

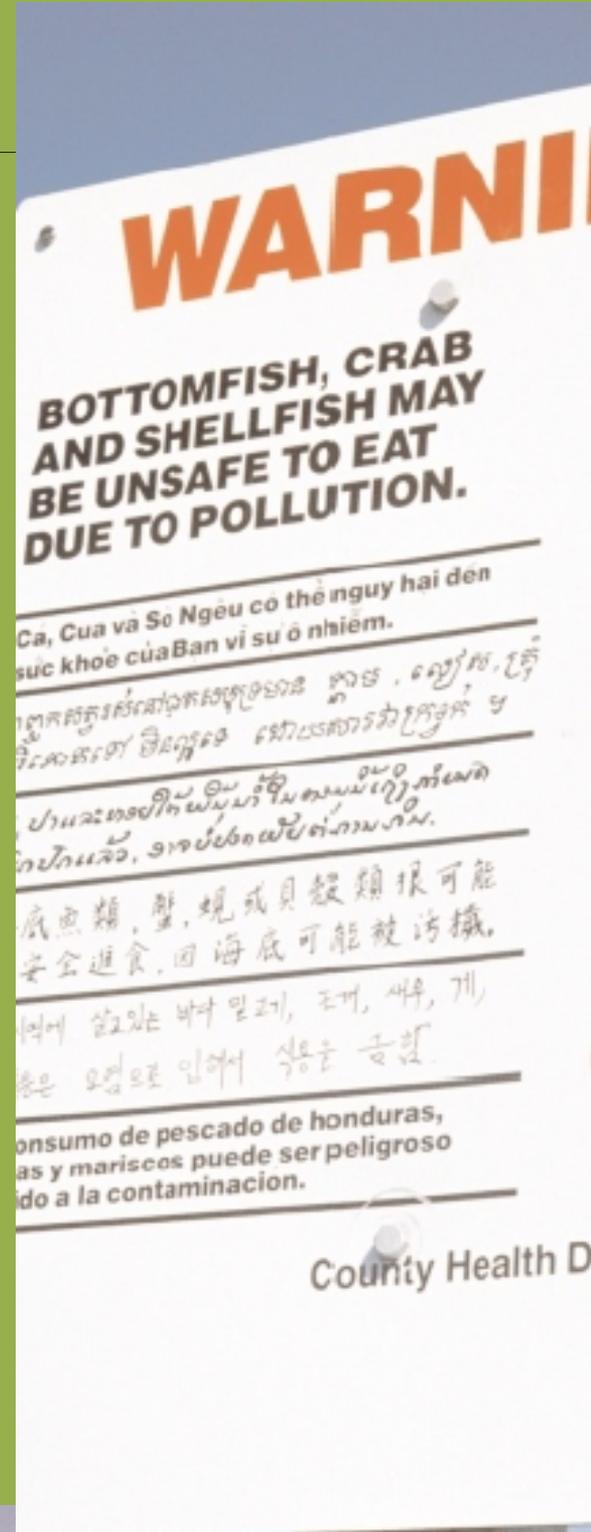


Marcando el progreso: los indicadores señalan el camino

Por: CEPE (Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa)

Índice	
El desafío	32
Sentando las bases: la primera edición del Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo	32
Introducción a los indicadores	33
Criterios para los indicadores	33
Figura 3.1: Traducción de una necesidad de información en información orientada a la política utilizando variables, indicadores e índices	34
Cuadro 3.1: El Índice de Pobreza de Agua como ilustración de la diferencia entre variables, indicadores e índices	34
Finalidad y uso de los indicadores	34
Figura 3.2: Recursos hídricos disponibles, demanda de agua, recursos hídricos internos renovables y abastecimiento de agua calculados	35
Figura 3.3: Desarrollo del pescado consumible como porcentaje del mínimo de biomasa necesario para una renovación sostenible de la población de peces	36
Figura 3.4: Demanda anual de agua dulce en diferentes regiones del mundo en la situación actual y en dos proyecciones alternativas para el año 2025	36
Cuadro 3.2: Uso de las especies como indicadores de la calidad del ecosistema	36
Indicadores y desarrollo sostenible	37
Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)	37
Modelos de desarrollo de indicadores	37
Figura 3.5: Panorámica de la historia y del desarrollo de los indicadores de sostenibilidad	38
Tabla 3.1: Borrador del Marco Lógico para la Acción de la Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership, GWP)	39
Cuadro 3.3: Panorámica de los esfuerzos más importantes realizados para el desarrollo de indicadores	42
Desarrollo de Indicadores en el Informe Mundial sobre el Desarrollo del Agua (IMDA)	41
Figura 3.6: Representación esquemática de una directriz para el desarrollo de indicadores	41
Cuadro 3.4: Indicadores del riesgo de inundaciones y de la calidad del agua en el Gran Tokio	43
Etapa 1: Definición de la necesidad de información	43
Etapa 2: Desarrollo de un modelo conceptual	44
Tabla 3.2: Ejemplo de utilización del marco DPSIR sobre la base de los componentes del Índice de Pobreza de Agua (IPA)	45
Etapa 3: Formulación de indicadores potenciales	44
Etapa 4: Evaluación de indicadores potenciales sobre la base de criterios de selección	44
Tabla 3.3: Criterios para la selección de indicadores	45
Tabla 3.4: Lista de los indicadores utilizados en la primera edición del IMDA y de los indicadores que se desarrollarán en el futuro	47
Etapa 5: Evaluación de la disponibilidad de datos	44
Etapa 6: Desarrollo de indicadores	46

Desafíos a la observación para el desarrollo de indicadores	50
Base de información hidrológica	50
Información basada en los impactos y en la administración de los seres humanos	51
Limitaciones, advertencias y puntos de discusión	51
El problema de la escala adecuada	51
Tabla 3.5: Muestra de valores de indicadores por países sobre abastecimiento de agua y saneamiento	52
Tabla 3.6: Panorámica de una serie de indicadores, sus objetivos y la escala espacial correcta para su uso	52
Figura 3.7: Valores del Índice de Estrés Hídrico (WSI) presentados en cuatro escalas espaciales diferentes: país, cuadrícula, región y cuenca hidrográfica	53
Figura 3.8: Serie temporal de la concentración de oxígeno y de los organismos vivos en el río Rhin desde 1900	54
Presentación geoespacial de los indicadores	55
Figura 3.9: Mapa de la cuenca del Nilo mostrando el índice climático de humedad	56
Figura 3.10: Mapa de la cuenca del Nilo mostrando el indicador de personas en el umbral del estrés hídrico	56
Implicaciones para el seguimiento de los cambios a través del tiempo	55
Información errónea e interpretación errónea	55
Disponibilidad de los datos y sus implicaciones	57
Conclusiones	58
Cuadro 3.5: Logros	58
Referencias	58



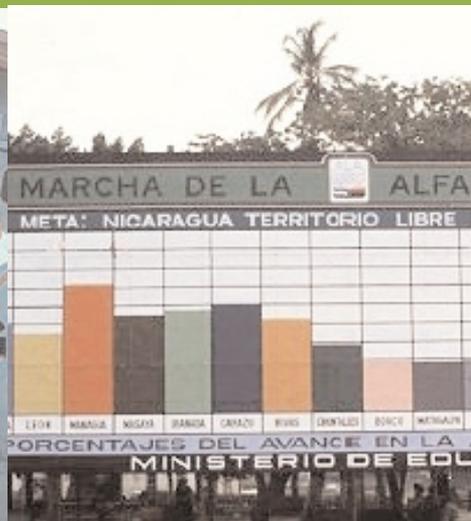
Los bosques son hermosos, oscuros y profundos,
pero tengo promesas que cumplir
y millas que recorrer antes de dormir,
y millas que recorrer, antes de dormir.

Robert Frost, *Stopping by Woods on a Snowy Evening*

Se oye a menudo la expresión “todo es relativo”, pero es difícil calcular si hay algo de verdad en este argumento. Sin embargo, los indicadores cambian este “status quo” y establecen una base común que nos permite comparar y extraer conclusiones de áreas tan vastas como regiones enteras o tan reducidas como las cuencas hidrográficas. Son las herramientas que nos permiten saber dónde estamos, medir lo que hemos conseguido y saber qué es lo que se necesita conseguir todavía.

No hay que subestimar la importancia de los indicadores puesto que ellos son los que permitirán tomar decisiones y ejecutar acciones racionales e informadas. Por lo tanto, los indicadores forman parte del núcleo de la misión de nuestro libro, otorgar importancia a las personas y al planeta.

Este capítulo ofrece una visión panorámica del concepto de indicadores y de la construcción, por parte del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), de una base sobre la que puedan seguirse desarrollando los futuros indicadores. Sin embargo, nos encontramos solamente en las primeras etapas de este importante proyecto: un viaje de mil kilómetros empieza con un simple paso.



Es necesario desarrollar indicadores aceptados internacionalmente sobre diferentes aspectos de la gestión del agua. Deben incluirse indicadores para los objetivos correspondientes de la Declaración del Milenio de NU y para otros objetivos nacionales e internacionales relevantes. Estos indicadores deberán desarrollarse a través de procesos participativos que incluyan a las partes interesadas de diferentes niveles en todo el mundo. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) deberá desempeñar un papel destacado en el desarrollo de estos indicadores (Conferencia del Agua Dulce, Bonn 2001).

El desafío

El desarrollo de indicadores va unido al mandato del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) de vigilar el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos fijados en la Agenda 21, en los procesos de la Comisión de Desarrollo Sostenible (CSC) y en otros importantes foros intergubernamentales, tales como la Reunión Ministerial del Segundo Foro Mundial del Agua. En las etapas de planificación del Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo se resolvió que deberían desarrollarse herramientas para medir los avances realizados, o la falta de ellos. Como resultado, una de las tareas del WWAP es el desarrollo y la puesta en práctica de un amplio conjunto de indicadores para estructurar y proporcionar la información necesaria para evaluar el estado de los recursos hídricos y seguir los avances hacia la gestión sostenible.

Los indicadores se utilizan para simplificar, cuantificar, comunicar y poner en orden los datos complejos. Proporcionan información de tal forma que tanto los políticos como el público en general puedan entenderla y referirse a ella. Ayudan a seguir los avances y las tendencias en el uso y la gestión de los recursos hídricos en el tiempo y en el espacio. Igualmente, los indicadores pueden ayudarnos a comparar los resultados en diferentes áreas o países y a examinar los posibles vínculos entre las condiciones cambiantes, el comportamiento humano y las opciones políticas. Dado que los “buenos” indicadores son fáciles de entender, ofrecen una herramienta para suscitar la concienciación sobre los problemas del agua que afectan a todos los grupos sociales y políticos.

Pero el desarrollo de “buenos” indicadores no es tarea fácil e implica la recogida, contraste y sistematización de datos. La necesidad de claridad y de facilidad de comprensión significa que los indicadores condensan a menudo grandes volúmenes de datos en breves panorámicas, y reducen las complejidades del mundo a mensajes sencillos y sin ambigüedades. Por otra parte, la necesidad de validez científica, exige que los indicadores tengan que simplificar sin distorsionar los patrones subyacentes o perder las conexiones e interdependencias vitales que gobiernan el mundo real. Por ello tienen que ser transparentes, comprobables y científicamente sólidos.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los indicadores tienen que cumplir toda una serie de criterios que “condicionan y limitan los tipos de indicadores que se pueden desarrollar y la forma en que se pueden construir y utilizar” (OMS, 1999). Dado que un mismo indicador tiene que satisfacer objetivos sociales, políticos, económicos y científicos, frecuentemente enfrentados pero de igual importancia, la deducción de indicadores se convierte en un ejercicio de maximización limitado por el tiempo disponible, los recursos y los acuerdos de colaboración.

La solución consiste en identificar o desarrollar denominadores comunes para el mayor número posible de casos, de modo que puedan hacerse comparaciones. Si se pueden recoger los datos de acuerdo con normas comúnmente acordadas o estandarizadas, entonces se pueden extraer lecciones que podrían transferirse de un caso a otro.

Sentando las bases: la primera edición del Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo

Los intentos para desarrollar indicadores no son nuevos. Desde principios de los años 60 se han realizado esfuerzos para elaborar un conjunto significativo de indicadores e índices para los recursos hídricos. Con este telón de fondo, el informe ha recibido el mandato de definir indicadores y de adoptar una metodología para su desarrollo, basándose en iniciativas anteriores. Éste es un proceso lento, en el que cada hito alcanzado indica el camino, o los caminos, para seguir avanzando. En medio de estas complejidades y compromisos, la secretaria del WWAP acordó un enfoque metodológico, identificó algunos indicadores, llevó a cabo ensayos limitados y desarrolló una mejor comprensión y apreciación de los problemas inherentes a la definición de indicadores. Estos son logros significativos y mueven al informe, como mecanismo de información, hacia donde pretende estar en el futuro.

Los indicadores están muy presentes en este libro. En cada uno de los once capítulos referentes a retos, que componen las partes III y IV, se presentan, por ejemplo, diversas cifras y estadísticas que constituyen indicadores, esto es, herramientas para seguir los cambios en el tiempo y en el espacio. Una comparación de las imágenes de “antes” y “después” nos permite evaluar los avances, tal como lo haría una comparación del estado actual de las cosas frente a la “meta” deseada. ¿Cuáles son los motores principales que afectan a la disponibilidad de agua en el mundo? ¿Cuántas personas tienen acceso a agua potable? ¿Cuáles son los signos y marcadores de la malnutrición, del declive de la biodiversidad y del agua transfronteriza como medio de cooperación? Estas son algunas de las principales cuestiones que rodean a los problemas de la gestión del agua. El informe ofrece numerosos indicadores de este tipo que pueden ayudarnos a evaluar los problemas y a abordarlos mejor en el futuro.

Los siete estudios de ejemplos piloto que componen la parte V también presentan indicadores para medir los avances frente a los objetivos. En algunos casos, los indicadores desarrollados en una cuenca fluvial son los mismos, o al menos similares a los de otra cuenca. Pero, por término medio, las diferencias de un ejemplo al siguiente predominan sobre las similitudes. Esta falta de medidas comunes es uno de los grandes retos del IMDA. Bangkok y Tokio son ambas cuencas urbanas, pero no están sometidas a las mismas presiones ni ocupan entornos naturales similares o disfrutan del mismo estatus socioeconómico. La cuenca del río Senegal, el lago Titicaca y el lago Peipus son todos masas de agua transfronterizas, pero no son comparables. En

este libro se pone de relieve esta variabilidad y se informa al mismo tiempo de las características comunes existentes.

No obstante, la tarea dista mucho de estar completa. La recogida de datos armonizados y el desarrollo de indicadores, que sean universalmente aplicables, son tareas complejas y delicadas, que es bueno no realizar con apresuramiento.

Introducción a los indicadores

Los indicadores son nuestro vínculo con el mundo (IISD, 1999)

Los indicadores ayudan a reflejar y a comunicar una idea compleja. Se encuentran por doquier y forman parte de nuestra vida cotidiana. Los utilizamos para observar, describir y evaluar situaciones reales, para formular situaciones deseadas o para comparar una situación real con una situación deseada. Estos sencillos números y enunciados descriptivos o normativos pueden reducir la enorme complejidad del mundo que nos rodea a una cantidad manejable de información significativa. Por ejemplo, un agricultor del norte de la India puede determinar si es adecuada la preparación del campo para sembrar trigo, basándose en la capacidad del suelo para formar una bola cuando se comprime, mientras que su homólogo en las praderas canadienses necesitaría tomar medidas de la humedad del suelo. Aunque el propósito de ambas acciones es el mismo, el primero confía como indicador en la capacidad del suelo para formar una bola, mientras que el segundo confía en el valor que indica su medidor de humedad.

Así pues, los indicadores pueden ser descriptivos o normativos; pueden indicar información cuantitativa o cualitativa y pueden ser, o no, aplicables a dimensiones espaciales y temporales variables. Probablemente el criterio fundamental para un indicador es que debe instruir a su usuario y proporcionarle un sentido al tema que esté examinando. Un indicador puede ser un sencillo dato puntual o variable, o puede ser un valor simplificado, deducido mediante un algoritmo matemático complejo.

Criterios para los indicadores

La utilidad de un indicador es lo más importante; y para que un indicador sea útil importa poco la complejidad empleada en su desarrollo. Lo que importa es que la selección de la variable, o de la agregación matemática de diversas variables, ofrezca una imagen clara del tema que se evalúa, se refiere o se vigila. Un recuento de bacterias E-coli en una fuente de agua puede ser exacto, pero no será útil para una madre que recoge agua de un *Johad* (pozo) improvisado en el Desierto de Tar en la India. Sin embargo, una fotografía o una imagen de un niño que sufre una enfermedad después de beber agua contaminada, puede imbuirle un concepto de mejor protección del agua durante su recogida y almacenamiento.

Los indicadores pueden transmitir una historia o un mensaje diferentes de acuerdo con contextos específicos, con propósitos determinados y para grupos-objetivo concretos, y por ello no pueden aplicarse de modo universal. Tanto el diseño como el uso de indicadores implican muchas decisiones personales y negociadas, supuestos explícitos e implícitos, juicios normativos y subjetivos, y reglas disciplinarias y específicas del método. Se basan en convicciones, valores y normas internalizados y en la percepción

subjetiva de la “realidad”. Por ejemplo, una nube gris puede traer la felicidad a un cultivador de arroz de Sri Lanka, pero esa misma nube puede significar el desastre para un alfarero de Vietnam. En esencia, si hemos aprendido a observar los indicadores relevantes, podremos comprender nuestro entorno dinámico y hacerle frente.

Según el diccionario, “indicar” es “señalar, anunciar, dar noticia de, determinar o estimar”. En la bibliografía se pueden encontrar muchas definiciones de indicador y de índice, pero en este informe se utilizan las siguientes:

Un indicador, que comprende un dato único (una variable) o un valor resultante de un conjunto de datos (agregación de variables), describe un sistema o proceso que tiene significado más allá del valor literal de sus componentes. Pretende comunicar información sobre el sistema o proceso. El criterio predominante en que se basa la especificación de un indicador es el conocimiento y el juicio científico.

-Un índice es una agregación matemática de variables o indicadores, frecuentemente a través de diferentes unidades de medida, de modo que el resultado es adimensional. Un índice pretende proporcionar información compacta y orientada para el desarrollo de la gestión y de las políticas. El problema de combinar los componentes individuales se supera mediante procesos de escala y de ponderación que reflejarán las preferencias sociales.

- La agregación de variables en un indicador podría compararse con la combinación de la extracción anual de aguas superficiales y aguas subterráneas en la extracción anual total. Un índice combina, por ejemplo, la extracción de agua con su disponibilidad para indicar el estrés hídrico. En un índice, el énfasis no se pone en la justificación científica, sino en que responda a las necesidades de la sociedad. La figura 3.1 muestra la diferencia entre variables, indicadores e índices.

- Una variable es un dato observado que se deriva del uso de estadísticas o vigilancia básicas, tales como la cantidad de precipitaciones o de escorrentía, o el número de casos de diarrea. Los indicadores se deducen cuando las variables básicas o los datos observados se agregan usando métodos objetivos y científicos; por ejemplo, la agregación matemática de los datos de evaporación y de transpiración proporciona un indicador de evapotranspiración. Cuando se unen entre sí estos indicadores fundamentales obtenemos un índice, por ejemplo el índice de aridez de un área, que puede construirse agregando diferentes indicadores del uso y la disponibilidad del agua (véase el cuadro 3.1).

Así pues, las funciones principales de los indicadores son la simplificación, la cuantificación, la comunicación y la ordenación. Los indicadores pueden integrar y relacionar información y permitir la comparación de diferentes regiones y de diferentes aspectos. Lo más significativo de los indicadores es que:

- Proporcionan información sobre el sistema o proceso que se considera de un modo comprensible y constituyen, por tanto, un medio de comunicación para los políticos y para el público.

- Evalúan el efecto de las acciones y planes políticos ejecutados (después de la ejecución) y ayudan a desarrollar acciones nuevas y efectivas (con antelación).

- Ayudan a traducir la necesidad de información en datos que tienen que ser recogidos y a traducir los datos recogidos en información política relevante.

Finalidad y uso de los indicadores

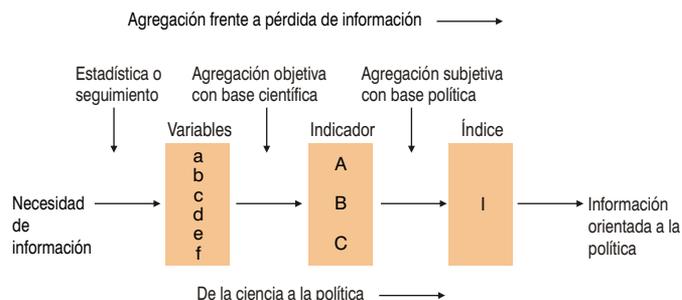
Está claro que el interés creciente por el uso de indicadores e índices está estrechamente relacionado con la creciente complejidad de los problemas políticos y con la enorme cantidad de datos disponibles. En el sector del agua, más allá de su valor literal, los indicadores pueden proporcionar diversos tipos de información que se enumeran a continuación.

- **Descriptiva:** describir el estado en el que se encuentra el recurso es el uso más común de los indicadores. Un ejemplo del uso descriptivo de los indicadores viene dado en la figura 3.2, que presenta los valores de cuatro indicadores a escala mundial, a saber los recursos hídricos disponibles, la demanda de agua, los recursos hídricos internos renovables y el abastecimiento de agua. Estos mapas muestran claramente diferencias mundiales en los recursos, la demanda y el abastecimiento de agua. Sin embargo, sin referencia a una localización y un contexto específicos, no pueden utilizarse para adoptar decisiones de gestión.

- **Reveladora de tendencias:** la medida periódica de los indicadores proporciona series temporales que pueden mostrar tendencias que proporcionarían información sobre el funcionamiento de los sistemas o sobre su respuesta a la gestión. La figura 3.3 presenta el desarrollo del pescado consumible como porcentaje de la biomasa mínima necesaria para una renovación sostenible de la población de peces. El indicador da información tanto sobre el ecosistema acuático como sobre la viabilidad del sector pesquero a largo plazo.

- **Comunicación:** los indicadores pueden ser un instrumento para comunicar al público los objetivos políticos y sus resultados. Estos indicadores ayudan a promover las acciones. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) ofrece un ejemplo que ilustra el uso de indicadores sencillos relacionados con la salud para comunicar las relaciones entre el acceso inadecuado al agua y al saneamiento y la salud de los niños en el mundo. Una pregunta política planteada con frecuencia es: ¿por qué los niños son más vulnerables frente a los riesgos de la insalubridad del agua y del medio ambiente?

Figura 3.1: Traducción de una necesidad de información en información orientada a la política utilizando variables, indicadores e índices



Esta figura muestra la diferencia entre variables, indicadores e índices que representan todos diferentes estadios de contraste de la información. Los indicadores toman variables y las condensan en conjuntos de información manejables, que se condensan ulteriormente en índices. Estos pueden traducirse entonces en información orientada a la política.

Fuente. Lorenz, 1999.

Cuadro 3.1: El Índice de Pobreza de Agua como ilustración de la diferencia entre variables, indicadores e índices

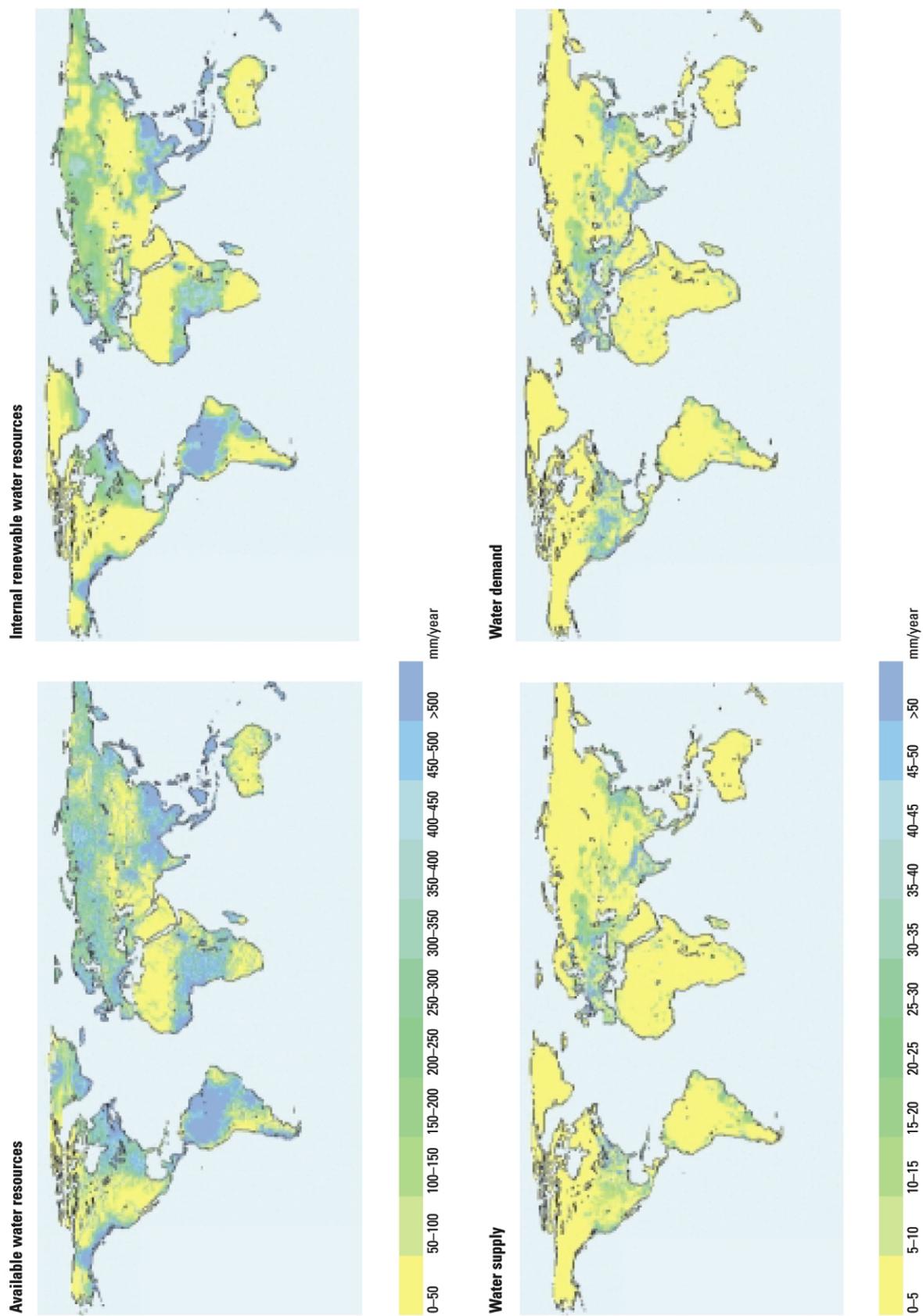
La finalidad del Índice de Pobreza de Agua (IPA) es dotar a los responsables de las decisiones de una herramienta de evaluación para evaluar la pobreza en relación con la disponibilidad de recursos hídricos. La pobreza refleja las condiciones de vida de las que depende una persona y la existencia de una combinación de circunstancias o “funcionamiento” que da lugar a las capacidades con arreglo a las cuales puede actuar un individuo. Los cinco componentes clave del IPA son:

1. Recursos: la disponibilidad física de aguas superficiales y de aguas subterráneas.
2. Acceso: el grado de acceso a estas aguas para el uso humano.
3. Capacidad: la eficacia de la capacidad de las personas para gestionar el agua.
4. Uso: los modos de utilizar el agua para diferentes fines.
5. Medio ambiente: la necesidad de asignar agua para servicios ecológicos.

En el cálculo del IPA, estos componentes (indicadores) constan, cada uno, de un conjunto de subcomponentes (variables).

Fuente: Sullivan. Preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP)

Figura 3.2: Recursos hídricos disponibles, demanda de agua, recursos hídricos internos renovables y abastecimiento de agua calculados



Los cuatro indicadores representados en estos mapas muestran claramente las diferencias mundiales en los recursos, el abastecimiento y la demanda de agua. Sin embargo, no son utilizables como indicadores de carácter local porque la escala es demasiado grande.

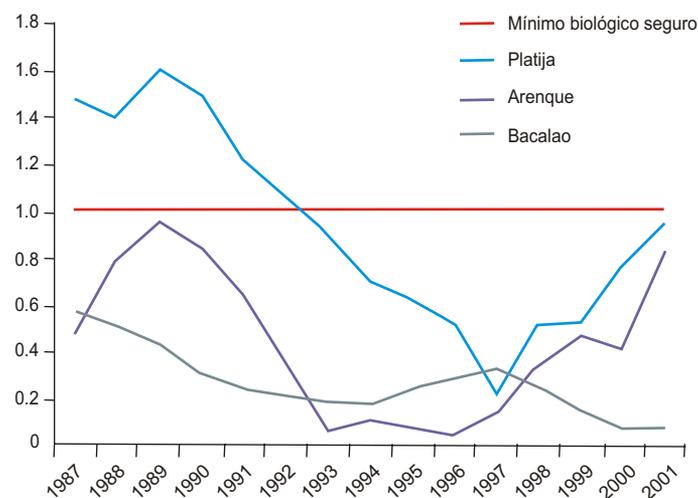
Fuente: Modelo Hidrológico, presentado en el Segundo Foro Mundial del Agua

Una respuesta sencilla a esta pregunta, basada en indicadores, es que, en 1998, murieron por enfermedades diarreicas 2,2 millones de personas, de las cuales 1,8 millones eran niños menores de cinco años. Esto demuestra claramente que el acceso deficiente al agua y al saneamiento afecta principalmente a los niños menores de cinco años, puesto que este grupo de edad representa casi el 85% del total de fallecimientos. No obstante, la respuesta del indicador demuestra también los riesgos de la simplificación, ya que pasa por alto el hecho de que una gran proporción de las enfermedades diarreicas se asocian más a los alimentos que al agua potable contaminada.

- **Evaluación:** el valor de un indicador puede compararse también con una condición de referencia que representa una situación deseable. La especificación de una condición de referencia depende en gran manera de la finalidad del indicador, de sus usuarios y del tema que se está reflejando en él. Las condiciones de referencia incluyen objetivos políticos, criterios de sostenibilidad y situaciones históricas. El cuadro 3.2 demuestra que la existencia de determinadas especies de mamíferos, peces o aves puede ser un sencillo indicador de referencia para evaluar la calidad del ecosistema.

- **Predicción del futuro:** cuando los modelos están vinculados a indicadores, se puede extender una serie temporal a un futuro (estimado). Pueden evaluarse escenarios alternativos en cuanto al grado de eficacia con el que cada uno mueve el sistema hacia la situación deseada. La figura 3.4 muestra un ejemplo de esta utilización.

Figura 3.3: Desarrollo del pescado consumible como porcentaje de la biomasa mínima necesaria para una renovación sostenible de la población de peces



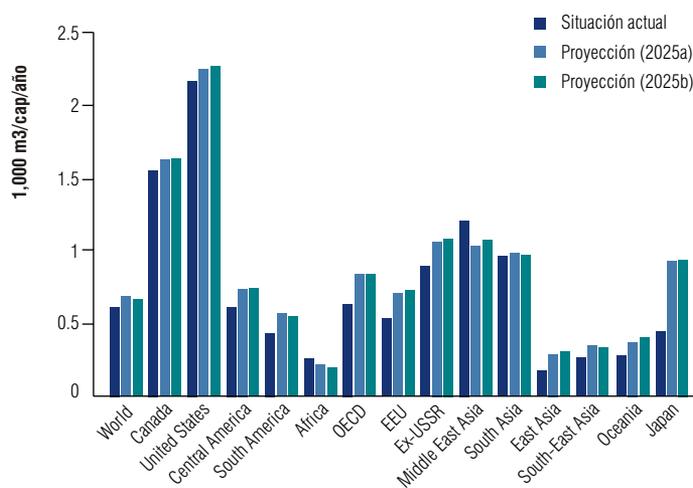
Este indicador da información tanto sobre las condiciones del ecosistema acuático como sobre la viabilidad a largo plazo del sector pesquero. En los primeros años de la década de los 90 hubo una tendencia de rápido declive en el desarrollo del pescado consumible, pero estas poblaciones han estado creciendo de nuevo constantemente desde 1997.

Fuente: CIW, 2000

Cuadro 3.2: Uso de las especies como indicadores de la calidad del ecosistema

Las especies pueden ser muy buenos indicadores de la calidad del ecosistema. En primer lugar, la presencia de determinadas especies proporciona información sobre los procesos ecológicos. Por ejemplo, la presencia de peces migrantes indica que los peces pueden moverse por ese río en condiciones seguras. Los mamíferos son especies pertenecientes a los más altos niveles de la cadena alimentaria. Su presencia indica que la red alimentaria subyacente está funcionando bastante bien para proporcionar al mamífero la comida suficiente. Los mamíferos necesitan además áreas relativamente grandes de hábitat adecuado. Por ello la presencia de mamíferos es un indicador de la calidad y del tamaño de un ecosistema. Más allá de su valor literal, las especies desempeñan también una función de comunicación, particularmente las especies de los niveles tróficos más altos, tales como peces, mamíferos y aves que atraen la atención del público. Por lo tanto, el retorno de especies populares se considera con frecuencia como un objetivo de las medidas de rehabilitación ecológica, para aumentar la aceptación social de estas medidas (p. ej. el salmón en el Rin o el castor en el Elba).

Figura 3.4: Demanda anual de agua dulce en diferentes regiones del mundo en la situación actual y en dos proyecciones alternativas para el año 2025



Este gráfico representa el indicador de la futura demanda anual de agua dulce. Las proyecciones muestran que probablemente aumentará la demanda en la mayoría de las zonas del mundo, excepto en África. Así pues, pueden utilizarse indicadores para hacer proyecciones hacia un futuro posible.

Fuente: Modelo Hidrológico, presentado en el Segundo Foro Mundial del Agua.

Indicadores y desarrollo sostenible

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)

Se necesitan indicadores para seguir los avances hacia el desarrollo sostenible, con el fin de ayudar a los responsables de las decisiones y a los políticos a todos los niveles, y para aumentar el interés sobre el desarrollo sostenible (página web de NU sobre Desarrollo Sostenible).

El desarrollo sostenible, y la gestión, protección y utilización de los recursos de agua dulce actúan como guía para el desarrollo de indicadores y en evaluaciones. En particular, el desarrollo sostenible ha sido objeto de gran atención desde que se consideró prioritario por parte de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) en 1987. La CMMAD definió el desarrollo sostenible como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. Un factor clave en la elaboración del desarrollo sostenible es la visión integral que se adopta sobre los conceptos centrales: que los intereses de las personas, de la sociedad, de la economía y del medio ambiente tienen que considerarse como un todo interconectado y que es necesario alcanzar compromisos que respeten todos los intereses. El desarrollo económico tiene que ser viable desde un punto de vista social y medioambiental, el desarrollo social tiene que ser viable con respecto a la economía, y el medio ambiente y las políticas medioambientales tienen que armonizarse con el desarrollo social y económico. Los compromisos son, en último término, una elección de la sociedad y una elección política.

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) puede considerarse como el vehículo que hace que el concepto general de desarrollo sostenible sea operativo para la gestión de los recursos de agua dulce. La GIRH adopta un enfoque holístico que implica que se necesita información sobre el estado de la economía, de la sociedad y de los recursos hídricos, así como sobre sus relaciones mutuas. Invoca también la necesidad de una mayor participación, lo que significa que deben existir herramientas para la comunicación efectiva entre los diferentes grupos interesados, por ejemplo los políticos, el público y los científicos. Los indicadores pueden ayudar a simplificar la información sobre la GIRH y a establecer una comunicación efectiva entre las diversas partes interesadas.

Cita tomada de <http://www.un.org/esa/sustdev/isd.htm>, aprox. 2000

Modelos de desarrollo de indicadores

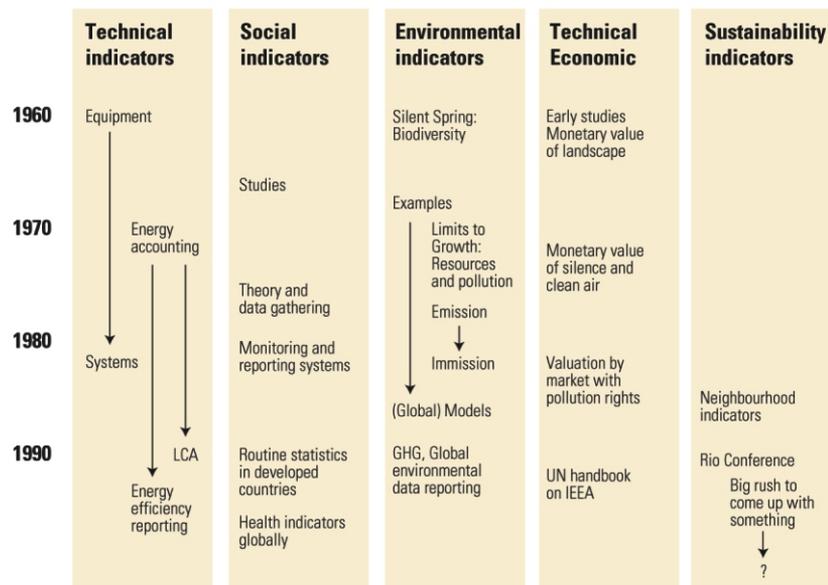
La búsqueda de indicadores es evolutiva. El proceso más importante es el de aprendizaje (OMS, 1999)

Como motores fundamentales para el desarrollo de indicadores se destacan dos temas principales: la necesidad de presentar a los responsables de las decisiones y al público fenómenos complejos en forma de números significativos, comprensibles, comparables y objetivos, y la necesidad de establecer estudios comparativos objetivos para analizar los cambios en el tiempo y en el espacio. Aunque el seguimiento del tiempo atmosférico, de las precipitaciones y de otras variables hidrológicas se ha llevado a cabo desde hace ya mucho tiempo, parece que el trabajo de desarrollo de indicadores comenzó sólo a principios de los años 80, cuando surgió la necesidad de combinar diferentes variables para producir un valor agregado (Spreng y Wills, 2000). El esfuerzo adquirió nuevo impulso a finales de los 80, cuando el desarrollo sostenible se convirtió en un tema mundial. Esto necesitaba el desarrollo de índices, conceptos y marcos que permitieran establecer relaciones causa-efecto entre estos indicadores e índices, integrando con ello los aspectos medioambiental, económico y social del desarrollo. Desde principios de los años 90 parece haberse realizado un avance considerable. La figura 3.5 resume la historia del desarrollo de los indicadores.

En la bibliografía se encuentran diferentes planteamientos sobre cómo puede construirse un indicador o un conjunto de indicadores (Bossel, 1999; Meadows, 1998; Van Harten y otros, 1995). Los principales modelos de desarrollo de indicadores parecen haberse configurado mediante cuatro métodos, a saber, el método de abajo a arriba, en donde la lógica va desde los datos a los parámetros y de éstos a los indicadores; el método de arriba a abajo, que sigue el descenso lógico desde la visión a los temas, de éstos a las acciones y de éstas a los indicadores; el método de sistemas, que basa los indicadores en un análisis amplio de las entradas y salidas del sistema; y el método de causa-efecto (conocido comúnmente como método de Presión-Estado-Respuesta [Pressure-State-Response, PSR], o Fuerza motriz-Presión-Estado-Impacto-Recurso [Driving force Pressure State Impact-Resource, DPSIR], o Fuerza motriz-Presión-Estado-Exposición-Efecto-Acción [Driving force-Pressure-State-Exposure-Effect-Action, DPSEEA]), que se adscribe a la lógica de los indicadores que denotan diversas causas y efectos.

1.-El método de abajo a arriba utiliza una pirámide de información, en donde la lógica es agregar datos primarios disponibles a lo largo de varios niveles jerárquicos, dando lugar a indicadores que utilizan métodos intuitivos y matemáticos. Los especialistas en recursos hídricos tienden a ser críticos con este método por considerarlo demasiado reduccionista. Se ha argumentado que la aglomeración de información no sólo reduce la “variabilidad interna” del sistema, sino que también pierde los temas de relación con otros recursos y procesos. Encontrar solamente datos sin crear modelos para comprobar las hipótesis en un entorno real es de poca utilidad. Una vez que se dispone de datos, a menudo en abundancia, existe cierto peligro de que el método de abajo a arriba tenga que pasar a través de un proceso burocrático de compresión. Con esta compresión podrían abandonarse ideas creativas. Es esencial comprender si un elemento de dato es significativo, más allá de la cantidad medida y más allá de su primer uso inmediato, y si puede utilizarse como indicador. Este método se utiliza ampliamente en las situaciones ricas en datos.

Figura 3.5: Panorámica de la historia y del desarrollo de los indicadores de sostenibilidad



LCA: Análisis del Ciclo de Vida (Life Cycle Analysis), GHG: Medición Hidrológica Mundial (Global Hydrological Gauging), IEEA: Contabilidad Integrada Económica y Medioambiental (Integrated Environmental and Economic Accounting).

Fuente: Spreng y Wills, 2000

2.- El método de arriba a abajo se deriva del método del Marco Lógico (*log frame*), que es una herramienta de gestión de programas que sirve tanto para fines de diseño como de vigilancia dentro de la gestión del ciclo de programas. Un “Marco Lógico” sigue una estructura generalizada en la que la meta de una intervención está estructurada de acuerdo con su finalidad, sus resultados y sus actividades concretas. Un método generalizado de “Marco Lógico” comenzaría con la definición de una meta general (comúnmente la consecución de un resultado institucional u organizativo en el mundo real). Reconociendo la amplitud de estas metas podrían necesitarse muchas intervenciones diferentes para conseguirlas, cada una con un propósito único y claramente definido. Lograr este propósito requiere intervenciones para conseguir resultados a través de un conjunto determinado de actividades. Los riesgos y las hipótesis, es decir, aquéllas externalidades que puedan socavar los resultados que aseguran el propósito o la meta, deberán ser internalizados durante el diseño y la implementación.

El método del Marco Lógico, en contraste con algunos otros métodos que emplean indicadores, es esencialmente un método “de arriba a abajo”. El punto de partida es la definición de un resultado del mundo real que ha de conseguirse (la meta), respaldado por un indicador objetivamente verificable. Entonces se diseña la acción en torno a las intervenciones necesarias para conseguir la meta. La distinción entre propósito, resultado y actividad varía a menudo, pero constituye un paso valioso para distinguir entre diferentes niveles de intervención. Por ejemplo, “reducir el número de vidas que se pierden en las inundaciones para el año 2010” es más apropiado como propósito, respaldado por resultados tales como “alerta regular de ciclones recibida

por las agencias nacionales de gestión de catástrofes para el año 2005”, un resultado para el que podría necesitarse una serie de actividades.

Los indicadores, ya sean cuantitativos, cualitativos o basados en el tiempo, se establecen en todos los casos a todos los niveles del “Marco Lógico”, desde la meta hasta la actividad. Debido a la diversidad de los puntos de partida para la acción, los propósitos a conseguir, y los tipos de intervención, la unanimidad sobre indicadores universales tiene una importancia mucho menor en los niveles inferiores del Marco Lógico.

Sin embargo, la unanimidad es de importancia vital en los niveles superiores, donde es necesario el acuerdo sobre una meta común y sobre cómo se debe medir la consecución de dicha meta. Con los objetivos del agua establecidos internacionalmente, por ejemplo las Metas de Desarrollo del Milenio, los indicadores de estas metas se han aceptado como objetivos internacionales del desarrollo. Así pues, estos objetivos representan un conjunto único de indicadores de alto perfil.

La tabla 3.1 presenta una versión en borrador del Marco Lógico para la Acción (2000) de la Asociación Mundial del Agua (GWP), con indicadores de metas que reflejan los objetivos internacionales, propósitos que reflejan el resultado de la *Visión Mundial del Agua* y los resultados que reflejan los futuros productos del proceso del Marco para la Acción

Tabla 3.1: Borrador del Marco Lógico para la Acción de la Asociación Mundial del Agua

Lógica de intervención	Objetivos
<p>Meta: Bienestar económico y desarrollo social con sostenibilidad medioambiental y mejora de la regeneración</p>	<p>Objetivos de desarrollo internacional, en particular:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La proporción de personas que viven en condiciones de pobreza extrema en los países en desarrollo se debe reducir al menos a la mitad para 2015 (Copenhague) 2. La tasa de mortalidad de lactantes y de niños menores de cinco años se debe reducir en cada país, en dos tercios del nivel existente en 1990, para 2015 (El Cairo) 3. Para 2005, debe existir una estrategia nacional actual para el desarrollo sostenible en proceso de implementación en cada país, de modo que se garantice que las tendencias actuales de pérdida de recursos medioambientales se inviertan de modo efectivo, tanto en el mundo como en las distintas naciones (Río) 4. Reducir a la mitad el número de personas desnutridas en el mundo para 2015 (Roma).
<p>Propósito: Seguridad mundial del agua proporcionada a través de una gestión y uso del agua eficientes, equitativos y sostenibles</p>	<p>Objetivos mundiales de seguridad del agua conseguidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Políticas y estrategias amplias para la GIRH en proceso de implementación en el 75% de los países para 2005 y en todos los países para 2015 2. Reducción a la mitad, para 2015, del número de personas que no tienen acceso a instalaciones higiénicas de saneamiento 3. Reducción a la mitad, para 2015, de la proporción de personas que no tienen acceso sostenible a las cantidades adecuadas de agua asequible y segura. 4. Aumento del 30%, para 2015, de la productividad del agua para producción de alimentos a partir de cultivos de secano y de regadío 5. Reducción del riesgo de inundaciones para el 50% de las personas que viven en llanuras aluviales, para 2015 6. Normas nacionales para garantizar la salud de los ecosistemas de agua dulce, establecidas en todos los países para 2005, y programas para mejorar la salud de los ecosistemas de agua dulce implementados para 2015
<p>Resultados: Voluntad política para movilizar a las personas, y recursos asegurados</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Completar los objetivos y el “Marco Lógico” para la seguridad del agua para agosto de 2000 1.2 Programas Nacionales y Regionales para la Acción completados para agosto de 2001 1.3 Programas para la Acción discutidos en la Conferencia de Bonn (Dublín+10) 1.4 Programas para la Acción y objetivos nacionales preparados por los gobiernos antes de la reunión de Río+10 a mediados de 2002 1.5 Tercer Foro Mundial del Agua (sobre temas importantes del agua surgidos en el Segundo Foro Mundial del Agua) celebrado en marzo de 2003 1.6 Primera edición del Informe Mundial sobre el Desarrollo del Agua publicada en marzo de 2003
<p>Realizada la administración efectiva del agua para la GIRH</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2.1 Introducción de la GIRH en la corriente principal de los procesos de implementación de la política y de la estrategia en todos los países para 2005 2.2 Desarrollo e intensificación de los mecanismos de cooperación entre los estados ribereños de todas las principales cuencas fluviales para 2005 y formulación de acuerdos para compartir el agua para 2015 2.3 Para 2005 el valor económico del agua estará reconocido y reflejado en las políticas y estrategias nacionales y habrá para 2015 mecanismos establecidos para facilitar la fijación de precios que tengan en cuenta los costes completos de los servicios de agua 2.4 Desarrollo para 2001 de las herramientas GWP de opciones para la gestión del agua
<p>Generación de un conocimiento efectivo sobre el agua</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3.1 Iniciativas de concienciación sobre el agua fomentadas en todos los países para agosto de 2001 3.2 Aumento, para 2005, de la capacidad para la toma informada de decisiones a todos los niveles y entre todas las partes interesadas 3.3 Aumento, para agosto de 2001, de la inversión en investigación sobre temas referentes al agua 3.4 Educación en higiene en el 80% de las escuelas para 2010
<p>Preparación de soluciones a prioridades de agua urgentes: protección de recursos, refuerzo de la productividad de las cosechas, mejora del saneamiento, mejora urbana, mejora de la gestión de inundaciones</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4.1 Programas para abordar prioridades urgentes, formulados, dotados de recursos y en implementación en todos los países para 2005 4.2 Programas de acción para proteger los recursos de aguas superficiales y subterráneas, preparados y en proceso de implementación para 2003, y normas definidas conseguidas para 2010 4.3 Informes de los equipos de trabajo sobre seguridad alimentaria y del agua para finales de 2001, y programas de acción para mejorar la cosecha por unidad de agua preparados y en proceso de implementación para 2003 4.4 Programas de acción para saneamiento, formulados y en proceso de implementación, y difusión universal de conocimientos/información sobre prácticas higiénicas para 2003 4.5 Programas de acción para integrar las necesidades de agua (suministro y residuos) con la planificación del espacio y las necesidades sociales y económicas, preparados y en proceso de implementación para 2003 4.6 Programas de acción para la prevención y protección contra inundaciones, formulados y en proceso de implementación para 2003
<p>Identificación y acuerdo sobre las necesidades de inversión en seguridad del agua</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5.1 Identificación de las necesidades de inversión para equilibrar los desfases de recursos y desarrollo de planes (indicativos) de inversión en todos los países para 2002 5.2 Mecanismos para movilizar nuevos recursos financieros, identificados y en proceso de implementación para 2003 5.3 Duplicación para 2005 de las inversiones comprometidas en el campo del agua 5.4 Establecimiento para 2002 de una Fundación Internacional de Investigación dirigida por el sector privado

Actividades:

Se desarrollarán actividades detalladas como parte del trabajo continuado para completar el marco para la acción

3. El método de sistemas analiza de forma completa las entradas, las existencias y las salidas de un tema dado, antes de definir los indicadores. Se basa en el concepto de dinámica de sistemas y ofrece una vía para avanzar en la comprensión del comportamiento de cada sistema a lo largo del tiempo. El método se adhiere a la noción de que todos los sistemas dependen en algún grado de las capacidades de su entorno para proporcionar recursos y para absorber residuos, y argumenta que:

- La mayoría de los sistemas mantiene interacciones con otros sistemas que son esenciales para su viabilidad.
- La mayoría de las interacciones son jerárquicas, con subsistemas que contribuyen al funcionamiento de un sistema, el cual a su vez contribuye al funcionamiento de un suprasistema, y así sucesivamente.
- La viabilidad del sistema total depende de la viabilidad de muchos, pero no necesariamente de todos, sus subsistemas, (IISD, 1999).

El método de sistemas se ha aplicado para desarrollar indicadores de sostenibilidad y se basa en indicadores específicos que tratan de sistemas humanos (incluyendo desarrollo social e individual, y gobierno), sistemas de apoyo (incluyendo economía e infraestructuras) y sistemas naturales (incluyendo recursos y medio ambiente). Aunque el método parece muy prometedor, resulta complejo y, a menudo, se considera que se encuentra en una etapa de desarrollo en la que es todavía “demasiado académico” para resolver los problemas del mundo real. Análogamente, la definición fundamental del sistema mismo tiende a ser demasiado vaga como para permitir que se convierta en un ejercicio significativo de desarrollo de indicadores.

4. El método causa-efecto es el más ampliamente utilizado para el desarrollo de indicadores. Considerado también como un hito, el marco conceptual presión-estado-respuesta (PSR) fue introducido por primera vez por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 1944. Esto facilitó los compromisos y la unión de indicadores medioambientales, económicos y sociales (OCDE, 1994). Siguiendo el marco PSR de la OCDE, se han desarrollado varias clasificaciones causa-efecto:

- El marco Fuerza motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR) se utilizó por la Agencia Europea del Medio Ambiente (Hettelingh y otros, 1998), por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Swart y Bakkes, 1995; Bakkes y otros, 1994) y por el Instituto Mundial de Recursos (Hammond y otros, 1995).
- El marco Fuerza motriz-Estado-Respuesta (DSR) de la Comisión de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible se utilizó para los indicadores de la *Agenda 21* (DPCSD, 1996).
- El marco Presión-Estado-Impacto-Respuesta (PSIR) se utiliza principalmente en los Países Bajos (Hoekstra 1998; Van Harten y otros, 1995; Rotmans y otros, 1994; Van Adriaanse, 1993).
- El marco Fuerza motriz-Presión-Estado-Exposición-Efectos-Acción (DPSEEA) se utiliza en los estudios de enfermedades de la OMS.

Aunque éste es el método más utilizado y ofrece unas directrices muy prometedoras para el desarrollo de indicadores, falla con demasiada frecuencia en que no toma en consideración el sistema en su totalidad, debido a la subjetividad implicada en la comprensión de la presión, del estado y de las respuestas. Igualmente, aunque las preocupaciones políticas están incluidas en la presión, el estado y las respuestas, parece que al método le falta también algún vínculo explícito con la política en el desarrollo de indicadores.

La evaluación de los métodos anteriores en relación con el desarrollo de indicadores muestra que actualmente se está realizando un gran esfuerzo para derivar indicadores que midan el éxito o el fracaso de los esfuerzos dirigidos hacia el desarrollo sostenible. Esfuerzos tales como el desarrollo del Indicador de Progreso Genuino, o la obtención de indicadores del IISD parecen haber comenzado a proporcionar una mejor medida del desarrollo que las proporcionadas por el Producto Interior Bruto/Producto Nacional Bruto (PIB/PNB) y, más recientemente, por el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Estos esfuerzos pretenden derivar un índice similar al IDH, pero con valores añadidos de indicadores/índices medioambientales. La mayoría de estos esfuerzos están todavía por reconocer. Desde 1997 (Río+5), el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha estado intentando también la integración de indicadores medioambientales en el marco amplio del IDH.

También se han iniciado algunos otros métodos para evaluar la salud o la integridad del ecosistema. La evaluación de las huellas ecológicas y los indicadores de sostenibilidad medioambiental se han desarrollado exclusivamente para medir la calidad del medio ambiente de una zona. Existen asimismo unos pocos indicadores de los recursos hídricos que se están desarrollando y aplicando. Los más utilizados hasta ahora son los quince indicadores de escala de cuencas hidrográficas, desarrollados y aplicados por el Instituto de Recursos Hídricos (WRI) en 1998.

Hay varias iniciativas auspiciadas por organismos de NU que anuncian avances en el desarrollo de recursos hídricos, tales como las bases de datos Aquastat y FAOSTAT de la FAO, y las iniciativas de la Base de Datos de Información sobre Recursos Mundiales (Global Resource Information Database, GRID) y de la Evaluación Mundial de Aguas Internacionales (Global International Waters Assessment, GIWA) del PNUMA. Mientras que algunas de estas iniciativas se han desarrollado y mantenido para satisfacer objetivos sectoriales, otras pretenden alcanzar un objetivo más amplio. Los esfuerzos de la OMS para estimar la incidencia mundial de las enfermedades, expresada en Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD), no se limitan a las enfermedades relacionadas con el agua. Este indicador pretende no sólo medir el estado de salud de las poblaciones, sino también proporcionar un método para analizar la rentabilidad de diferentes intervenciones sanitarias y, en una versión revisada, la calidad de los servicios de salud en los estados miembros. Inicialmente se desarrolló como una herramienta de uso en el sector sanitario, pero con el desarrollo de métodos comparativos de evaluación de riesgos, se ha convertido rápidamente en un indicador para temas sanitarios trans-sectoriales.

La iniciativa más significativa y de mayor cobertura podría ser la iniciativa sobre indicadores de sostenibilidad auspiciada por la CDS, que pretende informar del progreso en la implementación de las recomendaciones de la *Agenda 21*. Sin embargo, estos indicadores aún no se han aplicado. El cuadro 3.3 enumera algunos ejercicios importantes de desarrollo de indicadores que emplean uno de los métodos anteriormente indicados.

Desarrollo de indicadores del informe

Evidentemente, existen ventajas e inconvenientes en cada uno de los métodos. Una de las tareas del informe es evaluarlos y aprender de ellos. El procedimiento más común es identificar claramente desde el principio, dentro de cada método, el objetivo de los indicadores y el uso que se quiere hacer de ellos. Todos los métodos recomiendan que el desarrollo de indicadores se base en una profunda comprensión del sistema o del proceso que se está considerando y, preferiblemente, en un modelo conceptual. Aún más importante, insisten en que se adopte un método participativo para recoger puntos de vista diferentes, a menudo contradictorios, tanto para legitimar el resultado como para mejorar el aprendizaje.

Desde luego el desarrollo de indicadores requiere una comprensión común de las materias en cuestión, entre los organismos de NU responsables de la evaluación y los usuarios de información que se hayan interesado por el informe basado en indicadores. Un proceso de este tipo necesita un gran número de opciones que reflejarán inevitablemente el conocimiento y los valores de quienes las desarrollan (Bossel, 1999). Por ello es esencial la implicación de las instituciones y de las personas adecuadas (véanse las directrices de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas [CEPE] sobre vigilancia y evaluación de ríos transfronterizos, 2000).

En el desarrollo de indicadores para el primer informe, la secretaria ha procurado no sólo combinar los cuatro métodos descritos, sino también tomar en consideración las lecciones aprendidas de otros esfuerzos realizados para el desarrollo de indicadores. El proceso tuvo la cobertura más amplia posible, con representación tanto de los proveedores de información como de los usuarios, tales como representantes de los estudios de ejemplos piloto, expertos de los organismos de NU, científicos, representantes de las principales organizaciones no gubernamentales (ONG) relacionadas con el agua, y algunos miembros interesados del público. Tal como se pone de relieve en el capítulo 15 sobre la administración inteligente del agua, el informe debe proporcionar:

- A los responsables de las decisiones, medios para comprender la importancia de los temas relacionados con el agua, con el fin de implicarlos en la promoción de la administración eficaz del agua.

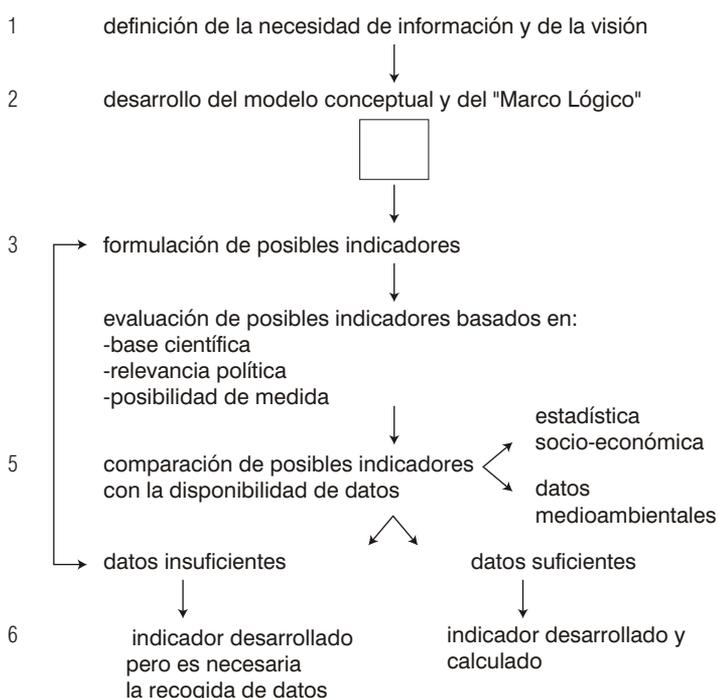
- A los especialistas en temas relacionados con el agua, un camino para avanzar “más allá del marco del agua” de modo que aprendan a tener en cuenta, en la ecuación del agua, temas más amplios de tipo social, político y económico que podrían necesitar

Estrategias transparentes y mutuamente comunicables para los responsables de las decisiones y para los especialistas en temas relacionados con el agua, de modo que tengan una comprensión clara del estado de los avances en lo que se refiere a un deseo

mundial de lograr metas y objetivos relacionados con el agua, a través de una implementación efectiva de las políticas y de las acciones correspondientes.

Así, una parte esencial del desarrollo de indicadores del informe es asegurar la participación de diferentes actores, especialmente de los estados miembros implicados en el proceso del PME. Este importante elemento se ilustra en el cuadro 3.4, que describe los esfuerzos realizados en el ejemplo del Gran Tokio para desarrollar indicadores de los riesgos de inundaciones y de la calidad del agua. El enfoque adoptado para el desarrollo de los indicadores en esta parte del informe puede resumirse en seis etapas, tal como se indica en la figura 3.6.

Figura 3.6: Representación esquemática de una directriz para el desarrollo de indicadores



Este esquema muestra las diferentes etapas para obtener indicadores desarrollados y calculados a partir de la definición de necesidades.

Fuente: Basado en Lorenz, 1999

Cuadro 3.3: Panorámica de los esfuerzos más importantes realizados para el desarrollo de indicadores

- **Índice de Desarrollo Humano** del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 1990): índice compuesto que combina índices de desarrollo relacionado con el sexo, una medida de la capacitación de los sexos y de la pobreza humana.

- **Índice de Pobreza Humana (IPH) del PNUD:** mide el nivel de carencia de tres elementos esenciales de la vida humana: longevidad, conocimiento y condiciones de vida aceptables.

- **Indicadores del Desarrollo Sostenible** de la Comisión de Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (CDS, 1997): pretenden ayudar a los responsables de las decisiones a seguir en los avances realizados hacia el desarrollo sostenible. Sobre la base del capítulo 18 de la Agenda 21, se ha creado un total de siete indicadores relacionados con el agua.

- **Indicadores Medioambientales** de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1994): desarrollo de indicadores medioambientales clave respaldados por los Ministros de Medio Ambiente de la OCDE y el conjunto más amplio de indicadores medioambientales de la OCDE.

- **Sistema Europeo de Índices de Presión Medioambiental (EPI):** la iniciativa EPI está financiada por la Dirección de Medio Ambiente de la Comisión Europea y pretende obtener una descripción completa de las actividades humanas más importantes que tienen un impacto negativo sobre el medio ambiente. El EPI se basa en el modelo Fuerza motrizPresión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR), y en la iniciativa se incluyen indicadores relacionados con el agua.

- **Índice de Sostenibilidad Medioambiental (ESI) e Índice de Rendimiento Medioambiental (EPI):** el ESI combina medidas de condiciones actuales, presiones sobre estas condiciones, impactos humanos y respuesta social, y es una medida del progreso general hacia la sostenibilidad. Las puntuaciones del ESI se basan en un conjunto de veinte "indicadores" fundamentales, cada uno de los cuales combina de dos a ocho variables. El EPI permite establecer comparaciones nacionales de diversos esfuerzos realizados para gestionar algunos objetivos políticos comunes, principalmente la calidad del aire y del agua, el cambio climático y la protección del ecosistema.

- **Indicador del Progreso Genuino (GPI):** desarrollado en 1994 como un nuevo instrumento para medir el funcionamiento de la economía en cuanto afecta realmente a la vida de las personas. El GPI deduce del Producto Interior Bruto (PIB) las transacciones financieras que son relevantes para el bienestar de las familias y las ajusta con aspectos de la economía que el PIB ignora. En el GPI se consideran el acceso al abastecimiento de agua, el saneamiento y los beneficios para la salud.

- **Medidas e Indicadores del Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD):** el Instituto ha definido conceptualmente indicadores. Se han calculado indicadores e índices piloto para evaluar la sostenibilidad (<http://www.iisd.org/measure/default.htm>)

- **Huella ecológica:** desarrollado por Earth Day Network, mide la cantidad de recursos naturales que consume un individuo, una comunidad o un país en un año determinado. Los recursos hídricos constituyen uno de los indicadores fundamentales en el recuento.

- **Teoría del capital** del Banco Mundial (Serageldin y Steer, 1994): ilustra el desarrollo sostenible con cuatro tipos de capital: capital natural, capital creado por el hombre, capital humano y capital social. Para el desarrollo sostenible, la cantidad total de capital en una sociedad no debe estar en declive en ningún momento. Los flujos entre estos capitales cambiarán la cantidad de cada uno de ellos. Los indicadores de sostenibilidad deben describir la cantidad de cada capital y los flujos entre capitales.

- **Sistema de Información basado en el Indicador de Recursos Hídricos del Sistema de NU:** los organismos de NU están implicados en la publicación de indicadores sectoriales que proporcionan información sobre el estado de las aguas en el mundo. Algunos muy notables son los que se han elaborado para la incidencia de enfermedades y que han sido dirigidos por la OMS, UNICEF y el WSSCC. Otros esfuerzos incluyen las publicaciones de la FAO basadas en FAOSTAT y Aquastat y las publicaciones del PNUMA basadas en estadísticas de la GRID.

- **Disponibilidad Específica de Agua:** indicador del estrés hídrico basado en la disponibilidad específica de agua, que es el agua per cápita que queda después de los usos agrícolas, industriales y domésticos (Shiklomanov, 1997).

- **Indicador Estándar:** trata de la disponibilidad de agua en un país basándose en el número de personas que viven en ese país (Falkenmark y otros, 1989). El indicador supone que probablemente habrá menos problemas de escasez de agua si se dispone de más agua per cápita.

- **Indicadores Hídricos** desarrollados por el Instituto Mundial de Recursos (WRI, 1998): evaluación, basada en indicadores, de cuencas hidrográficas y de sistemas de agua dulce, sobre la base de quince indicadores mundiales que caracterizan las cuencas hidrográficas de acuerdo con su valor, sus condiciones actuales y su vulnerabilidad frente a una posible degradación.

- **Equipo de Trabajo de CEPE sobre Directrices de Vigilancia y de Evaluación (2000):** desarrollo de directrices para vigilancia y evaluación que integran el desarrollo de indicadores en el ciclo de vigilancia.

Cuadro 3.4: Indicadores del riesgo de inundaciones y de la calidad del agua en el Gran Tokio

Indicadores de calidad del agua

Dado que las personas se van preocupando cada vez más por la mejora del medio ambiente, y están más implicadas en el proceso de gestión, este proceso deberá hacerse lo más transparente y comprensible posible. Por ello se han desarrollado nuevos indicadores de calidad del agua, basados en las necesidades de gestión del agua cada vez mayores y más diversas. En 1998 se llevó a cabo un estudio en los cinco ríos del Gran Tokio para desarrollar indicadores fácilmente comprensibles con objeto de vigilar las condiciones de calidad del agua. El administrador del río propuso indicadores a través de Internet y recogió las opiniones del público. En este estudio se consideró importante la facilidad de comprensión de los indicadores. El estudio destacó y propuso indicadores basados en tres aspectos: ocio, biodiversidad y agua potable (*Fuente: Oficina Regional de Desarrollo de Kanto, MSIT 2002*).

Indicadores del riesgo de inundaciones

Como contramedida frente a los grandes daños por inundaciones en el Gran Tokio, se desarrolló y se presentó al público un indicador fácilmente comprensible, que mostraba el grado de riesgo de daños por inundaciones. El grado de seguridad frente a daños por inundaciones puede expresarse por la combinación de la frecuencia de riadas y el nivel de inundación. Cada uno de estos criterios puede expresarse por un color y una altura, respectivamente. En el diagrama adjunto, desarrollado para el Gran Tokio, el verde representa frecuencia baja de riadas, y el rojo frecuencia alta de riadas.

(Fuente: Yasuda y Murase, 2002).

Seis criterios para los indicadores

Para establecer indicadores, los criterios tienen que ser absolutamente claros. En el estudio del caso particular del Gran Tokio, se han propuesto seis criterios (Yasuda y Murase, 2002):

- Relevancia: el valor numérico de un indicador debe representar directamente el grado de "lo que debe medirse".
- Claridad: las medidas con un indicador deben excluir la ambigüedad y la arbitrariedad.
- Coste: el coste de la evaluación con un indicador debe ser asequiblemente bajo.
- Continuidad: debe respetarse la disponibilidad de datos coherentes, tanto de alcance histórico como de alcance regional.
- Facilidad de comprensión: los usuarios deben comprender de forma fácil (o intuitiva) la definición (o expresión) de un indicador.
- Beneficio social: el beneficio social neto que proporciona un indicador, al ser aplicado, debe ser máximo.

Etapa 1: Definición de la necesidad de información

Para definir la necesidad de información es importante distinguir los posibles usos de la información.

- Información utilizada en el desarrollo de políticas.
- Información utilizada para implementar y evaluar políticas.
- Información utilizada para planificar el desarrollo de los recursos hídricos.
- Información utilizada en la gestión operativa del agua.
- Información utilizada para la comunicación con el público.

Como se ha subrayado anteriormente en este capítulo, el PME y el IMDA tienen que evaluar el éxito de los enfoques estratégicos del desarrollo sostenible, la gestión, la protección y el uso de los recursos hídricos, para llegar a las metas descritas en el capítulo 18 de la Agenda 21.

En este contexto, los objetivos de los indicadores en el IMDA son:

- Proporcionar una descripción sencilla pero significativa de los fenómenos complejos relacionados con los recursos hídricos y de los problemas de gestión, como base para la acción de los responsables de las decisiones y del público.
- Proporcionar una visión de los problemas y de las posibilidades de la gestión integrada de los recursos hídricos a escala mundial.
- Hacer un seguimiento de los desarrollos respecto al estado de los recursos hídricos y de la eficacia de la respuesta mundial para resolver los problemas.
- Evaluar el impacto del desarrollo de los recursos hídricos sobre las condiciones económicas, sociales, sanitarias y medioambientales.
- Hacer un seguimiento de los progresos en el logro del conjunto de objetivos y metas.

El informe se centra en once áreas (capítulos 5-15) cada una de las cuales requiere una información adecuada. Un organismo o grupo de organismos de NU ha tomado la dirección en cada una de las áreas para supervisar la preparación de un documento de base que describa los problemas que están en juego. Estos documentos especifican la información que se necesita en cada caso y han dirigido el desarrollo de los indicadores adecuados.

Etapa 2: Desarrollo de un modelo conceptual

Un modelo conceptual es una abstracción verbal o visual de una parte del mundo desde un punto de vista determinado. La información sobre el sistema, sus dimensiones espaciales y temporales y la cadena causa-efecto pueden introducirse en el modelo conceptual, representando el problema a resolver. La teoría o el concepto que es importante para un tema y que es necesario describir en el modelo conceptual no es un hecho objetivo, sino que depende del trasfondo cultural. En el modelo conceptual se expresan valores, entran en juego panorámicas mundiales y se desarrollan y comparten (de forma explícita o implícita) teorías sobre el funcionamiento del sistema. El desarrollo de un modelo conceptual implica que se dispone de una cantidad mínima de conocimiento sobre los *sistemas* que se están considerando.

La gestión integrada de los recursos hídricos implica compromisos entre la sociedad, la economía y el medio ambiente. Por ello se necesita información sobre las relaciones causa-efecto y sobre los efectos socioeconómicos y medioambientales de las medidas políticas. En esta primera edición del informe, se ha escogido como modelo de trabajo una combinación de “Marco Lógico” y del concepto DPSIR. Dentro de este marco, el “Marco Lógico” (tal como se presenta en la tabla 3.1) proporcionó una base conceptual que reflejaba las necesidades políticas, y el DPSIR proporcionó las relaciones causa-efecto entre la actividad humana, el efecto medioambiental y la respuesta de la sociedad. Todo ello se puso de manifiesto en forma de indicadores que representaban las fuerzas motrices, presión, estado, impacto y respuesta (Hettelingh y otros, 1998; Hammonds y otros, 1995; Swart y Bakkes, 1995; Bakkes y otros, 1994).

- Los indicadores de fuerza motriz describen las fuerzas motrices del uso del agua, tales como las que se enumeran en el capítulo 1 sobre la crisis mundial del agua: pobreza, crecimiento de la población, urbanización, globalización, expansión industrial, desarrollo agrícola, producción y uso de la energía, ocio y turismo.

- Los indicadores de presión describen la presión sobre los sistemas hídricos como resultado de las actividades humanas (por ejemplo, el uso de los recursos naturales, los vertidos de residuos).

- Los indicadores de estado describen el cambio cualitativo/cuantitativo en el “estado” del agua como resultado de la presión.

- Los indicadores de impacto describen los efectos sobre los ecosistemas, los recursos, la salud humana, las condiciones sociales, los materiales y las comodidades, causados por el cambio en el estado del agua.

- Los indicadores de respuesta describen la de la sociedad a estos cambios y los mecanismos para enfrentarse a ellos, que se reflejan en las instituciones y en las políticas medioambientales, económicas y sectoriales. La respuesta puede estar dirigida a diferentes partes de la cadena causa-efecto (por ejemplo fuerza motriz, presión, estado o impacto).

Para dar un ejemplo práctico del marco DPSIR, hemos intentado relacionarlo con los componentes del Índice de Pobreza de Agua (véase la tabla 3.2).

Etapa 3: Formulación de indicadores potenciales

Los indicadores potenciales son las variables que describen los procesos y las características dominantes en el modelo conceptual. Para el informe, el proceso adoptó principalmente estrategias sectoriales y se seleccionó una lista de indicadores para una evaluación inicial.

Etapa 4: Evaluación de indicadores potenciales sobre la base de criterios de selección

Los criterios de selección se relacionan con los requisitos científicos y políticos que deben cumplir los indicadores. En la tabla 3.3 se incluye una lista de los criterios comúnmente utilizados. Algunos criterios son contradictorios, ya que están vinculados a diferentes necesidades de información; por ello un indicador potencial no puede satisfacer todos los criterios enumerados en la tabla (por ejemplo, “específico para un estrés o un efecto determinado” y “ampliamente aplicable a muchos lugares y causas de estrés para ser utilizado en diferentes regiones”). Para la información que se necesite se tendrá que hacer una selección de criterios. Por ejemplo, la concentración de clorofila en el agua es un indicador generalmente aceptado y científicamente sólido para la biomasa de las algas. Si la comunicación es el objetivo principal de los indicadores, un criterio de selección “sencillo, fácilmente interpretable y atractivo para la sociedad” es más importante que la solidez científica. Esto es válido, por ejemplo, para indicadores desarrollados en interacción con la comunidad local dentro del marco de la Agenda 21 local.

La tabla 3.3 presenta, pues, una lista de los criterios importantes para los indicadores del informe. En términos generales están bien establecidos y dan una información significativa y exacta sobre el estado o la calidad de la materia y están adecuadamente documentados. Los estudios de ejemplos piloto han adoptado estos criterios y los han ajustado a sus necesidades y condiciones regionales.

Los organismos de NU que han dirigido los estudios han utilizado este conjunto preliminar de indicadores para establecer el estado del recurso e informar sobre los avances frente a los objetivos fijados en las diversas áreas. También se han incluido las listas deseadas de indicadores, y se desarrollarán en las ediciones sucesivas del informe (véase la tabla 3.4).

Etapa 5: Evaluación de la disponibilidad de datos

Los indicadores potenciales tienen que ser evaluados en lo que respecta a la disponibilidad de datos. Los datos tienen que estar disponibles para poder construir el indicador.

Tabla 3.2: Ejemplo de utilización del marco DPSIR sobre la base de los componentes del Índice de Pobreza de Agua (IPA)

DPSIR	Indicador IPA	Componente IPA
Fuerza motriz (por ejemplo, densidad de Población, pobreza)	% de hogares que reciben una pensión/subvención o salario Gasto medido por la posesión de artículos duraderos	capacidad capacidad
Presión	Tasa de consumo doméstico de agua Uso agrícola del agua Uso del agua para ganadería Uso industrial del agua	uso uso uso uso
Estado	Evaluación de aguas superficiales Evaluación de aguas subterráneas Fiabilidad de los recursos Evaluación de la calidad del agua	recurso recurso recurso recurso
Impacto sobre el Medio ambiente	Uso de los recursos naturales por las personas pérdida de cosechas % de hogares que declaran erosión del suelo	medio ambiente medio ambiente medio ambiente
Impacto sobre las Personas	Acceso a agua limpia Declaraciones de conflictos sobre el uso del agua Acceso al saneamiento % de agua transportada por mujeres Tiempo gastado en la recogida de agua Acceso a regadío Tasa de mortalidad de menores de 5 años % de hogares que declaran enfermedades debidas Al abastecimiento de agua	acceso acceso acceso acceso acceso acceso capacidad capacidad
Respuesta	Nivel de educación de la población Pertenencia a asociaciones de usuarios del agua	capacidad capacidad

Fuente: Secretaría del WWAP, basado en información del IPA, Sullivan y otros, 2002a.

Tabla 3.3: Criterios para la selección de indicadores

Requisitos científicos

- Base sólida y bien fundada en conocimiento científico
- Representatividad, describiendo el estado o la calidad de un tema o una materia, dando información significativa y precisa
- Definidos de forma clara y coherente, de modo que no sean ambiguos o se presten a diversas interpretaciones, o a dar resultados incoherentes en distintas situaciones
- Ser desarrollados dentro de un marco conceptual y operativo acordado
- Expresión cuantitativa
- Ser sensibles, de modo que un pequeño cambio que se mida dé como resultado un cambio medible en el indicador
- Previsores, de alerta precoz, capaces de indicar la degradación o el riesgo antes de que ocurra un daño grave
- Estabilidad, baja variabilidad natural con el fin de separar los efectos causados por el estrés de las fluctuaciones aleatorias
- Específicos para un estrés o efecto determinado
- Aplicables a muchos casos de estrés, utilizables en diferentes regiones
- Es necesario especificar las incertidumbres
- Transformables (inteligentes)

Requisitos políticos

- Hechos a la medida de las necesidades de los usuarios primarios
- Son propiedad de los usuarios
- El problema debe ser gestionable, y por lo tanto debe conocerse la cadena causa-efecto del indicador para facilitar el abordaje del problema
- Que tengan un objetivo o umbral con el que puedan compararse, o una escala explícita que comprenda desde los estados no deseables hasta los estados deseables (con ponderaciones específicas) con el fin de evaluar el significado de la información
- Que registren o bien los cambios en los medios recomendados por la política, o bien los cambios en el impacto sobre el desarrollo, atribuibles a la política
- Que se presten a la vinculación con modelos y sistemas de pronóstico y de información
- Sencillos, de fácil interpretación y atractivos para la sociedad con el fin de facilitar la comunicación entre los políticos y la sociedad
- Coincidentes con los planes políticos nacionales e internacionales e indicando el progreso de la política
- Disponibilidad de los datos históricos para mostrar las tendencias a lo largo del tiempo
- Los datos deben ser de fácil recogida y, por lo tanto, harán más bajos los costes técnicos y de recogida
- Normalizados, para hacer que las cosas sean comparables y proporcionando una base para la comparación regional, nacional e internacional

Fuentes: Información recogida del taller de indicadores del informe; Hoon y otros, 1997; Van Harten y otros, 1995; De Zwart, 1995; Hendriks, 1995; Swart y Bakkes, 1995; OCDE, 1994; Kuik y Verbruggen, 1991; Liverman y otros, 1988.

Si los datos no están disponibles, se tendrán que recoger.

En este caso, la inversión en recogida de datos debe estar en equilibrio con la información obtenida por el indicador. Los datos sobre actividades socioeconómicas pueden encontrarse en las bases de datos y en las estadísticas socioeconómicas. Los datos sobre la cantidad y la calidad de los recursos pueden obtenerse a partir de la bibliografía, los programas de vigilancia, las encuestas y los proyectos especiales.

Para un uso integrado de los indicadores socioeconómicos y medioambientales, los datos tendrán que ser convertidos al nivel espacial apropiado. Las estadísticas socioeconómicas suelen recogerse por regiones administrativas y se agregan a escalas espaciales más grandes (por ejemplo, nacionales), mientras que los datos medioambientales se recogen para una masa de agua o una cuenca fluvial. Estas diferencias de escala complican el uso integrado de los diferentes indicadores en el marco adoptado. En la sección siguiente de este capítulo se exponen más discusiones sobre los datos.

Etapas 6: Desarrollo de indicadores

En la última etapa se desarrollan los indicadores. Si se dispone de datos suficientes, puede calcularse un indicador. Si no es así, los datos deben recogerse por medio de seguimiento o encuestas. Si no es posible la recogida de datos, será necesario considerar indicadores nuevos o alternativos, volviendo a la etapa de formulación de indicadores potenciales.

Debe advertirse que el desarrollo de indicadores es un proceso dinámico, que requiere adhesión a la noción de aprendizaje por medio de la acción. Esto significa que un conjunto de indicadores nunca es definitivo y la lista de indicadores seleccionados no constituye una excepción. Con el tiempo, los indicadores se adaptarán y se mejorarán sobre la base de las necesidades cambiantes de información, el progreso en el desarrollo político y las visiones y experiencias científicas obtenidas con el uso de los indicadores. Los países implicados en el proceso de desarrollo y propuesta de indicadores tienen que tener la propiedad plena de estos indicadores y no estar limitados a una lista preconcebida. Los siete estudios de ejemplos piloto de este primer informe son un buen ejemplo de la ampliación del horizonte de los indicadores

Tabla 3.4: Lista de los indicadores utilizados en la primera edición del Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo y de los indicadores que se desarrollarán en el futuro

Área	Indicadores utilizados	Indicadores futuros
Fuerzas motrices	<ul style="list-style-type: none"> Consumo: mundo en vías de desarrollo frente a mundo desarrollado Incidencia de lombrices, sarna, tracoma, diarrea Índice de Pobreza Humana: 5 indicadores Extracciones: % del total anual de agua dulce renovable Evapotranspiración: % usado por los seres humanos Escorrentías: % usado por los seres humanos Escasez de agua: número de personas y de países afectados, número de países incapaces de suministrar un mínimo de agua potable Humedales: % en peligro Ríos transfronterizos: % de población dependiente de los recursos internos de agua renovables Agua contaminada: % de población expuesta a los indicadores de contaminación: coliformes, sustancias industriales, ácidos, metales pesados, amoníaco, nitratos, plaguicidas, sedimentos, salinización Desastres naturales: muertes por causas relacionadas con el agua, número de inundaciones Indicador del estilo de vida: riego estival de jardines, disponibilidad de determinados alimentos durante todo el año Cambios en las precipitaciones en el norte y en el sur Desastres relacionados con las precipitaciones: muertes y daños en las propiedades Menciones del agua en la agenda internacional, BM, GEF, CMDS Declaraciones ministeriales en las que se menciona el agua 	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores nacionales y subnacionales de las principales fuerzas motrices
Ciclo del agua (capítulo 4)	<ul style="list-style-type: none"> Promedio de recursos hídricos a largo plazo Red hidrológica mundial Datos por países sobre recursos hídricos Disponibilidad de agua frente a población Precipitación anual media Punto máximo mundial de lluvias para diferentes duraciones Los sistemas de aguas subterráneas más grandes del mundo Uso de las aguas subterráneas para riego en agricultura Flujos anuales a los océanos del mundo Los ríos más grandes del mundo por descarga anual media con sus cargas Países que usan las mayores cantidades de agua desalinizada y de agua residual tratada 	<ul style="list-style-type: none"> Uso/Rendimiento{Rendimiento = $f(Q, \text{variabilidad tanto en el espacio como en el tiempo, almacenamiento})$} PDSI o índice de aridez (Índice de humedad) Carga de contaminantes orgánicos Contaminantes biológicos (E. Coli/coliforme termotolerante) Índice de aguas subterráneas de UNESCO/AIEA/AIH/CEE Mapa de umbrales de estrés hídrico Flúor y arsénico contaminantes inorgánicos presentes en la naturaleza
Promoción de la salud (capítulo 5)	<ul style="list-style-type: none"> Distribución de personas sin servicio, abastecimiento de agua Distribución de personas sin servicio de saneamiento Cobertura real y total del abastecimiento de agua, distribución general, urbana y rural Cobertura real y total del saneamiento, distribución general, urbana y rural Incidencia del cólera en el mundo 	<ul style="list-style-type: none"> Incidencia de enfermedades asociadas con el agua (expresada en AVAD) con Evaluación Comparativa del Riesgo Fracción de la carga de enfermos-sanos resultante de las deficiencias de nutrición que se pueden atribuir a los impactos de la escasez de agua sobre el suministro de alimentos Acceso a fuentes de agua potable mejoradas y extensión del abastecimiento de agua corriente Inversión en abastecimiento de agua potable y en saneamiento Porcentaje de Evaluación del Impacto en la Salud (EIS) del desarrollo de los recursos hídricos y cumplimiento de las recomendaciones de las EIS
Protección de los ecosistemas (capítulo 6)	<ul style="list-style-type: none"> Grado de fragmentación de los ríos Índice de desierto terrestre Suelo transformado para la agricultura Área de humedales drenados Indicadores hidrológicos (flujo, etc.) Emisiones de contaminantes del agua por sectores Cumplimiento de las normas de calidad del agua para contaminantes clave Calidad biológica del agua (basada en la respuesta de la comunidad) Evaluación biológica (perturbación desde la condición de referencia) 	<ul style="list-style-type: none"> Adopción de estrategias /adopción de legislación para la protección del medio ambiente Procedimientos de información apropiados a escala nacional Protección de lugares/especies facilitada por la legislación Esquemas de restauración Formación y capacitación de instituciones reguladoras u otras instituciones

Tabla 3.4: continuación

Área	Indicadores utilizados	Indicadores futuros
Protección de ecosistemas (capítulo 6.Continuación)	<ul style="list-style-type: none"> Número o presencia/ausencia de especies no nativas (extrañas) Niveles de endemia Inventario Rápido de la Biodiversidad - Conservación Internacional/Museo de Campo AquaRAP Número/Proporción de especies en peligro (gravemente amenazadas) Índice de Planeta Viviente Capturas de pesquerías comerciales u otras Tendencias en la producción de alimentos 	
El agua y las ciudades (capítulo 7)	<ul style="list-style-type: none"> Megápolis en todo el mundo Proporción de poblaciones urbanas con acceso a abastecimiento de agua y saneamiento “mejorados” Abastecimiento de agua: acceso a abastecimiento de agua “mejorado”-%, tipo por %; conexión doméstica, fuente en el patio, fuente pública, sin servicio Coste por litro del abastecimiento de agua Abastecimiento de agua: no contabilizado para el agua - % de entrada de distribución, programas de mejora subvencionados por la comunidad: número de personas/hogares en el programa Niveles de consumo de agua: doméstico: litros per cápita y por día (lpcpd), tarifa de contador de agua (estructura punitiva destinada a reducir el consumo indebido), % de agua reciclada, tipo de fuente de agua (aguas subterráneas, ríos, mezclas, etc.) Industria y comercio: m3 por día Tasas de mortalidad infantil: muertes por cada 1.000 nacidos vivos Niños < 5 años: enfermedades diarreicas relacionadas con agua y saneamiento inadecuados Saneamiento: acceso a saneamiento “mejorado” - %, saneamiento: conexiones con alcantarillas - %, recogida de residuos sólidos - % Distancia a la fuente de agua (río) desde el centro de demanda: %>8km, transferencia entre cuencas: % Embalses (presas): volumen de suministro en m3 por año 	<ul style="list-style-type: none"> Distribución de los valores a escala regional y nacional Acceso a abastecimiento de agua “seguro y suficiente” - % Acceso a saneamiento “seguro y conveniente” - % Huella ecológica urbana
Garantía del suministro de alimentos (capítulo 8)	<ul style="list-style-type: none"> Precio medio de los alimentos (en todo el mundo) Consumo medio de alimentos per cápita (en todo el mundo y en las regiones) Préstamos para regadío y drenaje (en todo el mundo) Superficie equipada para regadío frente a tierra cultivable total por países Superficie de regadío (regiones) Uso agrícola del agua por países Número de personas que sufren hambre crónica por países Promedio de producción de cereales (en todo el mundo) Superficie de tierra cultivable (en todo el mundo) Intensidad de cosechas (en todo el mundo) Consumo de productos de la ganadería (regiones) Consumo de pescado (marino, de interior y acuicultura, en todo el mundo) Agua utilizada para el regadío (neta y bruta, en todo el mundo) 	<ul style="list-style-type: none"> Agua utilizada para regadío (neta y bruta, aguas subterráneas y aguas superficiales), informal (recolección local de aguas suplementarias, de aguacero), riego superficial, riego por aspersión, riego por goteo Productividad: \$ o vol./m3, eficiencia, puestos de trabajo por gota Proporción de cosechas puestas en el mercado a precios controlados por el gobierno Subsidios agrícolas Distribución del consumo de alimentos dividida en cereales, plantas oleaginosas, ganadería y pescado Inversión total (privada, estatal, agencias de desarrollo) en regadío y drenaje Importación/Exportación de alimentos entre regiones
Industria (capítulo 9)	<ul style="list-style-type: none"> Valor económico (en \$ US) obtenido anualmente por la industria por metro cúbico de agua utilizada Usos competitivos del agua por los principales grupos de renta de los países Contribución de los principales sectores industriales a la producción de DBO en países de renta alta de la OCDE y en países de renta baja Eficiencia del agua de uso industrial 	<ul style="list-style-type: none"> Uso industrial del agua per cápita por agua total desarrollada per cápita Reutilización/Reciclado Contaminación procedente de la industria

Tabla 3.4: continuación

Área	Indicadores utilizados	Indicadores futuros
Energía (capítulo 10)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de hogares con acceso a la electricidad en cuarenta y tres países en vías de desarrollo • Producción mundial de electricidad • Producción de energía hidroeléctrica • Capacidad hidroeléctrica instalada 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia/Productividad (producción por m3) • Uso del agua en torres térmicas y competencia con otros usos • Cobertura urbana y rural de acceso a la electricidad en todo el mundo • Coste unitario de las fuentes de energías renovables y no renovables
Riesgos (capítulo 11)	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de desastres naturales graves desde 1994 • Sequías más importantes y sus consecuencias en el último siglo • Tendencias en las causas de catástrofes alimentarias, 1981-99 • Tendencias en las grandes catástrofes naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas - datos a escala de país y de cuenca, por región y mundiales, en vidas humanas (número/año), en valores económicos y sociales reales y relativos (pérdidas totales, % del PIB, crecimiento, inversiones y beneficios del desarrollo) • Población expuesta a riesgos relacionados con el agua (número de personas/año, grupos de renta) • Otros riesgos no relacionados con el agua (% de pérdidas por seísmos, incendios, riesgos industriales y para la estabilidad civil) • Número de personas que sufren una inundación cada 100 años. Mapa de vulnerabilidad basado en la proporción de tierra comprendida dentro de 1 Km de distancia al río con una pendiente inferior a un grado • Previsiones legales e institucionales para la gestión basada en el riesgo (establecidas/no establecidas) • Asignación presupuestaria para mitigar el riesgo por agua (total y % de los presupuestos totales/año) • Reducción del riesgo en llanuras aluviales (% de la población total en llanuras aluviales) • Reducción del riesgo y formulación de planes de acción preventiva (% del número total de países) • Asignación de recursos basada en el riesgo (países, organizaciones internacionales, [si/no])
Reparto del agua (capítulo 12)	<ul style="list-style-type: none"> • Cuencas con estrés hídrico alto/medio (extracción como proporción del flujo del río) • Dependencia de los recursos hídricos de un país de los flujos procedentes de países vecinos (flujo entrante como proporción de la disponibilidad total de agua) • Número de cuencas internacionales • Número de tratados/eventos cooperativos para ríos internacionales • Acuíferos compartidos -número/volumen de recursos/conflictos relacionados con los cambios que pueden sugerir las cuencas internacionales donde existe una exigencia de mayor cooperación. Los indicadores de estos tipos de cambios son: • Cuencas recientemente internacionalizadas • Cuencas con proyectos unilaterales y falta de capacidad institucional (tratados/organismos/relaciones positivas) • Cuencas internacionales donde no existe hostilidad entre los estados en relación con el agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios (sectoriales) en la demanda y la distribución • Mecanismos para compartir dentro del país (asignaciones/prioridades), tanto de rutina como en tiempos de escasez • Proporción de utilización del agua por la industria, la agricultura y el sector doméstico • Existencia de leyes para la distribución justa del agua • Responsabilidades y declaraciones de Política Hidrológica
Valoración del agua (capítulo 13)	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión anual en agua para la agricultura, abastecimiento y saneamiento, medio ambiente e industria • Fuentes de los fondos para inversión • Inversión anual en saneamiento urbano y rural • Nivel de recuperación del coste del abastecimiento de agua para la agricultura • Nivel de recuperación del coste del abastecimiento urbano de agua • Precio del agua de los sistemas municipales de abastecimiento • Comparación del precio del agua de las empresas públicas y de los vendedores no oficiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio del agua que se carga a los agricultores por el riego • Precio medio del agua en los sistemas rurales de abastecimiento • Cargas por alcantarillado

Tabla 3.4: continuación

Área	Indicadores utilizados	Indicadores futuros
Asegurar el conocimiento (capítulo 14)	<ul style="list-style-type: none"> Tasa bruta de matriculación en la escuela primaria Tasa de analfabetismo Densidad de estaciones de vigilancia hidrológica en todo el mundo, y por regiones Gasto en Investigación y Desarrollo en países seleccionados Número de aparatos de televisión y de receptores de radio por cada 1.000 habitantes Número de líneas telefónicas por persona Gasto en TIC Número de estaciones de vigilancia hidrológica, por regiones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) 	<ul style="list-style-type: none"> Número de instituciones sobre recursos hídricos Número de científicos en recursos hídricos Circulación de periódicos por cada 1.000 habitantes Temas sobre el agua en los programas escolares Número de sitios web con información disponible sobre recursos hídricos por países
Administración inteligente (capítulo 15)	<ul style="list-style-type: none"> Existencia de instituciones (autoridades de recursos hídricos) responsables de la gestión (incluyendo la concesión de licencias de extracción y descarga) que sean independientes de los usuarios del agua. Porcentaje del área cubierta por estas instituciones. Número de autoridades del agua y promedio del área cubierta por cada una de ellas Existencia de normas de calidad del agua, para descarga de efluentes, y para objetivos mínimos de calidad del agua de los ríos Existencia de derechos definidos sobre el agua 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del agua en ríos, lagos, etc. Número de casos en que los proveedores de servicios de agua experimentan una fuerte escasez de agua Existencia de legislación que invoque los principios de Dublín Refuerzo y reforma de las instituciones (después de 1992) Papeles definidos del gobierno (central y local) Existencia de un marco participativo y de directrices operativas Establecimiento e implementación de la implicación del sector privado y de la responsabilidad de los participantes Definición clara de la propiedad de los activos Compromiso financiero para la adopción de la GIRH

Esta lista de indicadores da solamente los indicadores principales utilizados en el Informe. Bajo la dirección del Comité Asesor de Datos se está desarrollando un sistema de base de datos adecuado. Igualmente, ya se están realizando esfuerzos para seguir desarrollando "proto-indicadores"

Desafíos a la observación para el desarrollo de indicadores

Tras décadas de estudios experimentales intensivos y de modelización, nuestra comprensión de la hidrología a escala local es razonablemente buena. En contraste, el conocimiento de la función compleja de las cuencas de drenaje, especialmente en relación con los desafíos debidos al hombre, está mucho menos desarrollado. Los indicadores desarrollados para el IMDA deben ser capaces de rastrear las fuentes, el transporte y el destino del agua así como los constituyentes transportados por el agua a través de grandes cuencas heterogéneas. Por una parte está el desafío de cuantificar los elementos del ciclo hidrológico basado en el suelo, y de moverse progresivamente hacia estas escalas más grandes; por otra parte, el dinamismo asociado con las interacciones entre los seres humanos y el agua es, con demasiada frecuencia, difícil de entender. Lo primero ha sido el centro de importantes programas internacionales de observación y de coordinación científica (por ejemplo, OMM-HYCOS, Período Mejoramiento de Observaciones Coordinadas [CEOP], Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra [CEOS], Red Terrestre Mundial de Hidrología [GTN-H], UNESCO-HELP [Hidrología, Medio Ambiente, Vida y Política]), pero para lo segundo sólo se dispone de unos pocos sistemas de vigilancia (proceso de la CDS a través de aportaciones del Comité Administrativo de Naciones Unidas sobre Coordinación, Subcomité sobre Recursos Hídricos [UN ACC/SCWR] ahora reconstituido como ONU, Asociación Mundial del Agua [GWP], Consejo Mundial del Agua [CMA]).

Análogamente, aunque en el primer caso se ha observado el estado de deterioro de las redes actuales de vigilancia, se requiere también una reconstrucción sustancial para hacerlas capaces de captar el dinamismo del sistema. En ambos casos se necesitan mejoras sustanciales para superar los desafíos a la observación.

Base de información hidrológica

La necesidad de información hidrológica que pueda utilizarse para desarrollar indicadores no ha sido nunca hasta ahora tan oportuna. Con la aparición de conjuntos de datos biofísicos de gran calidad, incluyendo los de los sensores a distancia y los de las predicciones meteorológicas operativas, la comunidad científica se está acercando rápidamente a una situación en la que el ciclo hidrológico se puede vigilar en grandes regiones y casi en tiempo real. Paradójicamente, la tendencia a la reducción de las estaciones que vigilan rutinariamente las variables hidrográficas podría limitar considerablemente la utilidad de estas nuevas herramientas de alta tecnología, puesto que, en último término, requieren calibración frente a estándares básicos conocidos, para demostrar su fiabilidad.

Nuestra capacidad para vigilar el ciclo terrestre del agua utilizando estaciones tradicionales de medida de la descarga (la base fundamental de la evaluación de los recursos hídricos) continúa deteriorándose rápidamente en muchas partes del mundo. Una representación de series temporales (realizada en 1999 pero poco diferente de la actual) que muestra la situación mundial de las estaciones, con datos del Centro Mundial de Datos

de Precipitaciones (GRDC) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y de los primeros bancos de datos hidrológicos de la UNESCO, muestra claramente las dificultades. Los declives pueden encontrarse en todo el mundo, incluso en países bien vigilados en otros aspectos como Estados Unidos y Canadá. Los declives son aún más pronunciados en los países en vías de desarrollo. Dado que estas regiones están, por su propia naturaleza, sometidas a los efectos directos e inmediatos del rápido cambio debido al hombre, es muy preocupante que sustancialmente falte la infraestructura para vigilar adecuadamente los recursos hídricos. Se requerirá un esfuerzo importante para rehabilitar estos sistemas de vigilancia atrofiados. Sin un compromiso internacional sostenido para la vigilancia básica, el desarrollo de indicadores del WWAP sufrirá un retroceso importante.

Diversos factores contribuyen a la pérdida de informes hidrológicos (Grupo Ad Hoc sobre Conjuntos de Datos Mundiales sobre el Agua, 2001; NRC, 1999; Kanciruk, 1997). Ahora la recogida de datos está muy orientada a proyectos, produce series temporales escasamente integradas, de corta duración, con cobertura espacial restringida y con disponibilidad limitada. Además, se ha producido un ataque legal contra el acceso abierto a los conjuntos de datos hidrometeorológicos básicos, al que han contribuido en gran medida la comercialización y los temores en relación con la piratería de la propiedad intelectual. También prevalecen los retrasos en la reducción y entrega de datos (hasta varios años en algunos lugares).

Irónicamente, el análisis mundial de la ingeniería hidráulica está limitado por la escasez de datos sobre el agua. Los registros de presas existentes no dan información sobre la descarga de los ríos, ya sea dentro o fuera de los embalses. Los registros tampoco dan información completa sobre volúmenes y áreas de almacenamiento, ni sobre las relaciones que ligan el nivel del agua con el área superficial y el volumen, aunque esta información es esencial para calcular los tiempos exactos de permanencia en el embalse y para predecir la distorsión del hidrógrafo. Tampoco está documentado el volumen de pérdidas de aguas subterráneas por permeación, incluso para los embalses más grandes, y la hidrología de millones de estanques de uso agrícola y de arrozales es, en el mejor de los casos, una conjetura.

Información basada en los impactos y en la administración de los seres humanos

Una exigencia fundamental para la evaluación de los recursos hídricos en todas las escalas incluye un amplio conjunto de variables socioeconómicas que ayuden a cuantificar la utilización del agua. La conjunción de estas variables puede producir dos magnitudes fundamentales, esto es, la tasa de extracción y/o el consumo, que puede entonces compararse con el abastecimiento de agua. Esta comparación da lugar al importante indicador de uso relativo del agua, que es una medida de la capacidad del sistema de recursos hídricos para proporcionar servicios a una comunidad local o regional de usuarios. Sin embargo, las situaciones no son tan sencillas de observar. Las soluciones de etno-ingeniería para conducir el agua en el área de Gilgit en Pakistán o en el Egipto árido, han demostrado que la comprensión habitual de la hidráulica es errónea. Igualmente, aunque se pueda haber conjeturado y calculado la contribución total de la participación de las personas, nunca se han intentado calcular las pérdidas debidas a fuentes en declive del saber tradicional. Tales temas son importantes y necesitan reflejarse en indicadores, y fueron

visibles incluso en los países a los que se refieren los ejemplos piloto, donde los gobiernos nacionales trabajaron con la secretaría del WWAP para producir los informes.

Éstos son algunos de los problemas con los que ha tenido que enfrentarse el WWAP. Ha habido una comprobación constante de que estos desafíos tienen que examinarse como parte de un conjunto integrado de problemas, donde todo está ligado (aunque algunos lazos de unión son de mayor importancia estratégica que otros). Aunque la combinación de “Marcos Lógicos” impulsados por DPSIR o por políticas (con el respaldo de los organismos directores de NU) puede estructurar los indicadores deseados, este proceso debe considerarse como la puesta en marcha del motor antes de pisar el embrague del vehículo y de poner los pies en los pedales. Hay toda una cadena de acciones necesarias: identificación y desarrollo de conjuntos mundiales de datos sobre el agua, creación de capacidades dentro de los países y transferencia de tecnología, análisis estadístico, modelización, interpretación de los datos, análisis comparativo de tendencias y difusión rápida de los datos. Aunque en este informe se ha presentado un gran número de indicadores, la intención del IMDA, a más largo plazo, es presentar la mayoría de los indicadores en un formato geoespacial.

Limitaciones, advertencias y puntos de discusión

En la sección anterior se presentó el enfoque adoptado para el desarrollo de indicadores, tanto utilizados como propuestos, a través del proceso del IMDA. En esta sección se ponen de relieve algunas de sus limitaciones más importantes.

El problema de la escala adecuada

La escala es un aspecto importante en el desarrollo y uso de indicadores. Este párrafo discute cuatro problemas de escala. En primer lugar, los indicadores están dirigidos frecuentemente a una escala espacial determinada. Como las necesidades de información pueden diferir en relación con las escalas local, regional y mundial, los indicadores desarrollados para una escala espacial determinada podrían no ser útiles para otra. Por ejemplo, los datos para un indicador a un nivel espacial alto no siempre pueden obtenerse por agregación de los datos de un nivel espacial más bajo. Esto obstaculiza el cálculo de los valores del indicador mundial. Por ejemplo, el Programa Conjunto de Vigilancia (JMP) de la OMS/UNICEF publica valores de indicadores sobre abastecimiento de agua y saneamiento en el mundo como el porcentaje de personas con acceso a recursos mejorados de agua potable y con acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento (véase la tabla 3.5 para una selección de países). El objetivo del indicador es comparar el abastecimiento de agua y el saneamiento en todo el mundo. Sin embargo, la necesidad de información a escala regional será diferente; a esta escala la distribución del acceso por regiones, o el tipo de tecnología en una región determinada, son factores más interesantes. Los datos regionales pueden agregarse solamente en un valor indicador nacional si los indicadores y la recogida de datos son los mismos entre las diferentes regiones de un país: uno de los desafíos del JMP consiste en trabajar sobre ello.

El problema de las diferentes necesidades de información impide el uso de los datos regionales disponibles para efectuar

Tabla 3.5: Muestra de valores de indicadores por países sobre abastecimiento de agua y saneamiento

	% de población con acceso a fuentes mejoradas de agua potable en el año 2000			% de población con acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento en el año 2000		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Afganistán	13	19	11	12	25	8
Andorra	100	100	100	100	100	100
Angola	38	34	40	44	70	30
Argelia	94	88	94	73	90	47
Argentina	79	85	30	85	89	48
Australia	100	100	100	100	100	100
Austria	100	100	100	100	100	100
Samoa americana	100	100	100	-	-	-

Fuente: OMS/UNICEF, 2000

comparaciones a escala mundial, tal como en el IMDA. Un segundo ejemplo es el PNB, que es un indicador de la actividad económica que mide el valor monetario total de todos los bienes y servicios finales producidos para el consumo de la sociedad durante un periodo de tiempo determinado. El PNB, como cifra promedio nacional, no es representativo de las variaciones regionales entre las comunidades dentro de un país. Sin embargo, aunque el PNB es útil para comparar la actividad económica de diversos países a escala mundial, no puede relacionarse directamente con el bienestar, ya que en los grandes países puede haber grandes variaciones internas. No obstante, en la mayoría de los casos, y ciertamente cuando se considera la salud, los indicadores económicos van en paralelo con el bienestar (la pobreza rural se corresponde normalmente con la enfermedad-salud rural). Estudios recientes han demostrado que si los indicadores económicos están ligados a los indicadores de justicia social, la asociación entre economía y bienestar se hace mucho más sólida. Sin embargo, los elementos del bienestar (por ejemplo, salud, educación, seguridad, calidad medioambiental) no pueden relacionarse directamente con el PNB de un país. En la tabla 3.6 se ofrece una panorámica de una serie de indicadores, su objetivo y la escala espacial correcta para su uso.

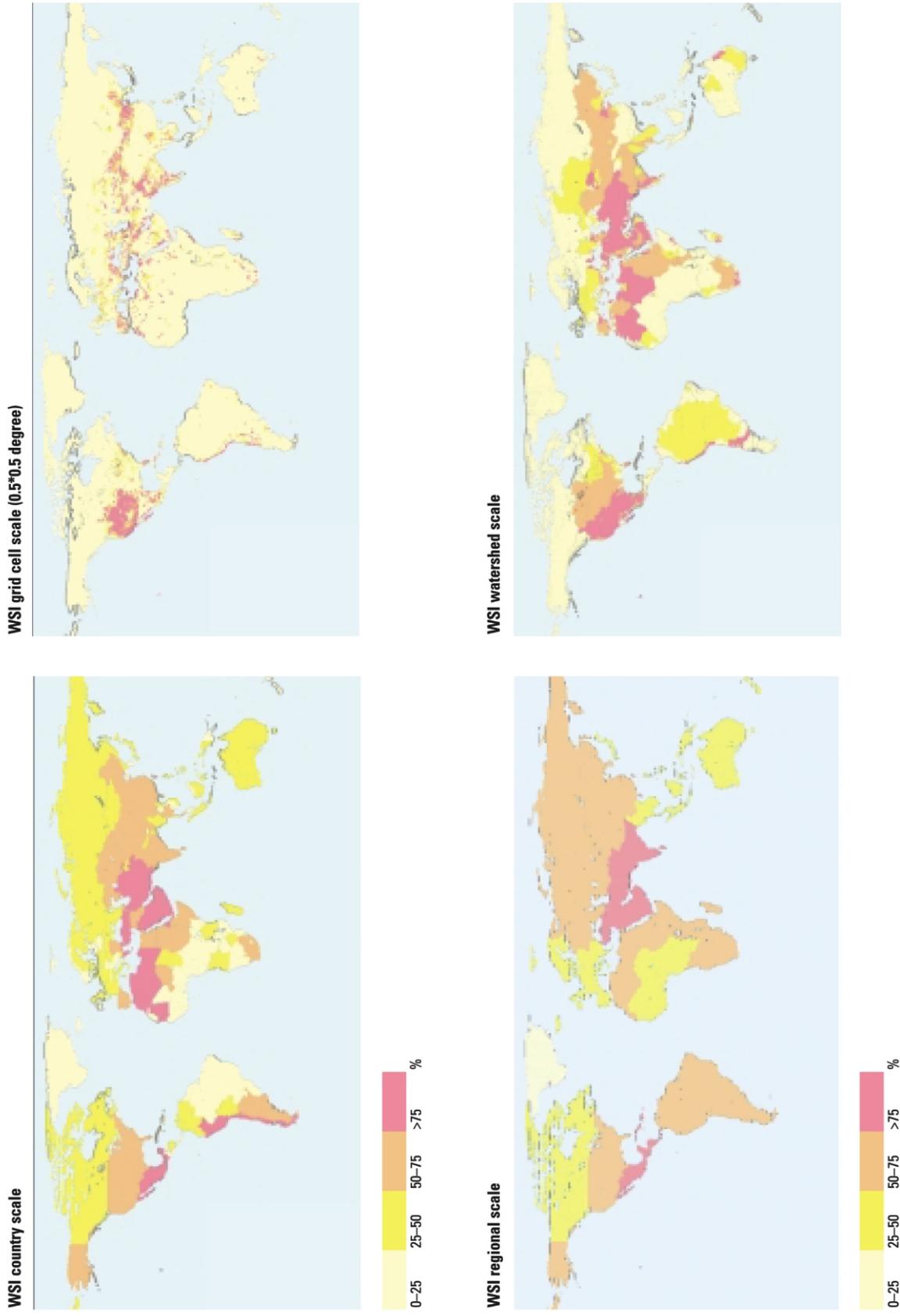
Un segundo tema importante es seleccionar la escala espacial óptima para agregar y presentar los valores del indicador o índice. Esta escala depende de la necesidad de información y del objetivo del indicador. La figura 3.7 muestra cómo la escala espacial modifica la información proporcionada por un indicador. El Índice de Estrés Hídrico (WSI) calcula el porcentaje de la demanda de agua que no puede satisfacerse sin tomar medidas. Las cuatro escalas espaciales de la figura presentan diferentes valores del Índice de Estrés Hídrico, para casi todas las partes del mundo. Por ejemplo, Brasil tiene un valor de color blanco (WSI 0-25 por ciento) a escala de cuadrícula, un valor casi siempre amarillo a escala de cuenca hidrográfica (WSI 25-50 por ciento), un valor blanco a escala de país, y un valor naranja a escala regional (WSI 50-75 por ciento).

El punto rojo (WSI > 75 por ciento) en la costa occidental de Estados Unidos en la figura a escala de cuadrícula se vuelve de color naranja en las figuras a escalas de país y de región. La comparación de las cuatro escalas espaciales lleva a la conclusión de que las agregaciones del WSI a gran escala dan lugar a demasiadas pérdidas de información. La cuadrícula es la escala óptima para detectar las áreas de estrés hídrico en el mundo porque permite que se muestren datos más detallados en vez de agrupar todos los datos para ofrecer un valor un promedio.

Tabla 3.6: Panorámica de una serie de indicadores, sus objetivos y la escala espacial correcta para su uso

Indicador	Información proporcionada	Objetivo	Escala espacial
Producto Nacional Bruto	Actividad económica por países	Comparación de la actividad económica entre países	Mundial
Índice de Estrés Hídrico	% de demanda de agua que no puede satisfacerse sin tomar medidas	Indicación de las áreas que sufren estrés hídrico	Escala espacial baja: cuadrícula o cuenca hidrográfica
Índice de pobreza de agua	Índice basado en cinco componentes: disponibilidad del recurso, acceso al agua, capacidad de las personas para gestionar el agua, uso del agua, medio ambiente	Proporcionar información sobre el agua y sobre temas relacionados con la pobreza	Son posibles diferentes escalas dependiendo del objetivo: comunidades y regiones para comparación dentro de un país, o países para comparación a escala mundial
Especies indicadoras	Presencia o abundancia de las especies	Indicación de la calidad del ecosistema	La escala de un ecosistema o de ecosistemas comparables situados en el mismo ámbito climático

Figura 3.7: Valores del Índice de Estrés Hídrico (WSI) presentados en cuatro escalas espaciales diferentes: país, cuadrícula, región y cuenca hidrográfica



La cuadrícula es la escala óptima y más fiable para señalar áreas de estrés hídrico. La comparación de los cuatro diferentes tipos de escalas espaciales utilizados en estos mapas muestra que la agregación del Índice de Estrés Hídrico en una gran escala da lugar a pérdidas de información.

Fuente: Segundo Foro Mundial del Agua, 2000

En tercer lugar, la selección de la escala temporal correcta es importante también para la agregación y la presentación de indicadores. Por ejemplo, la disponibilidad de agua depende fuertemente de las estaciones. Un promedio calculado a lo largo de un año puede ocultar una escasez de agua en los periodos secos e inundaciones durante los periodos lluviosos. En este caso, un promedio entre las estaciones o un valor mínimo y un valor máximo durante un año proporcionarán una información más relevante. La escala temporal de un indicador depende también del punto en el tiempo y del período de la recogida de datos. Por ejemplo, la vigilancia de la calidad del agua se basa a menudo en una frecuencia de medida de una vez al mes. En consecuencia, la información sobre la concentración mínima de oxígeno en un sistema hídrico no se dará con exactitud con esta frecuencia de medida. Sin embargo, el nivel mínimo de oxígeno es importante para la supervivencia y el desarrollo de la fauna acuática.

El último punto de discusión relacionado con la escala es el nivel de agregación de los datos. Durante el proceso de desarrollo de indicadores o índices ha de llegarse a un compromiso entre la agregación y la pérdida de detalles. El compromiso al que se llegue en una situación determinada depende del objetivo, del usuario, del sistema en cuestión, del conocimiento del sistema, de la disponibilidad de datos y de los recursos financieros disponibles. Un exceso de detalles puede llevar incluso a pérdidas de información, ya que la imagen general se desdibuja y se hace menos clara. La selección inicial de indicadores está basada científicamente, pero si la necesidad está orientada por la política, será inevitable un compromiso entre la exhaustividad científica y la simplificación para la gestión.

La figura 3.8 proporciona un ejemplo interesante (AEMA, 2001) apoyado en una amplia base de conocimientos e información que abarca diferentes institutos y científicos de los países ribereños del Rin. Los científicos han llevado a cabo estudios en diferentes regiones, a diversas escalas temporales, observando los patrones, las tendencias y los perfiles de distribución de los datos, con el fin de comprender y vigilar los procesos que tienen lugar. Otros científicos están indudablemente interesados en la información detallada y en la interpretación de los datos. Toda esta información se ha agregado en solamente dos indicadores, que representan a toda la cuenca fluvial, descartando por completo los aspectos espaciales.

La figura ofrece, sin embargo, un mensaje claro para los responsables de las decisiones y para el público: el contenido de oxígeno y la biodiversidad eran escasos en los años 70, pero han mejorado notablemente desde entonces. Los científicos tienen la responsabilidad de garantizar que las conclusiones deducidas de la figura son correctas, a pesar de las simplificaciones, y necesitan proporcionar información adicional (por ejemplo, estudios comparativos) que permitan tanto a los responsables de las decisiones como al público clasificar la situación presente como “buena”, “aceptable” o “deficiente”. En general, la búsqueda del equilibrio correcto entre los objetivos políticos de los indicadores y su fundamento científico requiere un diálogo permanente entre los científicos y los políticos, con el fin de mejorar y de centrar el conjunto de indicadores. La documentación adecuada del procedimiento de agregación y los datos originales permiten la comprobación retrospectiva, la verificación del enfoque y el aumento de la transparencia. Aunque la agregación pretende reducir la información multidimensional a una sola dimensión, la visualización puede

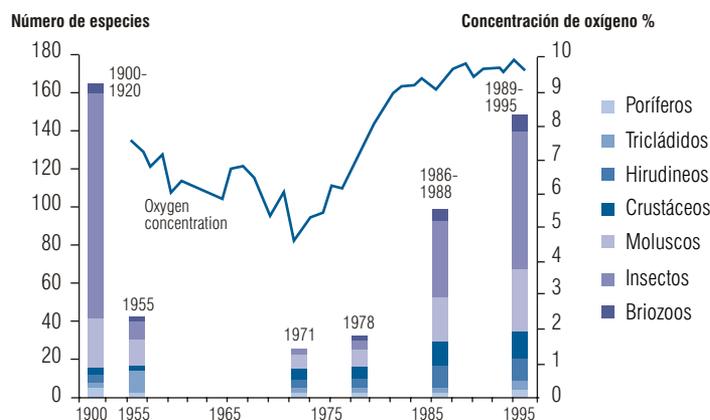
presentar una información multidimensional a simple vista. Dependiendo de lo que se haya de visualizar, puede elegirse un diseño determinado (por ejemplo, tablas, diagramas, gráficos de líneas y mapas). Las técnicas de visualización ofrecen medios potentes para la transferencia del conocimiento y la comunicación.

Es esencial advertir que la escala es un tema fundamental pero que está muy ligado al problema de las fronteras. Las discrepancias entre las fronteras naturales y las fronteras administrativas hacen difícil la interpretación de los indicadores, especialmente porque los ríos pueden servir con frecuencia como fronteras administrativas entre países o entre provincias/estados dentro de los países. Así, la recogida de datos asociados con el agua, en dos áreas administrativas separadas por un río, cubre a menudo el impacto del entorno acuático sobre la salud y los riesgos, a menos que los datos recogidos estén segregados para las respectivas distancias desde el río.

Presentación geoespacial de los indicadores

Un tema conexo es la presentación visual de los indicadores a los usuarios. Dada la previsión de un amplio espectro de usuarios, los indicadores calculados deben presentarse del modo más sencillo posible, aunque conservando su rigor científico. Para lograr este objetivo, superar los problemas de escala y de agregación y respetar la variabilidad espacial de las situaciones socioeconómicas e hidrológicas, el WWAP está trabajando en la presentación de indicadores utilizando herramientas geoespaciales. Aunque las dificultades tratadas anteriormente tienen una implicación práctica para las evaluaciones de recursos hídricos a escala regional, continental y mundial, los mecanismos de vigilancia existentes pueden disponerse para producir conjuntos de datos básicos para calcular diversos indicadores.

Figura 3.8: Serie temporal de la concentración de oxígeno y de los organismos vivos en el río Rin desde 1900



Esta figura ofrece un mensaje claro para los políticos y para el público. Aunque el contenido de oxígeno y la biodiversidad eran escasos en los años 70, han mejorado notablemente desde entonces. Esta conclusión se ha extraído de datos amplios, que se agregaron después en indicadores fácilmente comprensibles.

El WWAP ha observado estas preocupaciones y ha emprendido ya, sobre una base piloto, la representación espacial de un conjunto de datos sobre recursos hídricos de África. El Sistema de Síntesis de Datos (DSS) para África es un sistema digital de información operativo para evaluar recursos hídricos, ajustado al marco de un sistema de información geográfica, accesible a través de la World Wide Web. El sistema incluye una amplia serie de datos espaciales y estadísticos que comprenden productos socioeconómicos y biogeofísicos a escala puntual y de cuadrícula, para la exploración y descarga de los datos. Estos datos están organizados de acuerdo con indicadores del agua y se presentan en el contexto espacial de la cuenca fluvial, para analizar la naturaleza cambiante del agua en relación con las necesidades y actividades humanas a escala mundial, regional y de estudios de casos particulares. Las figuras 3.9 y 3.10 proporcionan ejemplos de cómo se han sintetizado y presentado los indicadores para la cuenca del Nilo.

Implicaciones para el seguimiento de los cambios a través del tiempo

Las series temporales de indicadores muestran tendencias que pueden proporcionar información sobre el funcionamiento del sistema o sobre su respuesta a las prácticas de gestión. La disponibilidad de series temporales amplias puede proporcionar información sobre las condiciones a lo largo de la historia, que podrían utilizarse para deducir una condición de referencia con base histórica. Una comparación en el tiempo requiere coherencia en la recogida de datos y en la construcción de indicadores. El cambio de los indicadores y de la recogida de datos resultante de la variación de las necesidades de información significa una ruptura de las series temporales. Aunque sea necesario avanzar, hay que alcanzar un equilibrio entre una mejor información que se obtiene en el momento y la información obtenida sobre las tendencias a partir de amplias series temporales de datos (que están lejos de ser perfectas). Por ejemplo, en la figura 3.8 el número de especies y la distribución de los grupos de especies entre 1900 y 1920 podría utilizarse como referencia histórica, que demuestra que el número actual de especies se aproxima a la referencia histórica.

Información errónea e interpretación errónea

Los indicadores pueden informar mal de forma voluntaria o ser mal interpretados de forma involuntaria, debido a elementos subjetivos en el indicador o índice, a una definición inadecuada del indicador, a problemas matemáticos en el proceso de agregación o al uso de datos no fiables.

- La agregación de una serie de indicadores en un índice implica las diversas etapas de selección, escala (transformación de indicadores en medidas adimensionales), ponderación (valoración), agregación y presentación. Estas etapas exigirán una combinación de juicios de expertos, análisis multicriterio, encuestas de opinión pública, decisiones basadas en los valores y experimentos de modelización. Como dependen en gran manera de percepciones subjetivas y están sujetas a cambios, estas etapas deben abordarse con precaución. Para evitar el problema de la información e interpretación erróneas, debe darse una descripción clara de los elementos subjetivos de los indicadores e índices, tales como la condición de referencia, el dispositivo de medida, los factores de ponderación y el método de agregación.

- Los indicadores pueden también informar mal debido a una descripción imprecisa, y por ello es necesario disponer de un mecanismo para la referencia cruzada y la validación de los

mismos. Para un indicador propuesto puede ser útil que sea lo suficientemente amplio como para permitir descomponerlo en sus variables fundamentales, de modo que las distorsiones, si las hubiere, puedan detectarse adecuadamente.

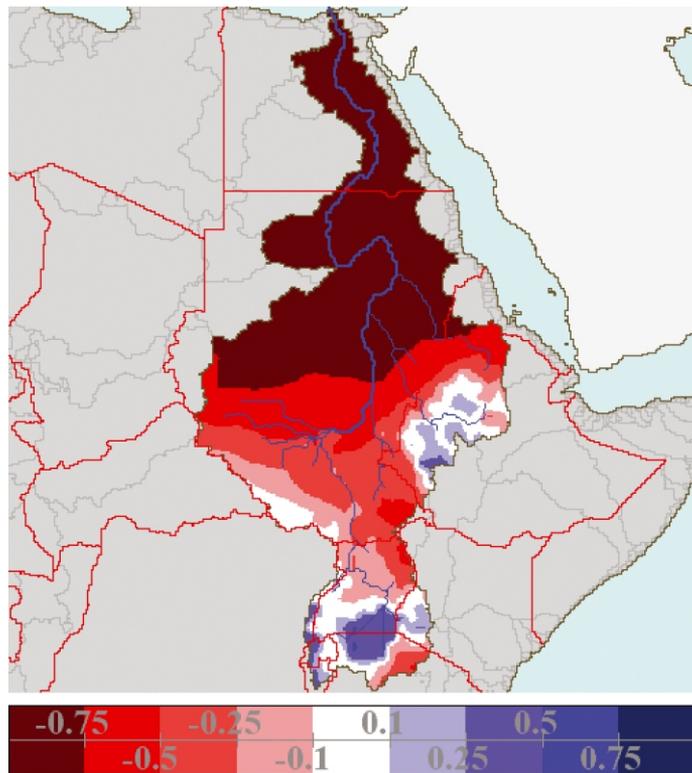
- En la mayoría de los casos, se deberá calcular, en alguna etapa del proceso de agregación, la media o la mediana de un conjunto de datos. La distribución de los datos subyacentes en el indicador o índice puede ser muy compleja, esto es, puede contener observaciones extrínsecas, tener muchos valores de “cola” o bien estar muy sesgada, o ser de naturaleza multimodal. El cálculo directo de la media o de la mediana puede conducir a error; en estos casos se requiere la opinión de expertos y documentación adecuada.

- Una cuarta posibilidad de información errónea por los indicadores es el uso de datos no fiables. Si la recogida o el tratamiento de los datos se ha llevado a cabo de modo inadecuado, los indicadores basados en estos datos pueden proporcionar información errónea. La medida de las variables hidrológicas y medioambientales se debe efectuar aplicando los principios de garantía de calidad en el campo (toma de muestras, medidas de campo) y en el laboratorio. La metodología tiene que estar bien validada, teniendo en consideración aspectos tales como la adecuación de la finalidad (si las características de funcionamiento, por ejemplo la incertidumbre de la medida, son adecuadas para los objetivos en cuestión), la solidez y la posibilidad de seguimiento. También la recogida de estadísticas socioeconómicas tiene que tener garantía de calidad (por ejemplo, obtener una muestra aleatoria representativa, formular las preguntas adecuadas en una encuesta). La mayoría de los indicadores no proporcionan información detallada sobre la calidad de los datos. Sin embargo, se necesita información fiable para una evaluación adecuada, especialmente cuando se han de tomar decisiones de gran alcance basándose en los indicadores.

Disponibilidad de los datos y sus implicaciones

La dependencia entre el desarrollo de indicadores y los datos puede conducir a una situación en la que la disponibilidad de los datos rige la selección de los indicadores, lo que, a su vez, refuerza la recogida de los mismos datos. En el pasado, los sistemas de vigilancia de la calidad del agua han sido un ejemplo del “síndrome de riqueza de datos pero pobreza de información” en el que se producen abundantes datos que, sin embargo, no se ajustan a las necesidades de información (Ward y otros, 1986). La comparación con la disponibilidad de datos puede llevar a modificar el conjunto de indicadores, pero también podría retroalimentar una especificación más precisa de las necesidades de datos con un diseño más eficiente de los programas de vigilancia. Un elemento importante de estos últimos es coordinar la recogida de datos socioeconómicos y medioambientales y armonizar las escalas espaciales y temporales asociadas. El desarrollo de indicadores y su medida mediante programas de vigilancia es un proceso continuo y dinámico, puesto que las necesidades de información y las técnicas de medida pueden cambiar con el tiempo (Cofino, 1995). Nuestros esfuerzos nos han proporcionado hasta ahora las importantes observaciones siguientes:

Figura 3.9: Mapa de la cuenca del Nilo mostrando el índice climático de humedad



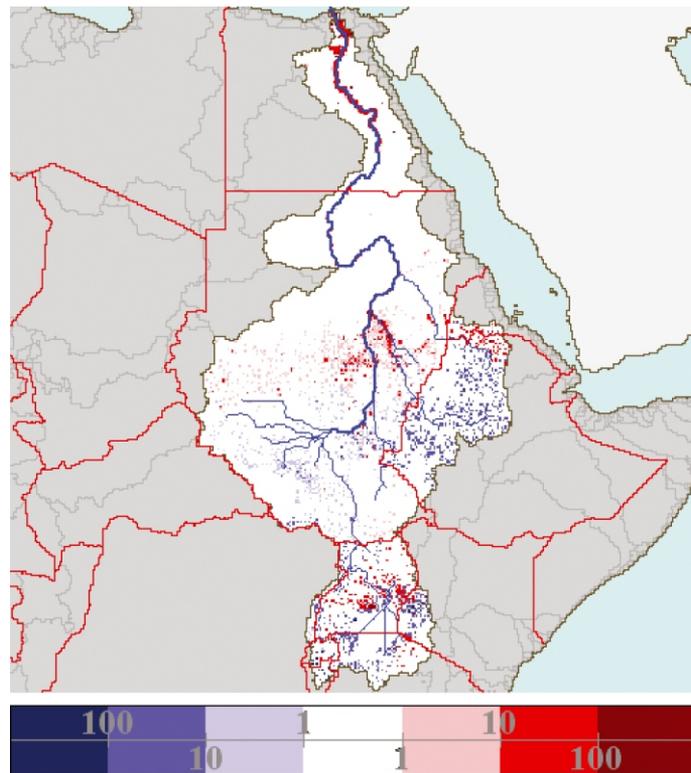
Se ha aplicado el método de Willmott y Feddema (1992) que relaciona la evaporación potencial (PET) con la precipitación (PPT) para construir un mapa de la escasez relativa de agua desde una perspectiva climática. El Índice Climático de Humedad (CMI) se calcula del modo siguiente:

Si $PPT < PET$ entonces $CMI = PPT / PET$
 Si $PPT > PET$ entonces $CMI = 1 - PET / PPT$
 Si $PPT = PET$ entonces $CMI = 0$

Los valores negativos (señalados en rojo en el mapa) representan áreas donde la demanda ecológica de agua (PET) supera a la cantidad de agua disponible en forma de precipitación (PPT). Los valores positivos (señalados en azul en el mapa) representan áreas donde la cantidad de agua disponible en forma de precipitación (PPT) es suficiente para satisfacer la demanda ecológica de agua (PET).

Fuente: Sistema de Síntesis de Datos para los Recursos Hídricos Mundiales, UNESCO/PHI Contribución al Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), Universidad de New Hampshire/UNESCO, 2002.

Figura 3.10: Mapa de la cuenca del Nilo mostrando el indicador de personas en el umbral del estrés hídrico



Miles de personas por encima (rojo) y por debajo (azul) del umbral de 0,4 de estrés de demanda por descarga durante una sequía recurrente de 30 años.

Estas dos figuras ofrecen ejemplos de cómo se sintetizan y presentan los indicadores.

- Aunque se han realizado esfuerzos, la adopción de datos que modelizan sistemas terrestres en la evaluación de recursos hídricos ha sido lenta. La utilidad de actuar así se ve claramente en los estudios dirigidos a comprender el impacto del calentamiento por el efecto invernadero sobre los sistemas hídricos regionales.

- La capacidad de la comunidad científica relacionada con los sistemas terrestres para generar conjuntos de datos a partir de sistemas de observación de alta tecnología y de la creación de modelos es enorme y sigue creciendo. Estos productos aparecen, o bien como conjuntos de datos de sensores a distancia, o bien como productos de valor añadido de la predicción meteorológica digital del clima, o bien como simulaciones de los ecosistemas. Se ha estimado que, para el año 2010, la constelación de cuarenta y cinco sistemas importantes de satélites que está en proyecto proporcionará 52.000 millones de observaciones por día, detectadas a distancia, de la masa terrestre continental, los océanos y la atmósfera, cuatro veces más que en el año 2000 (Lord, 2001). Es necesario iniciar los mayores esfuerzos para “beber de esta fuente” de forma eficaz, con el fin de explotar adecuadamente la información contenida en estas corrientes de datos. Colectivamente, éstas representan una contribución enormemente importante para la comunidad de recursos hídricos, una contribución que todavía ha de aprovecharse de forma productiva.

- Con la reciente llegada de estos conjuntos de datos sobre los sistemas terrestres, espacialmente discretos y de alta resolución, la comunidad se encuentra dotada para producir una imagen verdaderamente mundial de los cambios progresivos en los sistemas hídricos interiores y tiene un medio potencial para vigilar la disponibilidad de agua en todo el mundo. Estos productos digitales de nuevo desarrollo son con frecuencia mundiales en su cobertura, espacial y temporalmente coherentes, y proporcionan una visión coherente y políticamente “exenta de fronteras” de los principales elementos que definen el ciclo terrestre del agua. Los organismos de NU han constituido ya un panel de expertos para evaluar la relevancia de todos estos conjuntos de datos potencialmente útiles. En la fase siguiente, la fusión de estos datos en marcos integrados de evaluación del agua planteará un desafío crucial para el WWAP.

- Sin un intercambio más fructífero entre las comunidades de la física y la socioeconomía, será imposible obtener una visión coherente del estado actual de los recursos hídricos mundiales (Young y otros, 1994). La revisión de las secciones anteriores de este capítulo apunta a la necesidad explícita de un lenguaje común para salvar las diferencias conceptuales y prácticas que separan actualmente a estas disciplinas. Ciertamente, se requiere un enfoque más interdisciplinar, que reúna el conocimiento obtenido durante años de experiencia de estudios de casos, con una capacidad técnica creciente para vigilar el estado cambiante de la hidrosfera mundial. Se necesita fundamentalmente una evaluación sistemática de los conjuntos de datos requeridos y un programa formal para recoger esta información en todo el mundo.

- Hay una necesidad esencial de documentar con mayor detalle el papel que desempeñan los seres humanos en el ciclo terrestre del agua. La ciencia de la hidrología es distinta de la ingeniería hidráulica, pero, en cierto sentido, la dinámica de las cuencas de drenaje está actualmente más estrechamente ligada al carácter de la ingeniería hidráulica que al comportamiento de los sistemas fluviales naturales, al menos en las partes del mundo intensamente

gestionadas. El cálculo importante, aunque grosero, de Postel y otros (1996) que muestra un control del 54 por ciento sobre el 35 por ciento de la escorrentía mundial a la que tenemos acceso, es seguramente una subestimación para muchas regiones del mundo. El hombre es ahora una parte intrínseca del ciclo del agua y determina decisivamente la disponibilidad de los recursos hídricos. También son fundamentales los retornos a la atmósfera y los cambios en la escorrentía, asociados con la amplia conversión y gestión de los terrenos. Al mismo tiempo que crece su influencia sobre los recursos hídricos, los seres humanos competirán cada vez más por los escasos recursos de agua y estarán expuestos a inundaciones y sequías, contaminación, problemas de sanidad pública y estrés económico, habiendo provocado ellos mismos muchos de estos problemas.

- La escala mundial y la escala continental son también un marco organizativo importante que comprueba la capacidad de las tecnologías de vigilancia del estado actual de los conocimientos para obtener una visión sinóptica de la hidrosfera terrestre. Se busca un cambio hacia una capacidad operativa y casi en tiempo real. Esta capacidad es importante, puesto que cambian tan rápidamente las condiciones de disponibilidad del agua, desde la sequía hasta la inundación. Esto es importante no sólo para estar preparados frente a la vulnerabilidad relacionada con la meteorología, sino también para garantizar una imagen más exacta de los aspectos espaciales y temporales del estrés hídrico crónico.

- Debe haber una unión lógica entre las escalas mundial-regional-local. Aunque el esfuerzo del IMDA se concentrará en la presentación de una panorámica mundial, esta comprensión se construirá hacia arriba, partiendo de la comprobación de las metodologías a escalas regional y local.

- Las tecnologías basadas en la World Wide Web (incluyendo modelización, GIS, World Wide Web y motores de búsqueda de metadatos) son esenciales para la provisión de datos biogeofísicos en el momento oportuno. A instancias de los organismos de NU que participan en el Comité Consultivo de Datos del WWAP, el programa ya ha recibido directrices sobre la forma de avanzar en lo que se refiere a cómo se pueden utilizar estas tecnologías para la gestión de los datos.

Así pues, hace falta mucho trabajo para recoger y preparar los conjuntos de datos biogeofísicos y socioeconómicos, para su uso en las futuras evaluaciones de los recursos hídricos. Además de la geografía del abastecimiento de agua, deben incluirse en estos futuros análisis las cuestiones de capacidad económica y tecnológica para suministrar servicios de agua, junto con el crecimiento de la población, los niveles de protección medioambiental y los servicios sanitarios, y la inversión en infraestructuras hidráulicas, incluyendo el regadío y otros trabajos de ingeniería hidráulica.

Cuadro 3.5: Logros

Para seguir desarrollando los indicadores utilizados y dados a conocer por los organismos de NU en los diversos capítulos y estudios de casos, se ha acordado el esquema metodológico siguiente:

- Los datos y las bases de datos son aspectos importantes del ejercicio. Por ello, se ha acordado un marco conceptual de recogida de datos y preparación de metadatos, y se han identificado las bases de datos más importantes.

- Se ha reconocido debidamente el papel de los países miembros en el proceso. Se reconoce que los indicadores tendrán la participación y por lo tanto serán de propiedad de los países implicados y de los organismos del sistema de NU.

- Se han proyectado actividades para la implementación, basadas en el marco conceptual sobre los esfuerzos de las redes de información para la mejora de los datos.

- El desarrollo de indicadores será un ejercicio participativo en el que otros esfuerzos importantes desempeñarán un papel en el perfeccionamiento metodológico. El WWAP asumirá simplemente la dirección del ejercicio.

Conclusiones

Los indicadores son, pues, instrumentos vitales para las evaluaciones incluidas en el IMDA. La publicación de esta primera edición es sólo el comienzo de un esfuerzo a largo plazo para desarrollar un amplio conjunto de indicadores y para presentarlos del modo “más fácil de utilizar”. En los próximos años trabajaremos sobre el material presentado en este capítulo. Tendremos que mejorar el proceso de desarrollo de indicadores (véase el cuadro 3.5) y tendremos que implicar a más participantes procedentes de entornos culturales más amplios. Los indicadores identificados y utilizados en este informe tienen que calificarse utilizando tanto procesos científicos como procesos políticos. Aunque deban tomarse cuidadosamente en consideración las cuestiones científicas subrayadas en este capítulo, el punto más importante es ofrecer a los estados miembros una plataforma adecuada para que se impliquen más en el desarrollo de una base científica y en el desarrollo de los indicadores resultantes. Es esencial que, tanto el marco conceptual para el desarrollo de indicadores como la recogida de datos, estén sometidos a una revisión posterior. Esperamos ser capaces de demostrar los progresos alcanzados en la segunda edición del *Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*.

Referencias

AEMA (Agencia Europea del Medio Ambiente). 2001. *Environmental Signals 2001*. Copenhague, Informe periódico sobre indicadores de la Agencia Europea del Medio Ambiente.

Agencia del Agua del Sena-Normandía. 2002. *Humedales en la cuenca del Sena-Normandía: situación y política de la Agencia del Agua*. París.

Ahmad, Y.J.; El Serafy, S.; Lutz, E., eds. 1989. *Environmental Accounting for Sustainable Development*. Washington DC, Banco Mundial.

Alcama, J.; Heinrichs, T.; Rösch, T. 2000. *World Water in 2025*. World Water Series Report nº2. Kassel, Centro de Investigación de Sistemas Medioambientales, Universidad de Kassel.

Bakkes, J.-A.; Van Den Born; G.-J.; Helder, J.-C.; Swart, R.-J.; Hope, C.-W.; Parker, J.-D. 1994. *An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and*

Perspectives. UNEP/EATR.94-01; RIVM/402001001. Subprograma de Evaluación Medioambiental de Nairobi, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Banco Mundial. 2002. Informe Mundial sobre el Desarrollo 2002: Creación de instituciones para los mercados. Washington DC.

. 2001a. *Indicadores de Desarrollo de África*. Washington DC.

. 2001b. *Informe Mundial sobre el Desarrollo 2001*. Washington DC.

Bosch, P. 2001. *Guidelines for the Data Collection of the Kiev Report*. Informe técnico 66, Agencia Europea de Medio Ambiente.

Bossel, H. 1999. *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications*. Un informe al grupo Balaton de Winnipeg, Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible.

Bouni, C.; Narcy, J.-P. 2001. *The French Model for Water Management Examined in Terms of Governance: the Example of the Seine-Normandy Basin. Summary*. Agencia del Agua del Sena-Normandía.

CDS (Comisión para el Desarrollo Sostenible) 1998. Registros Oficiales del Consejo Económico y Social, 22 diciembre 1997 y 20 abril 1 mayo 1998, suplemento nº 9. Nueva York, UN (Naciones Unidas).

CEPE (Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas). 2000 (marzo). *Guidelines on Monitoring and Assessment of Transboundary Rivers*. Grupo de Trabajo de la CEPE sobre vigilancia y evaluación. Lelystad, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (Instituto para la Gestión de las Aguas Interiores y el tratamiento de Aguas Residuales).

CIW (Commissie Integraal Waterbeheer). 2000. *Water in beeld 2000: Voortgangrapportage over het waterbeheer in Nederland*. La Haya, Commissie Integraal Waterbeheer (Comisión de Gestión Integrada del Agua).

Cobb, C.; Glickman, M.; Cheslog, C. 2001. 'The Genuine Progress Indicator 2000 Update'. En: *Redefining Progress Issue Brief*.

Corvalán, C.; Briggs, D.; Zielhuis, G., eds. 2000. *Decision Making in Environmental Health: From Evidence to Action*. Londres, E&FN, Spon.

Corvalán, C.; Kjellstrom, T.; Smith, K. 1999. 'Health, environment and sustainable development: identifying links and indicators to promote action'. *Epidemiology*, vol. 10, págs. 65660.

Cofino, W.-P. 1995. 'Quality Management of Monitoring Programmes'. En: M. Adriaanse; J. Van der Kraats; P.-G. Stoks; R.-C. Ward (eds.), *Proceedings of the International*

- Workshop *Monitoring Tailor-made I*, 2023 septiembre 1994. Beekbergen.
- DPCSD (Departamento de Coordinación Política y Desarrollo Sostenible). 1996. *Indicators of Sustainable Development: Framework and methodologies*.
- De Zwart, D. 1995. 'Biomonitoring'. *Monitoring Water Quality in the Future*. vol. 3. National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven.
- Desai, M. 1995. *Poverty, Famine and Economic Development*. Aldershot, Edward Elgar.
- Esty, D.; Peter, C. 2002. *Environmental Performance Measurement: The Global Report 20012002*. Nueva York, Oxford University Press.
- Falkenmark, M.; Lundqvist, J.; Widstrand, C. 1989 (noviembre). 'Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approaches: Aspects of Vulnerability in Semi-arid Development'. *Natural Resources Forum*. vol. 13, n° 3, págs. 25867.
- Falkenmark, M. 1998. 'Dilemma when Entering the 21st Century Rapid Change but Lack of a Sense of Urgency'. *Water Policy*, vol. 1, págs. 42136.
- Foro Económico Mundial. 2002a. *2002 Índice de Sostenibilidad Medioambiental*. Una Iniciativa de los Líderes Mundiales del Grupo de Trabajo sobre el Medio Ambiente del Mañana, Encuentro anual 2002. Yale Center for Environmental Law and Policy, Universidad de Yale, Center for International Earth Science Information Network, Universidad de Columbia.
- . 2002b. *Índice Piloto de Rendimiento Medioambiental*. Una Iniciativa de los Líderes Mundiales del Grupo de Trabajo sobre el Medio Ambiente del Mañana. Encuentro anual 2002. Yale Center for Environmental Law and Policy. Universidad de Yale, Center for International Earth Science Information Network, Universidad de Columbia.
- Gleick, P.-H. 2000a. 'Water Futures: A Review of Global Water Resources Projections'. En: F.-R. Rijsberman (ed.), *World Water Scenario*. Londres, Earthscan Publications.
- . 2000b. *Water: The Potential Consequences of Climate Variability and Change for Water Resources of the United States*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security. Oakland, CA, Pacific Institute.
- . 1998. *The World's Water: 1998-1999: The Biennial Report of Freshwater Resources*. Washington DC, Island Press.
- Grupo Ad Hoc sobre Conjuntos de Datos Mundiales del Agua 2001. 'Global Water Data: A Newly Endangered Species'. Coautores: Vörösmarty, C. (director); Askew, A.; Barry, R.; Birkett, C.; Döll, P.; Grabs, W.; Hall, A.; Jenne, R.; Kitaev, L.; Landwehr, J.; Keeler, M.; Leavesley, G.; Schaake, J.; Strzepek, K.; Sundarvel, S.-S.; Takeuchi, K.; Webster, F. En: *EOS Transactions American Geophysical Union*, vol. 82, págs. 54, 56.
- GWP (Asociación Mundial del Agua). 2000. *Towards Water Security: A Framework for Action*. Suecia, Secretaría de la Asociación Mundial del Agua.
- Hammond, A.; Adriaanse, A.; Rodenburg, E.; Bryant, D.; Woodward, R. 1995. *Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*. Washington DC, Instituto de Recursos Mundiales
- Hendriks, J. 1995. *Concentration of Microcontaminants and Response of Organisms in Laboratory Experiments and Rhine Delta Field Surveys*. RIZA nota 95.035. Lelystad, Países Bajos, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment.
- Hettelingh, J.P.; De Hann, B.J.; Strengers, B.J.; Klein Goldewijk, C.G.M.; Van Woerden, J.W.; Pearce, D.W.; Howarth, A.; Ozdemiroglu, E.; Hett, T.; Capros, P.; Georgakopolous, T.; Cofala, J.; Amann, A. 1998. *Integrated Environmental Assessment of the baseline scenario for the EU State of the Environment*. 1998 Report. Países Bajos, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, o Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente
- Hoekstra, A.Y. 1998. 'Perspectives on Water'. Tesis, Universidad Técnica de Delft.
- Hoon, P.; Singh, N.; Wanmali, S.S. 1997. 'Sustainable Livelihoods: Concepts, Principles and Approaches to Indicator Development, A Draft Discussion Paper'. Poverty and Sustainable Livelihoods, Social Development and Poverty Eradication Division, Bureau for Development Policy, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (preparado para el Seminario de Indicadores sobre Medios de Sustento Sostenibles, PNUD. Nueva York, 21 agosto 1997).
- ICOLD (Comisión Internacional de Grandes Presas). 1994. *Dams and the Environment: Water Quality and Climate*. París.
- IISD (Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible). 1999. 'Beyond Delusion: A Science and Policy Dialogue on Designing Effective Indicators for Sustainable Development'. Informe del Seminario.
- Kanciruk, P. 1997. 'Pricing Policy for Federal Research Data'. *Bull. Am. Meteor. Soc.* vol. 78, págs. 6912.
- Kjellstrom, T.; Corvalán, C. 1995. 'Framework for the Development of Environmental Health Indicators'. *World Health Statistics Quarterly*, vol. 48, p. 2.
- Kuik, O. y Verbruggen, H. 1991. *In search of indicators for sustainable development*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Lenoir, T. y Gumbrecht, H.-U., eds. 1996. 'Writing Science'. En: P. Galison and D.-J. Stump (eds.), *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power*. Stanford, CA, Stanford University Press.
- Levy, M.-A. 2002. 'Measuring Nations Environmental Sustainability'. En: C. Daniel and P. Esty (eds.), *Environmental Performance Measurement: The Global Report 20012002*. Nueva York, Oxford University Press.
- Liverman, D.; Hanson, M.E.; Brown, B.-J.; Meredith, R.-W. 1988. 'Global Sustainability: Towards Measurement'. *Environmental Management*. vol. 12, n° 2, págs. 13343.
- Liverman, D.; Moran, E.-F.; Rindfuss, R.-R.; Stern, P.-C. eds. 1998. *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*. Washington DC, National Research Council.
- Lord, S. 2001. 'NOAA Data Assimilation Activities'. Documento presentado al Coordinated Enhanced Observation Program International Workshop. Febrero. Greenbelt MD, NASA/Goddard Space Flight Center.
- Lorenz C.M. 1999. *Indicators for Sustainable Management of Rivers*. Tesis. Vrije Universiteit Amsterdam.
- Meadows, D. 1998. 'Indicators and Information Systems for Sustainable Development'. En: 'A report to the Balaton group'. Hartland Four Corners, The Sustainability Institute.
- Ministerio Federal para el Medio Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear, y Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. 2001. Declaración Ministerial, Claves de Bonn, y Recomendación de Acción de Bonn. Conclusiones oficiales de la Conferencia internacional sobre el agua dulce, 37 diciembre 2001, Bonn.
- NRC (National Research Council). 1999. *A Question of Balance: Private Rights and the Public Interest in Scientific and Technical Databases*. Washington DC, National Academy Press.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 1994. *Environmental indicators: OECD core set*.

- París.
- Oficina Regional de Desarrollo de Kanto 2002. *Propuesta de nuevos indicadores de la calidad del agua (Atarashi Suishitsu Sihyo no Tei-an)*. Japón, Ministerio del Suelo, Infraestructuras y Transporte.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1999. *Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies*. Preparado por David Briggs. University College Northampton, Nene Centre for Research.
- . 1996. *Linkage Methods for Environment and Health Analysis General Guidelines*. Documento WHO/EHG/95.26. Ginebra.
- OMS/UNICEF (Organización Mundial de la Salud/Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia). 2000. *Informe Mundial sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento 2000*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud/Nueva York, Fondo de Naciones Unidas para la Infancia.
- Pereira-Ramos, L. 2002. *SEQ-EAU el sistema francés para evaluar la calidad del agua de los ríos*. París, Agencia del Agua del Sena-Normandía.
- Pigou. 1920. *The Economics of Welfare*. Oxford, Transaction Publishing.
- Postel, S. 1997. *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. Nueva York, W.W. Norton.
- Postel, S.-L.; Daily, G.-C.; Ehrlich, P.R. 1996. 'Human appropriation of renewable fresh water'. *Science*, vol. 271, págs. 7858.
- Rotmans, J.; Van Asselt, M.B.A.; De Bruin, A.J.; Den Elzen, M.J.G.; De Greef, J.; Hilderink, H.; Hoekstra, A.Y.; Janssen, M.A.; Koester, H.W.; Martens, W.J.M.; Niessen, L.W.; De Vries, H.J.M. 1994. *Global Change and Sustainable Development, a Modelling Perspective for the Next Decade*. Global Dynamics and Sustainable Development Programme GLOBO Report Series n.º 4. Bilthoven, Instituto Nacional de Salud Pública y Protección Medioambiental.
- Scheller, A. 1999. *Researchers' Use of Indicators*. Informe provisional del proyecto sobre indicadores financiado por Alliance for Global Sustainability Centre for Energy Policy and Economics. Zurich, Instituto Federal Suizo de Tecnología.
- Sen, A.-K. 1999. *Development as Freedom*. Oxford, Oxford University Press.
- . 1995. *Mortality as an Indicator of Economic Success and Failure*. Documento de Discusión 66, London School of Economics and Political Science.
- . 1981. *Poor, Relatively Speaking*. Oxford Economic Papers, n.º 35.
- Serageldin, I. y Steer, A. 1994. 'Epilogue: expanding the capital stock'. En: I. Serageldin y A. Steer (eds.), *Making Development Sustainable: from concepts to actions* Environmentally Sustainable Development Occasional Paper Series n.º 2. Washington DC, Banco Mundial.
- Shiklomanov, I.-A. (ed.) 1997. 'Assessment of Water Resources and Water Availability in the World'. En: *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Estocolmo, Instituto del Medio Ambiente.
- . 1996. *Assessment of Water Resources and Water Availability in the World: Scientific and Technical Report*. San. Petersburg, Rusia, Instituto Hidrológico Estatal.
- Spreng, D. y Wils, A. 2000 [1996]. *Indicators of Sustainability: Indicators in Various Scientific Disciplines, Alliance for Global Sustainability*. AGS Report.
- Sullivan, C.-A.; Meigh, J.-R.; Fediw, T. S. 2002a (mayo). *Derivation and Testing of the Water Poverty Index, Phase 1*. Informe Final. Wallingford, Reino Unido, Center for Ecology and Hydrology.
- Sullivan, C.A.; Meigh, J.R.; O'Regan, D. 2002b. *Evaluating Your Water, a Management Primer for the Water Poverty Index*. Wallingford, Center for Ecology and Hydrology.
- Swart, R.-J y Bakkes, J.-A., eds. 1995. *Scanning the Global Environment: A Framework and Methodology for Integrated Environmental Reporting and Assessment*. UNEP/EATR.95-01; RIVM 402001002 Environmental Assessment Sub-Programme. Nairobi, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Townsend, P. 1979. *Poverty in the UK*. Harmondsworth, Penguin.
- UNCSO (Base de datos común de Naciones Unidas). 2002. *Indicadores del Desarrollo Sostenible*.
- USEPA (Agencia de Estados Unidos de Protección Medioambiental). 1996. *Environmental Indicators of Water Quality in the United States*. EPA 841-R-96-002. Office of Water, 4503F. Estados Unidos.
- Van Adriaanse, A. 1993. *Environmental Policy Performance Indicators*. Amsterdam, SDU Publishers.
- Van Dreicht, G. y Knoop, J.-M. (en prep.). *Water Stress Assessment and Forecast at the Global Scale*. Desarrollo de un programa informático de simulación de demanda de agua y disponibilidad de agua para el análisis a escala mundial del estrés hídrico. ARiBaS 1.07. Rapport n.º. 402001016. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente).
- Van Harten, H.-A.-J.; Van Dijk, G.-M.; De Kruijf, H.-A.-M. 1995. *Waterkwaliteits indicatoren: overzicht, methodologie ontwikkeling en toepassing*. RIVM report 733004001. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (Instituto Nacional de Salud Pública e Higiene Medioambiental).
- Vörösmarty, C. 2002. *Global Water Assessment: Potential Contributions from Earth Systems Science*. Preparado para el WWAP.
- Vörösmarty, C. y Sahagian, D. 2000. 'Anthropogenic Disturbance of the Terrestrial Water Cycle'. *BioScience*, vol. 50, págs. 75365.
- Vörösmarty, C.; Fekete, B.-M.; Tucker, B.A. 1996. *River Discharge Database, Versión 1.0 (RivDIS v1.0)*, Volúmenes 0 al 6. Una contribución al PHI-V Tema 1. Technical Documents in Hydrology Series. París, UNESCO.
- Vörösmarty, C.; Fekete, B.-M.; Meybeck, M.; Lammers, R. 2000. 'A Simulated Topological Network Representing the Global System of Rivers at 30-minute Spatial Resolution (STN-30)'. *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 14, págs. 599621.
- Ward, R.-C.; Loftis, J.-C.; Bride, G.-B. 1986. 'The 'Data-rich But Information-poor' Syndrome in Water Quality Monitoring'. *Environmental Management* vol. 10 n.º. 3, págs. 2917.
- Willmott, C.-J. y Feddema, J.-J. 1992. 'A more rational climatic moisture index'. *Professional Geographer*, vol. 44, n.º. 1. págs. 8488.
- WRI (Instituto Mundial de Recursos). 1998. *Watersheds of the World: An Assessment of the Ecological Value and Vulnerability of the World's Watersheds*. Washington DC.
- Yasuda, G. y Murase, M. 2002 (February). 'Flood Risk Indicators'. Trabajo presentado en el taller sobre desarrollo de indicadores para el Informe Mundial sobre el Desarrollo del Agua. Roma.
- Young, G.-J.; Dooge, J.-C.-I.; Rodda, J.-C. 1994. *Global Water Resource Issues*. Cambridge, Cambridge University Press.