de las Partes (COP) para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1997 en Kioto, Japón. Contiene compromisos legalmente vinculantes, además de los incluidos en la CMCCNU. Los países incluidos en el Anexo B del Protocolo (la mayoría países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y aquellos con economías en transición) acordaron reducir las emisiones de gas de efecto invernadero antropogénicos (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆) al menos un 5% menos que los niveles de 1990 en el período de compromiso de 2008 a 2012. El Protocolo de Kioto entró en vigencia el 16 de febrero de 2005.

Radiación

Cualquier proceso en que la energía es emitida por un "cuerpo" y viaja a través de un medio o espacio, y finalmente es absorbida por otro "cuerpo".

Recolección de agua de lluvia

La acumulación y almacenamiento de agua de lluvia. Se ha practicado en áreas donde sobra el agua para consumo y uso doméstico y agrícola.

Resistencia

La capacidad de un sistema social o ecológico de absorber alteraciones y mantener la misma estructura básica y los modos de funcionar, la capacidad de autoorganización y de adaptarse a las presiones y el cambio.

Resolución espacio-temporal

Precisión en la medición del tiempo y del espacio.

Retroalimentación

Un mecanismo de interacción entre procesos; ocurre cuando el resultado de un proceso inicial desencadena cambios en un segundo proceso, y eso, a su vez, devuelve influencias al inicial. Una retroalimentación positiva intensifica el proceso original, mientras que una retroalimentación negativa lo reduce.

Sequía

En términos generales, una sequía es una "ausencia prolongada o deficiencia marcada de precipitaciones", una "deficiencia que resulta en escasez de agua para alguna actividad o para algún grupo", o un "período de tiempo prolongado anormalmente seco por la falta de precipitaciones que causa un desequilibrio

hidrológico grave" (Heim, 2002). Se ha definido a la sequía de diversas formas: la sequía agrícola se relaciona con el déficit de humedad a aproximadamente 1 metro desde la superficie del suelo (la zona de la raíz) que afecta a los cultivos; la sequía meteorológica es principalmente un déficit prolongado de precipitaciones; y la sequía hidrológica se relaciona con el caudal y el nivel de lagos y aguas freáticas inferiores a lo normal. Una megasequía es una sequía prolongada y penetrante, que dura mucho más de lo normal, por lo general una década o más.

Termoclina

La región en el océano mundial, típicamente a una profundidad de 1 kilómetro, donde la temperatura disminuye rápidamente con la profundidad y que marca la frontera entre la superficie y el océano.

Termofilia

Una condición de temperaturas relativamente altas, entre 45 y 80 °C (113 y 176 °F).

Variabilidad climática

Variaciones en el estado promedio y otras estadísticas (como desviaciones estándar, estadísticas de extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más allá de los eventos climáticos individuales. La variabilidad puede ser causada por procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o por variaciones en las fuerzas externas naturales o antropogénicas (variabilidad externa).

Vulnerabilidad

El grado al que un sistema es susceptible a, y no puede afrontar, los efectos adversos de los cambios climáticos, incluida la variabilidad y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es una característica del carácter, la magnitud y la proporción del cambio climático y las variaciones a las que es expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

Zona fótica

Capa superficial del océano que recibe luz solar. Los 80 m superiores o más del océano, que están lo suficientemente iluminados para permitir la fotosíntesis de fitoplancton y plantas, constituyen la zona eufótica. El grosor de las zonas fóticas y eufóticas varía con la intensidad de la luz solar como una característica de la estación y la latitud, y con el grado de turbiedad del agua. La zona inferior, o afótica, es la región de oscuridad perpetua que se encuentra debajo de la zona fótica e incluye la gran parte del agua del océano.

Siglas

Cap-Net	Red internacional para el desarrollo de capacidades en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (International Network for Capacity Building in Integrated Water Resource Management)
CCIAV	Impacto de los Cambios Climáticos, Adaptación y Vulnerabilidad
CENUE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
CFC	clorofluorocarbonos
CH ₄	metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	dióxido de carbono
δD	deuterio
DFID	Departamento para el Desarrollo internacional (United Kingdom Department for International Development)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FR	Fuerza radiactiva
GEI	Gases de efecto invernadero
GII	Gestión Integrada de las Inundaciones
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
GWA	Alianza de Género y Agua
GWP	Global Water Partnership
H ₂ O	Agua
HEC	Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center)
IE-EE	Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
IVC	Índice de Vulnerabilidad al Clima
LOSU	Nivel de comprensión científica (level of scientific understanding)
MAD	Marina y Agua Dulce
MCG	Modelos de Circulación General
MCGAO	Modelos de Circulación General Atmósfera-Océano
MDG	Metas del Milenio (Millennium Development Goals)
MPA	Marco de Políticas de Adaptación
N ₂ O	óxido nitroso
NU	Naciones Unidas
OCH	Organización de la Cuenca Hidrográfica
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organizaciones no gubernamentales
PMD	Países Menos Desarrollados
PNAA	Programa Nacional de Adaptación para la Acción
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ppm	partes por millón
RP	Regiones Polares
SWAT	Herramienta de Evaluación de Suelo y Agua (Soil and Water Assessment Tools)
TER	terrestre
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Programme)
UNESCO-IHE	Organización Cultural, Científica y Educativa de las Naciones Unidas Instituto para Educación del Agua
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
WEAP	Evaluación y Planeamiento del Agua (Water Evaluation and Planning)





**International Network for Capacity Building in
Integrated Water Resources Management**

Street address:

Marumati Building; 491, 18th Avenue
Rietfontein, Pretoria 0084

Mailing address:

P.O. Box X03, Gezina, Pretoria 0031, South Africa

Email: info@cap-net.org
www.cap-net.org

La

icos